

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр пищевых систем  
им. В.М. Горбатова» РАН



Кубанский филиал ФГБНУ  
«ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

**Научное обеспечение технологического развития и  
повышения конкурентоспособности в пищевой  
и перерабатывающей промышленности**

**Сборник материалов**

**4-й Международной  
научно-практической конференции**

**26-27 ноября 2024г.**



**Краснодар 2024**

УДК 664  
ББК 36

**Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: Сборник материалов 4-й Международной научно-практической конференции (26-27 ноября 2024г., г.Краснодар) /Кубанский филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. – Краснодар, 2024. – 346с.**

Ответственные за выпуск: к.т.н. Черкасов С.В., к.т.н. Марков Ю.Ф.

Компьютерная вёрстка: Пусева К.В.

В электронном сборнике представлены материалы 4-й Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности», проходившей 26-27 ноября 2024г. в г. Краснодаре. Включает 73 статьи ученых, преподавателей и специалистов из научных и образовательных организаций. Материалы представляют интерес, как для сотрудников научных организаций, ВУЗов, так и для работников и специалистов пищевой и перерабатывающей промышленности.

Материалы, представленные в сборнике, даны в редакции их авторов.

## Оглавление

1. МОНИТОРИНГ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕРНА В ЗЕРНОСКЛАДАХ .....	6
2. КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ЖИРА, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ, ВЛИЯЮЩИЙ НА СРОК ХРАНЕНИЯ КУКУРУЗНОЙ КРУПЫ .....	10
3. УРОВЕНЬ ПОКАЗАТЕЛЯ КЧЖ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ СРОКОВ СВЕЖЕСТИ И ГОДНОСТИ КУКУРУЗНОЙ КРУПЫ .....	17
4. ПОЛУЧЕНИЕ САХАРА ИЗ МЕЛАССЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЕЕ ЭЛЕКТРОМЕМБРАННОЙ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ .....	22
5. НАНОТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМА В ШЕЛКОВОДСТВЕ .....	26
6. DETERMINATION OF RESIDUAL AMOUNT OF HERBICIDES APPLIED AGAINST WEEDS IN GRAPE PLANTATIONS IN SOIL AND PLANT .....	31
7. PROBLEMS OF POTATO SELECTION DUE TO DISEASE RESISTANCE .....	35
8. ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ДЯГИЛЕВОГО МЕДА .....	38
9. ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗГЛУТЕНОВОЙ ЭКСТРУЗИОННОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛИМИНАЦИИ ПШЕНИЧНОГО ГЛУТЕНА .....	42
10. ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ЭКСТРУЗИОННЫМ МЕТОДОМ .....	49
11. НОВЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КОРКОВЫХ СЫРОВ .....	54
12. ВЛИЯНИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА СОХРАННОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ МЯГКОГО СЫРА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА .....	62
13. КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ АНТИБИОТИКА КОЛИСТИНА В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕЕ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ .....	66
14. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОХРАННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ В МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЕ .....	69
15. ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ ЛАКТУЛОЗЫ .....	75
16. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА СКОРОСТЕЙ НАГРЕВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ МЕТОДОМ ДСК .....	78
17. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛЮКОАМИЛАЗЫ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	82
18. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗАМОРОЖЕННЫХ ОВОЩЕЙ .....	86
19. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА КАЧЕСТВО РЫБОМУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	90
20. ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРГИ НА ПАСЕКЕ .....	95
21. АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО МЯСОЯИЧНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ .....	99
22. ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ НА СКОРОСТЬ ГИДРОЛИЗА ЖИРА В ХРАНЯЩЕМСЯ ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ .....	103
23. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В СИЛОСАХ ЭЛЕВАТОРА НА ЕГО ТРАВМИРОВАНИЕ .....	108
24. КАЧЕСТВЕННЫЙ РОСТ ПРОИЗВОДСТВА КАК ДВИЖУЩАЯ СИЛА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ .....	116
25. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУР ДИЕТИЧЕСКИХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	122

26. <b>ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОЛОЧКОВОЙ И ЗАРОДЫШЕВОЙ СОЕВОЙ МУКИ В РАМКАХ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СМЕСЯХ ДЛЯ ВЫПЕЧКИ</b> .....	127
27. <b>ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОСОЛА ВАРЕНО-КОПЧЕНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ ГОВЯДИНЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИ ХРАНЕНИИ В ОХЛАЖДЕННОМ СОСТОЯНИИ</b> .....	134
28. <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИХТОВОГО ГИДРОЛАТА НА ПИВО С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ</b> .....	139
29. <b>АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ АМАРАНТА: ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b> .....	143
30. <b>ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВИНОЙ ЩЕТИНЫ</b> .....	147
31. <b>ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАВАРНОГО РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА В ТЕХНОЛОГИИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ГОТОВНОСТИ</b> .....	151
32. <b>РАЗРАБОТКА ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОДУКТОВ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КУКУРУЗЫ</b> .....	156
33. <b>К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИПЛЕКСНОЙ ПРЯМОЙ ПЦР ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОДЛИННОСТИ КОЗЬЕГО МОЛОКА</b> .....	160
34. <b>БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> .....	164
35. <b>ИДЕНТИФИКАЦИЯ СЕМЯН РАПСА СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА ЯМР</b> .....	169
36. <b>ДИНАМИКА ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПОРЧИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР</b> .....	173
37. <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПСИЛЛИУМА В БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ СМЕСЯХ ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ</b> .....	179
38. <b>РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ФРАКЦИОНИРОВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА</b> .....	187
39. <b>НАКОПЛЕНИЕ ГЛУТАТИОНА БИОМАССОЙ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ЗАКВАСКИ</b> .....	191
40. <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СО<sub>2</sub>-ЭКСТРАКТОВ НА ЗАМЕДЛЕНИЕ МИКРОБНОЙ ПОРЧИ ХЛЕБА</b>	195
41. <b>СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДА КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К АНАЛИЗУ ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ В ХЛЕБЕ</b> .....	200
42. <b>РОЛЬ ИЗОФЛАВОНОИДОВ В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА И НОРМА ИХ УПОТРЕБЛЕНИЯ</b> .....	206
43. <b>ПЕРСПЕКТИВЫ И АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СОЕВЫХ ДОБАВОК В МЯСНОЕ СЫРЬЕ НА СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b> .....	211
44. <b>РАЗВИТИЕ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПЕРСПЕКТИВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ</b> .....	214
45. <b>К ВОПРОСУ СОХРАННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ</b>	217
46. <b>ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОТЕРМ СОРБЦИИ ВЛАГИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ МАРМЕЛАДА</b> .....	221
47. <b>МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ УДЕРЖИВАНИЯ РАССАДЫ В КАССЕТАХ БЕЗ ВОДЫ</b> .....	225
48. <b>УСТАНОВКА НА ОСНОВЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ</b> .....	229
49. <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ ЗАКВАСОЧНЫХ СТАРТЕРОВ НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЖАНЫХ ЗАКВАСОК</b> .....	232

50. ТЕРМОФИЛЬНЫЕ ЗАКВАСКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ЗАВАРНЫХ ВИДОВ ХЛЕБА	236
51. ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА МАСЛА КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ГОДА .....	240
52. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ СКОРЛУПЫ КУРИНЫХ ЯИЦ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ .....	245
53. СОЗДАНИЕ НОВОЙ ЭМУЛЬСИОННОЙ СИСТЕМЫ – ПРИМЕР ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ .....	249
54. РАЦИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ ДРОЖЖЕЙ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ.....	254
55. АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СПОСОБА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА С ПОДСОРТИРОВКОЙ КУКУРУЗНОЙ МУКИ .....	263
56. ПАРАМЕТРЫ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЖМЫХА МИНДАЛЬНОГО ОРЕХА ОБЕЗЖИРЕННОГО .....	274
57. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ДОБАВЛЕНИИ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ	279
58. РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....	282
59. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОРОВ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ .....	285
60. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ В СИСТЕМУ ХАССП НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	288
61. РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ, ОТСЛЕЖИВАЮЩИХ КАЧЕСТВО ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	291
62. РОЛЬ ОБОГАЩЕННЫХ ПРОДУКТОВ В СОВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЕ ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА .....	294
63. КОМПОЗИЦИЯ ИЗ МЕДА И ГОМОГЕНАТА ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА .....	298
64. РИБОФЛАВИН, ПАНТОТЕНОВАЯ И ФОЛИЕВАЯ КИСЛОТЫ В МЕДЕ НАТУРАЛЬНОМ.....	302
65. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА ИЗ ПРОРОСШИХ СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВИТАМИНОВ В ХЛЕБЕ .....	306
66. МАРКЕТИНГОВЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА ПАСТИЛЫ .....	309
67. НАКОПЛЕНИЕ ГЛУТАТИОНА БИОМАССОЙ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ЗАКВАСКИ .....	313
68. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПОСЛЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ .....	317
69. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА .....	321
70. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ФРАКЦИОНИРОВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА.....	327
71. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В СИЛОСАХ ЭЛЕВАТОРА НА ЕГО ТРАВМИРОВАНИЕ .....	331
72. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ, СВЯЗАННОГО С НАРУШЕНИЯМИ БЕЛКОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ .....	339
73. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ САХАРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НУТРИЕНТОВ ПО УГЛЕВОДНОМУ ПРОФИЛЮ .....	343

## МОНИТОРИНГ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕРНА В ЗЕРНОСКЛАДАХ

**Ю. Ф. Марков, кандидат технических наук**

*Кубанский филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,*

*г Краснодар*

*e-mail: kuban@fneps.ru*

### *Аннотация*

Рассмотрены современные методы оперативного дистанционного контроля влажности, влажностного состояния и температуры зерна, хранящегося в зерноскладах напольного хранения. Приведены различные варианты реализации системы оперативного контроля этих параметров для различных условий и масштабов производственного использования.

Гигротермоштанги, являясь основным элементом этой системы, обеспечивают, при своей бюджетной доступности, повышенную, в сравнении с термоштангами, чувствительность и позволяют выявлять самосогревание зерна на его самых начальных стадиях. При этом, по показаниям равновесной влажности межзернового воздуха (активности воды в зерне) может быть достаточно точно рассчитана и непосредственно массовая доля влаги в зерне - влажность зерна, при наличии такой необходимости.

Наибольший интерес и наибольшую сегодняшнюю востребованность производителями все больше получают гигротермоштанги и также термоштанги с беспроводной дистанционной и удаленной передачей измеренных данных и автоматической аналитикой данных — это выводит на новый технологический уровень всю работу персонала, обеспечивающего качественную сохранность зерна в зерноскладах.

Ключевые слова: влажностное состояние зерна, оперативный дистанционный и удаленный контроль, хранимоспособность зерна, гигротермоштанги.

### ANNOTATION

The article considers modern methods of operational remote control of humidity, moisture state and temperature of grain stored in floor storage grain warehouses. Various options for implementing a system for operational control of these parameters for various conditions and scales of industrial use are given. Hygrothermo rods, being the main element of this system, provide, with their budget availability, increased sensitivity, in comparison with thermal rods, and allow identifying self-heating of grain at its earliest stages. At the same time, according to the readings of the equilibrium humidity of the intergranular air (water activity in the grain), the mass fraction of moisture in the grain - grain humidity, if necessary, can be calculated quite accurately. Hygrothermo rods and also thermal rods with wireless remote and remote transmission of measured data and automatic data analytics are increasingly gaining the greatest interest and the greatest demand among manufacturers today - this takes the entire work of personnel ensuring high-quality preservation of grain in grain warehouses to a new technological level.

Key words: moisture condition of grain, operational remote and remote control, grain storage capacity, hygrothermotubes.

Для обеспечения безопасного хранения зерна в зерноскладах напольного хранения должно быть обеспечено сочетание допустимых значений температуры и влажности в зерновой насыпи в привязке к планируемой длительности хранения. Такие сочетания образуют совокупность режимов хранения зерна.

При выявлении возрастания указанных контролируемых параметров свыше их допустимых критических значений необходимо проводить корректирующие мероприятия, приводящие к

снижению температуры и влажности зерновой массы. К таким корректирующим мероприятиям относят следующие:

вентилирование зерновой насыпи посредством систем активного вентилирования — то ли стационарных, то ли мобильно устанавливаемых через поверхность зерновой насыпи;  
ворошение зерновой массы посредством шнековых самодвижущихся ворошителей;  
перебрасывание зерновой массы посредством зернометов;  
пропускание зерновой массы через зерносушилку или через сепаратор.

Хранящееся зерно подвергается воздействию опасных факторов, обусловленных деятельностью вредных насекомых, активностью микробиоты, гидролитической и ферментативной активностью. Интенсивность протекания гидролитического расщепления, микробиологического поражения в значительной степени обусловлена количеством и мерой связанности влаги, находящейся в зоне протекания биохимических превращений - в зерновках, причем это влияние имеет пропорциональный характер — чем больше влаги и чем менее она связана, тем больше интенсивность протекания указанных процессов при прочих равных условиях. Гидролитические же процессы инициируют и проявление эффектов самосогревания зерна, приводящих к ускоренной деградации и порче зерна.

Для контроля значений температуры хранящейся в зерноскладе зерновой массы с давних времен применяют термоштанги. Именно повышение температуры является признаком протекания активной фазы гидролитического ферментативного расщепления. Здесь нужно подчеркнуть, что такое заметное для измерений повышение температуры произойдет только через достаточно продолжительное время после начальной фазы протекания порчи зерна. Именно поэтому, при использовании термометрического зернового контроля важны не столько значения температуры, сколько скорость ее нарастания — критическое значение около  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  в сутки.

Саму же начальную фазу порчи зерна — термоштанга выявить, в принципе, неспособна, поскольку температура зерна в этой самой начальной фазе порчи вырасти еще не успевает.

Эту самую начальную фазу протекания порчи зерна оказалось возможно выявлять гигротермоштангой — пока что еще новым, но активно набирающим популярность инструментом оперативного контроля состояния зерна. Многие уже сотни зерновых предприятий их активно у себя применяют для контроля состояния хранящегося зерна. На указанной начальной фазе порчи - температура зерновой массы еще не начала подниматься, но такое повышение неминуемо произойдет через непродолжительное время. Признаком такой неминуемости является повышенные значения измеряемого гигротермоштангой показателя активности воды в зерновой массе. Эти измеряемые значения сразу же и однозначно позволяют сделать вывод о состоянии, о хранимоспособности зерна: чем более измеренное значение активности воды превышает величину  $0,76$  — тем меньше величина хранимоспособности зерна. При получении показаний активности воды менее  $0,76$  — делается вывод о том, что зерно находится в стабильно устойчивых благоприятных для дальнейшего хранения условиях.

По полученным от гигротермоштанги значениям активности воды с использованием известных таблиц пересчета для разных культур можно, при необходимости, достаточно точно и достоверно рассчитать значения влажности зерна, массовой доли влаги в зерне (вообще без лабораторных измерений) — такое делают уже на многих предприятиях.

Гигротермоштанги реализуют совмещенный контроль температуры и влажности межзернового воздуха - в зондовой части штанги, погружаемой в зерновую массу на нужную глубину. Их, также, как и термоштанги, расставляют по площади зерновой насыпи в зерноскладе с шагом в 3-4 метра, обеспечивая таким образом равномерное поле контроля для выявления очагов самосогревания — начала порчи зерна.

В качестве датчиков влажности в гигротермоштангах использованы гигристоры сорбционного типа, в качестве датчиков температуры — термисторы или цифровые датчики. Есть и многозонное исполнение штанг — когда по длине штанги размещается несколько датчиков, обеспечивая равномерный контроль по всей высоте зернового слоя при одной установке в зерновую насыпь, и секционное составное исполнение — разборные штанги.

Гигро-термодатчик размещен на зондовом конце штанги под пористым металлическим

наконечником, одновременно обеспечивающим и конвективное прохождение к датчику межзернового воздуха и механическую защиту датчика.

Но самая впечатляющая достигнутая в настоящее время инновация — это возможность оснащение таких гигротермоштанг и также термоштанг - беспроводной системой передачи измеренных данных. Теперь к установленным в зерновую насыпь беспроводным гигротермоштангам и термоштангам — нет необходимости регулярно подходить для считывания значений влажности и температуры. Беспроводные штанги работают от встроенных литиевых батареек, длительность работы от одной батареи составляет несколько лет, даже при небольшом цикле опроса.

И все это может передаваться дистанционно и удаленно. С ведением графиков измерения параметров во времени, с автоматической аналитической обработкой полученных данных — что освобождает от необходимости тщательного просмотра лаборантом полученных данных. Все критически важные значения подсвечены и обозначены. Автоматически формируются и отправляются на электронную почту оформленные регулярные отчеты.

На рисунках ниже приведены изображения элементов системы и структурная блок-схема системы контроля и дистанционной передачи данных.



Рис.1 Инструментальные средства мониторинга влажности и температуры зерна

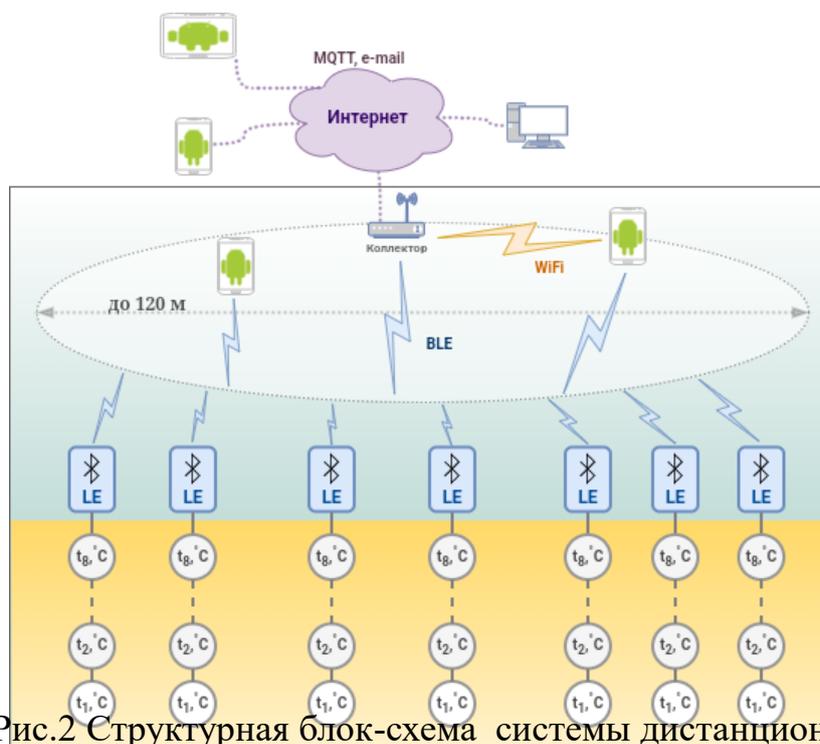


Рис.2 Структурная блок-схема системы дистанционного удаленного мониторинга влажности и температуры зерна

### Литература

1. Гощанская, М.Н. Активность воды растворов фруктозы/М.Н. Гощанская, Е.А. Фетисов, А.Н. Петров, И.А. Радаева, С.Н. Туровская, А.Г. Галстян//Техника и технология пищевых производств. - 2010. -Т. 18. -№ 3. - С. 100-106.
2. Геворкян К.А., Показатель «активность воды» - критерий качества пищевых продуктов//Сборник трудов «Актуальные вопросы индустрии напитков», ВНИИПБиВП, 2018 - С. 29-31
3. Закладной Г.А., Марков Ю.Ф., Догадин А.Л., Закладная Н.А Электронное обнаружение насекомых в зерне.//Сборник: Пища. Экология. Качество. Труды XII Международной научно-практической конференции. 2015. С. 305-308.
4. Закладной Г.А., Марков Ю.Ф. Автоматизированный мониторинг насекомых в зерновой массе//Сборник: Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции. Материалы Международной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий". 2015. С. 311-314.

## **КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ЖИРА, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ, ВЛИЯЮЩИЙ НА СРОК ХРАНЕНИЯ КУКУРУЗНОЙ КРУПЫ**

**Черкасов С.В., кандидат технических наук, Марков Ю.Ф., кандидат технических наук, Ересько Л.Г., младший научный сотрудник, Буряк А.Н., младший научный сотрудник Стручалина Ю.Б., младший научный сотрудник**

*Кубанский филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН  
e-mail: kuban@fncps.ru*

### ***Аннотация***

В настоящее время нет научно обоснованных сроков хранения, годности кукурузной крупы при различных температурных условиях, что не гарантирует сохранение её качества и не обеспечивает безопасность при реализации.

Данная проблема вызывает у производителей и сетей реализации затруднения с установлением сроков годности продукции. Рассмотрены вопросы установления данных норм по показателю кислотное число жира. А также представлен принцип расчета сроков годности в зависимости от температуры хранения.

Согласно стратегии развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, одной из основных задач в области хранения зерна и продуктов его переработки является сокращение потерь, повышение качества и снижение затрат на единицу веса хранимого продукта.

Известно, что показатель КЧЖ в зерне является эффективным индикатором, характеризующим состояние хранимоспособности зерна. Это утверждение применимо и к продуктам, получаемым из него в процессе переработки. Изучение временной изменчивости показателя КЧЖ в кукурузной крупе дает возможность оценки отклонений значений этого показателя до достижения установленных норм, которые будут приняты за предельные значения.

Предметом изучения являются обобщенные кинетические закономерности и взаимозависимость показателей, характеризующих состояния кукурузной крупы при длительном хранении [1].

Закономерности изменений показателей и взаимозависимости установлены в результате обработки экспериментальных данных для проб кукурузной крупы естественного хранения, лабораторного хранения при фиксированных температурах, в условиях неотапливаемого склада.

До настоящего времени нормы безопасного хранения и годности по показателю кислотное число жира (КЧЖ) для кукурузной крупы установлены не были, хотя для многих других круп такие нормы имеются. Как следствие - нет научно обоснованных сроков хранения, годности кукурузной крупы при различных температурных условиях, что не гарантирует сохранение её качества и не обеспечивает безопасность при реализации. [2]. Тем не менее производители кукурузной крупы обязаны указывать на упаковке срок ее годности, который зачастую не соответствует качеству продукции. В розничных сетях можно найти кукурузную крупу одного сорта от разных производителей со сроком годности от полугода до полутора лет, при одинаково указанных условиях хранения.

В работе представлены результаты лабораторного хранения расширенных наборов проб кукурузной крупы с естественной влажностью в 3-х температурных режимах (10°C, 20°C, 30°C, неотапливаемый склад) с мониторингом условий хранения. Расширение наборов заложенных на хранение проб в каждом из условий хранения предпринято для повышения представительности результатов.

Сохранение естественной влажности проб кукурузной крупы, хранящихся при регулируемых

температурах, и обеспечение доступности в них кислорода добивались тем, что герметично закрываемые лабораторные емкости с пробами крупы заполняли крупой примерно на 2/3 объема емкости, оставляя около 1/3 объема емкости для нахождения там воздушной подушки из окружающего воздуха, при этом периодически (один раз в 14 суток) проводили эффективное аэрирование распечатываемых проб крупы с обновлением имеющейся в емкости воздушной подушки. Аэрирование распечатываемой емкости проводили путем пересыпания в свободном падении с высоты 0,5 м всего объема кукурузной крупы из лабораторной емкости в промежуточную тару с последующим после этого пересыпанием крупы обратно в лабораторную емкость и запечатыванием емкости с уже обновленной воздушной подушкой.

В условиях неотапливаемого склада пробы кукурузной крупы хранились в заводской полипропиленовой мешкотаре. При каждом проведении аэрирования проводились органолептические оценки кукурузной крупы по показателям: цвет, запах, вкус. Лабораторные испытания проб по показателю КЧЖ проводились с временным интервалом в 2 месяца.

Получены экспериментальные данные комплексной органолептической оценки (КОО) и показателя КЧЖ для наборов проб кукурузной крупы, хранящейся в лабораторных условиях при повышенной и умеренной температурах и в реальных условиях неотапливаемого склада.

Установлены закономерности изменения и взаимозависимости показателя КЧЖ и органолептических показателей как для проб самой кукурузной крупы, так и для кукурузной каши из них приготовленной [3,4].

Кроме того, представлены результаты лабораторного хранения расширенных наборов проб кукурузной крупы с естественной влажностью в 3-х температурных режимах (10°C, 20°C, 30°C, неотапливаемый склад) с мониторингом условий хранения. Расширение наборов заложенных на хранение проб в каждом из условий хранения предпринято для повышения представительности результатов. Шифры субпроб (одно- или двухзначные) представленные на графиках имеют префикс исходной пробы и суффикс (при наличии), присваиваемый при отборе для проведения анализа на КЧЖ.

Полученные результаты представлены на рис. 1 — рис. 8. На каждом из графиков изображены линиями разного цвета (с точками значений) изменения показателей КЧЖ и КОО для каждой из субпроб кукурузной крупы в одних условиях хранения [3]. В легендах графиков указаны цветовые маркировки и шифры для линий изменения показателя каждой из субпроб. Эти линии образуют вееры значений. Для характерной линии веера значений на каждом из графиков выполнена ее линейная аппроксимация и представлено математическое описание — это является линией тренда для такого условия хранения. Выражения для этих трендов сгруппированы ниже, где  $x$  — это длительность срока хранения в месяцах, КЧЖ и КОО — значения соответствующих показателей.

$$\text{КЧЖ (10°C)} = 1,19x + 14,9; \quad (1)$$

$$\text{КОО (10°C)} = -0,56x + 101,24; \quad (2)$$

$$\text{КЧЖ (20°C)} = 1,69x + 14,53; \quad (3)$$

$$\text{КОО (20°C)} = -0,47x + 102,05; \quad (4)$$

$$\text{КЧЖ (30°C)} = 2,88x + 13,37; \quad (5)$$

$$\text{КОО (30°C)} = -1,82x + 107,63; \quad (6)$$

$$\text{КЧЖ (склад)} = 1,55x + 19,13; \quad (7)$$

$$\text{КОО (склад)} = -0,62x + 102,47; \quad (8)$$

Из указанных выражений могут быть получены прогнозные значения сроков достижения показателем нормы годности [5].

Из общего вида исходного выражения для тренда  $f(x) = ax + b$  следует общий вид расчетной длительности достижения нормированного значения показателя  $x = (f(x_{\text{норм}}) - b)/a$ .

Так, для нормы годности по КЧЖ в 80 мг КОН/г жира имеем следующие прогнозные длительности достижения нормы:

$$x (10^{\circ}\text{C}) = (80-14,9)/1,19 = 54 \text{ мес.}$$

$$x (20^{\circ}\text{C}) = (80-14,53)/1,69 = 38 \text{ мес.}$$

$$x (30^{\circ}\text{C}) = (80-13,37)/2,88 = 23 \text{ мес.}$$

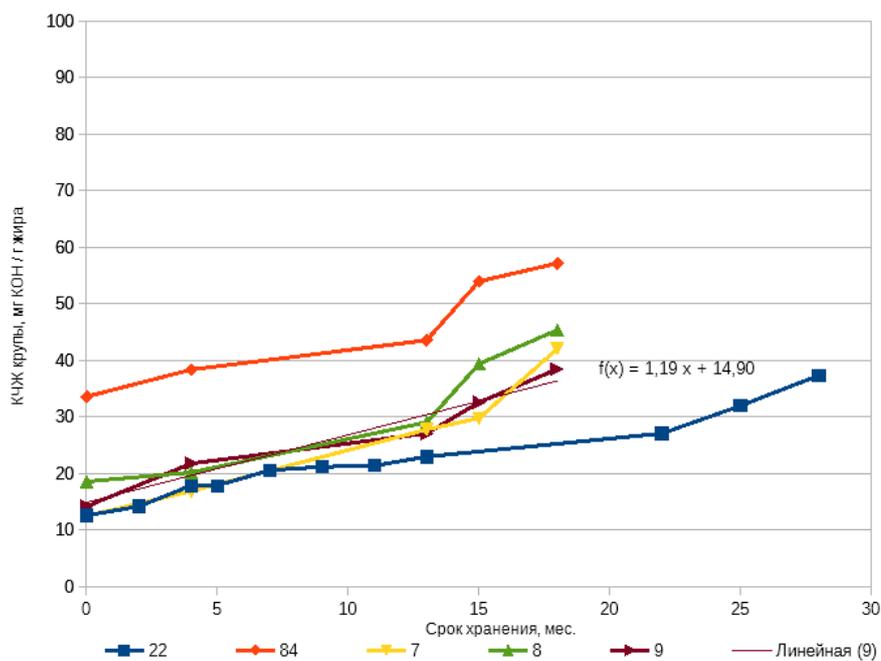


Рис. 1 Изменения в крупе при 10 °С

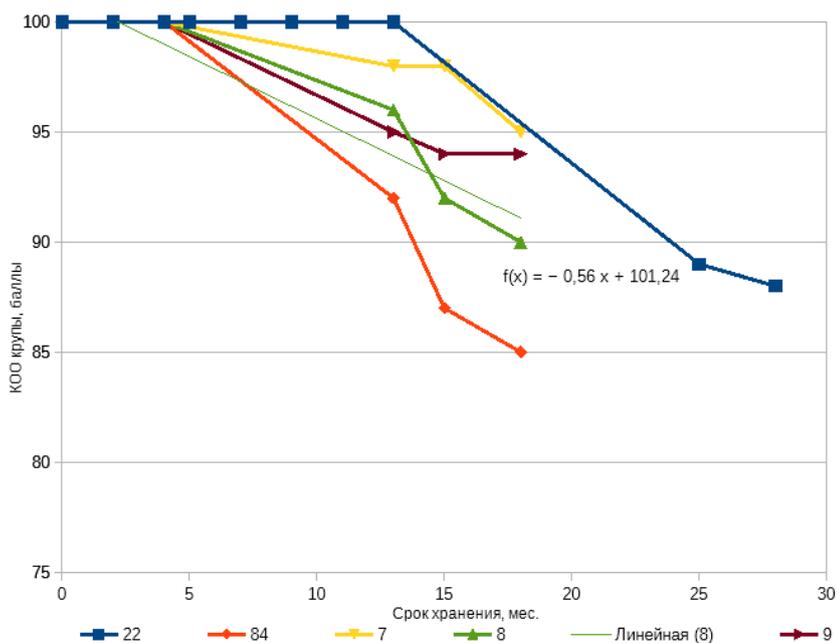


Рис. 2 Изменения в крупе при 10 °С

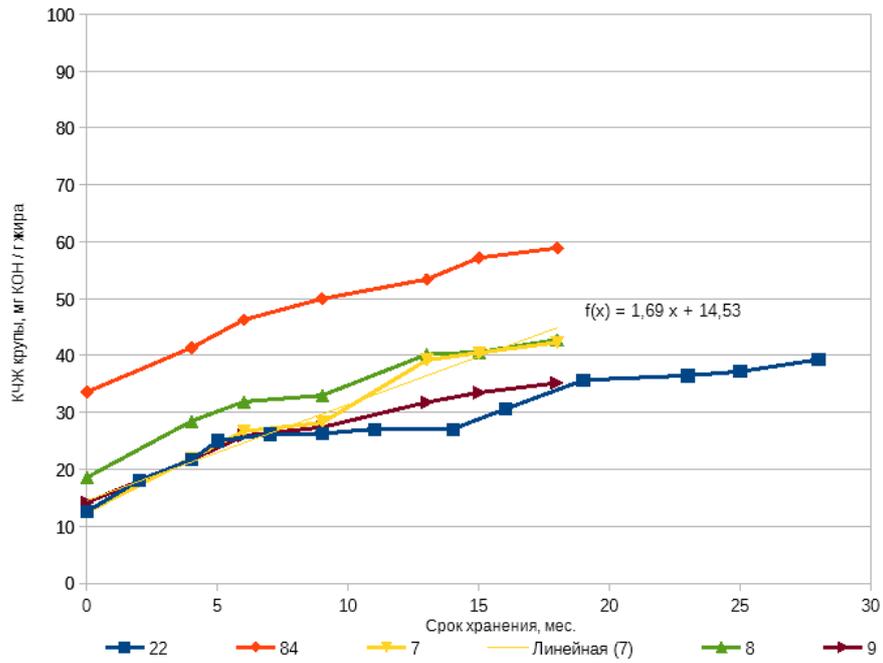


Рис. 3 Изменения в крупе при 20 °С

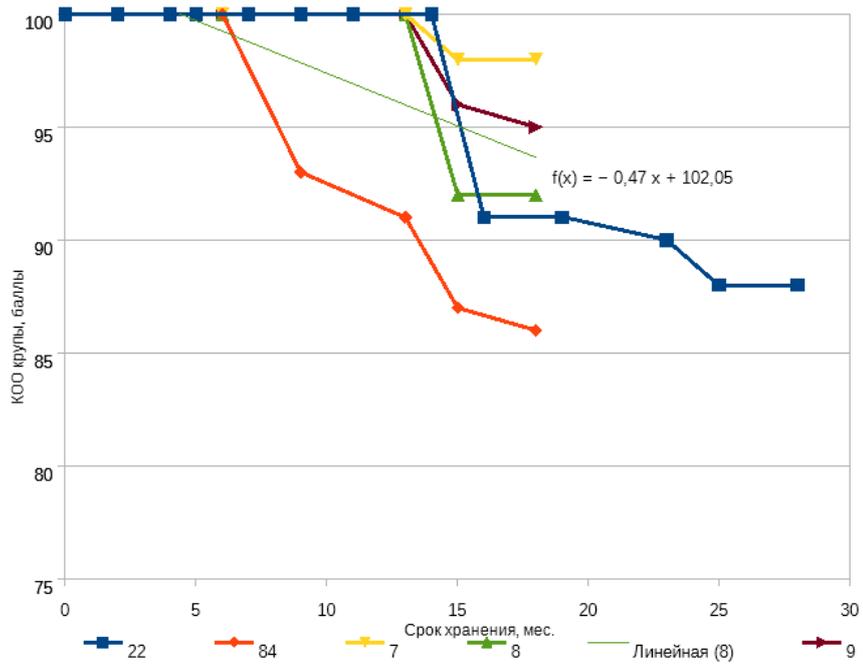


Рис. 4 Изменения в крупе при 20 °С

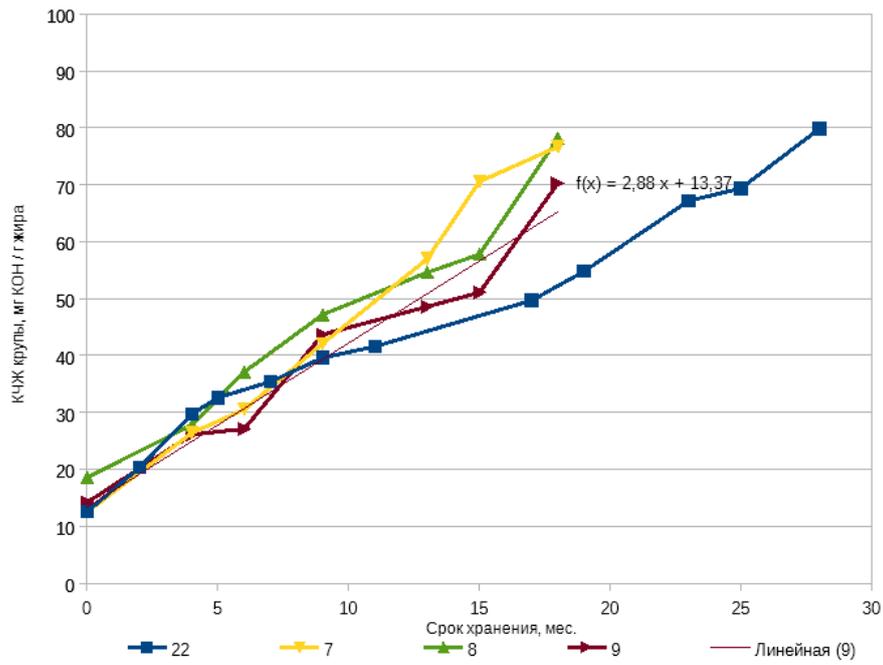


Рис. 5 Изменения в крупе при 30 °С

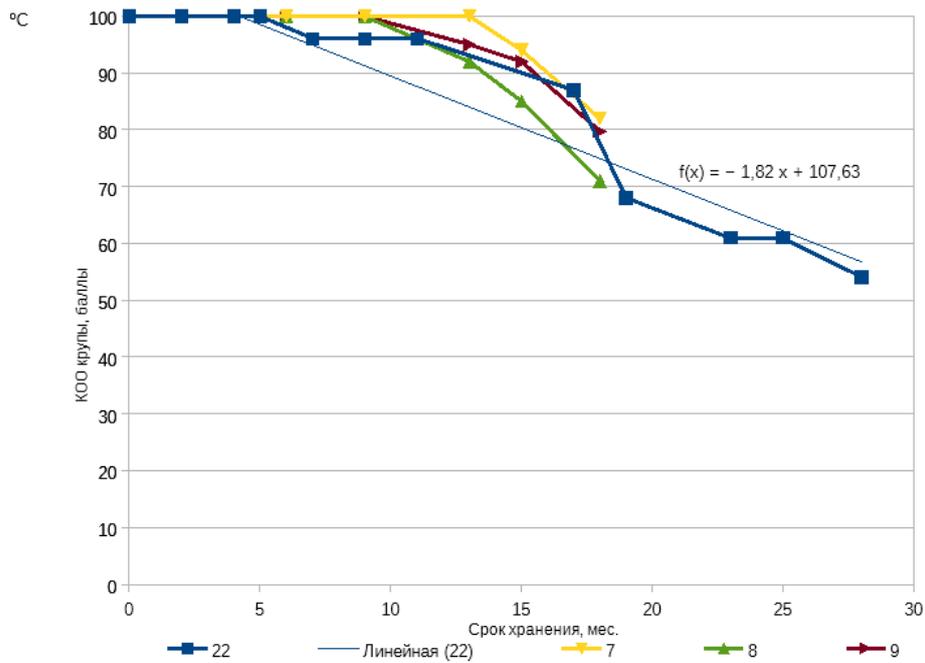


Рис. 6 Изменения в крупе при 30 °С

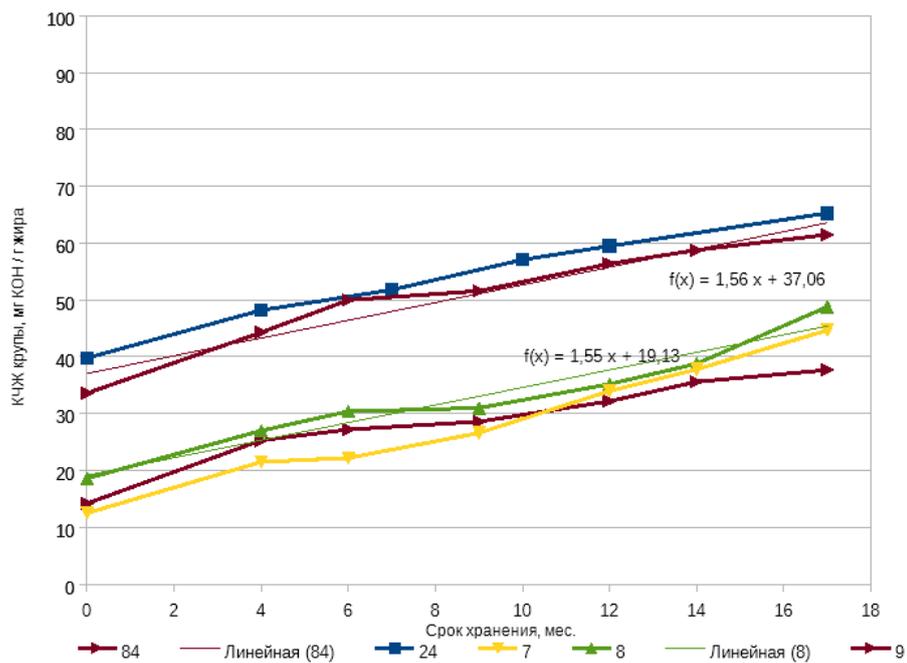


Рис. 7 Изменения в крупе в складе

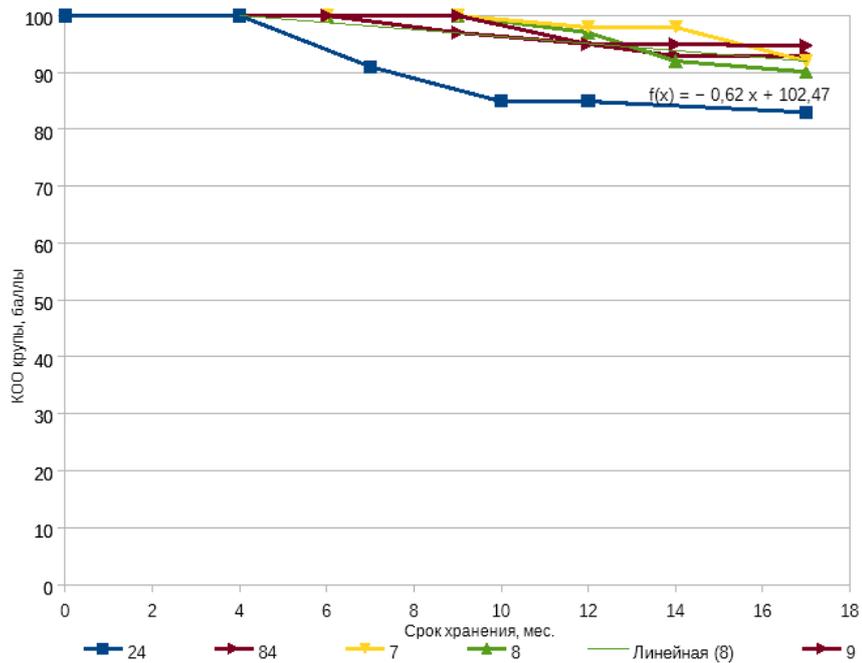


Рис. 8 Изменения в крупе в складе

В процессе выполнения исследований были установлены закономерности изменения показателя КЧЖ в пробах кукурузной крупы, хранящейся в лабораторных условиях при повышенной и умеренной температурах и в реальных условиях неотапливаемого склада, а так же появилась возможность уточнить нормы годности кукурузной крупы по такому показателю как кислотное число жира, разработать метод прогнозирования и установления научно-обоснованных сроков свежести и годности кукурузной крупы с учетом показателей качества и безопасности.

Исследования могут быть применены на предприятиях по хранению и переработки зерна, научно-исследовательских и учебных подразделениях, проектных организациях.

### *Литература*

1. ГОСТ 6002-2022 "Крупа кукурузная. Технические условия".
2. Волкова О.В., Ванина Л.В. Кислотное число жира как индикатор свежести и годности манной крупы // Пищевая промышленность. – 2022. – № 5. – С. 53-54.
3. Марков Ю.Ф., Ересько Л.Г., Буряк А.Н. Изменение уровня кислотного числа жира в кукурузной крупе при различных, искусственно созданных условиях ее хранения // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. –2022 – № 4. – С. 179-184.
4. Приезжева Л.Г., Мелешкина Е.П. Уточнённые нормы безопасного хранения и годности пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по кислотному числу жира //Хлебопродукты. – 2018. – № 6. – С. 44-47.
5. EQUIPMENT AND SCIENTIFIC STUDIES OF EXPERIMENTAL DATA ON STORAGE OF WHEAT GRAIN Yuri F. Markov, Alexandra N. Buriak, Larisa G. Eresko // Пищевые системы. – 2019, – том 2, №4. – С. 25-30.

## УРОВЕНЬ ПОКАЗАТЕЛЯ КЧЖ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ СРОКОВ СВЕЖЕСТИ И ГОДНОСТИ КУКУРУЗНОЙ КРУПЫ

**Черкасов С.В., кандидат технических наук, Марков Ю.Ф., кандидат технических наук, Ерьсько Л.Г., младший научный сотрудник, Буряк А.Н., младший научный сотрудник Стручалина Ю.Б., младший научный сотрудник**

*Кубанский филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН  
e-mail: kuban@fncps.ru*

### *Аннотация*

В настоящее время у переработчиков зерна кукурузы в процессе производства из нее крупы различных сортов возникают сложности с установлением сроков свежести и годности готовой продукции. В представленной статье предложена концепция метода определения свежести и годности крупы по показателю «кислотное число жира (КЧЖ)». Методом определения является применение средств и устройств, которые позволяют прогнозируемо ускорить ухудшение качества крупы, в основном определяемым по показателю КЧЖ, а также по комплексной органолептической оценке (КОО).

Abstract. At present, corn grain processors in the process of production of corn groats of various varieties have difficulties in determining the freshness and shelf life of finished products. In the presented article the concept of the method of determination of freshness and shelf life of groats by the indicator “acid number of fat (ANF)” is proposed. The method of determination is the use of means and devices that allow predictably accelerate the deterioration of the quality of groats, mainly determined by the indicator of the acid fat number, as well as on the complex organoleptic evaluation (COO).

Ключевые слова: метод определения, крупа кукурузная, хранение, кислотное число жира, нормы свежести и годности, органолептическая оценка крупы.

Keywords: determination method, corn groats, storage, acid number of fat, freshness and shelf-life norms, organoleptic evaluation of cereals.

Действующие нормативные документы обязывают изготовителя продукции указывать на этикетке срок ее годности. Сроки годности вырабатываемой на современных крупозаводах кукурузной крупы зачастую не имеют актуального научного обоснования, что подтверждается результатами проведенного исследования закономерностей изменения показателей и органолептических оценок проб кукурузной крупы длительного лабораторного хранения в регулируемых условиях и в условиях неотапливаемого склада.

Кроме того, необходимо обеспечивать устойчивое развитие производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, достаточное для обеспечения продовольственной независимости на основе принципов научно обоснованного планирования [1].

Выявление для кукурузной крупы корреляции между показателями КЧЖ и комплексной органолептической оценки (КОО) в пробах, хранящихся в разных условиях, с различной продолжительностью, дает основания для установления норм свежести и годности по показателю КЧЖ, что позволяет изготовителю в определениях годности и свежести кукурузной крупы перейти от органолептических оценок, требующих специально обученных высококвалифицированных экспертов, к физико-химическим методам анализа, не требующих от исполнителей специальной квалификации. Это повышает объективность определения критериев и сроков годности для кукурузной крупы и создает возможность создания на этой основе новой нормативной базы.

Следует учитывать, что со временем появляются новые сорта кукурузы со своими сортовыми особенностями, совершенствуются технологические процессы и оборудования на крупозаводах. В этой связи представляется целесообразным с определенной периодичностью проводить уточнение

корреляционных зависимостей и норм свежести, годности для кукурузной крупы.

Получение требуемого набора проб кукурузной крупы во всем диапазоне возможных значений КОО и КЧЖ традиционным путем занимает слишком длительное время и достаточно трудозатратно.

Разработанный способ регулируемого экспресс старения кукурузной крупы способом импульсной ферментативной модуляции условиями хранения обеспечивает возможность воспроизводимого получения набора проб крупы с органолептическими показателями во всем диапазоне возможных значений КЧЖ и КОО на относительно небольших временных интервалах, что позволяет проводить такое старение в обозримые сроки настраиваемыми циклами. Выбором нескольких параметров проведения такого регулируемого экспресс старения можно задавать интенсивность процесса деградации качества кукурузной крупы и, соответственно, длительность цикла такого старения.

Нормой свежести принято такое значение показателя КЧЖ, при котором кукурузная крупа сохраняет свойственные ей органолептические показатели (вкус, запах, цвет). Показатель свежести отражает состояние кукурузной крупы на момент определения КЧЖ. Превышение установленной для кукурузной крупы нормы свежести приводит к появлению, вследствие гидролитических процессов, несвойственных кукурузной крупе запаха и вкуса, потери цвета. Такая кукурузная крупа дальнейшему хранению и реализации в торговую сеть не подлежит. Органолептические свойства каши, приготовленной из кукурузной крупы со значением КЧЖ, соответствующим норме свежести, практически не изменяются. Превышение же указанной нормы свежести отражается на органолептических свойствах каши [2].

При нормировании свежести и годности кукурузной крупы, следует учитывать также определения годности пищевых продуктов, из действующих нормативных документов [3]:

ГОСТ Р 51074-2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования - определяет срок годности пищевого продукта, как период, по истечении которого продукт считается непригодным для использования по назначению [4].

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021 О безопасности пищевой продукции — определяет срок годности пищевой продукции, как период времени, в течение которого пищевая продукция должна полностью соответствовать предъявляемым к ней требованиям безопасности, установленным настоящим техническим регламентом и (или) техническими регламентами Таможенного союза на отдельные виды пищевой продукции, а также сохранять свои потребительские свойства, заявленные в маркировке, и по истечении которого пищевая продукция не пригодна для использования по назначению [5].

Очевидно, что именно для продуктов с длительными сроками хранения, к каковым относятся и кукурузная крупа, применение методов ускоренного старения является особенно востребованным — требуется получить необходимые данные о закономерностях постепенной деградации продукта и о корреляции между его показателями за некоторое приемлемое время.

Применению методов искусственного старения посвящено достаточное количество научных публикаций. В основе большинства методов ускоренного старения лежит модель Аррениуса, описывающая скорость химической реакции в зависимости от изменения температуры, она представлена уравнением Аррениуса [5]:

$$K = K_0 - E_a/RT$$

где  $K_0$  – константа;

$E_a$  – энергия активации;

$R$  – газовая постоянная;

$T$  – абсолютная температура.

Из уравнения следует, что повышение температуры опытного хранения повышает скорость химических реакций, составляющих в т.ч гидролитическое расщепление и окисление липидов, приводящее к снижению органолептических оценок кукурузной крупы при хранении.

Модель имеет упрощение - использованием отношения между скоростями реакции при изменении температуры на некоторую величину. Это отношение скоростей известно как критерий  $Q_{10}$  и показывает, насколько быстрее протекает реакция при повышении температуры на каждые  $10^\circ\text{C}$ . Для большинства биологических объектов  $Q_{10}$  имеет значение около 2.

Таким образом, существенного увеличения скорости гидролитического расщепления и окисления только за счет модулирования температурой хранения, учитывая температурные ограничения связанное с денатурацией, достигнуть, как правило, не удастся.

Основным фактором при создании соответствующих условий является оптимальное значение активности воды в компонентном составе продукта.

Общая направленность предлагаемой модификации известного метода ускоренного старения здесь такова:

- разбить процесс ускоренного старения на две стадии;
- на 1-й стадии за счет повышенных значений активности воды и благоприятных температур обеспечить активное разрастание микрофлоры с продуцированием расщепляющих ферментов;
- на 2-й стадии - инактивировать микрофлору снижением активности воды ниже значений, при которых она может проявлять метаболическую активность, но при этом сохраняя температуру, не приводящую к инактивации ферментов;
- продолжать опытное хранение кукурузной крупы в этой 2-й стадии старения до достижения ожидаемого контролируемого снижения значений органолептических показателей.

Предлагаемый метод регулируемого экспресс старения проб кукурузной крупы является 2-х стадийным.

В результате проведения такого экспресс старения может быть одновременно получен набор проб кукурузной крупы, находящихся на разных стадиях деградации.

Порядок проведения, регулируемого экспресс старения проб кукурузной крупы двухстадийным способом с импульсной ферментативной модуляцией условиями хранения, состоит в следующем.

На 1-й стадии исходную объединенную пробу кукурузной крупы подвергают искусственному увлажнению до значения активности воды, в диапазоне от 0,8 до 0,95. Чем выше будет такое выбранное значение активности воды — тем более быстрым и интенсивным будет последующий процесс экспресс старения кукурузной крупы. Расчетная влажность кукурузной крупы при этом может составлять от 20 до 30%.

Размер указанной объединенной пробы пропорционален целевому количеству единичных исследуемых проб кукурузной крупы и их размеру. То есть., если целевые размеры единичных проб составляют 1кг, а целевое количество проб составляет 10, то размер объединенной пробы составляет около 10 кг.

После такого проведенного увлажнения объединенную пробу кукурузной крупы помещают в полугерметичные условия с ограниченным доступом наружного воздуха. Могут быть использованы комнатные температурные условия, либо термостат с температурой 25 - 30 °С.

В таких условиях эта объединенная проба кукурузной крупы находится вплоть до окончания формирования полного набора исследуемых единичных проб кукурузной крупы.

Длительность нахождения каждой единичной пробы кукурузной крупы в состоянии первой стадии мы назвали экспозицией на 1-й стадии.

Каждый интервал времени из указанной объединенной пробы кукурузной крупы отбирают очередную единичную пробу кукурузной крупы и помещают ее в условия активного высушивания при температуре, не превышающей 30 °С. Это и является переходом ко второй стадии экспресс старения.

При таком высушивании активность воды в кукурузной крупе снижается до значений (менее 0,6), при которых микрофлора инактивируется, а спродуцированные микрофлорой расщепляющие ферменты продолжают оставаться в активном состоянии. И эту очередную высушенную единичную пробу кукурузной крупы помещают в термостат с температурой около 30 °С.

Описанная процедура названа импульсной ферментативной модуляцией условиями хранения.

Интервал времени при отборе единичных проб может составлять от 2 до 6 часов.

Процесс отбора и формирования единичных проб кукурузной крупы продолжают до исчерпания общей объединенной пробы кукурузной крупы.

Опыт показал, что единичные пробы кукурузной крупы удобно размещать на лабораторных ситах — это обеспечивает в них эффективный конвективный теплообмен.

Хранящийся в термостате набор проб кукурузной крупы подвергают ежедневным органолептическим оценкам.

При достижении близких к критическим значениям КОО проводят анализ показателя КЧЖ по ГОСТ 31700 — 2012 Зерно и продукты его переработки Метод определения кислотного числа жира [6].

Было проведено несколько повторных циклов такого экспресс старения кукурузной крупы с тем, чтобы выбрать наиболее оптимальные значения параметров его проведения и также при этом получить воспроизводимый набор данных.

Следует отметить, что описанная технология проведения двухстадийного экспресс старения кукурузной крупы потенциально применима и к другим видам зернопродуктов, зерна.

При этом указанную технологию можно отнести к классу природоподобных технологий. В естественных природных условиях при произрастании зерна оно регулярно подвергается воздействию природных осадков и затем высыхает конвективным путем. Также, выработанная и хранящаяся в складе крупа в некоторой мере зачастую сорбирует и отдает влагу при взаимодействии с окружающей средой.

Следует также подчеркнуть, что выбором степени увлажнения и величины экспозицией на первой стадии можно выбирать требуемую скорость деградации кукурузной крупы, интенсивность продуцирования ферментов и скорость протекания биохимических реакций.

Проверка работоспособности предложенного метода была проверена на трех циклах такого экспресс старения.

Первые два цикла проведения такого старения проб кукурузной крупы можно считать предварительными, настроенными.

Третий цикл проведения старения проб кукурузной крупы таким двухстадийным способом можно считать рабочим.

При выполнении настоящих исследований, связанных с установлением норм и сроков годности для кукурузной крупы, наряду с действующими в этой сфере нормативными документами следует иметь в виду требования ПНСТ 826—2023 Продукция пищевая. Определение срока годности. Общие требования [7].

Указанный предварительный национальный стандарт, опубликованный в 2023 году, является типом документа, в котором для всеобщего применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации с правилами и общими принципами на ограниченный срок в целях накопления опыта в процессе применения ПНСТ для возможной последующей разработки на его основе национального стандарта. Указанный подход дает возможность разработки для кукурузной крупы нормативного документа, устанавливающего актуальные сроки годности.

Для проб кукурузной крупы, подвергнутых регулируемому экспресс старению, получены следующие аппроксимирующие зависимости:

$$\text{КОО крупы} = (-1,15) \text{ КЧЖ} + 147,8;$$

$$\text{КОО каши} = (-1,19) \text{ КЧЖ} + 146,05.$$

И также проведено уточнение нормы свежести 80мг КОН/1г жира и нормы годности 100 мг КОН/1г жира [2]. Признано целесообразным в последующем провести дополнительные уточнения таких аппроксимирующих зависимостей и норм на основе данных, которые будут получены при продолжающемся естественном хранении проб кукурузной крупы в заданных температурных режимах — после достижения показателями в этих пробах ожидаемых критических значений.

В процессе выполнения работы были установлены закономерности изменения показателя кислотное число жира (КЧЖ) в пробах кукурузной крупы, хранящейся в реальных условиях неоттапливаемого склада, а также в различных, искусственно созданных условиях. Уточнены нормы свежести и годности кукурузной крупы по показателю КЧЖ, разработан метод прогнозирования научно-обоснованных сроков хранения и годности кукурузной крупы с учетом показателей качества и безопасности.

Нормой годности принято такое значение показателя КЧЖ, выше которого органолептические показатели каши, приготовленной из кукурузной крупы, не соответствуют стандартным требованиям по цвету, вкусу, запаху, консистенции. Кукурузная крупа, имеющая значение КЧЖ

выше нормы годности, не должна использоваться по прямому назначению.

Одним из научных результатов можно считать следующий: фактором, оказывающим преобладающее влияние на качественную сохранность, скорость деградации кукурузной крупы — является активность воды, входящей в ее компонентный состав. Именно уровень связанности влаги материалом во многом определяет кинетические закономерности.

### *Литература*

- 1 Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001210021>.
- 2 Марков Ю.Ф., Ереско Л.Г., Буряк А.Н. Изменение уровня кислотного числа жира в кукурузной крупе при различных, искусственно созданных условиях ее хранения // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. –2022 – № 4. – С. 179-184.
- 3 Приезжева Л. Г. Использование показателя «кислотное число жира» для установления норм безопасного хранения и годности овсяной крупы // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2016. – № 7-8 (166). – С. 12-14.
- 4 ГОСТ Р 51074-2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования
- 5 Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021 О безопасности пищевой продукции
- 6 ГОСТ 31700 — 2012 Зерно и продукты его переработки Метод определения кислотного числа жира.
- 7 ПНСТ 826—2023 Продукция пищевая. Определение срока годности. Общие требования.

## ПОЛУЧЕНИЕ САХАРА ИЗ МЕЛАССЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЕЕ ЭЛЕКТРОМЕМБРАННОЙ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ

**Никулина О.К., кандидат технических наук, доцент**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: sugar@belpoduct.com*

### **Аннотация**

Выделение сахара из мелассы непосредственно кристаллизацией на сахарном заводе экономически нецелесообразно, поэтому поиск недорогого и эффективного способа обессахаривания мелассы представляет на сегодняшний день значительный интерес.

В сахарном производстве катионы щелочных металлов (таких как калий и натрий) являются сильнейшими мелассообразователями. Известно, что одна часть ионов калия и натрия уводит в мелассу пять частей сахарозы. Электродиализ же обеспечивает регулирование минерального состава и кислотности обрабатываемых растворов до требуемых значений за счет переноса ионогенных соединений. Предполагается, что снижение зольности мелассы за счет применения электромембранных технологий позволит извлечь дополнительное количество сахарозы при помощи классических способов кристаллизации путем установления оптимальных технологических режимов.

В статье описаны результаты лабораторных исследований возможности получения сахара из мелассы при использовании электромембранной деминерализации.

В настоящее время в сахарном производстве применяют два способа кристаллизации сахарозы: с удалением части растворителя (воды) в условиях кипения сиропа (оттека) под разрежением в вакуум-аппаратах и кристаллизация охлаждением утфеля в мешалках-кристаллизаторах. Современная технология предусматривает комбинацию этих двух способов кристаллизации: вначале первый, затем второй. Выпаривание воды из раствора является более эффективным способом, чем охлаждение. Поэтому в сахарном производстве основное количество сахарозы выделяется кристаллизацией, осуществляемой за счет выпаривания воды [1,2,3,4].

Важнейшим свойством кристаллизуемого вещества является его растворимость, показывающая, какое количество вещества находится в единице растворителя в насыщенном растворе. Растворимость сахарозы, при прочих равных условиях, зависит от присутствия в растворе несахаров, а неорганические соединения, особенно соли щелочных металлов калия и натрия, повышают растворимость сахарозы [1,2,3].

Отличительной особенностью сахарозы является образование перенасыщенных растворов. Структура перенасыщенных растворов отличается от насыщенных тем, что в перенасыщенных растворах недостает свободной воды для заполнения всего объема между молекулами сахарозы, в результате чего в них образуются пустоты, объем которых с ростом перенасыщения увеличивается. Перенасыщение сахарозы в растворах в процессе кристаллизации поддерживается путем выпаривания воды в вакуум-аппаратах или за счет охлаждения в мешалках-кристаллизаторах. Сахароза кристаллизуется только из перенасыщенных растворов [1,2,3].

Главной причиной, не позволяющей выкристаллизовать сахар из мелассы, является ее вязкость, которая сильно повышается при увеличении количества несахаров. Из-за высокой вязкости межкристального раствора утфеля последнего продукта в какой-то момент приходится прекращать кристаллизацию сахарозы. Это связано с техническими возможностями современного оборудования [2].

После анализа качества меласс многих сахарных заводов П.М. Силин ввел понятие «нормальной» мелассы. «Нормальная» меласса – это насыщенный раствор при температуре 40 °С. П.М. Силин установил для нее пределы при температуре 40 °С содержания сухих веществ и вязкости. Нормальной считается чистота мелассы такого насыщенного раствора, вязкость которого при

температуре центрифугирования утфеля составляет 7,1 Па·с [3,4].

Не случайно среди параметров «нормальной» мелассы по П.М.Силину отсутствует величина чистоты. Чистота «нормальной» мелассы определяется растворимостью сахарозы в растворе данного химического состава несахаров, содержанием сухих веществ насыщенного раствора, температурой насыщения. В зависимости от количества и состава несахаров для разных заводов она будет своей. Чистота заводской мелассы зависит от метода работы в варочно-кристаллизационном отделении и может находиться в пределах 52,0–63,0 %[2].

Меласса высокой чистоты характеризуется большим содержанием азота, оксидов калия и натрия и малым содержанием солей кальция, вязкость их составляет 1,0–5,0 Па·с. Меласса пониженной чистоты характеризуется большим содержанием кальциевых солей и меньшим содержанием азота и оксидов щелочных металлов. Такая меласса получается при переработке свеклы низкого качества, ее вязкость в 2–3 раза превышает нормальную. Особенно сильно на вязкость мелассы влияют кальциевые соли[2].

Одним из косвенных мелассообразователей является вода. Ее мелассообразовательный коэффициент при 40 °С равен 2,334[3].

Наличие в мелассе несахаров, влияющих на растворимость сахарозы, требует присутствия в ней определенного количества воды. Общее количество сахарозы, содержащейся в мелассе, распределяется так: 80–90 % сахарозы обусловлено присутствием в ней воды и 10–20 % – присутствием несахаров[2].

Таким образом, основными причинами мелассообразования являются:

- наличие воды в мелассе,
- повышенная растворимость сахарозы в присутствии несахаров,
- вязкость, затрудняющая центрифугирование утфеля последней кристаллизации и вынуждающая прекратить процесс кристаллизации в нем сахарозы при определенных параметрах.

По мере накопления солей кальция вязкость мелассы возрастает. С увеличением количества калийно-натриевой золы вязкость меласс уменьшается.

Вязкость мелассы является одной из причин практической недостижимости теоретически возможной степени обессахаривания мелассы. Она является важным технологическим параметром, определяющим технологический режим кристаллизации, уваривания и центрифугирования утфеля, от которого зависит содержание сахарозы в мелассе и, соответственно, ее количество[2].

Для исследования влияния деминерализации электродиализом на процесс кристаллизации сахарозы из мелассы были подготовлены образцы мелассы с разной степенью деминерализации.

Показатели технологического качества образцов представлены в таблице.

Таблица – Технологические показатели образцов меласс после деминерализации

Показатель	Степень деминерализации мелассы, %				
	0	15,1	24,4	43,0	59,5
pH	6,45	6,54	6,56	5,59	5,15
Ч, %	61,44	64,86	66,37	68,51	71,15
СаО, % / к СВ	0,173 / 0,55	0,174 / 0,57	0,170 / 0,56	0,137 / 0,45	0,111 / 0,38
Зола, % / к СВ	3,08 / 9,80	2,50 / 8,10	2,15 / 7,05	1,56 / 5,12	1,01 / 3,43
калий, %	6,54	5,46	4,29	3,30	2,33
натрий, %	1,87	1,82	1,56	1,35	1,14
мелассообразующий коэффициент	2,34	2,27	2,06	1,82	1,61
резерв сахара, % к массе мелассы	0	3,1	7,7	11,3	14,1
эффект очистки, %	0	14,8	21,9	27,8	29,1

Из таблицы следует, что деминерализация мелассы позволяет повысить чистоту мелассы с

61,44 % до 71,15 % (на 9,7 %), при этом количество сахарозы увеличивается с 19,34 % до 20,99 % (на 1,65 %); количество золы в % к сухим веществам снижается с 9,80 до 3,43 (на 65 %), а солей кальция – с 0,55 до 0,38 (на 31 %) в зависимости от степени деминерализации.

В результате деминерализации мелассы коэффициент мелассообразования снижается с 2,34 до 1,61, а расчетный резерв сахара достигает при этом 14 % к массе мелассы. Расчет количества сахара, которое можно дополнительно получить из деминерализованной мелассы (резерв сахара), основан на изменении содержания калия и натрия в растворе. Удаление других мелассообразующих веществ, а также возможность удаления большего количества воды, может способствовать увеличению фактического резерва сахара. При этом эффект очистки мелассы достигает 29,1 %.

По теории М.И. Даишева[3,4,5] в присутствии несахаров с небольшим объемом частиц (например, катионы) происходит вытеснение свободной воды в насыщенном растворе сахарозы. Эта вода участвует в гидратации дополнительного количества сахарозы, то есть повышает ее растворимость. Поэтому далее образцы подвергались выпариванию на водяной бане при температуре кипения раствора 80–85 °С в течение 15 часов. Было установлено, что деминерализация мелассы позволяет выпарить из раствора большее количество воды при удалении золы.

В концентрированных образцах исследовали возможность кристаллизации сахарозы.

В образце с деминерализацией 59,5 % произошла массовая спонтанная кристаллизация сахарозы. Межкристальный раствор отделялся без наличия в нем кристаллов, масса кристаллов в смеси с неотделяемой частью межкристального раствора составила 53,7 % массы образца. Вместе с тем чистота межкристального раствора образца достигла уровня чистоты исходной (недеминерализованной) мелассы. Таким образом, чистота образца за время кристаллизации охлаждением снизилась на 8,13 %.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что расчетная дополнительно получаемая в результате деминерализации мелассы сахароза (за счет удаления мелассообразующих катионов) из образца с деминерализацией 59,5 % выкристаллизовалась полностью.

В образце с деминерализацией 43,0 % наблюдалось массовое образование новых центров кристаллизации. При этом отделить межкристальный раствор от новых кристаллов не представлялось возможным. Чистота межкристального раствора снизилась на 1,3 %. На основании указанного, можно сделать вывод, что деминерализация мелассы до 43,0 % позволяет высвободить из нее сахарозу.

В образце с деминерализацией 24,4 % наблюдались единичные новые центры кристаллизации, в образце с деминерализацией 15,1 % образования новых кристаллов не наблюдалось.

Таким образом, можно предположить, что деминерализация мелассы до 59,5 % позволит перерабатывать мелассу с получением сахара (или сахарного продукта) в том числе в межсезонный период, т.к. произошла массовая спонтанная кристаллизация сахарозы с отделением межкристального раствора низкой чистоты. При этом, расчетная дополнительно получаемая в результате деминерализации мелассы сахароза (за счет удаления мелассообразующих катионов) из образца с деминерализацией 59,5 % выкристаллизовалась полностью.

Благодарности. Исследования проводились в рамках гранта Президента Республики Беларусь в сфере науки на 2024 г.

### *Литература*

1. Тужилкин В.И. Кристаллизация сахара / В.И. Тужилкин – М. 2007. – 334 с.
2. Содержание сахара в мелассе. Оптимизация режима кристаллизации сахарозы на последнем продукте / З.В. Ловкис, Т.И. Турбан, Н.Н. Петюшев, С.В. Мельничек, О.К. Никулина, Е.И. Трефилова, В.В. Кулаковский; под общ. ред. З.В. Ловкиса. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 97 с. – (Настольная книга производственника).
3. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов – М. – Колос. – 1999. – 494 с.
4. Бугаенко И.Ф. Общая технология отрасли. Научные основы технологии сахара / И.Ф. Бугаенко, В.И. Тужилкин. – Санкт-Петербург. 2007.
5. Захаров К.П. Методика по выработке режима кристаллизации утфеля последнего

продукта. / К.П. Захаров, М.И. Даишев, И.Н. Акиндинов. – ЦБТИ Северо-Кавказского совнархоза. – Ростов-на-Дону. – 1964. – 24 с.

## НАНОТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМА В ШЕЛКОВОДСТВЕ

**Юсифова К.Ю., доктор философии по биологии, доцент  
Ветеринарный Научно-Исследовательский Институт, Азербайджан Баку  
kubrayusifova@gmail.com**

### *Аннотация*

В статье представлены данные проведенных исследований внедрения в практику кормления гусениц шелковицы искусственным кормом приготовленного на основе нанотехнологий в период 2023-2024 г., влияние его на развитие гусениц тутового шелкопряда, а также проявление у развивающихся гусениц болезней инфекционного и неинфекционного характера.

**Ключевые слова:** тутовый шелкопряд, гусеницы, шелковицы, схемы посадки, коконообразования.

**Введение.** В настоящее время более чем 37 районов нашей страны занимаются разведением тутового шелкопряда местного и китайского сортов шелковицы. Правительство разработало специальную программу по развитию шелководства и в нашей стране, проводятся обучение агротехническому уходу за саженцами шелковицы, идет подготовка местных специалистов, это позволит Азербайджану создать крепкую кормовую базу, основанную на возделывании высокопродуктивных сортов и гибридов шелковицы [6, 7]. В соответствии с четвертой Государственной программой развития регионов на период 2018—2025 гг. поставлена цель — довести уровень производства коконов до шести тысяч тонн в год. И Министерство сельского хозяйства республики продолжает свою деятельность в этом направлении: в первую очередь в сфере усиления внутреннего рынка, инновационного роста производства продукции [1, 3].

Одним из направлений развития шелководческой отрасли является увеличение ассортимента кормов, к числу которых относится искусственный корм с различным составом компонентов. Решение данной задачи возможно за счет внедрения в практику кормления гусениц шелкопряда искусственным кормом приготовленным на основе нанотехнологий, первичным сырьём которого является листья тутового дерева.

В настоящее время в мире проводится много научных исследований для развития технологий выкормки тутового шелкопряда в различных климатических условиях. Учеными разных стран, с развитой шелковой промышленностью, как КНР, Индии и Вьетнам проводятся исследования по созданию пород и гибридов с высокой урожайностью, которые приспособляются к экстремальным условиям, а также исследования по разработке искусственного корма для кормления гусениц тутового шелкопряда на основе листьев собранных с высокоурожайных плантаций шелковицы.

Измельчение растительного сырья имеет свою специфику и в настоящее время широкое применение нашло оборудование, использующее механодинамический процесс, который подразумевает непосредственное механическое воздействие твердых тел на обрабатываемую среду и в ней содержащиеся частицы [2]. Механические воздействия на вещества могут считаться традиционным средством переработки растительного сырья.

В последнее время криотехнологии получили широкое распространение во всех отраслях народного хозяйства. В фармацевтической промышленности криоизмельчение применяется для получения тонкоизмельченных порошков. Технология криоизмельчения позволяет сохранить максимальное количество биологически активных веществ по сравнению с исходным сырьем и практически исключить их разрушение [3]. При глубоком замораживании в атмосфере жидкого азота приостанавливается действие окислительных ферментов, предотвращаются процессы окисления, агрегации сырья, в результате чего обеспечивается максимальная сохранность всех полезных веществ, а также природного вкуса и запаха растений [5]. В литературе описывается

питательная среда для фитофагов, содержащая агар, зародыши пшеничных зерен, солодовые ростки ячменя, сухие пивные дрожжи, аскорбиновую кислоту, холинхлорид и воду, и для повышения выхода тироглифоидных клещей, автолизат пивных дрожжей и этиловый эфир сорбиновой кислоты, что обеспечило хороший, выход клещей. Благодаря чему среду возможно было использовать в асептических условиях это явилось причиной применения как основы данной рецептуры в наших исследованиях [6]. Низкотемпературное молекулярное фракционирование биологического сырья растительного происхождения с помощью современных криогенных технологий это есть замораживания в азоте а именно, криосублимационное фракционирование, и применение получаемых фракций в производстве ветеринарных, агротехнических, препаратов и витаминизированных продуктов питания [1].

В последние годы учеными широко изучается вопрос выкармливания гусениц шелкопряда искусственным кормом [4,9] в свою очередь, становится актуальным вопрос, как будут чувствовать себя гусеницы и как повлияет это на биологические и технологические показатели коконов [7,8]. В целом, изменение экологических факторов и условий кормления гусениц тутового шелкопряда приводит к изменению технологических показателей в той или иной степени.

В связи с выше описанной целью настоящей работы было провести сравнительный анализ развития гусениц тутового шелкопряда при кормлении их искусственным кормом различного состава, определить влияние различных компонентов на их биологические, продуктивные и технологические показатели [5], а также на развитие болезней инфекционного характера.

**Материалы и методы.** Опыты проводились в период 2023-2024 гг. в отделе вирусологии и иммунологии Ветеринарного Научно-Исследовательского Института при Министерстве Сельского Хозяйства Азербайджанской Республики. Исследования велись в нескольких направлениях: ставились опыты с искусственным кормом на основе ферментативных листьев, на основе листьев тутовника [7, 12] прошедшие криообработку, основы корма с разными ингредиентами в различных комбинациях. Также проводились опыты на оживление грен, на заболеваемость гусениц, на выживаемость гусениц, на процент завивки коконов тутовым шелкопрядом.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На участке опытной станции ВНИИ Апшеронского района (Пиршаги) созданы кормовые плантации шелковицы, где ведутся управляемые агротехнические и агрохимические мероприятия, это ведёт к возможности увеличения урожайности и качества листьев шелковицы, и даст возможность создать кормовую базу шелкопряда. На наших подопытных плантациях, ведётся подготовка тутовника к массовому сбору листа, а именно обрезка деревьев для формирования кронов, своевременное рыхление почвы, удаление сорняков, внесение удобрений с внедрением капельного орошения. Это ведет к управляемости процессов агротехники и получению качественной густой массы листьев шелковицы, а также стимулирует получение раннего листа, при условии соответствующего температурного режима предполагает возможность раннего оживления гусениц, что приводит к раннему формированию коконов и в дальнейшем получению в один сезон урожая от нескольких поколений.

С целью экономии воды и способности вносить минеральные удобрения под каждое растение, нами было применено капельное орошение [2, 4]. Тем самым мы сделали возможным регулирование влажности почвы и ее подкормки механизированным путём в нужных дозах. В отделе вирусологии и иммунологии ВНИИ проводятся исследования листьев шелковицы, с целью определения условий, при которых возможно максимум продлевать полноценную сохранность листьев, это позволяет создать алгоритм хранения, собранного листа тутовника с применением перспективных, управляемых процессов. Изучение методов хранения [10, 11] полноценного листа шелковицы даёт возможность его долговременного хранения и транспортировки.

Согласно литературным данным химический состав листовой массы шелковицы (в расчете на 100 г продукта) представлен следующими компонентами. В плодах шелковицы обнаружены до 20% сахаров (глюкоза, мальтоза, сахароза и фруктоза), кислоты (яблочная, лимонная), эфирное масло [8, 9]. В листьях найдены витамины - тиамин, рибофлавин, пиридоксин, пиридоксинамин, никотиновая кислота; стерины -  $\beta$ -ситостерин, капестерин; рибонуклеиновая, пантотеновая, фолиевая, пальмитиновая, фумаровая кислоты; оксикумарин. Обнаружены эвгенол, фенол, гваякол,

метилсалицилат. Листовая масса содержащая все перечисленные компоненты позволит получить высоко качественный урожай с экономически выгодной массой коконов и качественно длинной нити. Регулирование роста и развития растений тутового шелкопряда с помощью выше указанных схем проведённых мероприятий на наших подопытных плантациях позволяет оказывать направленное действие на отдельные этапы развития растений с целью мобилизации биологических возможностей растительного организма и в конечном итоге повышать продуктивность и качество урожая.

Параллельно в лаборатории ВНИИ ведутся исследования хранения листьев при различных оптимальных условиях: хранилище с управляемым микроклиматом, закладка в контейнеры (например, полиэтиленовые) с защитной средой хранения и вакуумирование. Проведение исследований даст возможность получить специализированные тары для хранения листа тутовника, недорогие по цене и удобные для хранения на складах. Такая тара позволит контролировать и регулировать внешние условия, при котором остаточный метаболизм в листьях может быть существенно замедлен. К варьируемым параметрам можно отнести пониженную до  $5+7^{\circ}\text{C}$  температуры, повышенную влажность, циклически меняющуюся освещённость контейнеров с листьями, а также различного вида обработки ферментами, консервантами, и другие, требующие исследования, способы поддержания остаточного метаболизма.

Исследования проводились с 2023-2024 годы с партией грен тутового шелкопряда, показатель выхода гусениц которого был в пределах 96%, и никаких возбудителей инфекционных болезней на первом этапе их развития обнаружено не было. Опыты проводили по общепринятой методике. Гусениц тутового шелкопряда использовали в опытах с применением искусственного корма на основе ферментированных листьев тутовника. Для приготовления искусственного корма, листья шелковицы сушили при температуре  $40^{\circ}\text{C}$ , после чего листья перерабатывались в порошок форму. На следующем этапе приготовленная основа дополнялась различными добавками. Для исследования были взяты 5 групп подопытных гусениц тутового шелкопряда.

Первая группа: в состав корма входило 46% листовая масса, 15% соя, 3% агар-агар.

Вторая группа: 28% листовая масса, 35% соя, 6,7% агар-агар.

Третья группа: 47% листовая масса, 19% соя, 2,4% агар-агар.

Четвертая группа: 28,6% листовая масса, 28,6% соя, 5,7% агар-агар.

Пятая группа: контрольная группа, которую кормили свежими листьями.

Сравнивая все пять исследуемых групп гусениц тутового шелкопряда с контрольной, первые отставали в росте и развитии от контрольной.

В исследуемой группе 1, где листовой состав был 46%, соя -15%, агар –агар -3% гибель гусениц в первые 4 дня составляла 28%, на 7день - 46%, на10 день -оставшиеся черви не поедали корм отставали в развитии и погибали. Во 2-рой подопытной группе, также как и в первом на 4-тый день развития погибло 24% гусениц тутового шелкопряда, на 7 день - 38%, но в отличие от первой группы гусеницы поедали корм до 14дня. Листовой состав корма в данном опыте составлял – 28%, соя -35,8%, агар-агар 6,7%. В исследуемой группе 3, где листовая масса корма составляла 47%, соя 20%, агар-агар 6,7% - гибель гусениц в первые 4 дня составила 32%, на 12-тый день погибли остальные, а в исследуемой группе 4 листовая масса корма которого составляла 28%, соя 28%, 5,7% агар-агар, где в первые 4 дня погибло 25% гусениц, и в отличие от остальных исследуемых групп гусеницы поедали корм до 16 дня их развития. Продолжительность жизни в данном случае приблизительно на пять дней дольше остальных групп. Группа-5 контрольная - кормили листьями тутовника, в этой группе гусениц никаких инфекционных болезней выявлено не было, наблюдали 96% завивку коконов.

**Выводы.** В исследовании выявлены условия, при которых остаточный метаболизм листьев максимально продлевается, и они остаются полноценным кормом. Выявленные на научной основе закономерности позволят создать алгоритм хранения собранного листа тутовника с применением перспективных, управляемых процессов.

Предполагаем, что применения нанотехнологий в создании искусственного корма для гусениц шелковицы, будет способствовать созданию оптимального искусственного корма. В наших исследованиях с составом искусственного корма с составом листовой массы 28%, сои 28%, 5,7%

агар-агар продолжительность жизни была больше чем в остальных подопытных группах, но все же пока желаемого получено не было, в то же время у испытуемых групп гусениц не было выявлено инфекционных и неинфекционных болезней, как и в контрольной группе. Исследования продолжаются.

## Литература.

1. K.Y. Yusifova Interference between smallpox and rabies viruses in cell systems Yusifova K.Yu. Actual problems of intensive development of animal husbandry. Collection of works based on the materials of the national scientific and practical conference with international participation, dedicated to the memory of Doctor of Biol. Sc., Prof., Honored Worker of the Higher School of the RF, Honored Worker of Higher Professional Education of the RF, Honorary. Bryansk Yegor P.V. 2022. S. 237-242. elibrary ID: 48616935
2. Mirzoyeva A.R., Hacıyev I.M., Yusifova K.Y. 2022 AzResp Baytarlıq Elmi Tedqiqat Institutu. Baramacılıgın inkishafi. Baku 2022.s.14-16. <https://www.beti.az/az/pages/77/61>
3. S Rustamova, KY Yusifova, RA Alizade Cultivation of mulberry silkworm with green mass and mixed feeds Ministry of Agriculture of Azerbaijan Scientific and Practical Conference Dedicated to the 120th anniversary of the Veterinary Research Institute. November. P. 25-26. 2021.
4. S.I., Rustamova, K.Y. Yusifova // Development of new technologies for laying mulberry trees in Azerbaijan / Rustamova S.I., Alizade R.A. Collection of scientific papers of the IX All-Russian (National) Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Honored Worker of Science and Technology of the RF, Doctor of Tech. Sc., Prof. Khazretali Umarovich Bugov. 2020. p. 270-274.elibrary ID: 44388002
5. Yu.K.Yusifova Intensification of means of specific prophylaxis against smallpox of birds through the introduction of innovative Technologies Yu.K. Yusifova. Modern veterinary science: theory and practice. Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 20th anniversary of the Faculty of Veterinary Medicine of the Izhevsk State Agricultural Academy. Izhevsk, 2020. S. 244-249. elibrary ID: 44667433.
6. Кривда Л. С. Влияние изменений структуры популяций шелковичного и тутового шелкопряда на динамику их жизнеспособности и продуктивности.: Автореф. дис. канд. с.-г. наук. – Х., 2002. – 21 с
7. Петков Н. Фенотипическая характеристика линий тутового шелкопряда *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Lymantriidae), отобранных по двигательному поведению гусениц / Н. Петков, Й. Начева, П. Ценов, А. Шабалина, В. А. Головкин, М. Е. Браславский, А. З. Злотин // Известия Харьковского энтомологического общества. - 2001-2002. - Т. 9, Вып. 1-2. - С. 315–317. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhet\\_2001-2002\\_9\\_1-2\\_45](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhet_2001-2002_9_1-2_45)
8. Ш.Р.Умаров, Батирова А.Н., Мирзаходжаев Б.А., Жиёмуратов Е.Б. Влияние аномальных климатических условий на показатели жизнеспособности и продуктивности коконов гибридных комбинаций тутового шелкопряда. The scientific heritage/ №74. с.11. 2021
9. Юсифова К. Ю., Рустамова С. И., Али-заде Р. А. Меры профилактики болезней тутового шелкопряда в хозяйствах Азербайджана //Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы VI. – 2022. – С. 465.
10. Юсифова К.Ю. Состояние по болезням тутового шелкопряда в хозяйствах районов Азербайджана 2020-2022 Биология в сельском хозяйстве. 2022. № 4 (37). С. 27-30.
11. Юсифова К.Ю., Рустамова С.И., Али-заде Р.А. Влияние искусственного корма различного состава на показатели жизнеспособности гусениц тутового шелкопряда В сборнике: Перспективы развития современной ветеринарной науки. Сборник научных трудов по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 55-летию Прикаспийский зональный НИВИ - филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», 2022. С. 517-525.

12. Юсифова К.Ю. // Характеристика вирусного полиэдроза гусениц тутового шелкопряда при стрессфакторах. VIII Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение животноводства Сибири», 16-17 мая 2024. 332-336

## DETERMINATION OF RESIDUAL AMOUNT OF HERBICIDES APPLIED AGAINST WEEDS IN GRAPE PLANTATIONS IN SOIL AND PLANT

**E.A. Hajiyeva, PhD in Agrarian Sciences**

*Research Institute of Crop Husbandry of the Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Pirshagi settl. Sovkhoz 2, Az 1098, Baku  
esmira.haciyeva.1962@gmail.com*

### **Summary**

In the article, the amount of residual herbicides in the soil and plants, which were alternately applied with agrotechnical measures against weeds in grape crops, was studied. The results of the analysis of the samples taken days after the application show that the herbicides were completely hydrolyzed in the Ganja-Dashkasan soil climate, and no pesticide residues were found in the soil and plants after 50 days.

The goal of integrated plant protection is to choose an economically and ecologically justified method of protection in crops, when necessary. Plant protection is carried out by various methods used to control pest organisms. Among these methods, agrotechnical and chemical methods occupy the main place.

Weed management is an important aspect of intensive vineyard development. The success of weed control is directly related to the success of agriculture as a whole [6]. The use of glyphosate group herbicides for weed control ensures complete destruction of above-ground biomass of early spring weeds without adversely affecting grape growth and yield. The use of herbicides makes it possible to increase the productivity of early spring planting by 1,5-1,9 times [3].

The use of glyphosate-containing herbicides has the potential to restore biological diversity, as herbicides do not have permanent activity in the soil and do not adversely affect host plants [4].

N. Orlin and A. Coroleva studied the interactions between herbicides and soil cover and atmospheric factors. Research has shown that soil pH has a significant effect on the degree of degradation of herbicides. For comparison, 3 pH levels (5, 7 and 10) were selected. During the thirty-day test, in acidic medium (pH=5), Roundup was degraded by an average of 28%, in neutral medium (pH=7), 34% hydrolyzed, and in alkaline medium (pH=10), the degradation rate of Raundap increased to 36%. Interesting relationships were obtained in the study of the effect of ultraviolet rays on the hydrolysis of herbicides. In general, ultraviolet rays have a harmful effect on the molecular structure of herbicides. Thus, during 30 days under the influence of ultraviolet rays, at pH=7, Raundap was 100% decomposed [2].

In the studies conducted to evaluate the harmful effects of glyphosate isopropylamine salt, special attention was paid to evaluating the effects of high concentrations of glyphosate on soil health (accidental cyclization). Residual toxicity of soils treated with herbicides decreased more rapidly in soils with large aggregates, and relatively weakly in soils with small aggregates. It has been shown that the restoration of soil health in case of contamination with glyphosate compounds occurs slowly in temperate climates, but rapidly in sunny climates [5].

Usually, they associate the contamination of the environment and the product with pesticide residues, the violation of their application technology and the use of high doses. Therefore, the effect of herbicides at the recommended dose on the composition of the soil and the quality of the obtained product is of some interest. The significance of the negative effect of pesticides on humans and their presence in food products has not been proven when the rules of application of drugs are followed correctly.

Based on the mentioned experiments, researches were conducted in the Ganja-Dashkasan region, which is suitable for growing grapes due to the soil and climate conditions of the Republic of Azerbaijan, in order to study the residual amount of herbicides used in the fight against weeds. The soil of the research area is light chestnut, and the pH of the soil environment is 7-7,5. When herbicides are applied, the air temperature is in the range of 15-25°C, and soil moisture is 60-70%.

Uragan Forte (2,0 lt/ha), Boxer (5,0 lt/ha), Raundap (3,0 lt/ha), Fuzilad Forte (2,0 lt/ha) herbicides

applied to grape crops in the research years in the soil (Figure 1), the amount of residue in the leaf (Figure 2) and the stem (Figure 3) was studied.

The results of the analysis show that 5 days after the application of Urağan Forte herbicide in the vineyard, the residue of the drug in the samples taken from the 0-5 cm soil layer was 0,44 mg/kg, in the leaves and stems of the plant 0,72-0,50 mg/kg, respectively on the 10th day 0,36-0,62-0,40 mg/kg, on the 20th day 0,20-0,34-0,23 mg/kg, on the 30th day 0,06-0,19-0,11 mg/kg, on the 40th day traces of herbicide were seen in the soil, the herbicide residue was 0,07-0,03 mg/kg on the leaves and stems, and the amount of residue was not detected on the following days. The complete hydrolysis period of Urağan Forte herbicide was 45-50 days.

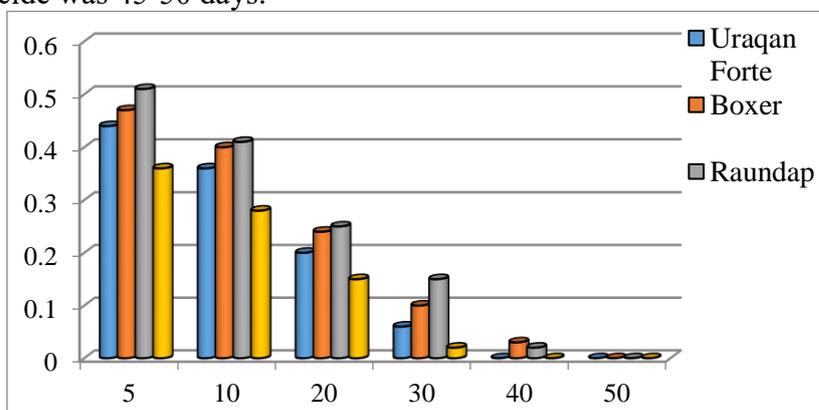


Figure 1 Residual amount of herbicides applied in the field of grapes in the soil, mg / kg

5 days after Boxer herbicide was applied, the poison residue was 0,47 mg/kg in the 0-5 cm soil layer, 0,90 mg/kg in the leaf, 0,71 mg/kg in the stem, respectively on the 10th day 0,40-0,81-0,65 mg/kg, on the 20th day 0,24- 0,59-0,50 mg/kg, on the 30th day 0,10- 0,36-0,28 mg/kg, on the 40th day 0,03-0,11-0,05 mg/kg and a trace was detected on the 50th day. As a result of the analysis, it was found that Boxer herbicide used against weeds in the vineyard has a decomposition period of 50 days.

The amount of residue in soil samples taken 5 days after the application of Raundap against weeds was 0,51 mg/kg, in leaf and stem samples it remained 0,90-0,76 mg/kg, respectively on the 10th day 0,41-0,80-0,67 mg/kg, on the 20th day 0,25-0,51-0,43 mg/kg, on the 30th day 0,15-0,30-0,21 mg/kg, on the 40th day 0,02-0,11-0,05 mg/kg. The applied Raundap in vineyards, decomposed within 50 days.

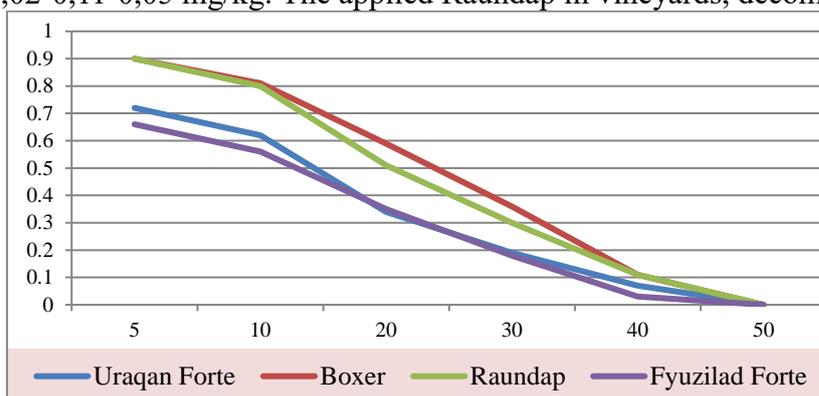


Figure 2 Residual amounts of herbicides in the leaves of the grape field, in mg/kg

The herbicide Fusilad Forte applied against weeds was 0,36 mg/kg in the 0-5 cm layer of the soil after 5 days, 0,66-0,51 mg/kg in leaves and stems, and it remained respectively on the 10th day 0,28-0,56 -0,44 mg/kg, on the 20th day 0,15- 0,35-0,27 mg/kg, on the 30th day 0,02-0,18-0,12 mg/kg, on the 40th day herbicide was not traced in the soil, the residue was 0,03-0,01 mg/kg in leaves and stems. The hydrolysis period of Fusilad Forte herbicide applied in vineyards was 45-50 days.

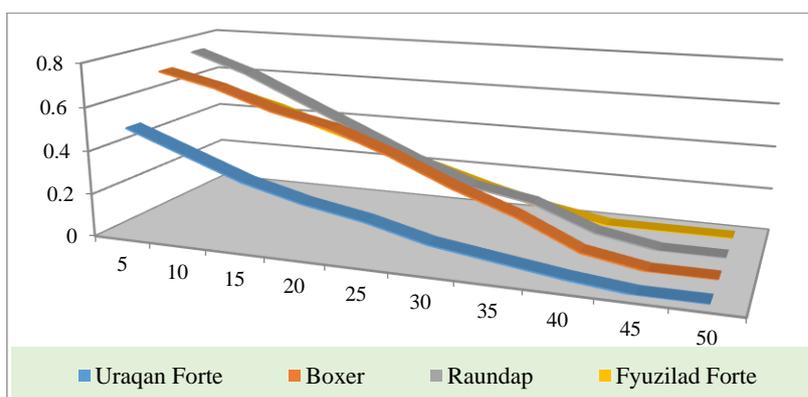


Figure 3 Residual amount of herbicides used in green grape stalk, mg/kg

It is important to determine the residual amount and waiting period of the preparations applied for the protection of all agricultural plants from pests, diseases and weeds. The higher the temperature, the faster the breakdown of drugs, both under the influence of chemical factors (hydrolysis, oxidation) and under the influence of microorganisms. Thus, the duration and content of pesticides in the soil depends on their properties, consumption rate, form of the drug, soil type, physical properties, humidity, temperature, soil microflora, soil cultivation characteristics and etc. The time interval from the application of herbicides to the ripening of the crop is more than 70 days [1]. During the indicated period, the herbicides were completely hydrolyzed and no residual amount was detected in the grape crop. Thus, the use of herbicides to control weeds in grape crops in Ganja-Dashkasan soil climatic conditions meets the requirements of safe ecological products.

#### Literature

1. Hajiyeva, E.A., Study of the influence of herbicides used in vineyards on grape quality indicators and yield: / Gadzhieva E.A., Agayev F.A. // - Minsk: Agriculture and plant protection. Scientific and practical journal, No. 1, volume 116, - 2018, - p. 58-60
2. Orlin, N.A. Peculiarities of practical application of herbicides / N.A. Orlin, A.V. Koroleva // - Moscow: Scientific journal, Advances in modern natural science, - 2013, No. 4, - pp. 161-162
3. Fisun, M.N. Use of herbicides in vineyards / M.N. Fisun, R.A. Zhemukhov, O.S. Yakushenko, E.M. Egorov // - Moscow: Winemaking and Viticulture, - 2014, No. 6, - p. 49-52
4. Shklyarevskaya O.A., Efficiency of glyphosate-containing herbicides for suppression of Sosnowsky's hogweed / O.A.Shklyarevskaya, E.A.Yakimovich // Plant protection from pests Proceedings of the X international scientific and practical conference Krasnodar, June 21-25, 2021, pp. 421-423
5. Sihtmäe, M. Ecotoxicological effects of different glyphosate formulations / M. Sihtmäe, K. Künnis-Beres, I. Blinova, L. Kanarbik, A. Kahru [et. al] // - Netherland: Applied Soil Ecology, - 2013, vol.72, - p. 215-224
6. Sharma, A.R. Weed management in conservation agriculture systems-problems and prospects/ A.R.Sharma // In National Training on Advances in Weed Management, held at DWSR, Jabalpur on 14–23 January, -2014. P.1–9

#### Литература

1. Гаджиева, Э.А. Изучение влияния применяемых на виноградниках гербицидов на показатели качества винограда и урожайность: / Гаджиева Э.А., Агаев Ф.А. // - Минск: Земледелие и защита растений. Научно-практический журнал, №1, том 116, - 2018, - с. 58-60
2. Орлин, Н.А. Особенность практического применения гербицидов / Н.А. Орлин, А.В. Королева // - Москва: Научный журнал, Успехи современного естествознания, - 2013, № 4, - с. 161-162
3. Фисун, М.Н. Использование гербицидов на виноградниках / М.Н. Фисун, Р.А. Жемухов, О.С. Якушенко, Е.М. Егоров // - Москва: Виноделие и виноградарство, - 2014, №6, - с. 49-52
4. Шкляревская О.А., Эффективность глифосатсодержащих гербицидов для подавления

борщевика Сосновского / О.А.Шкляревская, Е.А.Якимович // Защита растений от вредных организмов Материалы X международной научно-практической конференции Краснодар, 21-25 июня 2021 года, с. 421-423

5. Sihtmäe, M. Ecotoxicological effects of different glyphosate formulations / M. Sihtmäe, K. Künnis-Beres, I. Blinova, L. Kanarbik, A. Kahru [et. al] // - Netherland: Applied Soil Ecology, - 2013, vol.72, - p. 215-224

6. Sharma, A.R. Weed management in conservation agriculture systems-problems and prospects/ A.R.Sharma // In National Training on Advances in Weed Management, held at DWSR, Jabalpur on 14–23 January, -2014. P.1–9

## PROBLEMS OF POTATO SELECTION DUE TO DISEASE RESISTANCE

Jumshudova Humay Kamran

*Scientific Research Vegetable Institute, Baku, Azerbaijan  
12humay@gmail.com*

**Summary.** As a result of disturbance of the ecological balance, more aggressive occurrences and biotypes of various diseases and pests are formed. Potato is one of the plants affected by biotic factors. The article discusses the problems of potato selection due to disease resistance. It was determined that phytophthorosis and alternariosis are the most damaging to the crop among tuber diseases.

**Key words:** *potato, fungal diseases, selection*

**Introduction.** Potatoes are one of the most valuable food products in the world. Potatoes take one of the first places in terms of taste, suitability for processing and quality indicators. It surpasses other crops in protein and starch production per unit area and time. The yield of potatoes depends on these factors: on climatic and weather conditions, on the quality of the soil and on the quality of processing it before planting potatoes, from the chosen potato variety, from the health of tubers to planting and during germination, from correctly, the prevention of all kinds of potato diseases in time, from the time of fertilizers introduced into the soil and from other factors.

Potato is a future crop to ensure global food security and minimize losses due to biotic stress. The formulation, adaptation and use of integrated disease management will be critical to sustainable and profitable potato production worldwide. To minimize the fungicide load applied to potato pathogens, special attention should be paid to management approaches that promote environmental sustainability. Thus, current research opportunities in managing potato diseases depend on pathogen research, fungicides, and adoption of resistant varieties.

One of the most important tasks of plant breeding is the creation of disease-resistant varieties. In the 21st century, the global range of potato plants includes more than 4 thousand species. Varieties differ in early maturity, yield, starch content, taste, resistance to diseases and the appearance of tubers. Potato experts decided not to stop with the mentioned figure, because potato growing is an important side of agriculture. Our researchers widely use classical and modern breeding methods to create new tasks. Thanks to this, improved, modified potato varieties are created (1).

The best way to increase potato yield is effective disease and pest control. Annual losses from them make up 30-35% of the total product. In recent years, there has been a serious change in phytosanitary conditions in places where potato production is traditionally located. Most pathogens are becoming more virulent and new, more aggressive forms and races are emerging. The pathogenic characteristics of such a harmful potato disease as phytophthora are increasing, the symptoms of the disease are observed 20-30 days earlier than usual and at the same time in all varieties. The initial symptoms of the disease often begin to appear in the upper part of the plant, which makes the disease even more harmful, because the destruction of functionally active tissues greatly reduces productivity. Changes in phytosanitary conditions lead to an increase in the number of chemical treatments needed to protect the potato crop. And this, in addition to the increase in the cost of potatoes, leads to a dangerous worsening of the ecological situation due to pesticide pollution of finished products and the biosphere as a whole (2).

**Material and methodology.** The main purpose of the research is to study the effects of fungal diseases and pest characteristics on local and introduced potato samples, to evaluate local and introduced potato genotypes for durability, to select resistant and tolerant genotypes, to study the effect of diseases on physiological parameters and productivity in local and foreign varieties.

New promising potato varieties are proposed to overcome the dependence on the import of foreign planting material, to meet the growing demand for consumption and table qualities of tubers, as well as for the structure of the product's intended use. Short-term and long-term priority directions for the improvement of agricultural plant selection and seed production are determined. A system of measures is proposed that helps to increase the efficiency of the creation and use of the potential of local varieties, to increase the

volume of production of high-quality and disease-resistant seed material in accordance with high-quality planting standards. When potatoes are grown in farms and peasant farms with limited land use areas, specialized rotation crops similar to crop rotation in greenhouses and forced intermediate green manure in the field are recommended. In order to improve ecology and increase soil fertility, first of all, to maintain a balance of humus without a deficit, it is necessary to follow potato-specialized crop rotations with plowing of chopped straw of grain crops, clover residue from a number of green crops (winter rye, ryegrass, white mustard)(3).

The main fungal diseases of potatoes in Azerbaijan include late blight, early blight and etc. The causative agent of late blight is *Phytophthora Infestans*. Late blight is the most malicious disease of potatoes that are common throughout the territory in the Azerbaijan Republic. In Azerbaijan, it manifests itself most often from the end of May to June, it spreads especially quickly in the rainy years, accompanied by abundant dews and fogs. Early blight of potatoes - this disease causes an imperfect fungus *Alternaria Solani*. In addition to potatoes, phytopathogen affects many species of plants from the nightshade family. They serve as sources of infection. Powdery scab is caused by the cercozoan *Spongospora subterranean f. sp.* *Subterranean* and is widespread in potato growing countries. Symptoms of powdery scab include small lesions in the early stages of the disease, progressing to raised pustules containing a powdery mass (4, 5, 6).

**Results.** During the year of research, phenological observations were carried out over the samples, determined specific density of leaves, the area of the leaf surface. The results of the phenological observations and analyzes of 2018 are given in the table 1 (I variant treated with drug, II infected with phytophthorosis, III with alternariosis and IV with powdery scab).

Table 1.

No	The genotype	Variant	Plant height, cm	Quant ity of stems	Quant ity of tier	Specific density of leaves, (mg/cm <sup>2</sup> )	Leaf surface area (m <sup>2</sup> /ha)
1	Telman	I	60	4	9	4,47	89,62±4,08
		II	50	3	8	3,28	27,51±14,64
		III	49	3	9	2,75	31,59±4,57
		IV	51	3	8	2,89	27,83±7,46
2	Sevinj	I	50	3	9	4,15	86,97±33,45
		II	47	2	9	3,83	38,54±19,66
		III	45	2	8	3,79	28,31±15,53
		IV	47	3	9	3,55	25,33±8,31
3	Amiri-600	I	43	2	9	3,93	66,16±36,23
		II	42	2	7	3,25	34,84±18,67
		III	40	2	8	2,89	35,64±8,55
		IV	38	1	8	3,11	25,94±5,26
4	Colomba	I	60	1	10	4,05	73,40±35,33
		II	48	1	9	3,67	27,63±13,14
		III	48	1	9	3,79	34,93±13,94
		IV	46	1	10	2,63	24,89±5,59
5	Captiva	I	50	2	11	4,16	64,52±7,66
		II	50	1	10	3,28	31,29±9,89
		III	48	2	11	2,95	29,81±11,48
		IV	43	1	9	2,81	22,22±1,53

As can be seen from the table, in the studied potato samples, the disease had a negative effect on all the signs of the plant. Measures to combat late blight, early blight and powdery scab should be planned and preventive.

### References

1. Potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar yield and quality affected by irrigation and fertilization—from field to chip bag, Danijela Ž., Vladimir S., Đorđe V., Ivana M., Dušan I., Aleksandra T. H., Žarko I., *Horticulturae* 2023, 9(10), 1153;
2. Rahul K.T., Ravinder K., Recent Advancements in Integrated Management of Potato Diseases, November 2021, Recent Advances in Root and Tuber Crops (pp.185-203) Brillion Publishing, New Delhi
3. Current issues and priority areas for the development of potato growing, A. V. Korshunov, E. A. Simakov, Yu. N. Lysenko, B. V. Anisimov, A. V. Mityushkin, M. Yu. Gaitov, 2018
4. Nowicki, Marcin; et al. (17 August 2011), "Potato and tomato late blight caused by *Phytophthora infestans*: An overview of pathology and resistance breeding", *Plant Disease*, 96 (1), American Phytopathological Society: 4–17,
5. AgroAtlas – Diseases – 9 *Alternaria solani* Sor. – 9 Early Blight of Potato". AgroAtlas.ru
6. Schwelm A, Badstöber J, Bulman S, Desoignies N, Etemadi M, Falloon RE, Gachon CM, Legreve A, Lukeš J, Merz U, Nenarokova A, Strittmatter M, Sullivan BK, Neuhauser S (April 2018). "Not in your usual Top 10: protists that infect plants and algae". *Molecular Plant Pathology*. 19 (4): 1029 1044.

## ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ДЯГИЛЕВОГО МЕДА

Грибановская Е.В., кандидат с.-х. Наук, ведущий научный сотрудник  
Дюкова В.С., младший научный сотрудник

ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» г. Рыбное  
e-mail: obrazovaniebee@mail.ru

### Аннотация

В настоящем исследовании оценивали физико-химические характеристики (цвет, влажность, содержание углеводов и диастазное число) образцов дягилевого меда, собранного в различных районах Алтайского края. Диастазное число исследуемых образцов меда было стабильно высоким и может служить дополнительным показателем для идентификации дягилевого меда и должно быть включено в перечень показателей, характеризующих его качество и натуральность. Наилучшей гарантией защиты от подделки является приобретение меда у надежного продавца, который специализируется на медовых продуктах и может предоставить необходимые документы, дать грамотный совет по выбору и рассказать массу нюансов о его качестве.

Дягилевый мед на сегодняшний день считается одним из элитных и редких сортов меда. Особенно ценится дягилевый алтайский мед. Производится мед пчелами из нектара цветка дягиля лекарственного или как в простонародье – дудник (подраница, дягильник или пушка), - травянистое двухлетнее растение семейства Зонтичные. В первый год формируется мощная корневая система с небольшими листьями. Во второй год жизни отрастает высокий, полый ствол (до 2,5 м) с большими листьями и множеством зеленовато-белых соцветий в виде зонтика. Родом из Скандинавии. В эпоху Возрождения распространился по Европе, а в России появился примерно пять столетий назад.

Растение-медонос дягиль по праву считается одним из лучших. Срок его цветения короток – всего две недели в конце июня в Западной Сибири и на Алтае, и чуть больше (до 2х месяцев) в европейской части нашей страны.

Растение обладает очень высокой производительностью, например, одна семья пчел вполне сможет наполнить соты почти центнером нектара этого вида. Причина в запахе дягиля, который содержит в себе ароматизаторы и эфирные масла. Они очень активно привлекают пчел, можно даже сказать, что отвлекают своим запахом их внимание от других растений-медоносов. По оценкам, одно растение дягиля дает порядка 7 килограммов нектара за сезон.

Природа создала этот цветок и наделила его разными полезными свойствами. Это целый клад веществ необходимых человеческому организму. Дягилевый мед имеет очень привлекательный вид и цвет меда преимущественно в красной гамме имеет медные, коричневые тона. Палитру меда добавляют вкрапления зеленоватого цвета.



## Рисунок 1 - Дягиль лекарственный (*Archangelica officinalis*)

Мед с дягиля обладает богатым, насыщенным вкусом. Главная черта - присутствие карамельных ноток в данном меде. Кто-то в восторге от такого смешения вкусов, кому-то мед дягилевый кажется чересчур насыщенным и резким. Дягилевый мед широко используется в кулинарии, производстве кондитерских изделий и консервировании.

Иногда во вкусе проскальзывает легкая горчинка, но запах дягилевого меда всегда остается нежным, не резким и преимущественно сладким.

Свежесобранный дягилевый мед очень тягучий, густой. После кристаллизации продукт становится вязким, но стоит не забывать, что мед очень долго остается в жидком состоянии. После кристаллизации он не твердеет, а приобретает мелкозернистую структуру.

Полезные свойства дягилевого меда очень высокие. Необходимо отметить, что этот мед добывается в довольно ограниченных количествах.

Мед из дягиля считается самым биологически ценным из-за своего уникального состава. В нем самое высокое содержание витаминов группы В (В2, В3, В6) и аскорбиновой кислоты (витамин С). Так, 100 г продукта покрывает 58% дневной потребности человека в аскорбиновой кислоте. Также присутствует биотин (Н), токоферол (Е) и никотиновая кислота (РР).

По количеству макро- и микроэлементов (железо, калий, кальций, фосфор, и другие), солей йода, магния, серы, кальция и органических кислот (яблочной, лимонной, молочной) этот продукт пчеловодства превосходит все светлые сорта. Кроме этого, в его составе присутствуют фунгициды и антисептики, которыми богат дягиль.

Мёд настолько уникален, что его применяют при лечении множества различных заболеваний. Вкусный мед многим нравится есть просто так, как десерт или обычную сладость. Его используют в кулинарии, производстве косметики, в качестве основного или вспомогательного компонента в народной и традиционной медицине.

Эффективность в лечении и профилактике связывают с его составом и помогают в ряде различных заболеваний:

-противомикробные и противовоспалительные свойства меда дягилевого используются для снятия отеков, заживления ран, для лечения фурункулов, снижения болевых ощущений;

-при тяжелых и легких болезнях, простудах, пневмонии, при усиленных нагрузках противовирусное «сладкое лекарство» в разумных пределах рекомендуют принимать даже доктора. Оно укрепляет иммунитет, помогает быстрее восстанавливаться ослабленному организму, поддерживает его силы во время эпидемий;

-дополнительное средство при проблемах с ЖКТ, при мышечной дистрофии, ангине, бронхите, пародонтозе, болезнях кожи, при мужских и женских заболеваниях.

В настоящем исследовании оценивали физико-химические характеристики (цвет, влажность, содержание углеводов и диастазное число) образцов дягилевого меда, собранного в различных районах Алтайского края [1].

Цвет меда в определенной степени характеризует его ботаническое происхождение. Цвет исследуемых образцов меда определяли органолептически и с помощью компаратора Пфунда. Цвет дягилевого меда в объеме характеризовался как необычайно глубокий, темно-янтарный, яркий. При измерении по шкале Пфунда значения всех показателей соответствовали янтарному цвету(62-78 мм).

Таблица 1 - Физико-химические показатели дягилевого меда

Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Цветность, мм, по шкале Пфунда	78±0,05	62±0,05	65±0,05	73±0,05
Массовая доля воды, %	18,1±0,74	17,9±0,68	17,9±0,7	17,5±0,7
Массовая	70,5±5,6	83,8±6,7	67,8±5,4	69,5±5,5

доля редуцирующих сахаров, %				
Массовая доля сахарозы, %	0,8±0,08	2,9±0,3	2,4±0,2	0,3±0,03
Диастазное число, ед. Готе	35,4±2,4	29,2±2,0	38,4±2,6	43,3±3,0
Качественная реакция на ГМФ	отрицательна	отрицательна	отрицательна	отрицательна

Водность мёдов определена рефрактометрическим методом, основанным на зависимости показателя преломления света мёдом от содержания в нем воды. Среднее значение массовой доли влаги дягилевых мёдов разного происхождения колеблется от 17,5 до 18,1% (таблица 1).

Дягилевый мёд - диетический продукт из-за низкого содержания глюкозы. Содержание фруктозы в нем достигает почти 60%, благодаря чему мёд почти не кристаллизуется, оставаясь густым. Наибольшее количество редуцирующих сахаров - 83,8±6,7 % было обнаружено в образце 2, при этом на долю сахарозы приходилось 2,9 %.

Известно, что натуральный высококачественный мёд с дягиля сибирского рекордсмен по биологической активности (диастазному числу). Например, есть данные, что диастазное число такого мёда с Салаирского хребта (отроги которого граничат с Горной Шорией) достигает значений 53 ед. Готе, с таежной части Горного Алтая, соседа Горной Шории, до 55 ед. Готе, а в самой Горной Шории диастазное число дягилевого мёда до 62 ед. Готе [2;3].

Диастазное число исследуемых образцов мёда было стабильно высоким и находилось в диапазоне от 29,2 до 43,3 ед. Готе, что подтверждает литературные сведения. Таким образом, диастазное число может служить дополнительным показателем для идентификации дягилевого мёда и должно быть включено в перечень показателей, характеризующих его качество и натуральность.

Вкус дягилевого мёда настолько запоминающийся и узнаваемый, что любой, кто хоть однажды его попробовал, почувствовал его запах и цвет, уже не перепутает его ни с чем. Определить подделку будет не сложно, т.к. подделать уникальные характеристики дягилевого мёда не представляется возможным. Чтобы избежать покупки некачественного мёдового продукта, важно при выборе обращать внимание на ряд моментов:

мёд из дягиля – это элитный продукт и стоить дешево он не может;

если добавлен крахмал – мёд засахарится в короткое время, поэтому добавлять его в продукт невыгодно совсем. Если же вы где-то встретили в составе крахмал, это говорит о том, что продукт низкого качества и к нектару из дягиля имеет весьма посредственное отношение;

дозревший мёд текущего сезона не встретишь ранее сентября;

с ложки он стекает тонкой нитью;

чересчур коричневый темный цвет говорит о плохом качестве продукта, скорее всего, в него добавили жжёный сахар (искушенный пользователь никогда не обратит внимания на такой мёд).

Наилучшей гарантией защиты от подделки является приобретение мёда у надежного продавца, который специализируется на мёдовых продуктах и может предоставить необходимые документы, дать грамотный совет по выбору и рассказать массу нюансов о его качестве [4].

### *Литература:*

1 ГОСТ 31766-2022«Меды монофлорные. Технические условия»[Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2022. – 12 с.

2 Чепурной, И.П. Заготовка и переработка мёда. Справочник заготовителя [Текст].- Москва : Агропромиздат, 1987. - 78,[2] с.

3 Мёд дягиля: полезные свойства и противопоказания, способ применения [Электронный ресурс].//<https://burea-uinsurance.com/en/angelica-honey-useful-properties-and-methods-of-application/>

4 Дягилевый мёд: описание, состав и полезные свойства [Электронный

pecypc].//<https://www.medki.ru/enciklopediya/stati-o-mede/dyagilevyj-med-opisanie-sostav-poleznye-svoystva>

## ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ ЭКСТРУЗИОННОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛИМИНАЦИИ ПШЕНИЧНОГО ГЛЮТЕНА

**Иванов В.В., кандидат технических наук**

«ВНИИПБТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва  
e-mail: ivanov.v.v55@mail.ru

**Амелякина М.В.**

«ВНИИПБТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва  
e-mail: masha.am@mail.ru

### *Аннотация*

Изучено влияние концентрации среды на образование свободных аминокислот при ферментативном гидролизе пшеничной обойной муки комплексом ферментных препаратов, включающих протеазы Флавозим, Нейтраза,  $\alpha$ -амилазу Фунгомил производства компании Novozymes. Определено время 4 часа и гидромодуль 1:2 для получения безглютенового гидролизата из пшеничной муки. В результате водно-ферментативной обработки цельнозерновой муки пшеницы комплексом протеолитических и амилолитических ферментных препаратов получен гидролизат с содержанием глютена 8,4 мг/кг, соответствующий требованиям Технического регламента, предъявляемым к безглютеновой продукции. Предложен процесс получения безглютеновых снеков методом экструзии с дополнительным отбором пара из камеры экструдера, что позволило получать снеки из смесей с влажностью 35%. Внедрение системы отбора пара значительно улучшило потребительские характеристики безглютеновых снеков. Полученные на выходе из фильеры экструдера снеки с влажностью 7-8% не требуют дополнительного их подсушивания, что приводит к значительному снижению расхода энергии.

Существуют различные формы алиментарных заболеваний, связанных с потреблением глютена. Так целиакия имеет среднюю распространенность по миру - около 1% взрослой популяции, аллергия на пшеницу 0,5%, чувствительность к глютену, не связанная с целиакией до 6% населения в западных странах [1]. Распространенность целиакии в России у детей в зависимости от региона колеблется от 0,02 до 0,3%, а скрининг взрослых доноров в Рязанской области показал 0,57% с заболеванием целиакией [2].

Формой терапии заболеваний, связанных с потреблением глютена, является переход на безглютеновую диету, т.е. использование продуктов, которые не содержат глютен - пшеницу, рожь, ячмень, их кроссбредные варианты. Регламент ТР ТС 027/2012 разрешает использовать специальные способы обработки глютенсодержащих злаков для снижения содержания глютена до уровня менее 20 мг/кг. Исследования [3] показали успешность применения биокатализа для деструкции пролиновых и глютаминовых связей пептидов глютена специфичными протеазами, синтезируемыми различными видами микроорганизмов: *Flavobacterium meningosepticum*, *Sphingomonas capsulate*, *Mucococcus Xanthus*, *Asp.niger*.

Целью исследования стало изучение применения биокаталитических и экструзионных технологий в получении безглютеновой продукции не содержащей глютена пшеницы.

Нашими исследованиями [4] показано, что эффективный гидролиз цельнозерновой муки пшеницы обеспечивался использованием комплексного ферментного препарата Амилопротооризин, полученным во ВНИИПБТ на основе штамма *Asp. oryzae* 12-84 (RCAM 01134), в том числе при биоконверсии непроэкструдированной пшеницы. Экструдирование значительно снижает молекулярную массу продуктов гидролиза белков пшеницы при использовании ферментных систем различной субстратной специфичности. Это делает этот процесс перспективным на этапе предобработки сырья перед биокатализом.

В качестве сырья использовались рисовая безглютеновая мука, соответствующая требованиям ТР ТС 027/12, мука пшеничная обойная (цельнозерновую) по ГОСТ 26574-201, соль по ГОСТ Р 51574-2018, карбонат кальция в соответствии с требованиями Технического регламента

Таможенного союза 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

В качестве биокатализаторов для гидролиза глютена и аллергенных пептидов использовали комплекс ферментных препаратов, включающий протеазы Flavourzyme [5] содержащей две аминопептидазы, две дипептидилпептидазы, три эндопептидазы и  $\alpha$ -амилазу, (3 ед. ПС/ г сырья) и Neutrase (1,5 ед.ПС/ г сырья),  $\alpha$ -амилазу Fyngamyl (8 ед. АС/ г сырья) производства компании Novozymes. Активность ферментных препаратов определяли по ГОСТ 34430-2018 «Ферментные препараты для пищевой промышленности. Метод определения протеолитической активности» и ГОСТ Р 54330-2011 «Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения амилолитической активности».

Ферментативный гидролиз пшеничной муки проводили в термостатируемой емкости при температуре 53-55 °С в течение 4 часов при гидромодуле от 1:2 до 1:1.

Общее содержание белка определяли стандартным методом Кьельдаля с использованием системы для разложения Turbotherm (Gerhard, Германия) и дистилляционной системы Varodest (Gerhardt, Германия). Аминокислотный профиль определяли методом жидкостной хроматографии на аминокислотном анализаторе Knauer (Германия) с ультрафиолетовым спектрофотометрическим детектором Knauer Smartline 2500.

Содержание глютена в гидролизате и экструдатах определяли в соответствии с МУК 4.1.2880-11 «Методы определения глютена в продовольственном сырье и пищевых продуктах» иммуноферментным методом анализа с использованием моноклональных антител R5, специфичных к глютену.

Для определения динамической вязкости при частоте 30 Гц использовали синусоидальный вискозиметр SV-10 (AND, Япония).

Структурно-механические свойства определяли на анализаторе текстуры Brookfield CT3.

Снеки получали на экструдере Werner&Phleiderer Continua 37. Базовая сухая смесь состояла из 98% рисовой безглютеновой муки, 1% соли и 1% карбоната кальция. Схема работы представлена на рисунке 1. Гидролизат подавали насосом-дозатором через соединительный патрубок в первую камеру экструдера в количестве 15-35% к массе дозируемой сухой смеси.

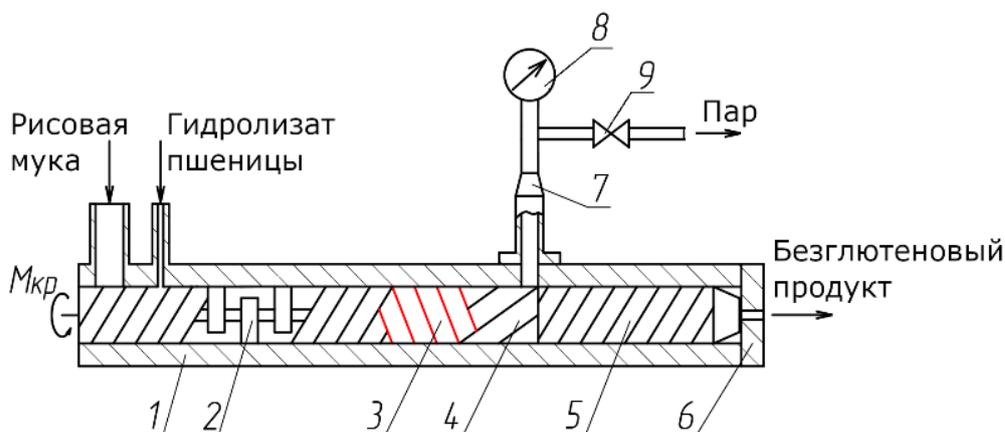


Рисунок 1 - Конструктивно-технологическая схема экструзионного процесса с отбором пара

1-экструзионная камера; 2-смесительные элементы; 3-реверсивные элементы;  
4-транспортирующие элементы с увеличенным шагом; 5-транспортирующие элементы;  
6- матрица; 7-расширительная камера; 8-манометр; 9-вентиль регулировки давления пара

Температурный профиль нагрева камер экструдера составлял для 2-4 камер 80°С, для камер 5 и 6 160 °С. Производительность по сухой смеси 12 кг/час, базовое влагосодержание для начала работы без подачи гидролизата 15%. Скорость вращения шнеков 250 об/мин. Использовали матрицу с фильерой с 2 щелевыми отверстиями 1×12,5 мм. После экструдирования полученные образцы экструдатов подсушивались в сушильном шкафу до влажности 3-3,5% при температуре 90 °С.

Удельный расход электроэнергии рассчитывали по методике [6].

Влажность ингредиентов, смесей и готовых к употреблению продуктов измеряли на анализаторе влажности ML-50 (A&D, Япония) термографическим методом.

Коэффициент взрыва экструдатов оценивали по соотношению площадей сечения экструдата и отверстия фильеры.

Изучено влияние концентрации среды на образование свободных аминокислот при ферментативном гидролизе пшеничной обойной муки комплексом ферментных препаратов, включающих протеазы Флавозим (3 ед. ПС/ г сырья), Нейтраза (1,5 ед.ПС/ г сырья),  $\alpha$ -амилазу Фунгомил (8 ед. АС/ г сырья) производства компании Novozymes. Дозировки подобраны в соответствии с составом комплекса ФП КФПА, содержащего ферменты протеолитического, амилолитического и эндопептидазного действия.

Соотношения субстрат:вода составили 1:1, 1:1.25, 1:1.5, 1:2. Гидролиз проводили в течение 2 часов. Реологические исследования, результаты которых представлены на рисунке 2 показали возможность получения высококонцентрированных гидролизатов с соотношением субстрат-вода до 1:1. С увеличением концентрации среды вязкость значительно возрастала. Для низкоконцентрированной среды с соотношением пшеница:вода 1:2 вязкость с течением времени гидролиза изменялась статистически незначимо. Возможность получения таких концентрированных сред с относительно низкой вязкостью было обусловлено наличием в ферментном комплексе  $\alpha$ -амилазы, обеспечивающей гидролиз крахмала сырья, разрушение сложной структуры биополимеров пшеницы и повышающей эффективность действия пептидаз.

Эффективность гидролиза белка в эксперименте оценивали по образованию свободных аминокислот в гидролизате после 2 часов обработки. Увеличение концентрации среды уменьшило образование всех свободных аминокислот в гидролизате. Максимальное снижение отмечено для лизина, фенилаланина и аспарагина на 80%, 78% и 75%, соответственно. Минимальное снижение образования свободных аминокислот на 45%

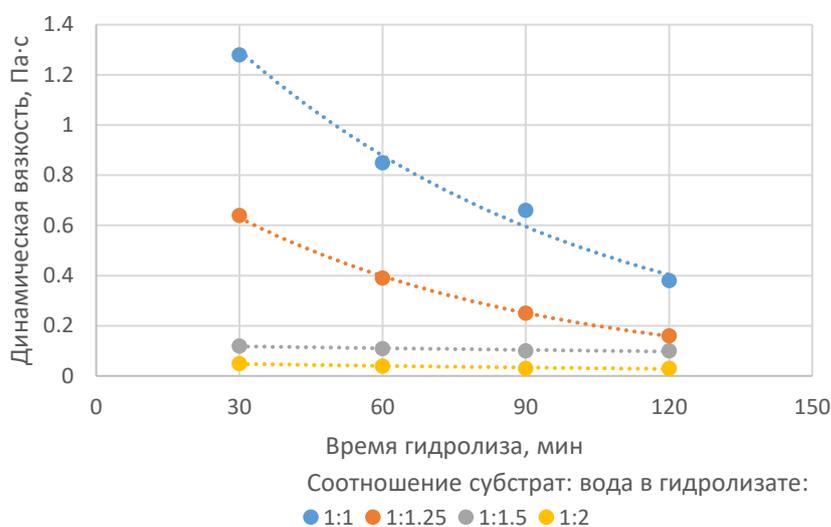


Рисунок 2 – Влияние соотношение субстрат/вода на динамическую вязкость гидролизатов

зафиксировано для аланина. В нашей работе максимальному соотношению субстрат:вода 1:1 соответствовало содержание сухих веществ 45%, а минимальному 30%. Относительно небольшое увеличение концентрации с 30 до 45% ухудшало биокатализ белка и пептидов глютена до свободных аминокислот. Концентрация пролина, входящего в состав 33 мерного пептида, ассоциированного с аллергической реакцией на глютен, с увеличением концентрации снизилась на 64%.

Несмотря на то, что увеличение концентрации гидролизатов имеет важные технологические и экономические преимущества, результаты исследования показывают значительное снижение образование свободных аминокислот в процессе протеолиза глютена пшеничной муки с

повышением соотношения субстрат:вода. Поэтому для дальнейших исследований выбрано соотношение мука:вода 1:2.

Определено эффективное время для гидролиза глютена и снижения его концентрации до значений ниже установленных нормативных значений при переработке пшеничной цельнозерновой муки при гидромодуле 1:2 комплексом ФП. Содержание глютена, определенное иммуноферментным методом анализа с использованием моноклональных антител R5, специфичных к глютену, через 15 минут биоконверсии составило 36,9 мкг/см<sup>3</sup>, через 2 и 4 часа - 26,5 и 8,4 мкг/см<sup>3</sup>, соответственно.

Таким образом, время гидролиза подобранным комплексом ФП для обеспечения безопасной концентрации глютена составило 4 часа

В результате водно-ферментативной обработки цельнозерновой муки пшеницы комплексом протеолитических и амилолитических ферментных препаратов получен гидролизат с содержанием глютена 8,4 мг/кг, соответствующим требованиям Технического регламента, предъявляемым к безглютеновой продукции.

Получение экструдированных продуктов (снеков, сухих завтраков, хлебцев) только из гидролизатов пшеницы невозможно вследствие высокой их влажности, поэтому использование ферментолитатов в экструзионной технологии возможно в качестве частичной замены безглютенового сырья.

На стадии экструзии гидролизат подавали непосредственно в камеру экструдера без предварительного смешивания с основной смесью на основе рисовой муки. Количество гидролизата в смеси варьировалось в диапазоне 15-35% от производительности по экструдированной сухой смеси. На рисунке 3 представлена фотография, полученных образцов.



Рисунок 3 – Образцы экструдата с различным внесением гидролизата пшеничной муки (1)– 0%; (2) – 15%; (3) – 20%; (4) – 25%; (5) – 30%; (6) – 35%

В таблице 1 представлены данные по влиянию дозировки гидролизата пшеницы на изменение режимных параметров экструзии. Повышение содержания ферментолитата пшеницы в экструдированной смеси привело к снижению давления, моменту сдвига и, соответственно, удельного расхода электроэнергии, что объясняется повышением влагосодержания и снижением величины сил трения в камере экструдера. Удельный расход электроэнергии при экструдировании смеси с 35% гидролизата снизился практически вдвое с 0,21 до 0,10 кВт·час/кг, а давление в камере более чем в 3 раза с 1,7 до 0,5 МПа.

На рисунке 4 представлены зависимости свойств экструдатов от количества вносимого ферментолитата пшеницы.

Показано, что с увеличением содержания гидролизата пшеницы значительно растет влажность гранул экструдата от 11,5% до 16,7%, а коэффициент взрыва снижается с 8,6 до 4,1, что объясняется снижением величины перепада давлений внутри и снаружи камеры экструдера.

Таблица 1 – Режимные параметры экструдирования смеси рисовой муки и гидролизата пшеничной цельнозерновой муки

Содержание гидролизата в экструдруемой смеси, %	Температура	Момент	Давление	Удельный расход электроэнергии
	°С	%	МПа	кВт*час/кг
0	160	58	1,7	0,21
15	162	51	1,3	0,18
20	165	44	1,0	0,15
25	162	40	0,8	0,13
30	160	38	0,5	0,12
35	156	35	0,5	0,10

Анализ текстуры подсушенных до влажности 3-4% гранул экструдата показал корреляцию твердости полученных снеков с увеличением гидролизата. Продукт стал менее пористый, а твердость увеличилась с 6,7 до 14,3 Н.



Рисунок 4 – Влияние дозировки гидролизата в экструдруемую смесь на свойства экструдированных продуктов

В результате проведенных исследований показана возможность непрерывного внесения гидролизата пшеницы с предварительно деструктурированными аллергенными белками и пептидами в камеру экструдера при переработке крахмалсодержащих смесей. При реализации разработанной схемы возможно внесение до 35% ферментализата. Увеличение дозировки гидролизата пшеницы снижает удельный расход электроэнергии на процесс, давление в камере экструдера. Качественные характеристики продукции также претерпевают значимые изменения: увеличивается твердость получаемых снеков, снижается коэффициент взрыва жгута, выходящего из отверстий фильеры перерабатываемого материала

Увеличение количества вносимого ферментализата пшеницы значительно ухудшало структурно-механические показатели продукции. Согласно инструментальной и органолептической оценке полученных экструдатов лучшими признаны образцы с внесением 15-20% гидролизата.

Проблему ухудшения качества продукции связанную с увеличением содержания гидролизата в экструдруемой смеси выше 20%, решали аппаратурно — за счет дополнительного удаления влаги из экструдера [7]. Объектом исследования являлись смеси рисовой муки и гидролизата пшеницы с массовой долей ферментализата 25 % и 35 %, экструдруемые с применением системы отбора пара. Результаты исследования показали, что с увеличением отбора пара из камеры экструдера отмечено повышение давления в камере экструдера, момента сдвига,

удельного расхода электроэнергии. Анализ текстуры образцов показал, что отбор пара снизил твердость образцов и увеличил количество микроразломов, характеризующих хрусткость.

В таблице 2 представлены изменения влажности экструдатов при применении системы отбора пара.

Таблица 2 – Показатели влажности образцов при экструзии

Содержание гидролизата в экструдруемой смеси, %	25			35		
	нет	да	да	нет	да	да
Отбор пара						
Давление на манометре устройства отбора пара, МПа	0,4	0,34	0,29	0,4	0,25	0,2
Влажность экструдата после резки, %	13,8	7,8	7,1	16,4	9,3	8,0

Образцы, полученные с отбором пара и меньшим содержанием гидролизата, были более пористые и менее твердые. С увеличением отбора пара коэффициент взрыва гранул продукта увеличился, при доле гидролизата 25% отмечено повышение с 5,6 до 10,0, для 35 % - с 7,5 до 9,4. Обратная тенденция отмечена для твердости продукта – снижение с 6,6 до 3,5 Н и с 10,5 до 4,4 Н.

Таким образом, внедрение системы отбора пара позволило значительно улучшить потребительские характеристики безглютеновых снеков при повышенной дозировке перерабатываемых гидролизатов с получением на выходе из фильеры экструдера экструзионные снеки с влажностью 7-8%, не требующие дополнительного расхода энергии на их сушку.

**Работа выполнена в рамках Госзадания по теме № FGMF-2022-0006.**

### *Литература*

1. Pronin, D. Wheat (*Triticum aestivum* L.) Breeding from 1891 to 2010 Contributed to Increasing Yield and Glutenin Contents but Decreasing Protein and Gliadin Contents / D. Pronin, A. Börner, H. Weber, K.A. Scherf // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020. - 68 (46), С. 13247-13256
2. Savateeva, L. V. Overview of Celiac Disease in Russia: Regional Data and Estimated Prevalence / L.V Savateeva, S.I. Erdes, A.S. Antishin, A.A. Zamyatnin // *Journal of immunology research*.-2017 : 2314813. doi: 10.1155/2017/2314813
3. Caputo, I. Enzymatic strategies to detoxify gluten: Implications for celiac disease / I. Caputo, M. Lepretti, S. Martucciello, C. Esposito // *Enzyme Research*. - 2010. - Т.10. - С.1-9. <https://doi.org/10.4061/2010/174354>.
4. Шариков, А.Ю. Разработка концепции производства снеков из пшеницы с элиминацией глютена биокаталитическим методом / А.Ю. Шариков, Е.Н. Соколова, М.В. Амелякина и др.// *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2020 – Т.82. - №4. – С. 77-83.
5. Merz, M., & Eisele, T., & Berends, P., & Appel, D., & Rabe, S.,& Blank, I., & Stressler, T., & Fischer, L. (2015) Flavourzyme, an Enzyme Preparation with Industrial Relevance: Automated Nine-Step Purification and Partial Characterization of Eight Enzymes *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63,23, 5682-5693
6. Baks, T.,& Kappen, F.H.J.,& Janssen, A.E.M.,& Boom, R.M. (2008) Towards an optimal process for gelatinisation and hydrolysis of highly concentrated starch–water mixtures with alpha-amylase from *Licheniformis* B. *Journal of Cereal Science*, 47, 2, 214-225
7. Шариков, А.Ю. Экструдирование смесей пшеницы и выжимок моркови повышенной влажности в технологии продуктов, готовых к употреблению / А.Ю. Шариков, В.И. Степанов, В.В. Иванов и др.// *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*.-2018.- № 3.- С. 43-49.



## ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ ЭКСТРУЗИОННЫМ МЕТОДОМ

Амелякина М.В., кандидат технических наук.  
Иванов В.В., кандидат технических наук.

*ВНИИПБТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва.  
[masha.am@mail.ru](mailto:masha.am@mail.ru)*

### *Аннотация.*

Перспективным методом переработки вторичных биоресурсов спиртового производства является экструзионная технология, позволяющая эффективно и рационально модифицировать отходы производства в функциональный пищевой продукт. В статье показаны результаты исследований влияния на качество готового экструзионного продукта дополнительного ингредиента растительного происхождения, полученного из вторичного сырьевого материала при производстве спирта. Описаны основные параметры процесса экструзии и характеристики готового продукта. Установлено, что использование вторичных сырьевых ресурсов спиртового производства в качестве дополнительного ингредиента позволяет получить готовый экструдированный продукт с расширенными потребительскими свойствами.

Экструзионная технология представляет собой непрерывный технологический процесс, совмещающий термо-, гидро- и механическую обработку сырья, видоизменяя его и дополняя новыми свойствами, что дает возможность интенсифицировать процесс производства. Технология позволяет перерабатывать побочные продукты и технологические отходы производств путем их превращения в функциональный ингредиент с набором определенных свойств и возможностью включения в основное производство, тем самым расширив спектр продукции [1,2].

Создание новых видов продукции с дополнительными функциональными свойствами, которые способны поддерживать здоровый рацион питания, является актуальным направлением современных исследований. Повысить биодоступность и функциональность продукта возможно в процессе его производства путем обогащения функциональными ингредиентами, дополнительными источниками которых являются технологические отходы перерабатывающих отраслей АПК. Вторичное сырье спиртового производства из нетрадиционных видов растительного сырья является перспективным материалом для создания дополнительных ингредиентов функциональной направленности, так как ценные компоненты в них находятся в виде естественных соединений и лучше усваиваются организмом, чем химические препараты [3,4,5].

Использование в производстве вторичных сырьевых ресурсов позволит повысить рентабельность основного производства благодаря сокращению объемов образующихся отходов, теплоэнергетических расходов и разнообразить ассортимент выпускаемой продукции, введением в его рецептуру новых функциональных ингредиентов.

Цель исследования состояла в изучении потенциала применения дисперсной фракции топинамбура, представляющей собой технологический отход спиртового производства, в качестве функционального ингредиента в технологии экструдированных продуктов.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись экструдированные продукты, в составе которых содержалась дисперсная фракция топинамбура. Для приготовления смесей использовали крупу рисовую (ГОСТ 6292-93), пищевая соль (ГОСТ Р 51574-2018), карбонат кальция, соответствующий требованиям ТР ТС 029/2012, клубни топинамбура сорта «Интерес». Смесей экструдировали на двухшнековом экструдере Werner&Phleiderer Continua. Влажность сырья и готовых продуктов устанавливали с использованием анализатора влажности ML-50 (A&D, Япония). Содержание жира в образцах определяли экстракцией с последующим гравиметрическим

определением разности массы навески до и после экстракции. Методом Кьельдаля с использованием системы Vadopest 10 (Gerhardt, Германия) устанавливали содержание белка, ферментативно-гравиметрическим методом по ГОСТ Р 54014-2010 содержание пищевых волокон, по ГОСТ 25555.4-91 – золы. На анализаторе определения цвета CS-10 фиксировали колер продукта, в системе CIE LAB, где  $L^*$  - является характеристикой светлоты,  $a^*$  - коэффициент спектрального отражения в диапазоне от зеленого до красного,  $b^*$  — коэффициент спектрального отражения в диапазоне от синего до желтого. Анализ структурно-механических свойств готовых образцов осуществляли на анализаторе СТЗ (Brookfield, США) с металлическим цилиндрическим зондом диаметром 3 мм. Коэффициент взрыва экструдатов рассчитывали по соотношению площадей сечения экструдата и отверстия фильеры. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica 6.0 методом однофакторного дисперсионного анализа при уровне значимости 0,05.

### Результаты.

В процессе исследований изучали влияние на качество готового продукта следующих параметров: химического состава дисперсной фракции топинамбура, выделенной на стадиях гидроизмельчения (ФТ№1), водно-тепловой (ФТ№2) и ферментативной обработки (ФТ№3); дозировки вносимой фракции в экструдированную смесь (3%, 6%, 9% от массы смеси); уровня влажности исходной экструдированной смеси.

На этапе изучения влияния химического состава дисперсной фракции топинамбура на процесс экструзии и качество готового продукта, использовали высоковлажную дисперсную фракцию, которую вносили в экспериментальную смесь в количестве 15% от массы этой смеси. Влажность дисперсной фракции составляла свыше 80%. Контролем служила смесь без содержания дисперсной фракции. Готовые экспериментальные смеси экструдировали, полученные продукты подсушивали, а затем определяли их характеристики. В таблице 1 представлены данные по химическому составу дисперсной фракции топинамбура, отобранной на разных стадиях производства спирта.

Таблица 1 – Химический состав пищевой добавки топинамбура

Показатели	Образцы клетчатки		
	Образец ФТ №1	Образец ФТ №2	Образец ФТ №3
Содержание воды, %	81,6±0,9	80,3±0,9	85,5±1,1
Общее содержание редуцирующих веществ, % масс.	3,9±0,05	4,2±0,04	0,1±0,02
Сырой протеин, % масс.	0,8±0,04	0,8±0,03	2,6±0,06
Содержание пищевых волокон, % масс.	11,1±0,1	11,8±0,07	9,9±0,1
Содержание жира, % масс.	0,1±0,01	0,1±0,01	0,2±0,01

В процессе исследований было выявлено, что химический состав дисперсной фракции оказывает влияние на свойства и структуру продукта, и не оказывает значимых воздействий на режимные параметры экструзии. Текстура готового продукта становилась более плотной, снижались показатели коэффициента взрыва на 42-49% и количество микроразломов в 2 раза, твердость образцов увеличивалась с 11,8 Н до 22,9 Н при сравнении с контролем. Данные представлены на рисунке 1.

В готовых образцах было определено содержание пищевых волокон, жира и белка. Результаты показали увеличение на 50-60 % пищевых волокон, белка на 1%, по содержанию жира разница в образцах статистически незначима.

С изменением химического состава дисперсной фракции, менялся и цвет продукта, светлота продукта снижалась, коэффициент спектрального отражения по оси «а» переходит из области зеленого оттенка в область красного, «b» – в сторону желтого оттенка, увеличилась доля коричневого оттенка.

Цветовые характеристики образцов и внешний вид представлены в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – Цветовые характеристики экструдатов

№ образца	L	a	b
Контроль без ФТ	58,1±1,1	-1,7±0,3	2,0±0,3
Образец с ФТ №1	50,8±2,0	2,1±0,2	3,3±0,9
Образец с ФТ №2	53,4±1,9	0,9±0,3	3,9±0,6
Образец с ФТ №3	54,9±1,4	1,1±0,2	4,7±0,4

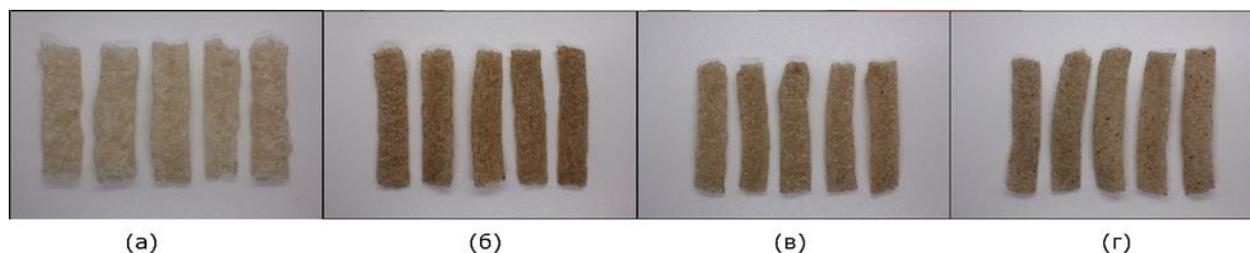


Рисунок 1. Фотографии образцов экструдатов с ФТ

(а) - контроль без ФТ; (б) - образец с ФТ №1; (в) - образец с ФТ №2; (г) - образец с ФТ №3

При исследовании влияния дозировки гидролизата топинамбура и уровня влагосодержания экструдруемой смеси на процесс экструзии дисперсную фракцию предварительно высушивали до влажности 5-10%.

С повышением дозировки гидролизата топинамбура параметры экструзии были стабильны. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3- Влияние дозировки гидролизата топинамбура на параметры экструзии

Дозировка топинамбура, %	0	3	6	9
Момент сдвига, %	60±4	61±3	60±4	59±3
Давление, Мпа	3,5±0,2	3,5±0,2	3,4±0,1	3,3±0,2
Температура, °С	165±4	165±3	165±3	166±2
Удельный расход электроэнергии, кВт·час/кг	0,133±0,009	0,135±0,007	0,133±0,009	0,131±0,007

Из таблицы видно, что при экструзии контроля и образцов с содержанием гидролизата топинамбура 3%, 6% показатели температуры составили 165<sup>0</sup> С, и 166<sup>0</sup>С при добавлении 9% гидролизата. Отклонения в показателях давления составили десятые доли и статистически не значимы. Показатели удельного расхода электроэнергии и момента сдвига изменялись в диапазоне 0,131-0,135 кВт·час/кг и 59 – 60 % соответственно, статистически не зависели от изменения дозировки гидролизата топинамбура.

Модификация произошла с внешним видом продукции, изменилась структура и цвет. Твердость продукта снижалась с 13,2 до 5,4 Н, уменьшался коэффициент взрыва с 11, 2 до 7,5, повышалось количество микроразломов с 6,7 до 11,5. Текстура продукта становилась хрусткой и пористой, но при этом более плотной. Гидратационные свойства продукта существенным изменениям не подверглись, увеличилась влагоудерживающая способность образцов при внесении в смесь 9 % гидролизата по сравнению с контролем с 4,19 до 4,51. Показатели влажности, растворимости и насыпной плотности существенных отличий не имели. Цвет продукта имел слабую насыщенность. Показатель светлоты L по шкале переходит в более темный диапазон, приобретая коричневый оттенок. Шкала a от зеленого до красного показывает наличие в образцах красного оттенка, шкала b от синего до желтого показывает переход цвета образцов в сторону желтого оттенка. Согласно данным конвертора системы LAB контролю соответствует молочный цвет, образцу с содержанием 3% гидролизата топинамбура – бежевый, 6%- бледно-коричневый, 9% - светло-коричневый.

Значимый эффект на параметры экструзионного процесса и свойства продукта оказал уровень влагосодержания смеси.Его изменение привело к отклонению таких факторов как давление, момент сдвиговых деформаций, температура экструзии. Понижение значения уровня

влагосодержания с 20 % до 12,5 % вызвало повышение температуры со 155 до 170, давления с 2,0 до 4,0 МПа, момента сдвиговых деформаций с 48 до 80%, удельной механической энергии с 0,109 до 0,182 кВт·час/кг, режим экструзии стал жестче. В таблице 4 приведены данные по влиянию уровня влагосодержания на режимы экструзии. В качестве контроля служили образцы экструдатов рисовой крупки с уровнем влагосодержания 20%.

Таблица 4 – Режимы экструзии

Вариант смеси	Рисовая крупка	Рисовая крупка с гидролизатом топинамбура			
		20,0	17,5	15,0	12,5
Влагосодержание, %	20,0	20,0	17,5	15,0	12,5
Момент, %	44±3A	48±3A	50±4A	62±4	80±5
Давление, МПа	2,0±0,1A	2,0±0,1A	3,2±0,1	3,5±0,1	4,0±0,2
Температура, °С	150±3A	155±3AB	163±5BC	165±4CD	170±5D
Удельная механическая энергия, кВт·час/кг	0,100±0,007A	0,109±0,007A	0,114±0,009A	0,133±0,009	0,182±0,011

Переход режима экструзии к более жестким условиям повлиял на структурно-механические свойства продукта: снизилась насыпная плотность образцов с 227,2 до 73,5 г/дм<sup>3</sup>, твердость в 9,5 раз с 41,7 до 4,4 Н.; увеличилась пористость продукта с 4,7 до 11,8, набухаемость с 7,2 до 10,4 см<sup>3</sup>/г и растворимость с 49 до 80%. что обусловлено более полной клейстеризацией крахмала с ростом температуры и степени гидротермомеханического воздействия на сырье при меньшем влагосодержании. Цвет образцов также изменялся с внесением дисперсной фракции топинамбура, светлота образцов значительно снижается, спектральная цветовая характеристика *b* возрастает и переходит в область желтого.

**Выводы.** Анализ полученных данных показал, что внесение дисперсной фракции топинамбура в экспериментальные образцы не имеет существенного влияния на режимные параметры процесса экструзии, преобразования произошли со структурно-механическими и колориметрическими свойствами готового продукта. На параметры процесса экструзии оказывал значимое влияние уровень влагосодержания смеси, при его уменьшении режим экструзии становился более жестким, повышалась температура, давление и как следствие менялись свойства готового продукта. Снижалась твердость, увеличивалась пористость и хрупкость. Полученные результаты доказывают возможность применения дисперсной фракции, получаемой при его переработке на спирт, в технологии экструдированных продуктов в качестве дополнительного функционального ингредиента.

Работа выполнена в рамках Госзадания по теме № FGMF-2022-0006.

#### *Литература*

1. Rolandellia G., García-Navarro Y.T., García-Pinillac S., Farronid A. E., Gutiérrez-López G. F., Buera M. P. Microstructural characteristics and physical properties of corn-based extrudates affected by the addition of millet, sorghum, quinoa and canary seed flour // Food Structure. 2020. №5. С.140. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2020.100140>
2. Pavani M., Singha P., Thanaraj Rajamanickam D., Kumar Singh S. Impact of extrusion processing on bioactive compound enriched plant-based extrudates: A comprehensive study and optimization using RSM and ANN-GA // Future Foods. 2024. №9. С. 286. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100286>
3. Абрамова, И. М., Туршатов, М.В., Кривченко, В. А. [и др.] Исследование биохимического состава топинамбура и получаемых на его основе этилового спирта и пищевых функциональных продуктов // Биотехнология. 2022. Т.38. №4. С.56-61. – DOI 10.56304/S0234275822040020.
4. Морева, А.В., Зубкова, Т.В. Функциональные пищевые продукты питания // СИМВОЛ НАУКИ. 2020. №.5. С. 84-85.

5. Учасов, Д.С., Кузнецова, О.В., Анашкина, А.А. Функциональные пищевые продукты как компонент питания людей, ведущих активный образ жизни // Наука-2020. 2020. № 4(40). С. 127-132

## НОВЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КОРКОВЫХ СЫРОВ

Орлова Е.А., кандидат технических наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал  
Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова, г. Углич  
e-mail: e.orlova@fncps.ru*

### **Аннотация**

Приведен краткий обзор способов ухода за корковыми сырами, в том числе новых покрытий на рынке сыроделия. Представлены результаты исследований влияния исследованных покрытий на динамику показателей качества полутвердых сыров с низкой температурой 2-го нагревания во время созревания по традиционной технологии и последующего хранения.

На полках всех без исключения торговых предприятий, особенно супер- и гипермаркетов, специализирующихся на продуктах питания, можно увидеть довольно широкий ассортимент сыров, основу которого составляют полутвердые сыры, традиционно пользующиеся повышенным спросом у российских потребителей. Полутвердые сыры – это созревающие сыры с различной продолжительностью созревания, иногда до 270 сут. и более. Такая продолжительность формирования показателей качества сыров требует от производителей принятия комплекса мер по уходу за головками. Созревание может осуществляться двумя способами: по технологии бескорковых сыров, т. е. с использованием барьерных полимерных пакетов и по традиционной технологии с наведением корочки у продукта, которая впоследствии выполняет функцию естественной его защиты от внешних факторов. Именно традиционная технология созревания становится более востребованной у потребителей в настоящее время, так как позволяет не только получить сыры с высокими органолептическими характеристиками, но и отвечает требованиям производства продуктов под маркой «органик», являющихся мировым трендом [1].

Уход за корковыми сырами может осуществляться как без применения покрытий, так и с использованием различных водо- и жирорастворимых составов, основная функция которых состоит в формировании пленки на поверхности продукта, отвечающей за его защиту от негативных факторов окружающей среды с целью сохранения показателей качества.

За время выдержки сыров без покрытий на поверхности головок периодически появляется плесень, которую необходимо удалять путем моек и зачинок продукта. По окончании созревания сыров их с чистой, сухой корочкой отправляют на реализацию (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид сыра с натуральной корочкой

Бандажирование – еще один из способов ухода в традиционной технологии созревания. В качестве бандажа используют плотную марлю (не медицинскую) или тканевые салфетки без окрашивания и химической обработки, может использоваться топленое очищенное сливочное масло или масло «гхи» (Ghee). Бандажирование может применяться двумя способами:

1. После прессования на влажные сырные головки наносят ткань, тщательно разглаживают по поверхности, удаляя складки. Затем помещают в форму и прессуют около часа. По окончании прессования повторяют процедуру обертывания тканью и прессуют еще раз.

2. После прессования и подсушивания на поверхность головок наносят слой жира, затем покрывают тканью, удаляя складки. Боковую поверхность для лучшей фиксации скрепляют бечевкой или тканевой лентой. Затем поверх бандаж наносят еще один слой жира (рисунок 2).



Рисунок 2 – Внешний вид сыра в бандаже

Подготовленные таким способом сыры до окончания созревания выдерживаются без моек. После чего бандаж надрезают, полностью удаляют, жесткой щеткой зачищают поверхность сыра, при необходимости, моют, обсушивают. В таком виде или с нанесенным покрытием, например, латексным, сыры поступают на реализацию [2].

Покрытие сыров во время созревания различными жирами также является одним из способов ухода за поверхностью головок. Наличие масла на поверхности немного тормозит чрезмерную усушку сыра, при этом формируя менее толстую корку по сравнению с предыдущими примерами [3]. Для этих целей подходит любое пригодное в пищу растительное масло. Необходимо, чтобы оно было устойчивым в течение длительного времени к окислению и прогорканию (порче). Применяемое масло не должно иметь слишком сильный собственный аромат, чтобы не исказить ароматический и вкусовой профили сыра. При необходимости степень окисления масла может быть снижена добавлением к нему лимонной кислоты. Животные жиры могут быть использованы наравне с растительными. Насыщенные жирные кислоты, содержащиеся в животном масле или сале, наиболее стойки к прогорканию. Наиболее подходящим вариантом для покрытия принято считать тщательно перетопленное, очищенное коровье масло (Ghee).

Масляное покрытие часто используют и для мягких и для молодых сыров, например, сыра Качотта, сочетая с различными пряностями (рисунок 4), существует подобный способ и в технологии некоторых рассольных сыров [4].



Рисунок 4 – Внешний вид полутвердого сыра в масляном покрытии с обсыпкой из специй

Казеиновые покрытия, имитирующие натуральную сырную корку известны, в основном, из зарубежного опыта (рисунок 5).

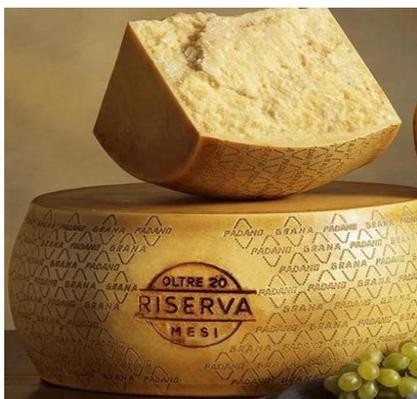


Рисунок 5 – Внешний вид сыра в казеиновом покрытии

Примером подобных покрытий в России может служить разработка 70-х годов XX века под руководством Миргородского Б.Г. [5]. Состав имел водную основу и включал в себя белковую массу(40,0%), соль-плавитель(4,5%) и поваренную соль (2,0%). В качестве противогрибкового препарата использовали сорбиновую кислоту. Сделать такое покрытие можно было непосредственно на сыродельном предприятии, а наносилось оно в холодном виде методом намазывания.

К современным белковым покрытиям относится состав, предложенный Бойковой Г.И. с соавторами [6], который также имеет водную основу и включает в себя казеин или казеинат натрия (3,0-14,0 %), соль-плавитель(0,75-2,1 %), поваренную соль (3,0-6,5 %), карбоксиметилцеллюлозу(1,0-6,5 %) и этиловый спирт (1,0-24,0 %). Однако наносится данное покрытие в горячем (60-70°C) виде.

В практике сыроделия существуют и съедобные покрытия. Их основой могут служить:

- хитозан, являющийся аминополисахаридом и получаемый из панцирей ракообразных и некоторых грибов, обладающий сильным антимикробным действием в отношении бактерий, дрожжей и плесеней;
- альгинат натрия, получаемый из морских водорослей, обладающий хорошей механической прочностью по сравнению с пленками из казеината натрия и картофельного крахмала и наилучшей (из съедобных) паропроницаемостью;
- сывороточные белки, обладающие хорошей пленкообразующей способностью, но имеющие плохие барьерные показатели в отношении кислорода[7].

Одно из новых съедобных покрытий - «Съедобная защита» было исследовано во ВНИИМС. Данный состав представляет собой смесь природных полисахаридов с натуральными жирными кислотами. В качестве противогрибковых препаратов могут использоваться как ионы серебра, так и небольшие дозы натамицина (Е 235).

Тестирование показало, что покрытие после нанесения на 5-е сут и полного высыхания образует однородную, матовую, слегка беловатую, немного маслянистую пленку (рисунок 6)



Рисунок 6 – Внешний вид сыра в покрытии «Съедобная защита»

Наблюдения за сырами в течение созревания (60 сут) и последующего хранения (30 сут) показали, что поверхность продукта оставалась без изменений внешнего вида в течение 60 сут у сыров в покрытии с натамицином и 28 сут у сыров в покрытии, содержащим ионы серебра, что показывает довольно слабую их фунгицидную активность по сравнению с натамицином.

Анализ динамики физико-химических и органолептических показателей качества не выявил достоверных отличий сыров в тестируемых покрытиях от контрольных вариантов, которыми

служили сыры без покрытия (натуральная корка) и сыры в полимерно-парафиновом покрытии, нанесенном на 13 сут с даты выработки после мойки и обсушки головок. Все опытные и контрольные сыры имели высокие балловые оценки за вкус и запах (40-41 балл) и консистенцию (24-25 баллов).

Покрытие «Съедобная защита» образует на поверхности сыров паро-, газопроницаемые пленки, поэтому в ходе исследований контролировали усушку продукта, которая составила 13-14% за период созревания и 2,0 - 2,5 % - за период хранения.

Сыры, созревающие по традиционной технологии, на определенном этапе могут быть покрыты полимерно-парафиновыми или восковыми покрытиями, которые представляют собой комбинации парафинов, восков, церезинов, полимеров, масел, красителей и др. компонентов и являются полностью паро-, газонепроницаемыми. Наносятся, как правило, после окончания наиболее интенсивного протекания молочнокислого процесса в сырах, при котором выделяется наибольшее количество углекислого газа. Более раннее парафинирование приведет к скоплению углекислого газа между поверхностью сыра и слоем покрытия, адгезия и целостность которого постепенно нарушатся, в конечном итоге на поверхности продукта начнет развиваться плесень, поэтому потребуется не только удаление всего покрытия, но и зачистка и мойка сыра. Подобные покрытия наносят методом окунания в расплав. Рабочие температуры колеблются в пределах 70-120°C и зависят, как от химического состава покрытия, так и от желаемой толщины пленки на продукте (чем ниже рабочая температура – тем больше толщина формируемого покрытия).

Технология парафинирования, как и сами сплавы, хорошо известны сыроделам еще с прошлого века, однако интерес к ним не ослабевает и в настоящее время, что подтверждается появлением на рынке не только модификаций уже известных сплавов, но и абсолютно новых покрытий. Например, SHEESEWAX ПОЛИСВЭД и SOP-W/5P. Последнее покрытие проходило тестирование во ВНИИМС.

На 14 сутки после мойки и обсушки сыров SOP-W/5P наносили при двух температурных режимах: 100 °C и 115 °C. Визуальная оценка качества покрытий показала, что независимо от температуры их нанесения, образованные пленки были однородными, без посторонних включений и не перекрытых участков. Независимо от температуры нанесения покрытие обладало достаточной прозрачностью для прочтения маркировки продукта (рисунок 7).



Рисунок 7 – Внешний вид сыров в покрытии SOP-W/5P, нанесенных при 2-х температурных режимах

Контролем в эксперименте выступали сыры в аналогичном покрытии датского производства ProCeraSpecial M2PV, нанесенном при тех же температурных режимах.

Внешний вид сыров, как опытных, так и контрольных, независимо от температуры нанесения, оставался без изменений на протяжении всего срока созревания в течение 60 суток и 30 суточного хранения. Контроль физико-химических и органолептических показателей качества установил, что на протяжении всего срока наблюдений (90 сут) все сыры, как опытные, так и контрольные, соответствовали требованиям нормативно-технических документов (ГОСТ 32260-2013 «Сыры полутвердые. Технические условия»). Оба покрытия являются полностью газонепроницаемыми, как и все подобные составы, поэтому усушку сыров мы фиксировали только до момента нанесения покрытий и которая составила ~ 9,4 % (на 13 сут с момента выработки сыров).

Широко представлена на сыродельном рынке линейка латексных покрытий, которые представляют собой коллоидные системы в виде водных дисперсий пищевых марок полимеров (латексов), модифицированных различными добавками [8]. Наносить такие покрытия можно намазыванием кистями, губками, окунанием в емкости и мелкодисперсным распылением. Для

каждого способа нанесения подбирается определенная вязкость состава. Применение латексных покрытий не оказывает негативного влияния на микробиологические, биохимические и физико-химические процессы в сырах, что не препятствует формированию высоких органолептических показателей готового продукта, а так же облегчает уход за ним во время созревания, исключая мойку и зачистку. Среди преимуществ данных покрытий являются не только их экологическая безопасность и способность к утилизации в естественных условиях, но и возможность формирования непосредственно на поверхности продукта плотной пленки с отличной адгезией без применения высоких температур, также существует возможность введения в их состав антиоксидантов, противогрибковых препаратов и других термолабильных модификаторов.

Одной из последних новинок среди латексных покрытий является состав «Полимерная защита». Это покрытие, независимо от количества наносимых слоев, ложится на сыр ровным слоем, отсутствуют не перекрытые участки. После сушки образуется ровная, однородная глянцевая пленка (рисунок 8), имеющая отличную адгезию к сыру.



Рисунок 8 – Внешний вид сыра в покрытии «Полимерная защита», нанесенном в 2 слоя. Способ сушки покрытия (принудительная или в условиях камеры созревания) не оказывает влияния на качество сформированной пленки.

Тестируемое покрытие, наносимое в 2-х и 4-х слойном вариантах, в качестве противогрибкового препарата имело в своем составе натамицин (Е235), являющийся одним из сильных консервантов, поэтому в течение 90 сут наблюдений (60 сут созревания и 30 сут хранения) видимого роста плесени на поверхности всех экспериментальных сыров отмечено не было, т.е. сыры сохранили свой первоначальный вид.

Контроль физико-химических показателей качества сыров показал, что в течение всего периода наблюдений по всем параметрам они соответствовали требованиям нормативно-технических документов по производству сыра Голландский(ГОСТ 32260-2013).

Динамика органолептических показателей выявила высокие балловые оценки по идентификационным критериям у всех сыров в тестируемом покрытии, что косвенно свидетельствует об отсутствии препятствий для естественного протекания микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, участвующих в формировании вкусоароматического букета сыра.

Для прогнозирования потери массы сыра в процессе созревания и хранения контролировали естественную убыль сыра (усушку), динамика которой приведена на рисунке 9.

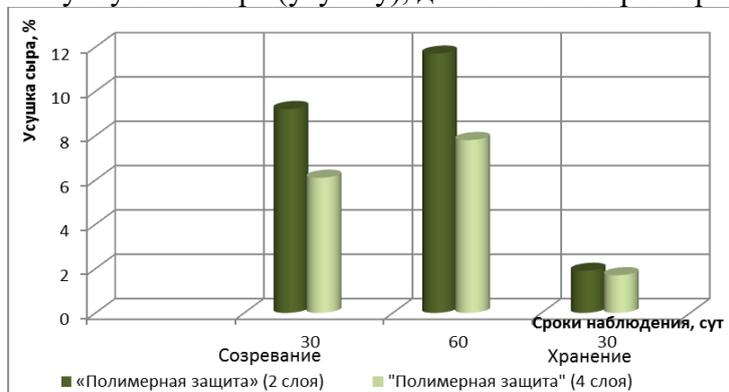


Рисунок 9 – Усушка сыра Голландский в латексном покрытии «Полимерная защита» в процессе созревания и хранения

Как видно из рисунка 9, дополнительные 2 слоя покрытия «Полимерная защита» позволили снизить интенсивность усушки в точке контроля 30 сут примерно на 3 %. При последующем дозревании до 60 суточного возраста скорость испарения влаги упала, в среднем на:

- 2-х слойное покрытие ~ 6,2 %;
- 4-х слойное ~ 3,8 %.

Снижение интенсивности усушки можно объяснить тем, что к 30-суточному возрасту у сыров уже образуется довольно прочная корочка, которая затрудняет диффузию влаги из более глубоких слоев продукта. Небольшая усушка за период хранения так же связана с этой причиной.

За последние 2-3 года на рынке покрытий для сыров появились восковые составы, не требующие предварительного нагрева перед нанесением на продукт, т.е. наносятся в холодном состоянии, что является их отличительной чертой от остальных восковых и парафиновых покрытий. Это продукты с торговыми названиями «Жидкий воск» и «Финишное».

«Жидкий воск» представляет собой покрытие на водной основе, содержащее микрорекристаллический воск, краситель и противогрибковый препарат натамицин (E235).

«Финишное» покрытие имеет масляную основу и состоит из смеси углеводов и пчелиного воска.

Оба состава могут наноситься на сыры методами окунания, намазывания или распылением, однако, для каждого способа необходимо будет подобрать вязкость покрытия, как и для латексов.

Во время эксперимента оба состава наносили кистью на сыр Голландский, произведенный по ГОСТ 32260-2013.

Условие нанесения:

- чистая, сухая поверхность продукта;
- «Жидкий воск» на 5-е сутки в 2 и 4 слоя,
- «Финишное»: на 5-е и 14-е сут после мойки и обсушки в 1 и 2 слоя, на 14-е сут на 2-х слойное латексное покрытие «Полимерная защита» в 2 слоя (рекомендация производителя).

По окончании формирования покрытий на поверхности продукта было отмечено, что «Жидкий воск» образовывал однородную матовую пленку, «Финишное» - однородную слегка липкую и маслянистую. На рисунке 10 приведены изображения сыров разных вариантов нанесения покрытий.



«Финишное» однослойное покрытие, нанесенное на 5-е сутки после выработки



«Финишное» 2-х слойное покрытие, нанесенное на 14 сут после мойки и обсушки сыра



«Финишное» 2-х слойное покрытие, сформированное на латексе



«Жидкий воск» 2-х слойное покрытие, нанесенное на 5-е сут

Рисунок 10 – Внешний вид сыров в покрытиях «Финишное» и «Жидкий воск»

Внешний вид сыров в комбинации латексного покрытия с «Финишным» и «Жидким воском», независимо от количества слоев и сроков нанесения, оставался без изменений на протяжении всего периода исследований (60 сут созревания и 30 сут хранения) без видимого роста плесени.

Независимо от количества слоев «Финишного» покрытия, нанесенного на 5-е сут, признаки плесневения поверхности (отдельные колонии) были отмечены у сыров на 28 сут созревания. Более позднее нанесение этого покрытия (14 сут) позволило сырам сохранить первоначальный внешний вид до 35 сут выдержки.

Контроль физико-химических показателей качества показал, что сыры, независимо от вида покрытия, срока их нанесения и количества слоев, соответствовали требованиям нормативных документов на сыр Голландский.

Сенсорная экспертиза, как по окончании созревания, так и хранения, выявила отсутствие значимых различий в оценке органолептических показателей всех тестируемых сыров независимо от вида покрытий, количества слоев и сроков нанесения. Все сыры имели высокие балловые оценки по идентификационным критериям.

Контроль динамики веса сыра (усушки) за весь период наблюдений (90 сут) показал, что увеличение слоев покрытий позволяет несколько снизить интенсивность потери массы продукта, что наглядно отражено на рисунке 11.

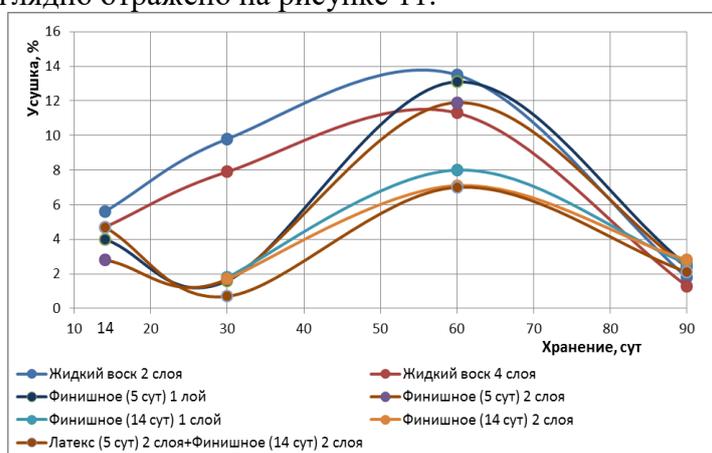


Рисунок 11 – Усушка сыра Голландский в покрытиях «Финишное» и «Жидкий воск» за время созревания и хранения

Из рисунка 11 видно, что одними из наименьших значений потерь продукта обладали сыры в комбинации двух слоев латексного покрытия «Полимерная защита» с двумя слоями «Финишного» покрытия, которые составили 7 % от первоначального веса продукта и сравнимы с потерями сыров в двухслойном «Финишном» покрытии, нанесенном на 14-е сут. Можно предположить, что масляная основа покрытия придает ему некоторые свойства паронепроницаемости по сравнению с водным покрытием «Жидкий воск».

Все представленные выше покрытия для сыров, прошедшие исследования во ВНИИМС, получили положительные заключения и были рекомендованы для применения в сыродельной отрасли молочной промышленности в технологии созревания корковых сыров, так как обеспечивают естественное формирование вкусоароматических характеристик, консистенции, рисунка и позволяют получить продукт с высокими органолептическими показателями качества, характерными для полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания.

В заключение следует отметить, что каждый производитель созревающих сыров может сделать выбор в пользу того или иного покрытия или способа созревания исходя из своих предпочтений, спроса потребителя и особенностей своего производства и имеющегося оборудования.

### Литература

1. ГОСТ 33980-2016 Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации;

2. Бандажирование сыра. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://syrodelie.online/zametki/bandazhирование-сыра/>, свободный (дата обращения 21.10.2024);
3. Производство сыра: технология и качество / Пер. с фр. Б.Ф. Богомолова; под ред. и с предисл. Г.Г. Шиллера – Москва: Агропромиздат, 1989. – 496 с. – ISBN 5-10-001245-5;
4. Черняк, М.И. Об улучшении технологии выработки рассольных сыров / М.И. Черняк // Молочное и мясное скотоводство. –1999. – № 7. –С. 29-31. – ISSN 1726-9660;
5. Миргородский, Б.Г. Применение защитных покрытий при созревании и расфасовке сыров //Б.Г. Миргородский // Москва : Пищевая промышленность, 1976. – 87 с;
6. Бойкова, Г.И. Белковое защитное покрытие для пищевых продуктов и способ его приготовления / Г.И. Бойкова, Г.А. Богун, А.М. Иванова // Патент RU 2 035 156 C1;
7. Cerqueira, M. A. Functional Polysaccharides as Edible Coatings for Cheese / Miguel A. Cerqueira, Alvaro M. Lima, Bartolomeu W. S. Souza, Jose A. Teixeira, Renato A. Moreira, Antonio A. Vicente // Journal of Agriculture and Food Chemistry. – 2009. – Vol. 57. – № 4. – P. 1456–1462;
8. Снежко, А.Г. Новое в защитных покрытиях для упаковки сыров / А.Г. Снежко, А.В. Федотова, Ю.А. Филинская // Сыроделие и маслоделие. – 2010. – №3. – С. 12-15.

## ВЛИЯНИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА СОХРАННОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ МЯГКОГО СЫРА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Остроухова И.Л., кандидат технических наук, Остроухов Д.В.

*Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал  
Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова, г. Углич  
E-mail: [i.ostroukhova@fncps.ru](mailto:i.ostroukhova@fncps.ru)*

### *Аннотация*

В статье представлены результаты органолептических, физико-химических и микробиологических испытаний мягких сыров из козьего молока после хранения в замороженном виде. Сыр вырабатывался кислотно-сычужным свертыванием с использованием мезофильной лактококковой закваски. Контрольные сыры хранили 5 сут при температуре  $4 \pm 2$  °С. Опытные сыры замораживали на 30 сут при температуре минус  $18 \pm 2$  °С, затем дефростировали и хранили в течение 5 сут. Установлено, что хранение мягкого сыра из козьего молока при отрицательных температурах не снижает его потребительских характеристик и может являться условием для продления его сроков годности.

Производство козьего молока подвержено сезонности, поэтому находит применение его замораживание, как способ сохранения небольших объемов козьего молока и накопления для последующей переработки [1-4]. Исследования отечественных и зарубежных ученых показывают, что замораживание является также и наиболее доступным способом увеличения **продолжительности хранения и сроков годности** молочной продукции [5,6]. Замораживание применяется для увеличения срока годности сливочного масла, творога, сливок, натуральных сыров, предназначенных для изготовления плавленого сыра [5], йогурта [7], кефира [8]. Однако результаты мониторинга научной информации в отношении сохранения качественных показателей и поведения замороженного сыра после дефростации противоречивы.

Например, Park Y.W. и др. в своей работе [9] пришли к заключению, что процессы замораживания и хранения в замороженном виде при минус 20 °С до 6 мес свежих мягких сыров из козьего молока **оказали минимальное влияние на их вкусовые свойства**. Был сделан вывод о том, что хранение в замороженном виде мягких козьих сыров может сгладить сезонность их производства. Сыры из овечьего молока, хранившиеся в замороженном виде в течение 3, 6 и 9 мес, достоверно отличались ( $p < 0,05$ ) от контрольных сыров по массовой доле молочной кислоты и рН. Протеолиз в замороженных сырах **продолжался** медленно, со значительно более высокими показателями небелкового азота и аминокислотного азота ( $p < 0,05$ ), присутствующего в конце периода хранения [10].

В исследованиях Fontecha J. и др. [11] было показано, что замораживание отрицательно повлияло на микроструктуру и консистенцию полутвердого сыра, что привело к потере исходных потребительских свойств. Исследованиями с помощью электронной микроскопии были обнаружены повреждения микроструктуры в сырах, замороженных сразу после изготовления и хранившихся в течение 4 месяцев [12]. Это нашло подтверждение и в **работах российских ученых**. **После замораживания, хранения и дефростации сыра «Голландский» и сыров нежирных сортов** наблюдалось уменьшение их вязкостных и упругих свойств, что свидетельствовало о частичном разрушении исходной структуры и о появлении несвязной, крошливой, мучнистой консистенции [13]. В крупных блочных сырах с высокой температурой второго нагревания после хранения при минус  $20 \pm 2$  °С в течение 12 мес. основное снижение органолептической оценки произошло из-за ухудшения консистенции [14].

Производство козьего молока, а, следовательно, и сыра из него носит ярко выраженный сезонный характер. Информация о показателях качества и хранимостпособности сыра после замораживания и последующей дефростации недостаточна и неоднозначна. В связи с этим целью

данной работы было изучение возможности хранения мягкого сыра из козьего молока в замороженном виде с последующей дефростацией перед реализацией.

Из козьего молока вырабатывался мягкий сыр способом кислотно-сычужного свертывания с использованием мезофильной лактококковой заквасочной микрофлоры. Сыр фасовался в полистироловые стаканчики массой 200 г.

Контрольные варианты (№ 1) хранили 5 сут при температуре  $4\pm 2$  °С. Опытные варианты (№ 2) замораживали при температуре минус  $18\pm 2$  °С и хранили в течение 30 суток. Далее замороженные сыры перекладывали в холодильник при температуре  $4\pm 2$  °С на 5 сут для дефростации и хранения.

В таблице 1 представлены физико-химические показатели мягких сыров из козьего молока после 5-ти суточного хранения.

Таблица 1 – Физико-химические показатели мягких сыров из козьего молока

№ п/п	Наименование образца продукта	Активная кислотность, ед. рН	Массовая доля влаги, %	Массовая доля жира в сухом веществе, %	Массовая доля влаги в обезжиренном веществе, %
1	Сыр после хранения в течение 5 сут	$4,61\pm 0,03$	$65,0\pm 0,30$	$51,2\pm 1,2$	$78,9\pm 0,35$
2	Сыр после замораживания в течение 30 сут, дефростации и хранения в течение 5 сут	$4,60\pm 0,03$	$64,2\pm 0,35$	$50,6\pm 1,3$	$78,6\pm 0,35$

Как следует из таблицы 1, принципиальных различий между вариантами не установлено в отношении показателя рН (активная кислотность) и массовой доли жира в сухом веществе, они значимо не отличались в контрольных и опытных вариантах. Но массовая доля влаги в сырах после дефростации снизилась, в среднем, на 0,8%. Можно предположить, что после дефростации в белковой матрице снижается способность к удерживанию свободной влаги.

В таблице 2 представлены результаты микробиологических исследований сыров.

Таблица 2 – Микробиологические показатели мягких сыров из козьего молока

№ п/п	Наименование образца продукта	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП, наличие/отсутствие в массе продукта, г	Дрожжи, КОЕ/г	Плесневые грибы, КОЕ/г
1	Сыр после хранения в течение 5 сут	$4,3 \cdot 10^7$	отсутст. в 0,1	отсутст. в 0,1г	отсутст. в 0,1г
2	Сыр после замораживания в течение 30 сут, дефростации и хранения в течение 5 сут	$8,8 \cdot 10^6$	отсутст. в 0,1	отсутст. в 0,1г	отсутст. в 0,1г

Данные, приведенные в таблице 2, показывают, что при замораживании сыра значение КМАФАнМ снизилось на полпорядка за счет снижения уровня заквасочных микроорганизмов. Выявленное снижение количества микроорганизмов может быть связано с агрессивными процессами замораживания, дефростации и низким уровнем рН среды. Технически вредная микрофлора отсутствовала в контрольном и опытном вариантах.

Анализ электронных фотографий микроструктуры контрольных и опытных сыров (рисунок 1) показал, что жировые глобулы замороженного мягкого сыра имеют меньшие размеры по сравнению с незамороженным продуктом. При этом выделения свободного жира в опытном варианте не наблюдается.

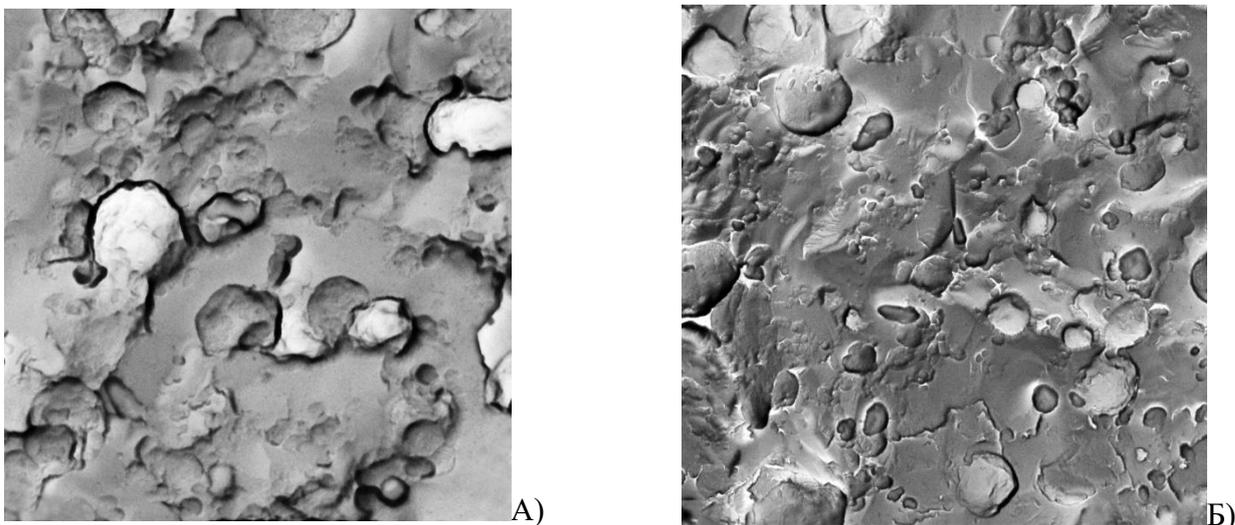


Рис. 1 – Электронные фотографии мягких сыров из козьего молока:

А) после хранения в течение 5 сут при  $4\pm 2$  °С,

Б) после замораживания в течение 30 сут при минус  $18\pm 2$  °С, дефростации и хранения в течение 5 сут при  $4\pm 2$  °С

Органолептическая оценка мягких сыров из козьего молока представлена на дескрипторной профилограмме (рисунок 2).

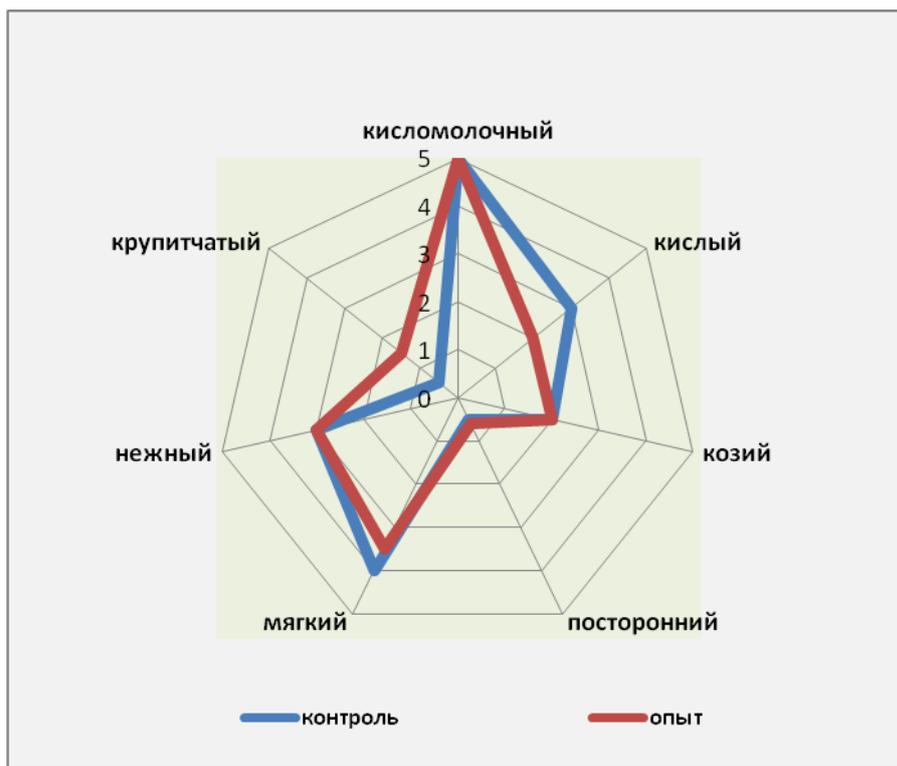


Рисунок 2 – Дескрипторные профилограммы вкуса и консистенции мягких сыров из козьего молока

Вкус и запах сыров контрольных и опытных вариантов характеризовался как кисломолочный, слегка кислотный, с легким привкусом козьего молока, без посторонних привкусов и запахов. Консистенция была мягкой, нежная. Рисунок в сырах отсутствовал, цвет теста был белый, равномерный. При этом кислый вкус был выражен сильнее в сырах контрольных вариантов, а в консистенции сыров опытных вариантов появилась легкая крупитчатость.

Возможно, незначительные различия в органолептике контрольных и опытных сыров были связаны с различиями в их микроструктуре и в физико-химических показателях (меньшая

массовая доля влаги в опытных сырах – менее кислый вкус при равных уровнях активной кислотности).

В результате проведенных исследований было установлено, что микробиологические и органолептические испытания мягкого сыра из козьего молока после хранения при температуре минус  $18\pm 2$  °С в течение 30 сут с последующей дефростацией и хранением при температуре  $4\pm 2$  °С в течение 5 сут показали сохранность его потребительских качеств. Выявленные незначительные различия между вариантами не являются критическим и могут быть определены лишь опытными экспертами-дегустаторами. Низкотемпературное хранение (в замороженном виде) мягкого козьего сыра может являться условием для увеличения его сроков годности.

### *Литература*

1. Tribst, A. A. L., Falcade, L. T. P., de Oliveira, M. M. (2018). Strategies for raw sheep milk storage in smallholdings: Effect of freezing or long-term refrigerated storage on microbial growth. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 4960–4971. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15715>
2. Nurliyani, Suranindyah, Y., Pretiwi, P. (2015). Quality and emulsion stability of milk from ettawah crossed bred goat during frozen storage. *Procedia Food Science*, 3, 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.015>
3. Lima, L. R. do N., Negreiros, I. F. L., da Silva, E. F., Ramos, L. de S. N. (2021). Physicochemical characteristics of goat's milk submitted to different freezing periods. *Research, Society and Development*, 10(4), Article e23710414089. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14089> (In Portuguese)
4. Yu, Z., Qiao, C., Zhang, X., Yan, L., Li, L., Liu, Y. (2022). Screening of frozen-thawed conditions for keeping nutritive compositions and physicochemical characteristics of goat milk. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 4108–4118. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19238>
5. Буянова, И. В., Лупинская, С. М., Лобачева, Е. М. (2018). Технологические аспекты холодильного хранения белковых молочных продуктов. *Техника и технология пищевых производств*, 48(4), 5–11. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-4-5-11>
6. Alinovi, M., Mukchetti, D., Viking, L., Korredig, M. (2020). Freezing as a solution to preserve the quality of dairy products: the case of milk, curds and cheese. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(2), 3340–3360. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1798348>
7. Nguyen, D. D., Solah, V. A. (2020). Effects of frozen storage on the physical properties and sensory acceptability of goat's milk yoghurt. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 3(1), 487–494. <https://doi.org/10.31817/vjas.2020.3.1.01>
8. Sarica, E., Coşkun, H. (2021). Effect of frozen storage on some characteristics of kefir samples made from cow's and goat's milk. *Food Science and Technology International*, 28(2), 127–168. <https://doi.org/10.1177/10820132211003710>
9. Park, Y. W., Gerard, P. D., Drake, M. A. (2006). Impact of frozen storage on flavor of caprine milk cheeses. *Journal of Sensory Studies*, 21(6), 654–663. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2006.00089.x>
10. Tejada, L., Sánchez, E., Gómez, R., Vioque, M., Fernández-Salguero, J. (2002). Effect of freezing and frozen storage on chemical and microbiological characteristics in sheep milk cheese. *Journal Food Science*, 67, 126–129. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11371.x>
11. McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Cotter, P. D., Everett, D. W. (2017). *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. CA: Academic Press, 2017.
12. Fontecha, J., Kaláb, M., Medina, J.A., Peláez, C., Juárez, M. (1996). Effects of freezing and frozen storage on the microstructure and texture of ewe's milk cheese. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 203(3), 245–251. <https://doi.org/10.1007/BF01192872>
13. Кучеренко, С.В. Замораживание, хранение и дефростация сычужных сыров / С.В.Кучеренко, Н.П.Захарова, О.В.Лепилкина, Н.Ю.Соколова // Сыроделие и маслоделие –2002 – № 6 – С. 31-32.
14. Буянов, О.Н. Характеристика консистенции замороженных крупных сыров / О.Н.Буянов, И.В. Буянова / Вестник международной академии холода – 2003 – № 4 – С. 24–27.

# КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ АНТИБИОТИКА КОЛИСТИНА В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕЕ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Дубовская Л.В., Широчина И.И., Свиридов О.В., доктор химических наук, профессор

*Институт биоорганической химии НАН Беларуси, г. Минск  
e-mail: Dubovskaya@iboch.by*

## **Аннотация**

Разработанная тест-система «ПРОДОСКРИН®ИФА-Колистин» позволяет определять остаточные количества колистина в пищевой продукции животного происхождения, комбикормах и кормовых добавках после экстракции антибиотика водными растворами без стадии отбора и нейтрализации кислого рН экстрактов. Для расширенного перечня регламентируемых матриц установлены высокие показатели точности и правильности анализа: относительная стандартная неопределенность не превышает 12 %, смещение незначимо во всем диапазоне измерений для всех видов продукции согласно области применения методики. Пробоподготовка и проведение анализа суммарно занимают от 1,5 до 2 ч.

Качество пищевых продуктов определяется совокупностью пищевой ценности и потребительских свойств, характеризуется органолептическими показателями и химическим составом, отсутствием болезнетворных организмов, вредных соединений и посторонних примесей. Показатели, относящиеся к безопасности пищевой продукции, являются определяющими. В технических регламентах устанавливаются обязательные требования к качеству пищевой продукции в том числе и к остаточному содержанию ветеринарных лекарственных средств, которое не должно превышать установленные максимально допустимые уровни [1].

Для проведения массовых исследований использование таких инструментальных методов, как высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) с различными способами детекции, не обосновано, так как они являются экономически затратными и требуют привлечения высококвалифицированного персонала. Для целей высокопроизводительного скрининга целесообразно применять тест-системы иммуноферментного анализа (ИФА). Использование специфических антител, позволяет за короткий промежуток времени с высокой точностью проводить определение интересующего вещества (антигена) в достаточном большом количестве исследуемых образцов без дополнительной очистки их экстрактов.

Колистин – это пептидный антибиотик, относящийся к ряду полимиксинов, секретируемых *Vacillus polymixa* [2]. Благодаря незначительному проникновению в кровяное русло при пероральном введении, колистин широко используется для лечения и профилактики желудочно-кишечных инфекций у сельскохозяйственных животных. Но важно отметить, что колистин, согласно решению ВОЗ, является антибиотиком резерва, так как в медицине он применяется для лечения заболеваний, вызванных мультирезистентными грамотрицательными бактериями. Поэтому необходимо контролировать содержание колистина в пищевой продукции для предотвращения появления штаммов микроорганизмов, устойчивых к данному антибиотику.

Целью исследования является разработка надежной, экологичной, обладающей улучшенными потребительскими характеристиками иммуноферментной системы для скринингового определения остаточного содержания антибиотика колистина в расширенном перечне пищевой продукции животного происхождения [1], комбикормах и кормовых добавках.

Определение содержания колистина представленной тест-системой осуществляют методом прямого конкурентного ИФА. Экстракцию антибиотика из измельченных образцов пищевой продукции проводят растворами на водной основе, входящими в состав тест-системы. В лунки микропланшетного иммуносорбента вносят градуировочные растворы или разведенные экстракты исследуемых образцов и рабочий раствор конъюгата (колистин химически присоединенный к пероксидазе из корней хрена). Во время инкубации при комнатной температуре происходит

конкурентное взаимодействие свободного колестилина и его пероксидазного конъюгата со специфическими поликлональными антителами, иммобилизованными на внутренней поверхности лунок микропланшета. Непрореагировавшие компоненты удаляют трехкратным промыванием иммуносорбента. Внесенная далее хромоген-субстратная смесь под действием фермента в составе связанного с антителами конъюгата дает окрашенный продукт желтого цвета, количество которого обратно пропорционально содержанию находящегося в образце колестилина. Внесение стоп-реагента ингибирует ферментативную реакцию и одновременно изменяет окраску раствора с желтой на голубую. Интенсивность окрашивания раствора в лунках измеряют на планшетном спектрофотометре при длине волны 450 нм. Измеренная оптическая плотность находится в обратной зависимости от массовой концентрации колестилина в градуировочных растворах и растворах исследуемых проб. Обработка полученных результатов производится с использованием поставляемого вместе с тест-системой программного обеспечения, совместимого с Microsoft Excel. После внесения оператором измеренных значений оптической плотности и фактора разведения в соответствующие графы таблицы по градуировочному графику автоматически рассчитывается содержание колестилина в исследуемых образцах в мкг/кг.

В состав тест-системы с коммерческим названием «ПРОДОСКРИН® ИФА-Колестин» входят следующие компоненты: иммуносорбент в виде полистирольного стрипованного микропланшета, градуировочные растворы готовые к использованию с массовой концентрацией колестилина в диапазоне 0,0; 0,1–6,0 мкг/л; конъюгат (50-кратный концентрат); растворы для разведения конъюгата и для разведения экстрактов; растворы для экстракции колестилина А, А<sub>1</sub> и Б; раствор хромогена ТМБ и субстрата; стоп-реагент; моющий буфер (10-кратный концентрат) и спайк-препарат колестилина с массовой концентрацией 2,0 мг/л.

Схемы проведения пробоподготовки исследуемых образцов и выполнения анализа представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Пробоподготовка

Этапы	Матрица I	Матрица II	Матрица III и IV	Матрица V
Гомогенизация (измельчение)				
Исследуемые пробы	1г	4г	1г	1г
Внесение экстрагирующих растворов	4 см <sup>3</sup> (р-р А:А <sub>1</sub> (9:1)) +1 см <sup>3</sup> гексан	0,25 см <sup>3</sup> р-р Б +1 см <sup>3</sup> гексан	4 см <sup>3</sup> р-р А +1 см <sup>3</sup> гексан	4 см <sup>3</sup> (р-р А:А <sub>1</sub> (9:1)) +1 см <sup>3</sup> гексан
Встряхивание (5–10 с)	Встряхивание ручное или на вортексе			
Перемешивание в течение 10 мин на ротаторе со скоростью 25 об/мин				
Центрифугирование	4000g, 10 мин, 20–25 °С			
Фактор разведения	100	21,25	100	200

Таблица 2 – Схема проведения анализа

Этапы анализа	Описание этапов
Подготовка компонентов	Разведение моющего буфера и концентрата конъюгата
Разведение экстрактов анализируемых продуктов	Смешать 0,025 см <sup>3</sup> экстракта и 0,475 см <sup>3</sup> р-ра В (для комбикормов – 0,025 см <sup>3</sup> экстракта и 0,975 см <sup>3</sup> р-ра В)
Подготовка микропланшета	Вставить необходимое количество стрипов с иммобилизованными антителами
Внесение градуировочных растворов и разведенных экстрактов	Добавить по 0,05 см <sup>3</sup> градуировочных растворов и разведенных экстрактов в соответствующие лунки
Внесение конъюгата	Добавить по 0,05 см <sup>3</sup> разведенного конъюгата в каждую лунку, перемешать
Инкубация	Выдержать при температуре (20–25) °С в темноте в течение 50 мин
Промывание	Промыть 3 раза рабочим моющим раствором по 0,2 см <sup>3</sup> на лунку
Внесение хромоген-субстратного раствора	Внести по 0,1 см <sup>3</sup> в каждую лунку и выдержать 15 мин в темноте при температуре (20–25) °С
Внесение стоп-реагента	Внести по 0,1 см <sup>3</sup> в каждую лунку, перемешать
Измерение оптической плотности (ОП)	Измерить ОП на микропланшетном фотометре, длина волны 450 нм

Разработанная и внедренная в производство тест-система «ПРОДОСКРИН® ИФА-Колистин» в сравнении с коммерческими аналогами ELISA-ColistinPerkinElmer (США) и EuroProxima (Нидерланды), используемыми на территории ЕАЭС, характеризуется более высокими потребительскими характеристиками. Она не требует от потребителя изготовления дополнительных растворов, схема анализа упрощена (отсутствуют стадии отбора экстрактов в отдельные пробирки с последующим внесением в них раствора 1 М едкого натра) и отличается экологичностью (не используются токсичные органические растворители метанол или ацетонитрил). Это упрощает работу и позволяет получать более надежные результаты за счет снижения вероятности случайных ошибок. Кроме того, сокращается время проведения анализа, экономятся реагенты и расходные материалы. Тест-система характеризуется высокой специфичностью (кросс-реактивность используемых антител по отношению к колистину равна 100%, полимиксину В – менее 3,0 %, стрептомицину, пенициллину G и бацитрацину А – менее 0,01 %) и хорошей прецизионностью. Методика измерения содержания колистина в пищевой продукции животного происхождения комбикормах и комовых добавках методом ИФА прошла аттестацию с присвоением номера АМИ.МН 0162-2024 и Свидетельства об аттестации методики № 038/2024 от 09 июля 2024 года. Главные метрологические характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики методики измерений концентрации колистина с использованием тест-системы «ПРОДОСКРИН® ИФА-Колистин»

Матрица (виды продукции)	Диапазон измерений, мкг/кг	Относительное стандартное отклонение поворяемости $\sigma_r, \%$	Относительное стандартное отклонение промежуточной прецизионности $\sigma_{I(10)}, \%$	Относительная расширенная неопределенность $U, \%$ , ( $k=2, P=95 \%$ )
I. Мясо, печень, почки продуктивных животных, объекты аквакультуры животного происхождения и пищевая продукция, их содержащая	10,0–600	8,5	10	24
II. Молоко, жидкие и восстановленные сухие молочные и составные молочные продукты, побочные продукты переработки молока, продукция детского питания на молочной основе и молочные смеси	2,50–125	6,7	9,4	24
III. Молочные продукты и составные молочные продукты плотной консистенции, мороженое на молочной основе, концентрированное и сгущенное молоко, яйца и яйцепродукты, пчелиный мед	10,0–600	7,7	9,9	24
IV. Животные жиры и пищевая продукция их содержащая	10,0–510	7,7	9,9	24
V. Комбикорма и кормовые добавки	20,0-1200	7,4	12	28

Таким образом, набор реагентов «ПРОДОСКРИН® ИФА-Колистин» имеет технико-аналитический уровень лучших мировых образцов, а по широте области применения, показателям экологичности, эксплуатационным качествам и потребительским свойствам превосходит зарубежные аналоги.

#### Литература

1. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 23.06.2023 № 70 «О внесении изменений в некоторые решения Комиссии Таможенного союза и Совета Евразийской экономической комиссии» (Дата вступления в силу 10.07.2024).
2. Y. Koyama, A. Kurosasa, A. Tsuchiya, K. Takakuta. A new antibiotic «colistin» produced by spore-forming soil bacteria / J Antibiot (Tokyo). 1950. – Vol. 3, P. 457-458.

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОХРАННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ В МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЕ

Лоозе В.В., с.н.с., Костромина Т.Г., м.н.с., Солдатова С.Ю., к.т.н., с.н.с.

ФГБУ НИИПХ Росрезерва, ФГБУ НИИПХ Росрезерва, ФГБУ НИИПХ Росрезерва

г. Москва

e-mail: [LoozeVV@niipkh.rosrezerv.gov.ru](mailto:LoozeVV@niipkh.rosrezerv.gov.ru); [KostrominaTG@niipkh.rosrezerv.gov.ru](mailto:KostrominaTG@niipkh.rosrezerv.gov.ru);

[SoldatovaSY@niipkh.rosrezerv.gov.ru](mailto:SoldatovaSY@niipkh.rosrezerv.gov.ru)

## Аннотация

В данной статье рассмотрены отдельные аспекты государственной политики в области развития Арктической зоны РФ. Проведена статистическая обработка и анализ значений температуры и относительной влажности воздуха за периоды 2010-2022 годов в условиях экспериментального подземного склада на полуострове Таймыр, вблизи хранилища Э.В. Толля, заложенного в 1900 году. Выявлена динамика общего повышения температуры как в летние, так и в зимние месяцы на полуострове Таймыр. Представлена перспективная концептуальная схема развития научных исследований сохранности продовольственных и промышленных товаров в условиях многолетней мерзлоты энергоэффективного подземного криохранилища института Мерзлотоведения в г. Якутск. Обозначены области возможных научных изысканий.

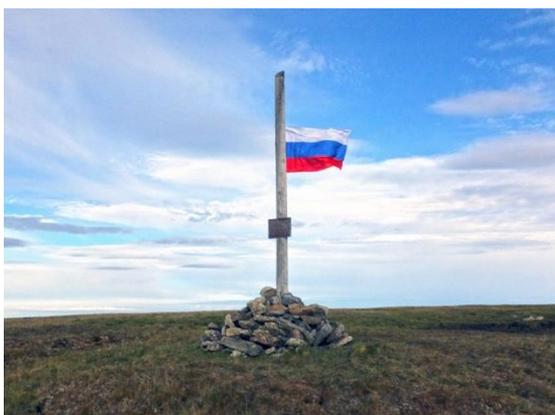
Указом Президента Российской Федерации [1] определена Арктическая зона Российской Федерации – это сухопутные территории, а также прилегающие к этим территориям внутренние морские воды, территориальное море, и континентальный шельф РФ. Эти территории относятся к исключительной экономической зоне.

Освоение Арктических территорий с давних времен интересовало российских ученых и их развитие поддерживалось государством [2]. Однако, после перестройки и последовавшего за ней распада СССР всё резко изменилось. Исследовательские работы и наблюдения, получившие мощный импульс в советский период, были практически прекращены: было потеряно множество полярных станций, пришли в упадок порты и инфраструктура Северного морского пути, опустели населенные пункты. Однако сегодня происходит возрождение Северного морского пути, а современные стратегии развития государства ориентированы на всестороннее развитие Арктики [3]. В настоящее время освоение арктических территорий является одной из приоритетных задач РФ. Основы государственной политики с учетом национальных приоритетов РФ в Арктике на период до 2035 года и стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года, утверждены Указами Президента РФ [4, 5]. Суверенитет и территориальная целостность, обеспечение высокого качества жизни и благосостояния населения, развитие Арктической зоны РФ в качестве стратегической ресурсной базы и ее рациональное использование в целях ускорения экономического роста – все эти задачи решаются комплексно в настоящее время. Из-за сложных климатических условий, особое внимание уделяется обеспечению населения продуктами питания, медикаментами, топливом и другими видами товаров первой необходимости. Согласно стратегии развития Арктической зоны РФ ответственные ведомства должны перенастроить работу своих подразделений так, чтобы бесперебойно обеспечивать жителей арктических территорий, предприятия и социальные объекты региона всем необходимым. Это принципиально важно для того, чтобы гарантировать стабильность цен и полное жизнеобеспечение людей, проживающих и работающих в Арктической зоне.

Благодаря положительной динамике развития арктических территорий изменения заметны и в научной сфере – с начала действия обновленной стратегии была подготовлена основа для опережающего развития науки о Крайнем Севере.

Природно-климатические условия Арктики являются неблагоприятным фактором, тормозящим реализацию национальных интересов РФ в Арктической зоне, с другой стороны Арктика является всемирным центром холода, с большим ресурсом отрицательной температуры и предоставляет уникальные возможности по сохранению запасов продовольственных и промышленных товаров, что доказывается нативным экспериментом Э.В. Толля, по материалам которого было организовано шесть научно-исследовательских экспедиций, Рисунок 1 [6].

В рамках проведения пятой (2016 г.) и шестой экспедиции (2022 г.) извлечены регистраторы температуры и относительной влажности воздуха и проанализированы данные микроклимата за период 2016-2022 гг.



*Рисунок 1 - Хранилище Э.В. Толля на Таймыре*

В летнее время 2016-2022 гг. температуры были более высокие, и достигали максимум  $+6,5^{\circ}\text{C}$ , это на  $4^{\circ}\text{C}$  больше, чем в 2010-2016 гг, при относительной влажности воздуха 60,7%. В зимнее время температура опускалась примерно до одинакового уровня, до  $-27^{\circ}\text{C}$ , при относительной влажности 14,1% за весь период измерений 2010-2022 гг. Проведённый анализ температуры хранения 2016-2022 гг. подтвердил наличие в верхней зоне закладываемого бидона с товаром (хранилища), неблагоприятных условий хранения, способных повлиять на качественные характеристики упаковки и хранимых товаров Рисунок 3-4.



Рисунок 2 - Значения температуры и относительной влажности воздуха внизу, вверху ёмкости для хранения за период с августа 2016 года по август 2022 года на Таймыре

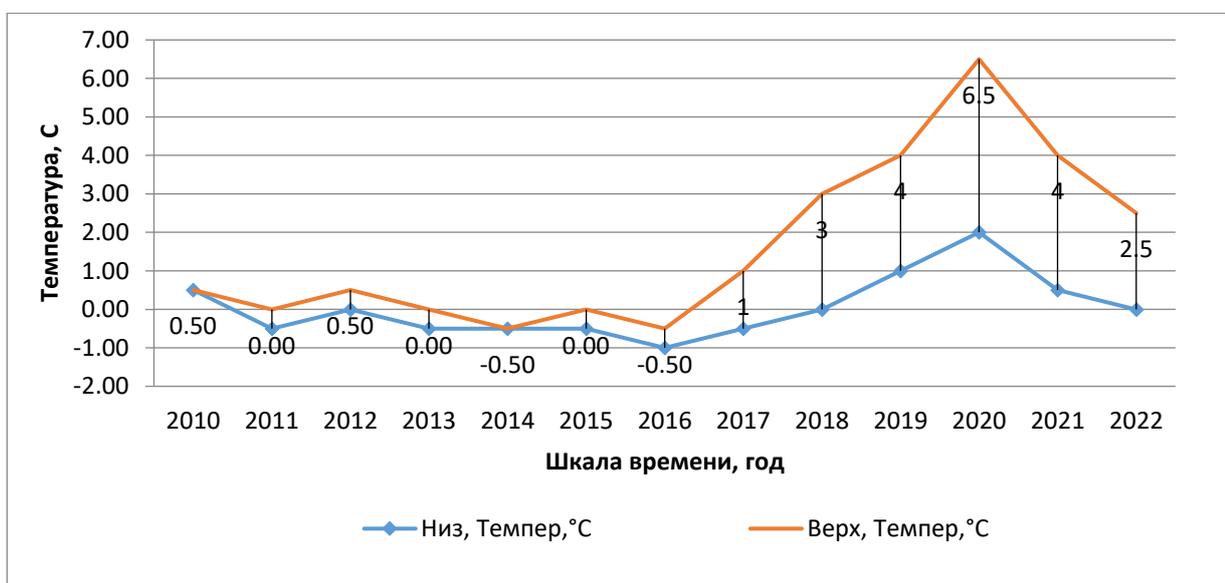


Рисунок 3 - Максимальные значения температуры 2010-2022 гг

Полученные данные измерений параметров микроклимата и анализ сохранности продукции длительного хранения подтвердил необходимость корректировки конструкции хранилища. В результате был обустроен новый усовершенствованный подземный склад Рисунок 2 и экспериментальное хранение продолжено.

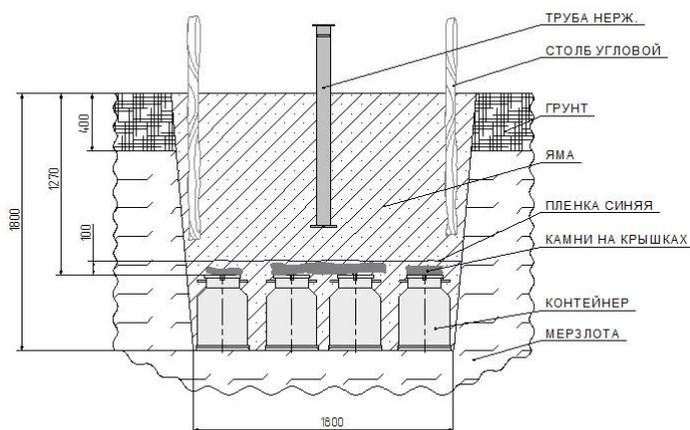


Рисунок 4 - Схема размещения продукции в новом экспериментальном складе 2022 года

Научные исследования сохранности продовольственных и промышленных товаров, выполненные в условиях нерегулируемых отрицательных температур многолетней мерзлоты, позволили изучить достоинства и недостатки температурно- влажностного режима подземного хранения в Арктической зоне [7]. Однако географическая удаленность Арктического хранилища, суровые природные условия в которых работают участники экспедиций, риск для жизни и здоровья членов экспедиций и значительные финансовые затраты, требовали нового подхода к организации научных исследований. Начались поиски альтернативных схем проведения экспериментов в зоне многолетней мерзлоты.

В качестве одного из вариантов возможного размещения экспериментальных образцов длительного хранения рассматривались так называемые мерзлотники, поскольку естественное хранение пищевых продуктов в условиях вечной мерзлоты в нашей стране начало осуществляться с 50-х годов прошлого века. Именно тогда на Ямале в поселках вдоль побережья Обской губы в вечной мерзлоте были выкопаны мерзлотники – большие подземные хранилища с естественной отрицательной круглогодичной температурой. Они использовались и частично используются сейчас для хранения свежемороженой рыбы. Самый большой мерзлотник находится в поселке Новый Порт. Он состоит из трёх штолен длиной от 100 до 140 метров, соединённых между собой множеством проходов и коридоров общей длиной более километра. Уровень пола находится на 12-13 метров ниже уровня земли, что обеспечивает круглогодичную отрицательную температуру внутри штолен. С момента постройки мерзлотник ни разу не подвергался ремонту и реконструкции, оставаясь в первоначальном виде. Известны также мерзлотники в Гыде, Тазовском, Ямбурге.

Мерзлотники перестали оправдывать себя, когда появилась возможность хранить рыбу в холодильниках. Среднегодовая температура внутри мерзлотника составляет минус 14-15°C, что при современных стандартах не обеспечивает хорошего качества замороженных продуктов.

Недостатком мерзлотников как площадки для проведения экспериментов по длительному хранению промышленных и продовольственных товаров является отсутствие стабильности температуры в течение годового цикла и необходимость их обустройства. Тем не менее, такие объекты представляют большой научный и практический интерес, и могут служить экспериментальной площадкой для исследований в арктической зоне.

Окончательным вариантом проведённых ФГБУ НИИПХ Росрезерва изысканий, стала перспективная концептуальная схема развития научных исследований сохранности продовольственных и промышленных товаров в условиях многолетней мерзлоты в энергоэффективном подземном криохранилище института Мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН в г. Якутск. Подземное криохранилище было введено в эксплуатацию 12 декабря 2012 года на базе реконструированной шахты. Располагается на глубине 10 м, практически энергобеззатратное, автономное, защищенное от природных и техногенных событий на Земной поверхности, Рисунок 5.



*Рисунок 5 -Криохранилище Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова Сибирского отделения РАН в г. Якутск*

В отличие от таймырского эксперимента, в криохранилище поддерживается стабильная отрицательная температура, без перехода через ноль. Такая температура достигается за счёт, во-первых, отрицательной температуры многолетней мерзлоты, которая в районе Центральной Якутии является самой низкой и самой стабильной в обитаемой части планеты. Во-вторых, за счёт использования запатентованной технологии запаса зимнего атмосферного холода и его регулируемого расходования в весенне-летне-осенний период [8]. Этот момент очень важен для сохранности качественных показателей различной продукции [9].

Специалистами ФГБУ НИИПХ Росрезерва разработан проект программы научных исследований по формированию технологии длительного хранения продовольственных и промышленных товаров в условиях регулируемых отрицательных температур криохранилища в городе Якутск. В рамках запланированных испытаний предусмотрено проведение следующих работ:

- исследование показателей качества и безопасности, определенных для каждого вида продукции согласно нормативной документации;
- исследование прочностных и барьерных характеристик упаковки, в том числе из полимерных и комбинированных материалов, при длительном хранении продукции в условиях низких температур;
- исследование структуры и свойств новых видов материалов (различных пластиков, комбинированных многослойных упаковок), изделий из них в процессе длительного хранения в условиях отрицательных температур;
- изучение проблемы разрушения полимеров и потенциальной миграции токсичных веществ из упаковки в пищевой продукт при длительном хранении в условиях холода;
- исследование физики, химии и биохимии деструктивных процессов и их динамики в пищевых продуктах и упаковочных материалах, хранящихся длительное время в условиях отрицательных температур;
- определение наиболее перспективных с точки зрения качества, пищевой и физиологической ценности продуктов, пригодных для хранения в условиях естественного холода;
- определение перспективных видов упаковки для хранения пищевых продуктов различных категорий при низких отрицательных температурах;
- изучение проблемы утилизации упаковки, в том числе из синтетических материалов, с учетом малой экологической емкости арктических регионов;

- исследование температурно-влажностного режима длительного хранения.

Выводы:

Выполнение научных исследований натурального длительного хранения продовольственной и промышленной продукции в условиях регулируемых отрицательных температур минус  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  в толще многолетнемерзлых пород и нерегулируемой влажности, поддерживаемой естественным путем, позволит:

1. Установить возможности и перспективы использования естественного арктического холода для длительного хранения запасов государственного материального резерва.
2. Накопить знания и опыт по созданию современных научных и геоинформационных основ управления арктическими территориями.
3. Разработать средства для решения задач обороны и безопасности, а также надежного функционирования систем жизнеобеспечения и производственной деятельности в природно-климатических условиях Арктики.

### *Литература*

1. Указ Президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 296.
2. Докучаев А.Я., Кулаков Ф.В. и др. Русская полярная экспедиция и геополитические интересы России на рубеже XIX и XX веков часть 2. Экспедиции Э.В. Толля и их геополитическое значение // Вестник Владикавказского НЦ РАН. 2021. №3.
3. Милославский, В. Г. Освоение российской Арктики и арктических территорий: потенциал, конкуренция и проблематика / В. Г. Милославский. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 18 (152). — С. 157-161.
4. Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. № 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года».
5. Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. № 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года».
6. Шпаро Д.И., Семенова А.А., Рогова А.Н. «Вечная мерзлота на страже качества продуктов» под общей редакцией А.Б.Лисицина, Д.Ю.Гогина - М.;Эдиториал сервис, 2011. - 222с.
7. Лоозе В.В., Исследование условий длительного хранения продовольственных товаров в многолетней мерзлоте на полуострове Таймыр. Товаровед продовольственных товаров. 2023;6.
8. Патент 2621912 Российская Федерация. Способ охлаждения подземных сооружений в массиве многолетнемерзлых горных пород и устройство для его осуществления.
9. Kershengolts, V.M. & Zhimulev, Igor & Goncharov, N. & Zhang, Victor & Filippova, G. & Shein, Aleksey & Prokopiev, Ilya. (2013). Preservation of the gene pool of plants under permafrost conditions: State, advantages, and prospects.

## ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ ЛАКТУЛОЗЫ

**Фиалкова Е.А., доктор технических наук**  
**Баронов В.И., кандидат технических наук**  
**Козлова Т.О., студент**  
**Буторин И.В., студент**

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА им. Н.В. Верещагина, г. Вологда*  
*e-mail: Baronovv@yandex.ru*

### *Аннотация*

Указан состав пищевой добавки на основе лактулозы, полученной в процессе изомеризации лактозы, и описаны органолептические свойства продукта. Определена максимальная суточная дозировка добавки в зависимости от веса и указан способ ее применения. Отмечены положительные моменты для организма при употреблении препарата, а также последствия при передозировке.

Впервые лактулоза была получена из лактозы в 1929 году [1]. Довольно долго она не привлекала внимания ученых, пока в 50-х годах 20-го века не была обнаружена ее способность восстанавливать популяцию бифидофлоры у детей, страдающих дисбактериозом [2]. В дальнейшем способность лактулозы стимулировать жизнедеятельность бифидобактерий и лактобацилл была доказана в многочисленных исследованиях отечественных и зарубежных ученых [3-6].

Исторически, лактулоза, вот уже много лет используется для лечения запоров и печеночной энцефалопатии, с дозой 30-60 г/день [7]. Однако, в последние годы все более пристальное внимание стало уделяться пребиотическим свойствам лактулозы, а именно, ее стимулирующему воздействию на рост бифидобактерий и лактобацилл. Лактулоза, применяемая в малых дозах, усиливает абсорбцию кальция и магния в кровь [8]. Механизм этого явления основан, с одной стороны, на снижении рН и соответствующем повышении степени диссоциации солей кальция, магния и фосфора, с другой, - усилением их транспорта через слизистую с помощью витамина К из группы полезных метаболитов, генерируемых бифидобактериями и лактобациллами [9]. В целом усиление абсорбции кальция и магния повышает «здоровье» костей [10], в частности существенно снижает риск потери костной массы у пожилых людей и, особенно, у женщин после менопаузы [11-12].

Целью работы являлось создание пищевой добавки, полученной из сухого пермеата путем изомеризации лактозы при высокой температуре и уровне рН.

Выработка пищевой добавки проводилась в универсальной ванне с рубашкой в экспериментальном цехе Учебно-опытного завода имени Н.В. Верещагина. Пищевая добавка получена из молочного сухого пермеата путем изомеризации лактозы в лактулозу с использованием щелочи NaOH и лимонной кислоты. Ввиду двукратного нагрева до температуры 90°C при растворении пермеата в воде и в процессе изомеризации, добавка приобретает цвет от темно-желтого до темно-коричневого со светлым нерастворимым осадком (рисунок). Количество образовавшегося нерастворимого осадка не превышает 2% от всей массы жидкости. Продукт имеет уровень рН не более 6, поэтому обладает кислым вкусом, а большое содержание солей в исходном сырье придает солоноватый привкус. Благодаря низкому уровню рН, препарат сохраняет свои свойства до 5 суток при комнатной температуре и может храниться при температуре 4±2°C в течение месяца.



Рисунок – Готовая пищевая добавка в универсальной ванне с рубашкой на 250 литров

Состав пищевой добавки, представленный в таблице, определялся с использованием газовой хроматографии.

Таблица – Состав пищевой добавки

Наименование компонентов добавки	Массовая доля, %
Массовая доля сухих веществ	46,4
Массовая доля в сухом веществе:	
фруктоза	10,8
галактоза	11,1
тагатоза	3,2
галола	19
манноза	4
лактозула	24,8
лактоза	13,4
целлобиоза	13,7

Опытным путем определена максимальная суточная дозировка равная 0,3 грамма добавки на 1 кг веса, то есть для человека весом 70 кг потребуется в сутки не более 21 грамма добавки. Прием препарата в первые дни рекомендуется начинать с половины максимальной дозы. Ее можно вносить непосредственно в еду, в воду или принимать отдельно во время приема пищи. Передозировка препарата в двукратном и более объеме вызывает слабительный эффект из-за большого количества лактулозы.

При приеме добавки улучшается усвояемость пищи, усиливается аппетит, способствует снятию аллергических реакций на компоненты пищи, снижает величину сахара в крови. Пищевая добавка рекомендуется людям с недостаточным весом, после болезней и операций для более быстрого восстановления организма.

Добавка может быть рекомендована не только людям, но и домашним, и сельскохозяйственным животным. При вскармливании в течение 2-4 недель у куриц повышается яйценоскость, у коров и свиней наблюдается увеличение живой массы на 3-5%.

Домашним животным: собакам и кошкам, не рекомендуется применение препарата более одной недели. Это вызвано двух-трех кратным увеличением потребления пищи и быстрым набором веса до 10 % за 7 дней приема препарата.

### *Литература*

1. Montgomery, E.M. Relations between rotating power and structure in the sugar group. Part. 27. Synthesis of a new disacchidehetose from lactose / E.M. Montgomery, C.S. Hudson // J. Am. Chem. Society, 1930. – V. 52 – P. 2101.
2. Petuely, F. BifidusflorabeiFlaschenkinderndurchbifidogeneSubstensen (Bifidusfactor) / F.Petuely // Z. Kinderheimkd. – 1957. – №79. – P. 174-179.
3. Андриевская, Л.В. Создание новых молочных продуктов для детей раннего грудного возраста/ Л.В. Андриевская, Л.Ф. Забудская, Е.И. Кошкарёва // Сб. науч. трудов УкрНИИМП. – Киев, 1972. – С. 165-170.
4. Евдокимов, Е.А. Современное состояние и перспективы использования лактозосодержащего сырья/ Е.А. Евдокимов // Изв. вузов. Пищевая технология. – 1997. – №1. – С. 15-17.
5. Конн, Г.О., Синдромы печеночной комы и лактулоза/ Г.О.Конн, М.М. Либертал.– М.: медицина, 1983. – С. 339-377.
6. Шаманова, Г.П. Научное обоснование и разработка технологии сухих молочных продуктов детского и диетического питания, обогащенных защитными факторами: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Г.П. Шаманова. – М., 1993. – С. 25-26.
7. Yohei, Sakai. Hisakazulino A study of the prebiotic effect of lactulose at low dosages in healthy Japanese women / Yohei Sakai, Nobuo Seki, Hirokazu Hamano, Hiroshi Ochi, Fumiaki Abe, Fumiko Shimizu, Kazuya Masuda // BiosciMicrobiota Food Health. – 2019. – V. 38 (2). – P. 69-72. DOI: <https://doi.org/10.12938/bmfh.18-013>.
8. Den Besten, G. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism / G. Den Besten, K. van Eunen, A. K. Groen, K. Venema, D-J. Reijngoud, B. M. Bakker // J Lipid Res. –2013. – V. 54(9). – P. 2325-2340. DOI: <https://doi.org/10.1194/jlr.R036012>.
9. Macfarlane, G. T. Bacterial metabolism and health-related effects of galactooligosaccharides and other prebiotics / G. T. Macfarlane, H. Steed, S. Macfarlane // Journal of Applied Microbiology. – 2008. – V. 104(2). – P. 305-344. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03520.x>
10. Sauer, J. Physiological concentrations of butyrate favorably modulate genes of oxidative and metabolic stress in primary human colon cells / J. Sauer, K. K. Richter, B. L. Pool-Zobel // J NutrBiochem. –2007. – V. 18 (11). – P. 736-745. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2006.12.012>.
11. Schott, E. M. Targeting the gut microbiome to treat the osteoarthritis of obesity / E. M. Schott, C. W. Farnsworth, A. Grier, J. A. Lillis, S. Soniwala, G. H. Dadourian [et al.]. // JCI Insight. –2018.– V. 3(8). – P. 95997. DOI: <https://doi.org/10.1172/jci.insight.95997>.
12. Biver, E. Gut microbiota and osteoarthritis management: an expert consensus of the European society for clinical and economic aspects of osteoporosis, osteoarthritis and musculoskeletal diseases (ESCEO) / E. Biver, F. Berenbaum, A. M. Valdes, I. Araujo de Carvalho, L. B. Bindels, M. L. Brandi [et al.] // Ageing Res Rev. –2019. – V. 55. – P. 100946. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2019.100946>.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА СКОРОСТЕЙ НАГРЕВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ МЕТОДОМ ДСК

В. А. Крылов<sup>1</sup>, аспирант  
С. М. Волков<sup>2</sup>, канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник

Е. В. Тамбулатова<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент, декан факультета экотехнологий,

<sup>1</sup>Университет ИТМО г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>ВНИИЖиров г. Санкт-Петербург

e-mail: vakrylov@itmo.ru

## Аннотация

Представлены результаты удельной теплоемкости образцов низкоэрукового рапсового масла при различных скоростях нагрева. Результаты будут полезны для проведения измерений больших серий измерений температурных зависимостей удельной теплоёмкости исследуемых образцов при сохранении адекватности получаемых данных.

В процессе производства и переработки растительные масла подвергаются многократному тепловому воздействию. Учитывая масштаб выпуска продукции расходуется значительное количество тепловой энергии. Для интенсификации процессов теплопередачи можно применять несколько способов: увеличение поверхности теплообмена, градиентов температур и коэффициентов теплообмена.

Однако, верхний температурный предел нагрева растительных масел жестко ограничен, и в первую очередь это связано с необратимыми превращениями в нем. Даже кратковременные локальные перегревы в объеме обрабатываемого материала могут провоцировать негативные явления.

Тепловое воздействие на обрабатываемый материал определяется двумя параметрами: температурой и временем (экспозицией). Сочетание оптимальных соотношений температурных напоров (градиентов) и экспозиции позволяет добиться рационального использования тепловой энергии при сохранении в нужном диапазоне показателей качества готовой продукции – растительного масла.

Все сказанное происходит в процессах: сушки масличного материала, влаготепловой обработки, прессования, экстракции, дистилляции мисцеллы и охлаждения масла. А также в процессах рафинации и дезодорации растительных масел, в процессах производства маргаринов, спрэдов, майонезов, соусов, комбинированных жировых продуктов.

Решение вопросов энергосбережения путем интенсификации тепломассообмена, рекуперации теплоты связано с решением задач переноса массы и энергии в многокомпонентных жидких и газовых средах, во многих случаях при наличии фазовых переходов. Изучение физических свойств продуктов и полупродуктов маслопроизводства имеет фундаментальное значение. Необходимость прогнозирования теплофизических свойств связана с разнообразием жирнокислотного состава растительных масел, а также наличием большого количества сопутствующих веществ их жировой фракции. При этом увеличение или уменьшение температуры в ходе технологических процессов вызывает изменения химического состава растительных масел.

С позиции технической теплофизики процессы нагрева и охлаждения растительных масел относятся к динамическим процессам и поэтому надежные данные по удельной теплоемкости играют ключевую роль.

Нами проводятся комплексные исследования удельной теплоемкости растительных масел и опубликован ряд работ с результатами в периодических научно-технических изданиях. Аналогичные исследования проводятся многими научными коллективами, а именно, в работах [1-8]. Большинство авторов для изучения удельной теплоемкости использовали прогрессивный метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) в различных вариациях. Вопросы адаптирования применяемых аппаратных комплексов к конкретным объектам исследования решаются в каждом случае индивидуально. С учётом собственного опыта и результатов других исследователей, была сформулирована задача необходимости оценить влияние скорости нагрева на измеряемые величины удельной теплоемкости растительных масел. Это актуально, так

как может помочь оптимизировать время экспериментов с большими сериями исследуемых образцов при сохранении адекватности проводимых измерений температурных зависимостей удельной теплоёмкости.

#### Объект и метод исследования

Объект исследования – низкоэруковое рапсовое масло, устойчивое к многократному нагреванию в интервале температур от 20 °С до 220 °С.

Жирно-кислотный состав (ЖКС) рапсового масла, в относительных процентах: пальмитиновая (C16:0) – 3,9; пальмитолеиновая (C16:1) – 0,3; маргариновая (C17:0) – 0,1; стеариновая (C18:0) – 1,8; олеиновая (C18:1) – 61,4; линолевая (C18:2) – 20,3; линоленовая (C18:3) – 8,8; арахидовая (C20:0) – 1,0; гондоиновая (C20:1) – 2,0; бегеновая (C22:0) – 0,3; эруковая (C22:1) – 0,1.

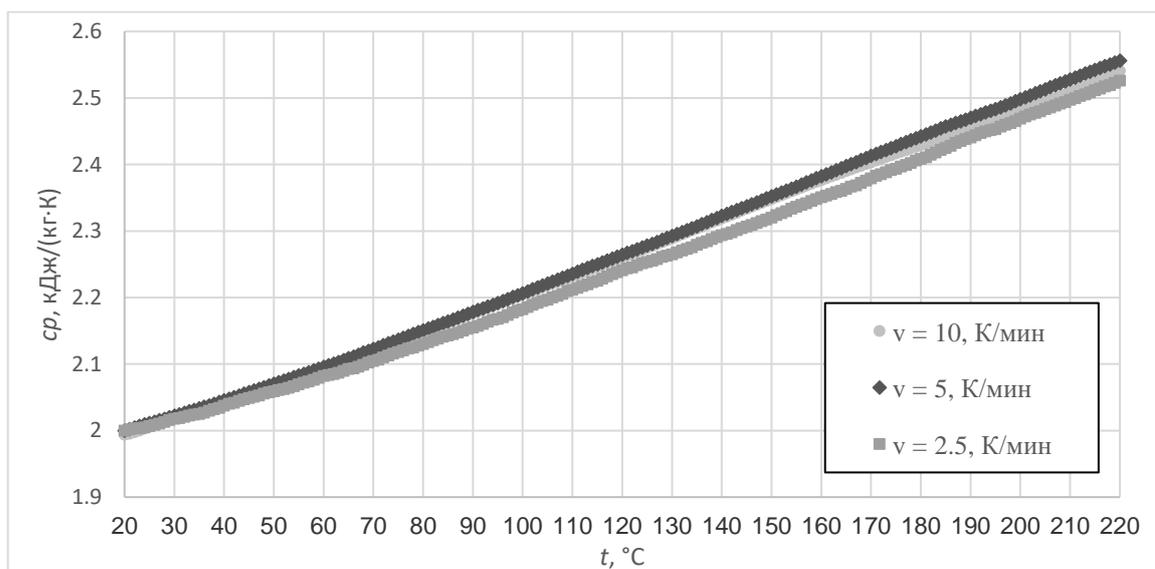
Определение жирнокислотного состава нерафинированных растительных масел осуществляли в соответствии с ГОСТ 31663 и ГОСТ 31665 на хроматографе “Bruker Scion 436 GC” с использованием капиллярной колонки длиной 30 м, диаметром 0,25 мм и фазой на основе поли этиленгликоля.

Измерение удельной теплоёмкости объектов исследования проводилось на приборе DSC 204 F1 при в диапазоне температур от 20 °С до 220 °С по методике, детально описанной в предыдущих наших работах, например, в [9].

Определения среднего значения удельной теплоёмкости включает серию из 3–5 измерений. Скорость нагрева до 2,5 К/мин потребует больших затрат времени для проведения одного измерения и как следствие всей серии измерения для определения среднего значения удельной теплоёмкости. При скорости нагрева более 10 К/мин возможна утрата особенностей характера изменений температурной зависимости удельной теплоёмкости, вызванных внутримолекулярными (конформационными) эффектами.

Влияния скорости нагрева на температурную зависимости удельной теплоёмкости модельного образца растительного масла определялась по двум методикам:

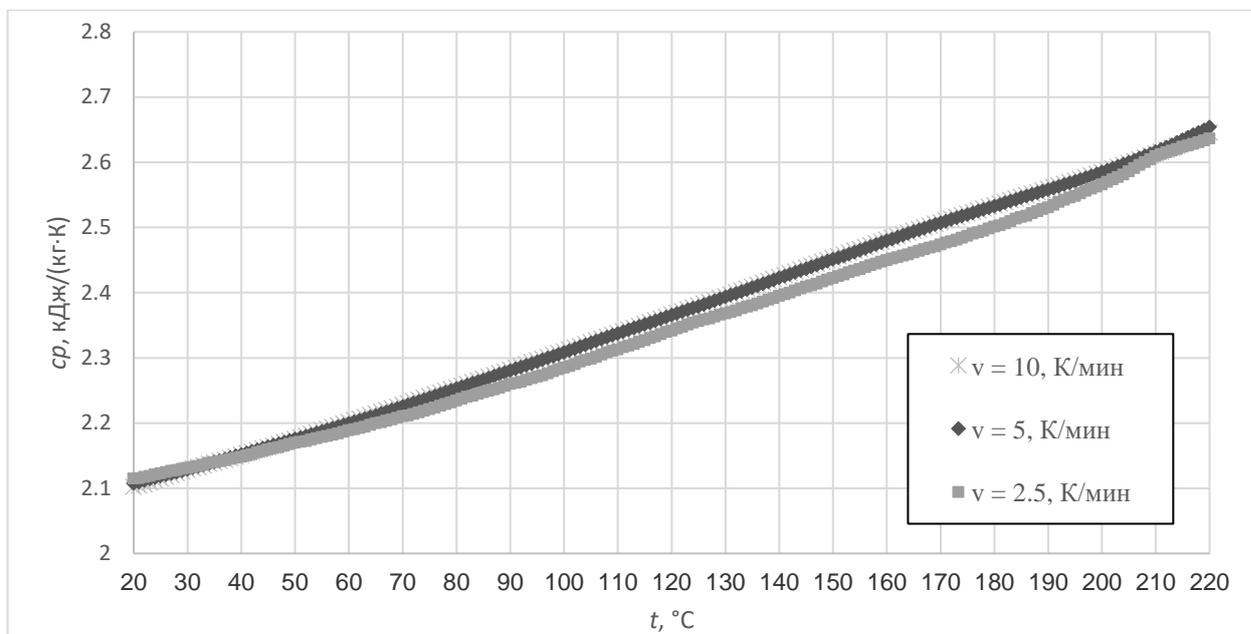
Удельная теплоёмкость модельного образца растительного масла определялась на скоростях 2,5 К/мин, 5 К/мин, 10 К/мин, в выбранном диапазоне температур, последовательно без перезагрузки. Результаты представлены на рисунке 1.



Рисунок–1 Зависимость удельной теплоёмкости рапсового масла от температуры

Относительное отклонение результатов измерений при выбранных скоростях не превышает 1,12%.

Удельная теплоёмкость модельного образца растительного масла определялась, как среднее значение серии из 3–5 измерений различных проб для каждой из скоростей. Результаты представлены на рисунке 2.



Рисунок–2 Зависимость средней удельной теплоемкости рапсового масла от температуры

Относительное отклонение результатов измерений при выбранных скоростях не превышает 1,41%.

#### Выводы.

Обе методики подтверждают, что в диапазоне скоростей нагрева от 2,5 до 10 К/мин могут проводиться измерения удельной теплоемкости с относительным отклонением не более 1,41%. Полученные результаты расчетов входят в диапазон отклонений (3%), установленных для DSC 204 F1.

Скорость нагрева 5 К/мин позволяет оптимизировать время эксперимента, а также сохранить особенности характера изменения температурной зависимости удельной теплоемкости, вызванной внутримолекулярными (конформационными) эффектами.

#### Литература

1. Юсупов Ш.Т. Теплофизические и термодинамические свойства растительных масел и некоторых их растворов в широком интервале температур и давлений: специальность: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Юсупов Шаббони Тагоевич. – Казань, 2012. – 264 с. – EDN QFODND.
2. Габитов И.Р. Накипов Ш.А. и др. Теплофизические свойства бинарной смеси этиловый спирт-рапсовое масло // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 6. – С. 113-116. – EDN SBNGNX.
3. Остриков А.Н. Горбатова А.В., Копылов М.В., Аникин А.А. Анализ теплофизических характеристик рапсового масла // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. – 2017. – №. 5 (19). – С. 107-112. - EDN YSFAYZ.
4. Zhu X. et al. Prediction of liquid specific heat capacity of foodlipids. Journal of food science. 2018. vol. 83. no. 4. p. 992–997
5. Шукрихудоев Х.Д., Маджидов Х. Теплофизические свойства растительных масел и их растворов // Вестник педагогического университета (Естественных наук). – 2019. – №. 1-2. – С. 108-110. – EDN IODDWI.
6. Саранов И.А, Рудаков О.Б., Полянский К.К., Клейменова Н.Л., Ветров А.В. Дифференциальная сканирующая калориметрия жидких растительных масел // Химия растительного сырья. 2020. №4. - 157-164. - DOI 10.14258/jcprm.2020047603. – EDNMNKMM.
7. Остриков А.Н., Клейменова Н.Л., Болгова И.Н., Копылов М.В. Исследование теплофизических и реологических свойств пищевых растительных масел // Ползуновский вестник. – 2021. – №. 2. – С. 36-43. - DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.005
8. Abedigamba O.P. et al. Thermo-physical properties and thermal energy storage performance of two vegetable oils // Journal of Energy Storage. – 2023. – Т. 61. – С. 106774.- DOI:10.1016/j.est.2023.106774
9. Федоров А.В., Баранов И.В., Тамбулатова Е.В., Волков С.М., Прохорова Л.Т., Крылов В.А. Исследование температурных зависимостей удельной теплоемкости рафинированных подсолнечных масел

от их состава методом дифференциальной сканирующей калориметрии // Вестник Международной академии холода - 2019. - № 1(70). - С. 52-63. DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-1-52-63

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛЮКОАМИЛАЗЫ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Кошелева А. И., Носова М.В., кандидат технических наук, Чистохвалова О.Д.

ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва

e-mail: a.kosheleva@gosnihp.ru

## Аннотация

Изучены технологические свойства ферментного препарата глюкоамилазы «РусЭнзим Ликвид Базис» в производстве хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта. Установлено влияние препарата на хлебопекарные свойства муки и качество хлебобулочных изделий при ускоренном способе приготовления теста. Применение ферментного препарата способствовало снижению максимальной вязкости водно-мучной суспензии, увеличению удельного объема опытных образцов, пористости мякиша, улучшению цвета корки, формированию более эластичного мякиша и более интенсивных вкуса и запаха по сравнению с контролем. Определены оптимальные дозировки ферментного препарата при снижении расхода сахара белого на 50 % в рецептуре батона нарезного (ГОСТ 27844-88).

Для обеспечения высокого качества хлеба и оптимизации производственных процессов широко применяют различные технологические инновации. Одним из ключевых направлений современного хлебопечения является использование ферментных препаратов [1,2]. Эти биологически активные вещества играют важную роль в процессе формирования текстуры, запаха и вкуса хлеба, а также способствуют ускорению и стабилизации производственных процессов [3-5].

**Цель работы** – исследование влияния ферментного препарата глюкоамилазы на качество хлеба из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта

### Объекты и методы исследований.

Показатели качества муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта определяли на соответствие требованиям ГОСТ 26574-2017; органолептические показатели качества муки - по ГОСТ 27558; влажность – по ГОСТ 9404; количество и качество сырой клейковины – по ГОСТ 27839; число падения – по ГОСТ 27676; белизну муки – по ГОСТ 26361-2013; крупность помола – по ГОСТ 27560-87; кислотность – по ГОСТ 27493; содержание белка – по ГОСТ 10846. Реологические свойства теста определяли с использованием приборов: фаринограф - по ГОСТ Р 51404-99 (ИСО 5530-1-97) и альвеограф - по ГОСТ 28795-90 (ИСО 5530-483) Осуществляли бальную оценку качества хлеба по методике, разработанной на кафедре технологии хлебопекарного производства МГУПП.

Хлеб анализировали через 24 ч после выпечки по органолептическим (ГОСТ 27669) и физико-химическим показателям: влажность мякиша (ГОСТ 21094), удельный объем хлеба (ГОСТ 27669), пористость мякиша (ГОСТ 5669) и кислотность мякиша (ГОСТ 5670).

Скорость черствения изделий определяли в соответствии с ГОСТ Р 70085, массовую долю сахара – в соответствии с ГОСТ 5672, ароматические вещества в хлебобулочном изделии – по методике, предложенной Токаревой Р.Р. и Кретовичем В.Л., содержание глюкозы, мальтозы, фруктозы и сахарозы в хлебобулочном изделии определяли методом капиллярного электрофореза на приборе "Капель-105", крошковатость мякиша - по методике, разработанной в ФГАНУ НИИХП «Методика определения крошковатости мякиша хлебобулочного изделия СТП-1901».

В работе использовали муку пшеничную хлебопекарной высшего сорта с влажностью 12,9%, числом падения 261 с, белизной 55 ед. прибора, крупностью помола 0,7%, количеством клейковины 26,4%, качеством клейковины 50 ед. прибора, содержанием белка 11,2 г и с кислотностью 2,8 град. Характеристика

ферментного препарата(ФП) глюкоамилазы «РусЭнзим Ликвид Базис», вырабатываемого по ТУ 10.89.19-004-03456404-2021, представлена в таблице 1.

Таблица 1 –Характеристика ферментного препарата глюкоамилазы

Наименование показателя	Характеристика показателя
Цвет	Темно-коричневый
Консистенция	Прозрачная вязкая жидкость без осадка и посторонних включений
Активность, ед. ГлС/см <sup>3</sup>	23000

Исследования на приборах альвеограф и фаринограф показали, что тесто из исследуемой пробы муки характеризуется удовлетворительной упругостью, но неудовлетворительной растяжимостью, средним водопоглощением.

На первом этапе исследовали влияние ФП на параметры приготовления теста и показатели качества хлеба. Тесто готовили ускоренным способом по рецептуре: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – 100,0 %, пищевая соль – 1,5 %, дрожжи хлебопекарные прессованные – 3,0 %, вода питьевая – по расчету. Ферментный препарат вносили в количестве 350-500 ppm, контрольную пробу готовили без добавления ФП. Влияние ФП на качество хлеба оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям качества хлеба.

Органолептический анализ показал, что при увеличении расхода ФП цвет корки изменяется от желтого до коричневого цвета. Добавление ФП в количестве 350-450 ppm обеспечивает хорошую эластичность мякиша. При добавлении ФП в количестве 500 ppm отмечены сладковатый вкус и появление комкуемости мякиша при разжевывании. Внесение 350-500 ppm «РусЭнзим Ликвид Базис» исключает крошковатость мякиша и не влияет на продолжительность расстойки тестовых заготовок.

Установили, что с повышением расхода ФП от 350 до 500 ppm возрастает удельный объём хлеба – на 1,7-6,7 % и пористость мякиша - на 0,6-1,8 %, кислотность мякиша с увеличением расхода ФП не изменяется.

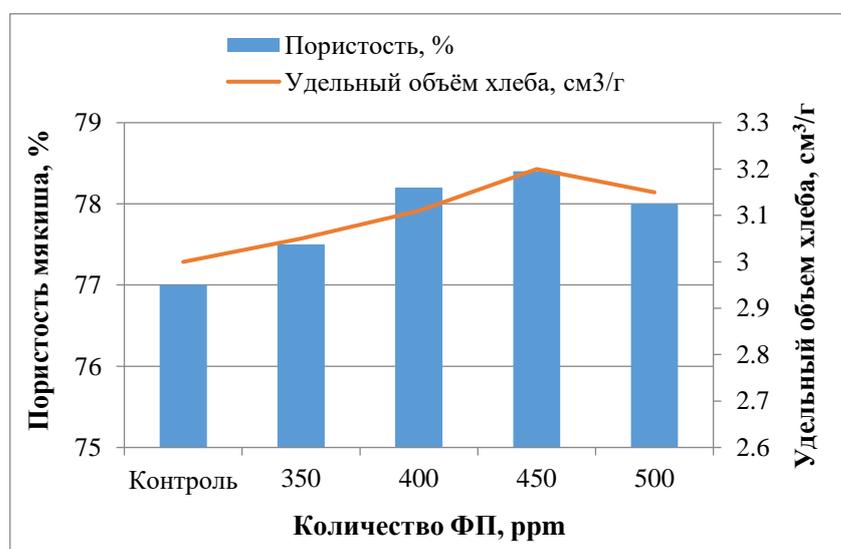


Рисунок 1 – Влияние расхода глюкоамилазы на удельный объём хлеба и пористость мякиша

Далее исследовали влияние ФП на хлебопекарные свойства пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта с применением прибора Амилограф. Установили, что при использовании ФП в исследуемых дозировках снижается максимальная вязкость водно-мучной суспензии на 7,0 - 10,5 % (рис. 2).

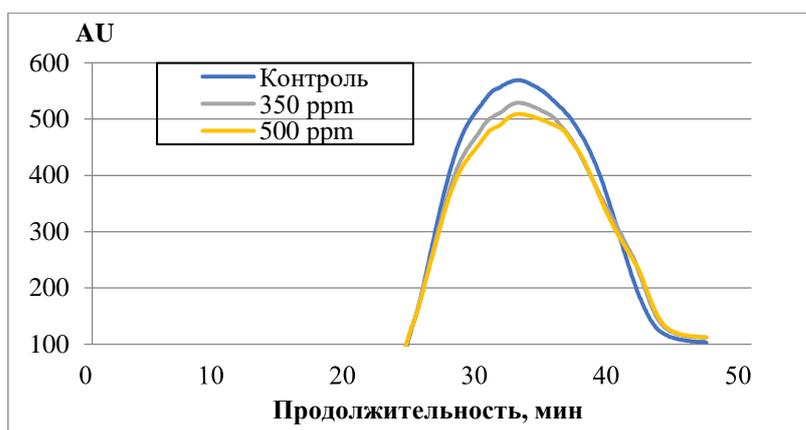


Рисунок 2 – Влияние глюкоамилазы на амилолитическую активность муки

На втором этапе исследовали влияние ФП глюкоамилазы на качество хлеба, приготовленного ускоренным способом по рецептуре батона нарезного (ГОСТ 27844-88) из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта при снижении расхода сахара белого на 50 %.

ФП глюкоамилазы вносили при замесе теста в количестве 350, 400, 450 и 500 ppm. Влияние ФП на качество хлеба оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям качества хлеба, определяли скорость черствения, крошковатость мякиша, содержание альдегидов в мякише (ароматических веществ) и массовую долю сахара.

Таблица 2 – Влияние количества глюкоамилазы на качество хлеба, приготовленного по рецептуре батона нарезного со сниженным количеством сахара белого на 50 %

Наименование показателей	Контроль с сахаром(без ФП)	С 50 % сахара и с добавлением ФП в количестве, ppm			
		350	400	450	500
Влажность мякиша, %	41,3	41,5	41,3	41,2	41,0
Кислотность, град	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6
Пористость мякиша, %	85	86	88	88	89
Содержание альдегидов, мл 0,1 н. раствора йода на 100 г сухого вещества	10,9	11,2	11,9	13,5	15,1
Массовая доля сахара, % в пересчете на сухое вещество	4,6	3,5	3,8	4,4	6,1
Индекс твердости мякиша $I_n$ , Н/[(г/см <sup>3</sup> )-%]:					
через 24 ч хранения	0,14	0,12	0,11	0,10	0,12
через 72 ч хранения	0,44	0,24	0,28	0,22	0,24
Крошковатость мякиша, %					
через 24 ч хранения	0,82	0,50	0,59	0,76	0,83
через 72 ч хранения	1,89	1,21	1,33	1,37	1,80
Скорость черствения, Н/сут	0,75	0,66	0,63	0,54	0,50

Результаты исследования показали, что добавление ФП в рецептуру батона нарезного из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта не оказывает существенного влияния на органолептические показатели качества хлеба, кроме вкуса и цвета корки. Образцы хлебобулочных изделий имеют правильную

форму, хорошую эластичность, развитую пористость без пустот и уплотнений, свойственный вкус и запах. С увеличением количества ФП изменяется цвет корки от светло-коричневого до тёмно-коричневого. При добавлении ФП глюкоамилазы в количестве 500 ppm отмечен более сладкий вкус хлебобулочных изделий.

Обобщая данные физико-химического анализа установили, что добавление ФП глюкоамилазы в количестве 350, 400, 450 и 500 ppm при снижении количества сахара белого на 50 % в рецептуре батона нарезного из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта не оказывает существенного влияния на влажность и кислотность мякиша; способствует увеличению массовой доли сахара, значение которой составляет 3,5 %, 3,8 % и 4,4 %, 6,1 % в пересчете на сухое вещество, соответственно; увеличению пористости мякиша на 1,2 % - 4,7 %, содержания альдегидов в мякише на 2,7-38,5 %, уменьшению скорости черствения и крошковатости мякиша хлебобулочных изделий через 72 ч хранения на 12 %; 16 %; 26,7 %; 33,3 % и 36,0 %; 29,6 %; 27,5 %; 4,8 %, соответственно, по сравнению с показателями контрольного образца.

В соответствии с ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные. Технические условия» массовая доля сахара в батоне нарезном из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта составляет  $4,2 \pm 1,0$  %. По результатам проведенных исследований установили превышение массовой доли сахара в изделиях с исследуемым ФП, добавленным в количестве 500 ppm. Применение ФП в количестве от 350 до 450 ppm обеспечивает соответствие массовой доли сахара установленной норме ( $4,2 \pm 1,0$  %).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение ФП глюкоамилазы «РусЭнзим Ликвид Базис» для замены 50% сахара белого в рецептуре батона нарезного позволит обеспечить нормируемое количество сахара в изделии и улучшить органолептические и физико-химические показатели качества.

### *Литература*

1. Дремучева, Г. Ф. Роль ферментных препаратов с эндоксилазной и экзо-пептидазной активностями в изменении свойств клейковины и фракционного состава ее белков при приготовлении теста из пшеничной муки / Г. Ф. Дремучева, М. В. Носова, Н. В. Цурикова // Хлебопечение России. – 2019. – № 2. – С. 49-53. – EDN ВМАЕВВ.
2. Коршенко, Л. О. Хлебопекарные улучшители как эффективный способ повышения свойств муки и качества хлеба / Л. О. Коршенко // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях : сборник научных статей VII Международной научно-практической конференции, Курск, 13 ноября 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 209-213. – EDN ВТWFU.
3. Носова, М. В. Влияние мультиэнзимных композиций на качество хлеба при ускоренной технологии / М. В. Носова, Г. Ф. Дремучева // Пищевая промышленность. – 2023. – № 5. – С. 48-50. – DOI 10.52653/PPI.2023.5.5.013. – EDN JSEILB.
4. Носова, М. В. Исследование ферментных препаратов отечественного производства и разработка мультиэнзимных композиций для целей хлебопекарной отрасли / М. В. Носова, Г. Ф. Дремучева // Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии, Москва, 13–14 ноября 2023 года. – Москва: ООО Издательство "Медицинское информационное агентство", 2023. – С. 263-264. – EDN QRMWKM.
5. Тихонов, Б. Б. Улучшение хлебопекарных свойств муки с помощью ферментных препаратов / Б. Б. Тихонов, П. Ю. Стадольникова, А. И. Сидоров // Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств : материалы международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодежи, Тверь, 08–10 апреля 2020 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2020. – С. 49-53. – EDN OYENSW.

# ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗАМОРОЖЕННЫХ ОВОЩЕЙ

ЗАЙЦЕВА М.В., СУРАЕВА Н.М., доктор биологических наук,

*ВНИИТеК филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Видное  
e-mail: m.zaitseva@fnfps.ru*

## *Аннотация*

В данной статье представлена модель возможного нарушения температурных режимов хранения замороженных овощных полуфабрикатов. С этой целью упаковки с морковью и свёклой были заложены в морозильную камеру при температуре  $-8\pm 1^\circ\text{C}$  на 10 и 20 суток, после чего были проанализированы такие показатели качества продукции, как внешний вид, рН, концентрации пигментов и показателя перекисного окисления липидов в тканях корнеплодов. Было показано, что при повышении температуры хранения данной продукции в течение 20 суток по сравнению с регламентированными нормами достоверно снижалась концентрация пигментов, при этом не менялся внешний вид овощей и уровень водородного показателя.

Процесс замораживания продуктов растительного происхождения является превосходным методом сохранения вкуса, текстуры и пищевой ценности данной продукции, наилучшим среди многих других методов консервирования. Замороженные полуфабрикаты из овощей являются ценным источником разнообразных питательных и биологически активных соединений для организма человека, таких как, фенольные соединения, витамины, минералы, пищевые волокна. Одной из многочисленных полезных функций данной группы веществ является антиоксидантная, противовоспалительная, нейропротекторная и другие биологические активности. Например, пигменты, содержащиеся в корнеплодах овощей: антоцианы, каротиноиды, беталаины, могут влиять на корректировку и устранение последствий оксидативного стресса в тканях и органах человека [1]. Опубликованы данные об улучшении самочувствия, снижении общего холестерина, нормализации артериального давления у пациентов с ишемической болезнью сердца, получавших пищевые добавки богатые беталаинами, выделенными из свёклы [2].

Известно, что в процессе хранения овощей при отрицательных температурах происходят разнообразные химические реакции, влияющие на некоторые их полезные свойства. Например, длительное хранение замороженных моркови и тыквы приводило к снижению антиоксидантной и антирадикальной активности уже в течение трёх месяцев [3]. Также в процессе транспортировки и хранения готовой замороженной продукции могут происходить нарушения температурного режима в холодильной цепи, что может значительно повлиять на биологическую активность этих соединений [4,5]. Было показано, что при размораживании продуктов растительного происхождения наблюдалось разрушение клеточных мембран и высвобождение антиоксидантов, с последующей их деградацией вследствие взаимодействия с окислительными ферментами [6,7]. При этом число публикаций, посвященных мониторингу нарушений температурного режима хранения замороженных овощей и последствий влияния этих нарушений на качество данной продукции, ограничено.

Цель данной работы сводилась к изучению изменений показателей качества замороженных овощей при нарушениях температурного режима хранения.

В качестве объектов исследования были использованы нарезанные замороженные овощи в упаковке, а именно морковь и свёкла, из торговой сети Центрального региона РФ. Согласно заявленной производителем информации на упаковке, срок хранения продукции составлял 24 месяца при температуре не выше  $-18^\circ\text{C}$ . Упаковки с морковью и свёклой были заложены в морозильную камеру при температуре  $-8\pm 1^\circ\text{C}$  на 10 и 20 суток. Также на все показатели были проверены образцы овощей в день закладки опыта (контроль до) и образцы, хранящиеся 20 дней при температуре  $-20\pm 1^\circ\text{C}$  (контроль после). Представленная модель хранения овощных полуфабрикатов при температурах, превышающих регламентированный режим ( $-8\pm 1^\circ\text{C}$ ), была

выбрана на основе литературных данных, согласно которым похожие нарушения были представлены при измерении температур хранения замороженных продуктов на торговых витринах [8]. Сумма каротиноидов, бетацанинови бетаксантиновв исследуемых экземплярах моркови и свёклы была определена с использованием метода спектрофотометрии [9,10]. Детектирование производили на спектрофотометре CaryWinUV 100 («Varian», США). Интенсивность перекисного окисления липидов в тканях корнеплодов определяли по количеству малонового диальдегида (МДА), взаимодействующего с 2-тиобарбитуровой кислотой и выражали в мкмоль/г [11]. Для определения водородного показателя был использован рН-метр FiveEasyPlus FP 20 ("Mettler-ToledoGmbH", Швейцария) [12]. Все показатели были измерены в трёхкратной повторности.Для сравнения данных между собой был применён критерий Стьюдента ( $p < 0,05$ ).

При оценке внешнего вида опытных образцов (цвет, текстура) моркови и свеклы после их размораживания было зафиксировано, что они не отличались от контроля (рисунок).



Рисунок Полуфабрикаты из моркови (контроль до 1, контроль после 2, хранение при  $-8 \pm 1$  °С в течение 10 суток 3, хранение при  $-8 \pm 1$  °С в течение 20 суток 4) и свёклы (контроль до 5, контроль после 6, хранение при  $-8 \pm 1$  °С в течение 10 суток 7, хранение при  $-8 \pm 1$  °С в течение 20 суток 8).

Как видно из представленных данных, в образцах моркови не было отмечено зависимости величины рНв тканях от колебаний температуры и длительности хранения (таблица 1). Количество каротиноидов статистически достоверно снизилось по сравнению с контрольным значением после 20 дней инкубации при  $-8 \pm 1$  °С. Показатель накопления продуктов перекисного окисления липидов в тканях концентрация МДА продемонстрировал динамику накопления к концу инкубации, но только в условиях регламентированного производителем температурного режима хранения. Таким образом, наблюдался процесс снижения уровня перекисного окисления липидов при повышении температуры хранения моркови.

Таблица 1 Динамика показателей качества замороженной моркови в зависимости от условий хранения.

Длительность инкубации	рН, ед.	Каротиноиды, мг/100 Г	МДА, мкмоль/г сырой массы
Контроль до	$7,14 \pm 0,10^a$	$4,91 \pm 0,29^a$	$13,63 \pm 0,83^a$
10 дней	$7,54 \pm 0,23^b$	$6,27 \pm 0,42^b$	$13,09 \pm 0,12^a$
20 дней	$7,09 \pm 0,12^{ac}$	$3,12 \pm 0,16^c$	$13,44 \pm 1,64^a$

Контроль после	7,25±0,07 <sup>abc</sup>	7,66±0,20 <sup>d</sup>	20,63±0,11 <sup>b</sup>
----------------	--------------------------	------------------------	-------------------------

Примечания: все показатели представлены формате: среднее± 95% доверительный интервал, одинаковыми буквами обозначены значения, не отличающиеся достоверно (p<0,05).

В динамике водородного показателя в образцах свёклы также не было зафиксировано связи между изменением температуры и длительностью инкубации. Количество бетацонинов снизилось уже после 10 суток хранения, однако после 20 суток это снижение не было статистически достоверным. Концентрация бетаксантинов статистически достоверно снизилась после 20 суток инкубации.

Таблица 2 Динамика показателей качества замороженной свёклы в зависимости от условий хранения.

Длительность инкубации	pH, ед.	Бетацонины, мг/100 г	Бетаксантины, мг/100 г
Контроль до	6,26±0,04 <sup>a</sup>	31,48±1,33 <sup>a</sup>	6,62±0,54 <sup>a</sup>
10 дней	5,97±0,04 <sup>b</sup>	29,03±0,96 <sup>b</sup>	6,77±0,39 <sup>ab</sup>
20 дней	6,33±0,06 <sup>a</sup>	31,27±1,96 <sup>abc</sup>	5,48±0,35 <sup>c</sup>
Контроль после	6,13±0,02 <sup>c</sup>	28,95±1,14 <sup>bc</sup>	6,29±0,41 <sup>ab</sup>

Примечания: все показатели представлены в формате: среднее± 95% доверительный интервал, одинаковыми буквами обозначены значения, не отличающиеся достоверно (p<0,05).

Полученные данные согласуются с рядом ранее опубликованных исследований. Так, при изучении температурных нарушений в ходе транспортировки замороженного кресс-салата были инициированы повышения температуры до -10°C и выше на период до 12 часов при общем времени хранения до нескольких месяцев [13]. Было показано, что нарушения температурного режима хранения не повлияли на цвет и содержание витамина С в салате. Также не было выявлено статистически достоверных различий в содержании хлорофилла а и b между режимами с температурой хранения -7°C, -15 °C и -30 °C в течение 400 дней [14].

Таким образом, в упакованной замороженной моркови и свёкле в условиях нарушения температурных режимов наблюдалось снижение содержания пигментов моркови (каротиноидов) и свёклы (бетаксантинов). С другой стороны, повышение температуры хранения в течение 10 и 20 суток не повлияло на водородный показатель в тканях овощей.

Исследование выполнено в рамках темы НИР № FGUS-2024-0005 государственного задания ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

### Литература

1. Колдаев, В.М. Лечебно-профилактические эффекты пигментов красной свёклы при наиболее угрожающих патологических состояниях / В.М. Колдаев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2024. – № 5. – С. 46-50. <https://doi.org/10.17513/mjpf.13633>.
2. Rahimi, P. Betalain- and betacyanin-rich supplements' impacts on the PBMCSIRT1 and LOX1 gene expression and Sirtuin-1 protein levels in coronary artery disease patients: A pilot crossover clinical trial / P. Rahimi, S.A. Mesbah-Namin, A. Ostadrahimi, A. Separham, M.A. Jafarabadi // Journal of functional foods. – 2019. – Vol. 60. – P. 103401. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.06.003>.
3. Борисова, А.В. Влияние длительности хранения на химический состав антиоксидантные показатели свежих и замороженных овощей / А.В. Борисова, Н.В. Макарова // Известия вузов. Пищевая технология. 2013. № 23. С. 3638.
4. Zhang, B. Sustainability of perishable food cold chain logistics: a systematic literature review / B. Zhang, J. Mohammad // SAGE Open. – 2024. – Vol. 14. – no. 3. – P. 124. <https://doi.org/10.1177/21582440241280455>.
5. Madhu, A. Study of issues in cold chain using fuzzy environment / A. Madhu, R. Kumar, C. Garg, N. Sharma, M. Sarfraz // Quality & Quantity. 2024. P. 125. <https://doi.org/10.1007/s11135-024-01901-1>.

6. Manzocco, L. Modeling bleaching of tomato derivatives at subzero temperatures / L. Manzocco, S. Calligaris, M. C. Nicoli Manzocco // *Journal of agricultural and food chemistry*. – 2006. Vol. 54. – no. 4. – P. 1302-1308. <https://doi.org/10.1021/jf051751t>.
7. Khattab, R. Effect of frozen storage on polyphenol content and antioxidant activity of haskap berries (*Lonicera caerulea* L.) / R. Khattab, G. Celli, A. Ghanem, M. Brooks // *Journal of Berry Research*. – 2015. Vol. 5. no. 4. P. 231-242. <https://10.3233/JBR-150105>.
8. Likar, K. Cold chain maintaining in food trade / K. Likar, M. Jevšnik // *Food Control*. – 2006. – Vol. 17. – no. 2. – P. 108-113. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.09.009>.
9. Куркин, В.А.  
Совершенствование методики количественного определения суммы каротиноидов в сырье «шиповника плоды» / В.А. Куркин, О.В. Шарова, П.В. Афанасьева // *Химия растительного сырья*. - 2020. № 3. С. 131-138. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020036093>.
10. Горбунова, Н.В. Оценка возможности применения ультразвука для получения экстрактов с повышенным содержанием биологически активных веществ из продуктов комплексной переработки растениеводства / Н.В. Горбунова, А.В. Евтеев, А.В. Банникова, О.С. Ларионова // *Аграрный научный журнал*. 2018. № 1. С. 485-1. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i1.328>.
11. Самойлов, А.В. Оценка последствий токсических эффектов пищевых подсластителей методом биотестирования / А.В. Самойлов, Н.М. Сураева, М.В. Зайцева // *Пищевые системы*. 2023. Т. 6. № 1. С. 95-102. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-95-102>.
12. ГОСТ 26188-2016. Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения pH. – М.: Стандартинформ, 2016 – 14 с.
13. Cruz, R. Effect of cold chain temperature abuses on the quality of frozen watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) / R. Cruz, M. Vieira, C. Silva // *Journal of Food Engineering*. – 2009. Vol. 94. – no. 1. P. 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.03.006>.
14. Goncalves, E.M. Biochemical and colour changes of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) during freezing and frozen storage / E.M. Goncalves, R.M.S. Cruz, M. Abreu, T.R.S. Brandao, C.L.M. Silva // *Journal of food engineering*. 2009. Vol. 93. no. 1. P. 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.027>.

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА КАЧЕСТВО РЫБОМУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Эдварс А.Р., аспирант, Москаленко А.С., аспирант, Васюкова А.Т., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва  
e-mail: vasyukova-at@yandex.ru

### *Аннотация.*

Представленное исследование посвящено разработке новой рецептуры обогащённых рубленых изделий из рыбы с частичной заменой ингредиентов классической рецептуры, на растительное сырьё. Актуальность темы не вызывает сомнений, так как в современном мире необходимо создавать продукты, которые позволят, с одной стороны, поддерживать нормальное функционирование организма и избегать возникновения заболеваний, а также придутся по вкусу людям.

**Целью** данной статьи является обоснование рецептуры полуфабрикатов из рыбного фарша при использовании растительного сырья в качестве структурообразователя и регулятора пищевой ценности. В работе исследуется влияние различных видов растительных ингредиентов на текстуру, вкусовые качества и питательную ценность полученных изделий. Рассмотрены полученные в лаборатории результаты, которые обоснованы с учетом пищевой ценности и востребованности потребителями.

Рост промышленного производства рыбной продукции сопряжен с различными сложностями, которые зависят от нативных свойств сырья, времени и места вылова, вида рыбы, последующего способа ее переработки с учетом себестоимости, преимущественных предпочтений среднестатистического потребителя. Это более очевидно, чем когда-либо, в случае с рыбными продуктами, неоднозначно воздействующими на организм. Растущая осведомленность потребителей о значении и пользе пищи, богатой рыбой, гарантирует высокий спрос на производство этой продукции [1]. Кроме того, промышленники стремятся разрабатывать некоторые технологии производства с недорогими рыбными ресурсами, чтобы повысить получаемую прибыль. Такое направление требует инноваций и фундаментального понимания процессов, определяющих текстуру инновационного продукта, чтобы обеспечить коммерческий результат с возрастающей вероятностью приемлемости для потребителя[2]

Имеющиеся в литературе технологии рыборастворительных продуктов основывались исключительно на фарше или филе рыбы с добавлением консервантов, например, полифосфатов, которые уменьшают потерю жидкости, особенно в продуктах, изготовленных из размороженной замороженной рыбы. Приправы, добавляемые в них для регулирования вкусовых характеристик, подбирались в соответствии с требованиями рынка. Среди технологов в этой области хорошо известно, что белок мышечной ткани рыбы не обладает достаточной функциональностью, чтобы удерживать в связном состоянии унифицированную пищевую систему и переработанный продукт.[3] По мере развития отрасли для улучшения структуры и вязкости внутри рыбной массы, которые все чаще изготавливаются из смеси отборных и низкосортных частей рыбы сырца и рыбного фарша, стали использовать кукурузную муку или кукурузный крахмал[4,5], альгинаты, камеди, стандартизированный каррагенан, желатин[18], кабачки, тыкву, морковь, лук, спирулину, рисовую, нуттовую, соевую муку и пряности [19-22]. Тем не менее, они не были оптимальными, и было разработано множество рецептов для улучшения текстуры конечного продукта, пример которых приведен ниже.

Несколько разновидностей крахмала (пшеничный, рисовый и ячменный) использовались вместе в различных рыбных продуктах в качестве основного или вспомогательного сырья в присутствии овощей, зелени, баклажанов и салатов, или простых приправ с введением растительного масла, оливкового масла и соевого соуса[6,7].

Зная о неприемлемо мягкой консистенции рыбной мышцы, исследователи попытались сделать обогащенные нутриентами и функциональными ингредиентами структуры более твердыми, пластичными или вязкими, используя биохимические реакции и коллоидные процессы. Результатом стал связующий слой геля в присутствии восстановителя и активированной трансглутаминазы, которые вызывают агрегацию белка фибриногена[8] Таким способом можно получать композитные рыбные (или мясные) продукты улучшенной функциональности из рыбы, ракообразных, улиток, лягушачьих лапок, водорослевого биогеля и т. д.

Конкретным случаем вышеописанных процессов и используемых пищевых систем было изготовление замороженной готовой к приготовлению полуфабрикатов рыбной котлетной массы, которая была сформирована и заморожена в желаемой форме и могла включать приправы, воду, лук и зерновой продукт. Микроскопические изображения показали, что разработанные препараты могут включать матрицу из мелко измельченного рыбного фарша, поддерживающую форму рубленого рыбного фарша, однородно распределенного в матрице, таким образом, добавляя текстурную манипуляцию к традиционной и приемлемой для потребителей форме и внешнему виду[9]

И все же было ясно, что включение крахмала в рецептуру недостаточно для разработки текстур с максимальной вероятностью принятия потребителем предлагаемой пищевой системы и изделий на ее основе. Постепенно для достижения этой цели была внедрена технология некрахмалистых гидроколлоидов. Гелеобразующая способность гидрата маннана или гидрата глюкоманнана использовалась в промышленных рецептурах, включавших несоленое рубленое рыбное мясо.[10,11]. Кроме того, запатентованное изобретение раскрывает способ улучшения качества мяса рыбы или рыбного фарша путем обработки мяса водным раствором соли кальция и дегидратации до содержания влаги от 70 до 90%. После этого добавлялось от 0,1 до 10% в пересчете на сухое вещество мяса рыбы одного или нескольких материалов, выбранных из плазменного белка, сывороточного белка, альбумина и коровьего молока[12,13]

Наконец, многогранная функциональность пектинового полисахарида со степенью этерификации от 30 до 80% была использована в процессе производства готовой к приготовлению белковой основы из мышечной ткани рыбы. Текстурирование продукта дополнительно регулировалось различными богатыми белком пищевыми материалами, жирами и солями поливалентных катионов[14–16] введение в рецептуру пластифицирующей добавки на основе жиров животного происхождения позволяет получить структуры, необходимые для формирования индустриальным способом рыбных полуфабрикатов.

Когда обычные рыбные продукты, приготовленные на основе рубленой рыбной массы и смесей рыбы с кукурузной мукой, крахмалом или глюкоманнаном, пектиновыми полисахаридами и другими загустителями, оцениваются дегустационными комиссиями, часто обнаруживается, что они не обеспечивают желаемого качества пищи. Очевидно, что процессы и продукты, упомянутые в рецептурах, спецификациях или опубликованной литературе, не обладают необходимой технической и технологической надежностью для достижения оптимального ощущения флейвора и желательности текстуры. Заявления о новизне, сделанные в запатентованной области, нелегко обосновать из-за отсутствия их строгой научной характеристики, технологических регламентов[17]

Цель исследования — предложить переработку рыбного сырья на основе гидроколлоидной технологии. Функциональность ингредиентов напрямую связана с надлежащей физико-химической характеристики, тем самым создавая платформу для корреляции с количественным описанием и гедонистическим профилем продуктов через сенсорные модели.

Однако, в настоящее время перспективным является сочетание рыбного фарша с растительным сырьем, позволяющим получить сбалансированные по основным пищевым веществам кулинарным изделиям, а также с высокими потребительскими предпочтениями. Поэтому важной задачей данного исследования являлось обеспечить блюдам приятную вкусо-ароматическую гамму и придать изделиям привлекательный внешний вид. Поэтому использование зернобобового сырья, овощных пюреобразных структур и пряно-ароматических растений в данной группе рубленых изделий – один из направлений решения поставленной задачи.

Полученный модельный фарш из филе минтая, горбуши, или окуня с овощами и специями приведен в табл. 1. Где 1- контрольный образец, 2 – образец с добавлением кабачка, 3 – образец с добавлением моркови.

Таблица 1 – Рецептуры рубленых изделий из рыбы в панировке

Ингредиент	Образец 1, г (контроль)	Образец 2, г	Образец 3, г
Минтай или горбуша, или окунь филе	32,5	32,5	32,5
Хлеб пшеничный	9,0	9,0	9,0
Вода	12,5	6,5	6,5
Картофель (пюре)	-	3,0	-
Мука кукурузная	-	-	3,0
Кабачок (свежий)	-	3,0	-
Морковь (пюре)	-	-	3,0
Масло сливочное	-	4,0	4,0
Перец черный молотый	0,025	0,025	0,025
Соль	0,5	0,5	0,5
<i>Для панировки</i>			
Яйцо	-	3,0	3,0
Мука пшеничная	5,0	1,7	1,7
Мука гороховая (Г) или соевая (С)	-	1,0 (Г)	1,0 (С)
Паприка красная (К) и зеленая (З)	-	0,025 (З)	0,025 (К)
Чеснок (порошок)	-	0,025	0,025
Укроп свежий	-	0,3	
Масло растительное	4,0	4,0	4,0
Выход:			50,0

В результате моделирования рецептуры рыбного фарша получено: для создания пористой структуры с выраженной сочностью использованы хлеб, овощи и регулировали консистенцию картофельное пюре и кукурузная мука. Структурирование панировки осуществлялось за счет белков клейковины муки, соевых или гороховых белков и яиц.

Разработанные рубленые изделия хорошо сохраняли форму, имели выраженные вкусовые характеристики. Дегустационная комиссия высоко оценила инновационную продукцию и рекомендовала в производство на предприятиях общественного питания.

Таким образом, исследованиями продемонстрировано, что использование растительного сырья имеет большой потенциал, так как инновационные кулинарные изделия из рыбного фарша не уступали контролю, соответствовали потребительским предпочтениям.

### Выводы

Разработанные рыбомучные полуфабрикаты и кулинарные изделия из филе минтая, горбуши и окуня, которые рекомендованы в детском питании. Для создания пористой структуры кроме хлеба использовали сырые овощи или пюре (картофельное или морковное). Для пластичности фарша и повышения пищевой ценности, так как используемые виды рыб (минтай, горбуша, окунь) относятся к тощим, в рецептуру вводили сливочное масло. Вся изюминка разработки относится в панировке. Она была двойная. Свойства ее объясняются большой прочностью за счет бобовых добавок, а вкусовая и цветовая гамма – применение специй и пряных растений.

Полученные рецептуры могут стать основой для разработки новых продуктов питания с повышенной питательной ценностью и улучшенными вкусовыми характеристиками.

## Список литературы

1. Borderias, A. J., Sánchez-Alonso, I. and Pérez-Mateos, M. 2005. New applications of fiber in food: addition to fish products. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 458–465.
2. Chuapohuk, P., Raksakulthai, N. and Worawattanamateekul, W. 2001. Development of a fish sausage production process. *International Journal of Nutritional Properties* 4: 523–529.
3. Salvador, A., Sanz, T. and Fishman, S.M. 2005. Effects of adding different ingredients on the characteristics of dough coatings for fried seafood prepared without pre-frying. *Food Hydrocolloids* 19:703–708.
4. Goodman, L. P. Low sodium molded fish product. US Patent No. US 4557942. 1985.
5. Cavanaugh, N. Method for the production of products from minced fish meat or their analogues. US Patent 6146684. 2000.
6. Speroni, CE Food product based on fish products and its preparation procedure. US Patent Application 20020142077 A1. 2002.
7. Park, J. W. 1995. Effects of salt, surimi, and/or starch content on the breakdown properties of gels at different test temperatures. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 4: 75–84.
8. De Jong, G. A. H. and Wijngaards, G. Bonding of meat and fish products. International patent application, WO 02/089607 A1. 2002.
9. Sullivan, P. F. Fish cutlets and method of making them. Canadian patent, 2266249. 1999.
10. Cavanaugh, N. Method for the production of products from minced fish meat or their analogues. US Patent No. US 5939129. 1999.
11. Sittikijyothin, W., Torres, D. and Gonçalves, MP 2005. Modeling the rheological behavior of aqueous galactomannan solutions. *Carbohydrate Polymers* 59:339–350.
12. Nakamura, M., Nishi, N., Saeki, H., Noguchi, S. and Ozaki, H. A method for improving the quality of fish meat. US Patent No. US 5256433. 1993.
13. Veerman, C., Sagis, L.M.C., Heck, J. and van der Linden, E. 2003. Mesostructure of bovine serum albumin fibrillar gels. *International Journal of Biological Macromolecules*, 31: 139–146.
14. Schubring, R., Witt, J., Harwardt, I., Neumann, S., Schneider, C., Mieth, G., Raue, W. и Brueckner, J. Process for the production of textured meat and fish products. US Patent No. US 4897278. 1990.
15. Uresti, R. M., Lopez-Arias, N., Gonzalez-Cabriaes, J. J., Ramirez, J. A. and Vazquez, M. 2003. Use of amidated low-methoxypectin for the production of restructured fish products. *Food Hydrocolloids* 17:171–176.
16. Barrera, A. M., Ramirez, J. A., Gonzalez-Cabriaes, J. J. and Vazquez, M. 2002. The influence of pectins on the gelling properties of silver carp surimi. *Food Hydrocolloids* 16:441–447.
17. Kasapis, S., Al-Ufi, H.S. and Al-Maamari, S. Stuffed fish products with improved nutritional quality. Irish patent, S2003/0921. 2003.
18. Андреев М.П., Морозов И.О. Влияние структурообразователей различной природы на реологические свойства желейных пищевых продуктов на основе вторичного рыбного сырья // *Известия КГТУ*, 2020. - №57. – С. 89-95.
19. Васюкова А. Т. Влияние обогащающих добавок на пищевую ценность мясных и рыбных продуктов / А. Т. Васюкова, Т. В. Пешкова // *Изв. вузов. Пищ. технология*. - 2011. - № 23. - С. 11.
20. Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания / Васюкова А.Т., Любецкая Т.Р. Москва, М.: Дашков и Ко, 2014. – 416 с.
21. Мошкин А.В. Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками / Мошкин А.В., Васюкова А.Т., Жилина Т.С., Бобоев И.С., Пучкова В.Ф. / В сборнике: *Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств. Материалы IV Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи*. Лапина Г.П. (ответственный редактор). 2016. С. 107-109

22. Влияние БАД на потребительские свойства функционального фарша /Васюкова А.Т., Кусова И.У., Кривошонок К.В., Эдвардс Р.А., Талби М. //Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 3. С. 174-179.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРГИ НА ПАСЕКЕ

Березин А.С., старший научный сотрудник

ФГБНУ "ФНЦ пчеловодства", г. Рыбное  
mellifera@yandex.ru

### *Аннотация*

Перга – ценный продукт пчеловодства, получаемый от пчелиной семьи, реализация которого позволяет увеличить доходность пасеки. В статье рассматривается технология получения перги в условиях небольших пасек, в которую включен оригинальный элемент позволяющий, проводить обсушку сотов непосредственно в пчелиной семье. Приводятся фотографии основных элементов, используемых при измельчении сотов и получении перги.

Перга – продукт создаваемый пчелами из пыльцы растений путем добавления к ней небольшого количества нектара, секрета своих желез, все это затем утрамбовывается в ячейках, заливается сверху медом и запечатывается восковыми крышечками. В дальнейшем эта смесь подвергается брожению и образуется перга [1].

Перга используется в медицине и ветеринарии. Так, перга рекомендуется пожилым пациентам в качестве дополнительных лекарственных средств при заболеваниях сердечнососудистой и пищеварительной систем [2], а препарат из перги «Апистимулин-А» оказывает иммуностропное действие на организм телят и поросят [3].

Способы извлечения перги из сотов условно можно разделить на две группы: пасечные и промышленные. Один из пасечных способов основан на получении перги из измельченных сотов, которые предварительно подсушивают и охлаждают. Для промышленного получения перги разработана система машин и технология [4], но для небольших пасек данное оборудование будет дорогостоящим и не оправдывать те объемы, которые будут иметься на пасеке.

Мы предлагаем следующую технологическую схему получения перги для небольших пасек. Она состоит из нескольких этапов:

Этап 1. Он заключается в отборе сотов с пергой (рис. 1) (в основном это соты, предназначенные для выбраковки) при заключительной откачке меда и сборке гнезд на зиму. Из этих сотов извлекается мед, и затем они ставятся в пчелиные семьи для обсушки их пчелами. Расстановка идет корпусами по 11 сотов. В некоторых случаях возможна общая обсушка в стороне от пасеки, но это может привести к возникновению пчелиного воровства. Пчелы обсушивают подставленные им соты и складывают мед в них же. Затем соты извлекаются и те, в которых имеются ячейки с медом, который пчелы сложили при обсушке или нераспечатанные при откачке ячейки отправляются на повторную откачку. Потом их снова помещают в пчелиные семьи на сутки.

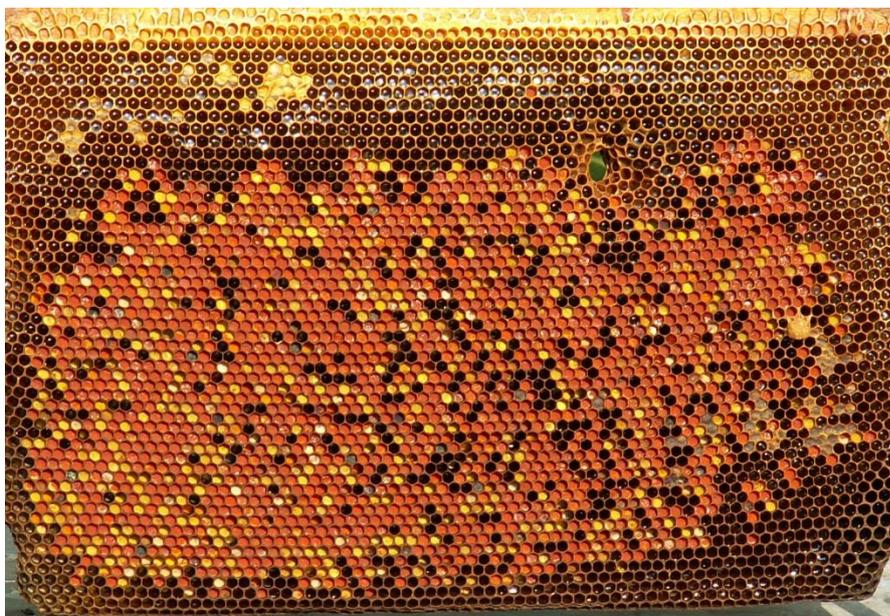


Рисунок 1 – Сот с пергой

Этап 2. Обсушенные соты с пергой помещаются в морозильную камеру (рис. 2). Это может быть либо морозильник-ларь (горизонтальный морозильник), куда можно поместить сот вместе с рамкой, либо вертикальная морозильная камера, куда помещают соты, вырезанные из рамки. При этом важно соблюдать условие – эта морозильная камера, на момент заморозки перги, ни должна больше использоваться, ни под какие другие продукты, чтобы перга не впитала в себя посторонние запахи. Перед помещением в морозильную камеру, соты можно обрезать от участков без перги. В особенности, с нижней и боковых частей, где имеются утолщенные восковые края, которые плохо разрушаются при обмолоте.



Рисунок 2 – Соты с пергой в морозильной камере.

В морозильной камере перга в сотах, а после извлечения, расфасованная в пакеты или контейнеры может храниться до года и более. В результате проведенных исследований установили, что перга лучше сохраняет свои биологически активные компоненты в замороженном виде [5], в особенности при этом сохраняются ее белковые компоненты (свободные аминокислоты) [6]. Кроме того, замораживание и хранение в замороженном виде позволяют уничтожить яйца восковой и амбарной огневки, а так же предотвращает появление в перге различных вредителей.

Этап 3. Замороженные соты извлекаются из морозильной камеры и измельчаются руками на небольшие кусочки, проволока удаляется, и кусочки сотов помещаются в эмалированную емкость

(например, ведро) закрепленную на неподвижном основании. Под используемую емкость, заранее, делается приспособление для измельчения (рис. 3), в нашем случае состоящее из центрального прута диаметром 10 мм и боковых усов в количестве 3 штук длина, которых на 5-10 мм меньше минимального радиуса емкости, в которой производится измельчение. При подборе емкости для измельчения, металлического прута и усов к нему нужно правильно соотносить их размеры и прочностные характеристики стали из которых будут изготовлены элементы измельчителя для более длительного срока его службы. У нас периодически выходят усы, отламываясь в месте прикрепления к центральному стержню.



Рисунок 3 - Приспособление для измельчения сотов.

На приспособление для измельчения одевается крышка от этой емкости с просверленным по центру отверстием с диаметром на 1-2 мм большим, чем диаметр стержня приспособления. Если крышка для данной емкости по каким-либо причинам отсутствует, то ее можно изготовить из оргстекла или фанеры. Приспособление для измельчения фиксируется в электрической дрели или небольшом перфораторе с функцией сверления.

Этап 4. Измельчение и просеивание. Данная операция проводится двукратно. Первый раз измельчение наломанных кусочков сотов проводится включением дрели на 20-30 сек, и затем эта масса просеивается через сито, например как на рис. 4.



Рисунок 4 – Сито.

Просеянная масса убирается в морозильную камеру на 1-2 суток и затем доизмельчается в течение 1-1,5 мин и просеивается. Просеянная масса состоит в основном из гранул перги с незначительным количеством воска, который при желании можно выбрать.

### *Литература*

1. Вахонина Т.В. Пчелиная аптека // СПб.: Лениздат. – 1992. – 190 с.
2. Дубцова Е.А., Комиссаренко И.А., Касьяненко В.И. Цветочная пыльца и перга: биологическое действие и возможность применения у пожилых // Клиническая геронтология. - 2007. - №1. - С. 50-52.
3. Красочко П.А., Красочко И.А., Мосин В.М. Иммуностропное действие препарата из пчелиной перги «Апистимулина-А» на организм телят и поросят // Ветеринарная патология. - 2007. - №3. - С. 213-220.
4. Лебедев В.И., Харитонов М.Н. Научно обоснованная технология получения перги на пасеке // Сб. научно-исследовательских работ по пчеловодству / Рыбное. – 2016. - 149 с. - С. 122-129.
5. Харитонов М.Н., Харитонов Н.Н., Бурмистрова Л.А. Оценка влияния методов стабилизации на качество перги // Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. – 2012. - Т. 14, № 2. - Стр. 32-35.
6. Харитонов М.Н., Бурмистрова Л.А., Будникова Н.В., Акимова С.Н. Методы стабилизации и биохимические показатели перги // Апитерапия сегодня (сборник 16). Материалы XVI Всероссийской научной конференции «Успехи апитерапии» 5-6 октября 2012 г, г. Рыбное / Рыбное: НИИП, РГМУ. – 2013. – 244 с. - С.172-176.

# АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО МЯСОЯИЧНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Клименкова А.Ю., кандидат технических наук

*«Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВНИТИП» (ВНИИПП), р.п. Ржавки  
e-mail: dp@vniipp.ru*

## *Аннотация*

Работа посвящена разработке специализированного пищевого продукта для питания спортсменов, тренирующих силовую выносливость, из мяса птицы и яиц направленной метаболической активности с повышенным содержанием белка. Разработано две рецептуры продуктов, отвечающих медико-биологическому обоснованию состава специализированного продукта. В статье приведены результаты исследований по доклинической оценке разрабатываемого продукта в опытах на животных. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00214

Развитие физической культуры и спорта является одним из приоритетных направлений социальной политики государства [1]. Оптимальному питанию принадлежит существенная роль в повышении физической работоспособности, предотвращении утомления и оптимизации процессов восстановления после физических нагрузок [2,3]. Известно, что с увеличением физической и психической нагрузки на человека возрастает потребность в макро- и микронутриентах. Показано, что к числу важнейших нутриентов для обеспечения высокоинтенсивных метаболических процессов у спортсменов всех видов спорта относят полноценный белок, кальций, железо и другие микроэлементы, а также витамины, участвующие в процессах пластического и энергетического обмена, работе иммунной системы, транспорте кислорода в крови к мышцам, тканевом дыхании, сохранении плотности костной ткани [4,5].

Данная работа направлена на создание новых специализированных пищевых продуктов из мяса птицы и яиц высокой пищевой и биологической ценности, направленной метаболической активности для введения в рацион питания спортсменов тех видов спорта, основным качеством в которых является силовая выносливость (триатлон, единоборства), с целью оптимизации их пищевого статуса, повышения адаптационного потенциала к высоким физическим и психоэмоциональным нагрузкам.

На первом этапе работы были разработаны медико-биологические требования к специализированному пищевому продукту из мяса птицы и яиц. Согласно которым мясояичный полуфабрикат должен быть обогащен витамином D, макроэлементами (Ca, Mg) и микроэлементами (Fe, I) до следующего суммарного содержания в продукте с учетом их нативного количества в сырьевых компонентах: белок не менее 21%, кальций 150-500 мг, магний 60-200 мг, железо 5-9 мг, йод 22,5-75 мкг.

Анализ литературных данных показал перспективным разработку пищевого продукта для питания спортсменов имеющего привычные органолептические характеристики. Такие продукты можно использовать в индивидуальной диете в ежедневном питании.

Было разработано две рецептуры мясояичных рулетиков с овощной начинкой, включающих: мясо цыплят-бройлеров кусковое, белок яичный коагулированный обогащенный (белком, кальцием, йодом), сухой коагулированный яичный белок, брокколи (тыква), лук репчатый, сухой альбумин, соль поваренная, перец молотый, цитрат магния, витамин D, вода и растительное масло.

В качестве обогащающих компонентов в рецептуре было принято решение использовать сухой коагулированный яичный белок, сухой альбумин, сухой порошок ламинарии, минерально-кальциевый обогатитель из скорлупы яиц и цитрат магния. Данные ингредиенты при использовании в пищевой промышленности хорошо усваиваются. Минерально-кальциевый обогатитель и порошок ламинарии, а также сухой коагулированный белок вносили в белковую смесь при коагуляции для

получения обогащенного коагулированного яичного белка. Это позволяет связать эссенциальные нутриенты с белковой молекулой, что в дальнейшем положительно сказывается на сохранности вещества, а также способствует лучшему усвоению организмом человека.

Сухой коагулированный белок, сухую кровь, цитрат магния и витамин D вносили непосредственно в фаршевую композицию.

Был определен химический состав продуктов, который представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав мясояичных рулетиков для питания спортсменов

Показатель	Рецептура 1	Рецептура 2
Массовая доля белка, %	21,61	18,31
Массовая доля жира, %	1,94	1,73
Массовая доля влаги, %	72,02	75,2
Кальций, мг/100 г	252,7	197,3
Магний, мг/100 г	56,1	52,4
Натрий, мг/100 г	580,3	564,2
Калий, мг/100 г	416,5	252,7
Железо, мг/100 г	5,62	4,37
Йод, мкг/100 г	41,1	32,7
Фосфор, мг/100 г	101,5	88,2

Проведенные исследования доказали, что разработанные продукты обладают высокой пищевой ценностью, имеют сбалансированный аминокислотный состав (табл. 2). В рецептуре 1 была использована смесь растительных масел (кукурузное и льняное) с целью повышения доли  $\omega$ -3 жирных кислот. Это позволило сбалансировать жирнокислотный состав (табл. 3) мясояичного рулетика и довести соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 до 8:1.

Таблица 2 - Показатели биологической ценности разработанных продуктов для питания спортсменов

Продукт	Коэффициент рациональности аминокислотного состава, $R_c$	Показатель «сопоставимой избыточности» содержания незаменимых аминокислот, $\sigma$	БЦ
Рецептура 1	0,80	8,91	76,88
Рецептура 2	0,82	8,06	71,25

Таблица 3 - Показатели жирнокислотного состава разработанных продуктов для питания спортсменов

Наименование жирной кислоты	Относительное содержание жирных кислот, % к сумме жирных кислот	
	Рецептура 1	Рецептура 2
Сумма НЖК	23,52	36,19
Сумма МНЖК	34,11	32,34
Сумма ПНЖК	42,38	31,45
Соотношение $\omega$ -6/ $\omega$ -3	7,98	27,08

Внешний вид разработанных продуктов приведен на рисунке.



**Рисунок** - Внешний вид разработанных специализированных полуфабрикатов для питания спортсменов

Следующим этапом работы стояло проведение доклинических исследований специализированного продукта в опытах *in vivo*.

Экспериментальные исследования подострой токсичности исследуемого мясорыбного продукта для питания спортсменов показали отсутствие токсических эффектов и местно-раздражающего действия на органы желудочно-кишечного тракта. В рамках проведенного исследования не выявлено достоверного влияния исследуемого продукта на биохимические и гематологические показатели крови. Однако отмечено недостоверное снижение тромбоцитов, повышение общего белка в крови крыс, получавших исследуемый продукт. Показатели мочи были в норме. Анализ данных морфологического и гистологического исследования внутренних органов подопытных животных, подвергнутых эвтаназии согласно схеме эксперимента, патологических изменений не выявил.

Были проведены исследования эффективности мясорыбного продукта в тестах физической работоспособности, которые показали увеличение коэффициента работоспособности самцов в 1,56 раза.

Показана высокая пищевая ценность исследуемого продукта, путем расчета коэффициента энергоэффективности рациона. Наименьшее количество энергии на единицу прироста затрачивали самцы опытной группы.

### **Литература**

1. Алиев, А.М. Аналитический обзор государственной программы Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта» // Экономика и управление в спорте, - 2022-3(2), С. 201-210. <https://doi: 10.18334/sport.2.3.119711>.
2. Kerksick, C.M. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations / C.M. Kerksick, C.D. Wilborn, M.D. Roberts, A. Smith-Ryan, S.M. Kleiner, R. Jäger, et al. // J Int Soc Sports Nutr. – 2018- 15(1), - P 38. <https://doi: 10.1186/s12970-018-0242-y>.
3. Люсин, А.В. Роль спортивного питания и в профилактике и укреплении здоровья спортсменов. // Modern Science – 2020 - 2(1), - С.253-256

4. Maughan, R.J. IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete / R.J. Maughan, L.M. Burke, J. Dvorak, D.E. Larson-Meyer, , P. Peeling, , S.M. Phillips, et al //Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab. – 2018 - 28.- P. 104–125. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0020.
5. Heffernan, SM. The Role of Mineral and Trace Element Supplementation in Exercise and Athletic Performance: A Systematic Review/ SM Heffernan, K Horner, G De Vito, GE Conway. //Nutrients. – 2019-11(3), 696. doi: 10.3390/nu11030696. PMID: 30909645; PMCID: PMC6471179

# ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ НА СКОРОСТЬ ГИДРОЛИЗА ЖИРА В ХРАНЯЩЕМСЯ ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ

Цыгаркина А.С., Яицких А.В., канд. техн. наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Россия  
117624, г. Москва, Дмитровское ш-се, 11  
e-mail: a.cygarkina@fnscps.ru*

## *Аннотация*

Важнейшими факторами, влияющими на направление и интенсивность биохимических процессов, протекающих в хранящемся зерне, являются влажность зерна и температура окружающей среды. Кроме того, существенное влияние на зерно оказывают микроорганизмы. Если рост популяций микроорганизмов не контролируется, хранящееся зерно подвергается микробиологической порче наряду с биохимической.

Микробиологическая порча зерна – это процесс порчи и изменения продукта, вызванный деятельностью микроорганизмов, такими как плесени, бактерии и дрожжи. Этот процесс может привести к ухудшению качества зерна, потере питательных веществ, образованию токсинов и непригодным дальнейшим условиям хранения. Все эти изменения прямо или косвенно влияют на показатель кислотного числа жира (КЧЖ), который является важным показателем свежести и срока годности зерна.

В данном исследовании было проанализировано влияние чистых и наиболее специфичных культур плесневых грибов на изменение КЧЖ в зерне при лабораторном хранении. Также были проанализированы рост и развитие микроорганизмов, содержание влаги в зерне во время хранения.

Зерновые культуры играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны на глобальном уровне. Однако успешное получение и сохранение урожая зерна и продуктов его переработки сталкивается с множеством проблем, среди которых наиболее значительными являются биохимическая и микробиологическая порча при хранении. Эти процессы не только снижают питательную ценность зерна, но и могут привести к образованию токсичных соединений, например, микотоксинов, которые представляют опасность для здоровья человека и животных.

Биохимическая порча зерна и зернопродуктов связана с различными процессами, происходящими во время хранения, включая окисление липидов, ферментативные реакции и другие пути преобразования компонентов зерна. Эти процессы могут быть вызваны как внутренними факторами, характерными для самого зерна, так и внешними условиями хранения, среди которых основными являются температура и влажность [2, 5, 14]. Одним из важнейших нормирующих показателей, отражающих годность и свежесть зерна и зернопродуктов, является кислотное число жира (КЧЖ). Оно служит индикатором степени гидролиза жиров, присутствующих в зерне, и отражает количество свободных жирных кислот, образующихся в результате распада триацилглицеридов в условиях воздействия влаги, тепла и определённых ферментов. По мере протекания гидролиза жира происходит накопление свободных жирных кислот, что приводит к росту кислотного числа жира. То есть, чем выше степень гидролиза, тем большее кислотное число будет у анализируемого продукта [7].

Микробиологическая порча, в свою очередь, вызвана активностью различных микроорганизмов, включая бактерии и грибы. Эти организмы могут быстро размножаться в условиях неправильного хранения, приводя к ухудшению качества зерна и его непригодности для дальнейшего использования [1, 3]. Известно, что при влажности ниже 14% в зерне и зернопродуктах плесени практически не развиваются, изменения идут в основном за счет гидролитических процессов, затрагивающих липидную фракцию зернопродуктов, и в большей степени определяются

активностью фермента липазы [6]. Но нельзя не учитывать, что в любой зерновой массе присутствуют микроорганизмы, численность которых при определенных условиях изменяется в геометрической прогрессии. Так, сухое вначале зерно может увлажниться, поглощая водяные пары из окружающей среды, что даст толчок интенсивному развитию микробиоты на его поверхности [9].

По многочисленным научным данным микробиологическая и биохимическая порча взаимосвязаны: ферменты, выделяемые микроорганизмами, могут инициировать дополнительные биохимические реакции, усугубляя порчу и снижая качество продукта, тем самым влияя и на показатель КЧЖ [4, 8, 10, 11, 13].

Несмотря на тесную связь вышеперечисленных факторов между собой, отмечается отсутствие большого количества современных достоверных исследований по данной тематике. Поэтому, основная цель нашей работы заключается в установлении наличия или отсутствия прямого влияния развития наиболее специфичных к липидному комплексу штаммов чистых культур микроорганизмов на показатель кислотного числа жира в зерне пшеницы, хранящегося в лабораторных условиях, что вследствие может доказывать универсальность такого показателя, как КЧЖ, и его независимость от микробиологических факторов порчи при хранении зерна и зернопродуктов.

Понимание этих взаимосвязей имеет важное значение для разработки эффективных стратегий хранения и защиты зерна, что в конечном итоге обеспечит безопасность пищевых продуктов и снизит экономические потери для аграрного сектора.

Объектом нашего исследования выступало зерно пшеницы, хранившееся при оптимальных условиях. В рассчитанном необходимом для всех экспериментальных проб количестве зерно подвергалось стерилизации этиловым спиртом с последующим увлажнением и заражением чистыми культурами. Заражение стерильного зерна проводили методом внесения рассчитанного количества воды для увлажнения в виде смыва с чистой культуры, выращенной в чашке Петри. В качестве контрольного варианта использовали стерильное зерно, доведенное до влажности опытного зерна, но ничем не зараженное.

Для заражения были выбраны такие культуры плесневых грибов, как: *P. Roqueforti* B-5, *A. Flavus* 422, *A. Parasiticus* 131. Выбор был обоснован найденными литературными данными [3, 10, 12, 15] и имеющейся коллекцией нашего Института.

Все опытные пробы зерна после увлажнения и заражения (в зависимости от варианта опыта) были помещены в стерильные колбы с притертыми пробками. Хранение производилось в течение 40 дней в климатической камере марки СМ-30/100-250 ТВХ (производитель СМ Климат) при температуре 25°C, которая признана благоприятной для развития представленных в исследовании микроорганизмов.

Влажность опытного зерна измерялась по методике, описанной в ГОСТ 13586.5-2015, показатель КЧЖ – по ГОСТ 31700-2012 с применением потенциометрического титрования на приборе Титрион Эксперт-001-301 (производитель Эконикс-Эксперт), микробиологические показатели на основе посевов – по ГОСТ 10444.12-2013 и ГОСТ 10444.15-94. Влажность в пробах измерялась 1 раз в 2 недели. Микробиологические посева и контроль показателя КЧЖ проводились 2 раза – в начале и конце эксперимента соответственно.

В результате работы были получены данные, приведенные в Таблице.

В опытных вариантах в процессе хранения влажность изменилась с 17 до 14,5%, что привело к его переходу из изначально влажного к зерну средней сухости. Несмотря на это, оно обладало свободной влагой в течение всего срока хранения, необходимой для роста и развития микроорганизмов.

Таблица – Результаты опыта

Вариант опыта	Микробиота зерна, КОЕ/г	КЧЖ, ед.	Воспроизводимость (R), %	Конечная влажность, %
---------------	-------------------------	----------	--------------------------	-----------------------

Исходное зерно (до стерилизации)	8·10	13,8	35,7	12,6
Контроль (стерильное зерно)	5·10	19,8	0	14,7
<i>A. Flavus</i> 422	5·10 <sup>3</sup>	18,2	8,4	14,5
<i>A. Parasiticus</i> 131	6·10 <sup>3</sup>	18,8	5,2	14,7
<i>P. Roqueforti</i> B-5	8·10 <sup>4</sup>	18,6	6,3	15,0

Наиболее наглядно полученные данные отображены на графике ниже:

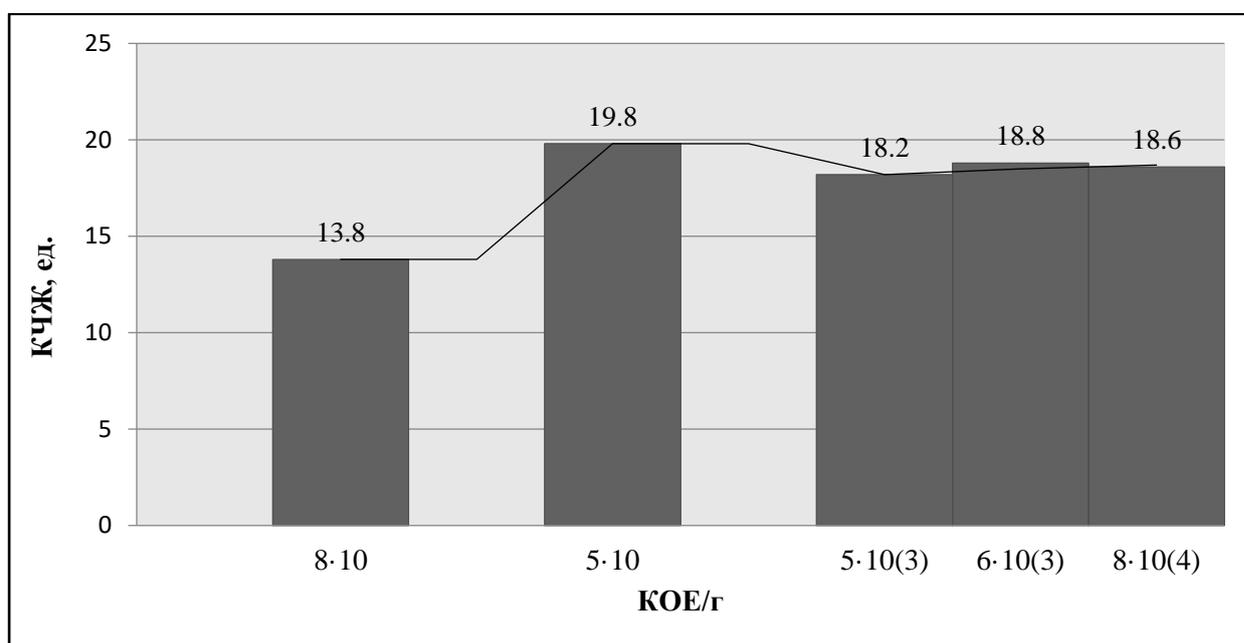


Рисунок – Изменение КЧЖ в зерне пшеницы в зависимости от микробиологической нагрузки

Вначале необходимо отметить эффективность проведенной стерилизации зерна: количество микроорганизмов после 40-дневного срока хранения при повышенной влажности и температуре 25°C в исходном зерне составляло 80 КОЕ/г, количество микроорганизмов в контрольном стерильном зерне осталось ниже исходного уровня (50 КОЕ/г). Так, проведенная нами стерилизация позволила минимизировать фоновое развитие исходной микробиоты на анализируемых образцах зерна. Исходя из низкой микробиологической нагрузки, наблюдающейся в стерилизованном зерне, следует вывод о том, что деятельность имеющихся микроорганизмов не могла существенно повлиять на биохимические и микробиологические процессы при хранении зерна пшеницы в заданных условиях.

Стерильное зерно по своему значению КЧЖ достоверно отличается от исходного зерна. Исходя из вышесказанного, рост рассматриваемого показателя за указанный промежуток времени может быть обусловлен исключительно биохимическими процессами в зерне при хранении, которые были активированы наличием свободной влаги и температурой хранения, фактор микробиологической порчи как катализатора роста КЧЖ и распада жира на жирные кислоты в данном случае исключается.

Уровень развития микробиоты в образцах, заражённых *A. Flavus* 422 и *A. Parasiticus* 131, в сравнении с контролем повысился более чем в 100 раз. При этом изменение значения КЧЖ в них происходило идентично контрольному образцу с незначительной разницей, входящей в пределы погрешности метода, установленные ГОСТ 31700-2012 (R = 14%). Наиболее активное развитие

микробиоты наблюдалось в варианте с заражением зерна *P. Roqueforti B-5*. Но даже несмотря на кратное превосходство численности КОЕ, значение кислотного числа жира в данном варианте также осталось на уровне контрольного варианта и вариантов опыта, зараженных иными культурами, но достоверно выше исходного значения.

Таким образом, можно сделать вывод, что различные уровни развития представленной микробиоты на зерне пшеницы при влажности и температуре, способствующих развитию микроорганизмов, прямо не влияют на значение КЧЖ при хранении зерна в лабораторных условиях.

В дальнейшем планируется продолжать исследование по данной теме путем расширения численности используемых для заражения зерна культур микроорганизмов, чтобы дать наиболее объективную оценку зависимости или ее отсутствия между двумя изучаемыми факторами.

В качестве основных выводов необходимо отметить, что исследованные нами, часто встречающиеся на зерне и специфичные к липидному комплексу штаммы чистых культур микроорганизмов (*P. Roqueforti B-5*, *A. Flavus 422*, *A. Parasiticus 131*), при своем росте и развитии достоверно не влияют на изменение КЧЖ в зерне, хранящемся в лабораторных условиях, что позволяет использовать показатель КЧЖ для нормирования и установления объективных сроков безопасного хранения и годности продовольственного зерна пшеницы. Наиболее тесно показатель кислотного числа жира коррелирует с условиями хранения зерна, в первую очередь – с влажностью зерна и температурой хранения, влияющими на интенсивность протекания биохимических процессов в хранящемся зерне.

В соответствии с существующими нормативными документами при установлении и подтверждении сроков годности количество проводимых анализов должно обеспечивать получение необходимой информации об изменении нормируемых показателей. Дальнейшие доказательства отсутствия значимого и достоверного влияния деятельности микроорганизмов на показатель кислотного числа жира позволят снизить затраты на проведение исследований по установлению сроков годности зерна и зернопродуктов путем снижения частоты проведения микробиологических анализов.

#### *Литература*

1. Абраскова С.В., Шашко Ю.К., Шашко М.Н. Микробиологические аспекты обеспечения сохранности зерна кукурузы / С. В. Абраскова, Ю. К. Шашко, М. Н. Шашко, М. В. Кадырова // Инновационный потенциал развития науки в современном мире : Сборник статей по материалам I международной научно-практической конференции, Уфа, 14 октября 2017 года. Том 1 (1). – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью Дендра, 2017. – С. 6-15.
2. Козьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. - М.: Колос, 1976. - 376 с.
3. Курьянова Н. Х. Микробиология зерна / Н. Х. Курьянова // Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – 2014. – № 13. – С. 381-383. – EDN SXZBFH.
4. Малеева О.Л. и др. Изменение качества зерновой массы при хранении // Сфера услуг: инновации и качество. – 2012. – №. 7. – С. 29-29.
5. Орлова З. З. Влияние условий и продолжительности хранения риса-зерна на активность биохимических и микробиологических процессов / З. З. Орлова, Л. В. Алексеева, Н. И. Соседов // Труды ВНИИЗ. – 1974. – № 80. – С. 38-48.
6. Приезжева Л. Г. Определение кислотного числа жира в зернопродуктах // Контроль качества продукции. – 2017. – №. 3. – С. 35-39
7. Приезжева Л.Г. и др. Кислотное число жира – показатель безопасного хранения и реализации круп // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов. – 2016. – С. 50-56.
8. Смирнов С. О. Биохимические и микробиологические характеристики новых видов муки из зерна тритикале / С. О. Смирнов, Т. В. Быковченко // Повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях : IX Международная конференция молодых ученых и специалистов, Москва, 22 октября 2015 года. – Москва: ООО "РадиоСофт", 2015. – С. 297-303.

9. Яицких А.В. Влияние микроорганизмов на изменение кислотного числа жира при длительном хранении зерна / А.В. Яицких, Л.В. Ванина, Л.Г. Приезжева // Пищевая промышленность. – 2021. - №5.
10. Alconada T. M., Moure M. C. Deterioration of lipids in stored wheat grains by environmental conditions and fungal infection–A review // Journal of Stored Products Research. – 2022. – Т. 95. – С. 101914.
11. Bullerman L. B., Bianchini A. Food safety issues and the microbiology of cereals and cereal products //Microbiologically safe foods. – 2009. – С. 315-335.
12. Lacey J. et al. Grain fungi // Handbook of applied mycology. – 1991. – Т. 3. – С. 121-177.
13. Ortega L. M. et al. Effect of moisture on wheat grains lipid patterns and infection with *Fusarium graminearum* // International journal of food microbiology. – 2019. – Т. 306. – С. 108264.
14. Tournas V. H., Niazi N. S. Potentially toxigenic fungi from selected grains and grain products //Journal of Food Safety. – 2018. – Т. 38. – №. 1. – С. e12422.
15. Wallace H. A. H. et al. Biological, physical and chemical changes in stored wheat // Mycopathologia. – 1983. – Т. 82. – №. 2. – С. 65-76.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В СИЛОСАХ ЭЛЕВАТОРА НА ЕГО ТРАВМИРОВАНИЕ

Тарасова Е.А., кандидат технических наук, Хаба Н.А.

ФГБУ Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, г. Москва  
e-mail: TarasovaEA@niipkh.rosrezerv.gov.ru

## *Аннотация*

Силосное хранение зерна гречихи имеет некоторые особенности, поэтому не распространено. Основной причиной отказа от силосного хранения считается травмирование зерна гречихи. Изучение технологии хранения в силосах элеватора позволило выявить технологические этапы, сопровождающиеся наибольшим травмированием зерна гречихи и разработать модуль эффективного хранения зерна гречихи в силосах элеватора, включающий причины и факторы, влияющие на травмирование зерна гречихи, а также предложения, направленные на снижение степени повреждения зерна гречихи в процессе хранения.

## *Введение*

Сохранность качественных показателей зерна гречихи и размеры потерь при хранении в значительной степени зависят от способа и технологии хранения, которая включает очистку, сушку, перемещения с целью размещения и подработки зерна [1-4]. В нашей стране хранение зерна гречихи осуществляют в складских помещениях. Выбор данного способа хранения связан с анатомическими особенностями строения зерна гречихи. Ядро гречихи заключено в оболочки, которые срастаются в одной точке, а между ядром и оболочкой находится воздушная прослойка. Отсутствие плотного прилегания оболочки к ядру является основной причиной высокой травмированности зерна гречихи по сравнению с другими зерновыми культурами. Под действием нагрузки целостность плодовой оболочки зерна гречихи может нарушиться, что приводит к частичному или полному обрушиванию. По результатам наших исследований напольное хранение с высотой насыпи в среднем 4 – 5 метров позволяет сохранять зерно гречихи без значительных разрушений в течение 7 лет [5]. Вместе с тем, эффективность хранения необходимо рассматривать в совокупности с процессами загрузки и выгрузки зерна из зернохранилища, которые зачастую сопровождаются повреждением оболочки и ядра зерна гречихи в результате механического воздействия рабочих органов зернопогрузчика (скрепки, шнек, ковши) и складского инвентаря (лопаты). Следствием травмирования зерна гречихи является увеличение массовой доли сорной и зерновой примеси и уменьшение содержания ядра. Снизить потери зерна гречихи в результате травмирования позволяют механизированные склады, оборудованные транспортерами ленточного и ковшового типа.

Альтернативой складских хранилищ являются элеваторы, однако до настоящего времени опыт хранения зерна гречихи в силосах элеватора отсутствует. Для эффективного использования силосов элеватора для хранения необходимо знание основных факторов, влияющих на сохранность зерна гречихи, и разработка предложений, направленных на снижение его травмированности.

## *Изучение влияния технологии хранения на травмирование зерна гречихи*

Для изучения возможности хранения зерна гречихи в силосах элеваторов в ФГБУ НИИПХ Росрезерва проводятся исследования, включающие наблюдения за опытными партиями, хранящимися в силосах элеватора, контроль качественного состояния зерна гречихи, изучение воздействия отдельных технологических этапов на сохранность зерна гречихи.

Аналитическая проработка научно-технических работ [6] и результатов двухлетнего исследования позволили нам выделить технологические этапы, которые сопровождаются наибольшим травмированием зерна гречихи: перемещение, загрузка и выгрузка силоса, сушка и охлаждение.

## *Оценка влияния технологического оборудования при перемещениях*

Перемещение зерна гречихи при загрузке и выгрузке силосов, а также с целью его подработки (очистки, сушки, охлаждения) неизбежно сопровождается травмированием зерен гречихи, которое может проявляться в виде повреждения оболочки (раскрытие лепестков оболочки, частичное или полное обрушивание зерен) или ядра (трещиноватость или разрушение).

Главным связующим звеном технологической линии при хранении зерна в силосах является ковшовый элеватор (нория). Согласно результатам многочисленных исследований, основными причинами травмирования зерновых культур при транспортировании ковшовыми элеваторами являются: низкая загруженность, высокая скорость движения ленты, взаимодействие зерна с рабочими органами (в большой степени при динамическом сжатии зерен в нижней головке и соударения со скольжением в верхней головке), «обратная сыпь» [7-11]. Увеличение производительности ковшового элеватора за счет загрузки позволяет сократить число прямых соприкосновений зерна с его поверхностями и тем самым снизить механические повреждения зерен. Поэтому производительность в процессе работы ковшового элеватора по отношению к паспортной следует поддерживать не ниже 60 %, но не выше 90 %. В тоже время не рекомендуется увеличивать производительность путем повышения скорости движения ленты, так как между скоростью движения ленты и количеством поврежденных зерен определена прямая зависимость [9, 11]. С возрастанием скорости движения ленты увеличивается механическое воздействие на зерно рабочих органов ковшового элеватора, при разгрузке ковшей в результате соударения зерен друг с другом и рабочими поверхностями последующего оборудования усиливается их травмированность, а также повышается количество обратно ссыпавшегося в зону загрузки зерна. Доказано, что увеличение скорости движения ленты с 0,92 м/с до 2,0 м/с приводит к повышению в 2,3 раза количества «обратной сыпи» [11], а снижение скорости движения ленты на 1 м/с позволяет снизить повреждение зерна на 1 % [9]. Для снижения травмирования зерновых культур, в том числе и зерна гречихи, рекомендуется использовать тихоходные ковшовые элеваторы со скоростью ленты до 1 м/с. При работе с быстроходными ковшовыми элеваторами предлагается снижать скорость движения ленты относительно паспортной. Обеспечить более мягкий режим работы возможно, применяя способы усовершенствования ковшового элеватора. Использование полимерных ковшей, благодаря высокой эластичности и меньшей твердости кромки по сравнению с металлическими ковшами, позволяет сократить в среднем в 4 раза травмирование зерна при транспортировании его ковшовым элеватором [11]. Повреждение зерен в большей степени происходит в результате динамических нагрузок при свободном ударе зерна о поверхность, поэтому для совершенствования ковшового элеватора рекомендуется использовать способы, направленные на снижения травмирования от удара [8, 12, 13, 14].

Кроме ковшовых элеваторов для перемещения зерновой массы применяют транспортеры (ленточные, винтовые, цепные с погружными скребками) и самотечные устройства (зернопроводы, гибкие и поворотные трубы).

Наименее травмируемым транспортом для зерновых культур являются ленточные транспортеры и самотечные устройства. Степень повреждения зерна пшеницы транспортерами с погружными скребками в четыре, шесть и двадцать раз больше, чем винтовыми транспортерами, самотечными устройствами и ленточным транспортером соответственно [15]. Принимая во внимание анатомическое строение зерна гречихи, перемещение его при помощи транспортеров с погружными скребками не рекомендуется. В винтовых транспортерах зерно во время движения соприкасается с винтом и стенками желоба, попадает в зазор между винтом и стенкой желоба, в результате трения и сжатия происходит разрушение оболочки и ядра [7, 16]. У оболочки зерна гречихи предельная величина сжимающей силы составляет от 25 до 16 Н, что гораздо ниже, чем у самого ядра гречихи (38 – 30 Н) [17], поэтому на практике обрушивание вследствие разрушения оболочки встречается гораздо чаще, чем разрушение ядра гречихи. Повреждение зерна при перемещении по самотечным устройствам связано с трением его о внутреннюю поверхность самотечной трубы и ударной нагрузкой на зерно, которая зависит от скорости движения зерновой массы и угла удара. При прохождении мест изменения направления движения (колесо, отвод, тройник) зерно подвергается ударной нагрузке при взаимодействии с поверхностью поворотного участка. Предельная скорость удара о поверхность при которой происходит повреждение зерна

(трещиноватость или разрушение ядра) зависит от вида зерновых. В отношении зерна гречихи установлено, что скорость удара о поверхность рабочего органа оборудования не должна быть выше 9 м/с при условии, что влажность зерна гречихи находится в пределах от 14 до 20 % [17]. Для регулирования скорости движения зерновой массы можно использовать устройства для снижения скорости (расширители, задвижки, перегородки). Снижение ударной нагрузки на зерно достигается увеличением радиуса кривизны поворотных участков, установкой на внутренних стенках самотечных труб и поворотных кругах футеровочных листов [11].

Для снижения травмирования зерна футеровку рекомендуется применять не только в самотечных устройствах, но и в качестве покрытия головок и башмаков ковшовых элеваторов, поворотов, коробов транспортеров, бункеров, выпускных бункеров зерносушилок, смесителей, приемных лотков ленточных транспортеров, промежуточных бункеров и другого оборудования.

При проектировании и модернизации технологической линии для снижения высоты прямых участков падения зерна необходимо применять каскадное расположение оборудования.

#### ***Оценка влияния загрузки и выгрузки в элеваторах разных типов***

Для хранения зерна используют силосы из монолитного или сборного железобетона с плоским или коническим дном. Этапы загрузки и выгрузки силоса также сопровождаются механическими повреждениями зерна. При загрузке количество травмируемых зерен зависит от объема и высоты силоса, конструкции и поверхности дна. Зерно, падающее при загрузке непосредственно на дно силоса, получает наибольшие повреждения, следовательно, для хранения зерна, в том числе и зерна гречихи, лучшим вариантом хранилища будет силос с коническим дном. Использование для хранения силоса с коническим дном позволит снизить процент травмированных зерен от удара о поверхность в среднем на 0,22 % по сравнению с силосом, имеющим плоское дно [18, 19]. Кроме того, сократить процент травмированных зерен к общей массе позволяет применение для хранения силосов большой вместимости (не менее 500 т). Соответственно загрузка зерна гречихи на хранение в силосные емкости, образованные в результате соединения цилиндрических силосов, не рекомендуется. Существующие в настоящее время силосы из монолитного или сборного железобетона в среднем высотой около 30 м и практически изменить высоту загрузки невозможно. Одним из вариантов снижения механических повреждений зерна от удара является применение ограничителей скорости падения зерна, однако установка их в действующие силосы затруднительна. В целом, существенное влияние на содержание травмируемых зерен оказывает только многократная загрузка зерна в пустой силос элеватора. В результате 4 – 5 перемещений зерновой массы гречихи из одного силоса в другой транспортным оборудованием (ковшовый элеватор, ленточный транспортер) количество зерен с поврежденной оболочкой и ядром увеличивается в среднем в 2 – 3 раза по сравнению с исходным значением [4]. При этом необходимо учитывать, что травмирование зерен при перемещении зерновой массы происходит не только при загрузке силоса, но и при выгрузке, а также взаимодействии зерна с рабочими органами транспортного оборудования. Величина потерь зерна от механических повреждений при выгрузке из силоса определяется его конструкцией. Выгрузка из силоса осуществляется самотеком, только в плоскодонном силосе дополнительно используют шнековое устройство, которое зачищает зерно на дне силоса и подает его к выпускному отверстию. Вследствие воздействия шнекового устройства на зерно гречихи количество поврежденных зерен увеличивается в среднем на 2,5 % [19]. Положительные результаты использования полимерных лопастей в шнековых устройствах (травмирование зерна пшеницы снижается с 2,5 % до 0,1 %, кукурузы – с 3,0 % до 0,1 %) [11] позволяют предложить к применению полимерных материалов в шнековых устройствах для выгрузки зерна гречихи из плоскодонного силоса. Для исключения ухудшения качества зерна гречихи при выгрузке с использованием шнекового устройства рекомендуется выгруженное после зачистки силоса зерно направлять перед смешиванием с общей массой на очистку.

#### ***Влияние условий хранения***

В условиях многолетнего хранения перемещения зерновой массы осуществляют при переводе зерна на зимние условия хранения, а также с целью подработки при обнаружении увлажнения или самосогревания. Основной целью перевода зерна на зимние условия хранения является доведение температуры зерновой массы до оптимальной температуры – не более 10 °С. Мониторинг

температуры зерновой массы гречихи на протяжении двух лет показал, что большему влиянию температуры окружающего воздуха подвержено зерно гречихи, хранящееся в наружных силосах элеватора. Хранение зерна гречихи во внутренних силосах элеватора позволяет поддерживать зерно гречихи в охлажденном состоянии в течение года по всей высоте силоса. Следовательно, размещение зерна гречихи во внутренние силосы позволит исключить ежегодные перемещения при переводе зерна на зимние условия хранения, и тем самым уменьшить травмирование зерна гречихи.

На хранение рекомендуется направлять зерно гречихи сухое (массовая доля влаги не более 13 %), предварительно очищенное, охлажденное (температура зерновой массы не более 10 °С) и обработанное в профилактических целях одним из пестицидов контактного действия. Следование данным рекомендациям обеспечивает отсутствие интенсивного дыхания самого зерна, замедления процессов обмена веществ в клетках зерна, а также отсутствия благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов.

Элеваторы, предназначенные для хранения зерновых культур, должны надёжно защищать зерно от атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод, резких перепадов температур, вредителей зерна, в том числе птиц и грызунов. Стены силосов из сборного железобетона не должны иметь не заделанных вертикальных и горизонтальных стыков, а внутренние поверхности стен и дна силосов должны быть гладкими (без выступов, ребер, поясов, впадин, шероховатостей). Силосы и бункеры элеваторов должны закрываться сплошным перекрытием с устройством в них плотно закрывающихся люков с предохранительными решетками, запираемыми на замок. Для профилактики зараженности вредителями хлебных запасов, подготовка к размещению зерна на хранение должна включать механическую очистку и дезинсекцию ёмкостей, поточных линий, оборудования, инвентаря. Соблюдение всех требований к качественному состоянию зерна гречихи и эффективная подготовка элеватора обеспечит доброкачественность зерна гречихи и сведет к минимуму увлажнение или самосогревание зерновой массы.

В случае повышения температуры зерновой массы, свидетельствующей о риске развития самосогревания, зерно направляется на охлаждение, при обнаружении признаков увлажнения на сушку. На элеваторах для этих целей могут использовать оборудование для очистки, сушки и активного вентилирования зерна. Очень часто для охлаждения или подсушивания зерновую массу пропускают через зерносушилку используя холодный или подогретый воздух. При выборе режима сушки необходимо учитывать термоустойчивость зерна гречихи по выходу ядрицы. В результате высокой температуры может наблюдаться травмирование зерна в виде трещиноватости ядра без разрушения оболочки. При хранении зерна в силосах элеватора для сушки используют шахтные прямоточные и рециркуляционные сушилки. Максимальным пределом температуры нагрева зерна гречихи в прямоточных (шахтных) зерносушилках считается 40 °С, в рециркуляционных сушилках – до 60 °С в зависимости от влажности зерна и конструкции сушилки. Более высокая допустимая температура нагрева зерна гречихи при рециркуляционной сушке связана с отсутствием явления пересушивания оболочки, которое приводит к дальнейшему обрушиванию при перемещении и загрузке зерна гречихи в силос. Поэтому важно соблюдать рекомендуемый температурный режим для сохранения целостности ядра и оболочки.

Альтернативой пропускания зерна гречихи через сушильную установку с целью охлаждения или снижения влажности является активное вентилирование в силосах элеватора. Преимуществом активного вентилирования в силосах является отсутствие перемещения зерна, позволяющее избежать его травмирование. Существующие варианты установок активного вентилирования классифицируют по направлению продувки зерна: горизонтальные и вертикальные [1]. Учитывая высоту продуваемого слоя зерна (около 30 м), наиболее эффективной считается горизонтальная продувка зерна. Предлагаемые варианты установок монтируются не только в строящихся, но и в действующих силосах. В настоящее время применение установок активного вентилирования в силосах из сборного или монолитного железобетона не распространено вследствие сложности ее конструкции. Тем не менее при планировании хранения зерна гречихи в силосных емкостях оснащение их вентиляционными установками является рациональным решением, позволяющим обеспечить оптимальные условия хранения и снизить травмирование зерна гречихи вследствие взаимодействия его с рабочими органами транспортного оборудования, а также при выгрузке и

загрузке силоса.

В процессе изучения воздействия отдельных технологических процессов на сохранность зерна гречихи нами разработан модуль эффективного хранения зерна гречихи в силосах элеватора, в котором сформированы факторы и причины травмирования зерна гречихи при хранении, а также подготовлены предложения, направленные на снижение травмирования зерна гречихи по отдельным этапам технологического процесса (таблица).

Таблица – Модуль эффективного хранения зерна гречихи в силосах элеватора

№	Технологический процесс	Факторы, причины травмирования	Предложения
1	Перемещение зерновой массы с помощью ковшového элеватора (нории)	Механическое воздействие рабочими органами (ковшами, башмаками, головками). Низкая или избыточная наполненность ковшей. Высокая скорость ленты. Наличие «обратной сыпи».	Обеспечение за счет загрузки ковшей производительности ковшového элеватора по отношению к паспортной не ниже 60 %, но не выше 90 %.
			Использование тихоходных ковшových элеваторов со скоростью ленты до 1 м/с. При работе с быстроходными ковшowymi элеваторами снижать скорость движения ленты относительно паспортной.
			Установка полимерных ковшей, футеровка головок и башмаков полимерными материалами.
			Снижение «обратной сыпи» и ударов зерна о рабочие органы оборудования за счет усовершенствования зоны выгрузки ковшей.
2	Перемещение зерновой массы с помощью транспортера	Механическое воздействие рабочими органами (винтом, скребками).	Исключение транспортеров с погружными скребками из технологической линии.
			Исключение винтовых транспортеров из технологической линии или установка винта с полимерными лопастями.
			Футеровка полимерными материалами коробов транспортеров, бункеров, приемных лотков транспортеров.
			Переход на ленточные транспортеры.
			Сокращение протяженности транспортера.
3	Перемещение зерновой массы с помощью самотечных устройств	Механическое воздействие вследствие трения и ударов зерна о внутреннюю поверхность	Регулирование скорости движения зерновой массы устройствами для снижения скорости (расширители, задвижки, перегородки). Снижение ударной нагрузки на зерно достигается, [14].

		самотечной трубы. Высокая скорость движения зерновой массы.	Увеличение радиуса кривизны поворотных участков. Установка на внутренних стенках самотечных труб и поворотных кругах футеровочных листов. Каскадное расположение оборудования.
4	Загрузка и выгрузка силоса	Механическое воздействие рабочими органами. Прямой контакт зерна с дном силоса. Скорость падения зерновой массы.	Использование для хранения преимущественно силосы с коническим дном. В силосах с плоским дном для выгрузки зерна устанавливать шнековые устройства с полимерными лопастями. Использование для хранения внутренних силосов большой емкости (не менее 500 т). Ограничение количества перемещений зерна гречихи.
5	Сушка и охлаждение	Температура сушки. Пересушивание зерна гречихи.	Обеспечение рекомендуемого температурного режима для сохранения целостности ядра и оболочки. Оснащение силосов вентиляционными установками.

### Заключение

По результатам проведенной работы сформулирован принцип рационального хранения зерна гречихи в силосах элеватора: наименьшее воздействие рабочих органов технологического оборудования, наименьшее количество перемещений, наименьшая протяженность технологической линии.

Разработан модуль эффективного хранения зерна гречихи в силосах элеватора, включающий факторы и причины травмирования зерен различным оборудованием и пути снижения травмированности в процессе хранения.

### Литература

Журавлев А. П. Послеуборочная обработка зерна с основами хранения зернопродуктов / А. П. Журавлев, Л. А. Журавлева. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 365 с.

Ваншин В. В. Хранение зерна и пищевых продуктов: Учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья / В. В. Ваншин; Оренбургский государственный университет. Том Часть 3. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2019. – 121 с.

Смолянинов Ю. Н. Пути совершенствования технологии послеуборочной обработки зерна / Ю. Н. Смолянинов // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 11(24). – С. 97-102.

Разоронова Е. Е. Исследование изменений семенных, биохимических и технологических свойств зерна гречихи при длительном хранении: специальность 05.18.0306.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Разоронова Елена Евгеньевна. – Москва, 1980. – 20 с.

Тарасова Е. А. Мониторинг сохранности зерна гречихи при складском хранении / Е. А. Тарасова, К. Б. Гурьева, Н. А. Хаба // Научное обозрение: актуальные вопросы теории и практики: сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 мая 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 32-37.

Гурьева К. Б. Травмирование зерна гречихи при послеуборочной обработке и хранении (обзор) / К. Б. Гурьева, Е. А. Тарасова, Н. А. Хаба // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2023. – № 18. – С. 37-48.

Фейденгольд В. Б. Причины травмирования зерна и меры по их устранению / В. Б. Фейденгольд, С. Л. Белецкий // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2016. – № 6(6). – С. 204-217.

Лобанов В. И. Травмирование семенного зерна в ковшовых элеваторах / В. И. Лобанов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(172). – С. 167-172.

Шатохин И. В. Преимущества и недостатки быстроходных ковшовых элеваторов по сравнению с тихоходными / И. В. Шатохин, А. Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 4(16). – С. 201-205.

Оробинский Н.М. Модернизация верхней головки ковшового элеватора / В. И. Оробинский, Н. М. Дерканосова, И. В. Шатохин, А. Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5, № 1(17). – С. 207-214.

Тухватуллин М. М. Совершенствование оборудования и улучшение сохранности продуктов зерноперерабатывающих предприятий за счет использования полимерных материалов / М. М. Тухватуллин. – Москва: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет пищевых производств", 2003. – 314 с.

Оробинский В.И. Модернизация верхней головки ковшового элеватора / В. И. Оробинский, Н. М. Дерканосова, И. В. Шатохин, А. Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5, № 1(17). – С. 207-214.

Шатохин, И. В. Совершенствование ковшовых элеваторов / И. В. Шатохин // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, Воронеж, 25 декабря 2015 года – Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 99-106.

Патент № 2770372 С1 Российская Федерация, МПК В65G 17/08, В65G 17/40. Способ снижения травмирования семян в ковшовом элеваторе и ковшовый элеватор для его осуществления: № 2021122828; заявл. 29.07.2021; опубл. 15.04.2022 / Ю. Н. Федоров.

Тарасенко А.П. Совершенствование средств механизации для получения качественного зерна / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, А. М. Гиевский, М. Э. Мерчалова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3(34). – С. 109-115.

Оробинский В. И. Качественные показатели работы зерноочистительного агрегата / В. И. Оробинский, И. В. Шатохин, А. Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 3(15). – С. 256-262.

Троценко В. В. Снижение механических повреждений семян гречихи при послеуборочной обработке: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Троценко Виктор Васильевич. – Омск, 2003. – 159 с.

Баскаков И. В. Потери зерна при хранении в зернохранилищах силосного типа / И. В. Баскаков, В. И. Оробинский, Р. Н. Карпенко // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, Воронеж, 01–02 ноября 2017 года. Том Часть 1. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2017. – С. 201-208.

Чишко Р. Л. Оценка травмирования семян гречихи при прохождении через хранилище силосного типа / Р. Л. Чишко // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, Воронеж, 25 декабря 2015 года. – Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 127-131.

## КАЧЕСТВЕННЫЙ РОСТ ПРОИЗВОДСТВА КАК ДВИЖУЩАЯ СИЛА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

**Мередов А. старший преподаватель**

*Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова, Туркменистан, г. Ашхабад*

**Байрамов М. старший преподаватель**

*Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова, Туркменистан, г. Ашхабад*

E-mail: [perman0513@gmail.com](mailto:perman0513@gmail.com)

**Ходжамухамедова М.Б. преподаватель**

*Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова, Туркменистан, г. Ашхабад*

E-mail: [mahri.tohu@gmail.com](mailto:mahri.tohu@gmail.com)

**Аннотация.** Показатель качества – характеристика продукции, соответствующая установленным критериям изготовления, использования либо потребления. Данные, используемые для экспертизы качества продукции, включают практически все аспекты и грани анализируемой продукции (дизайн, производственные процессы, используемые инструменты и предметы труда, производственный и реализационный эффект, рекламу и т.д.). По результатам анализа качества продукции осуществляются следующие важные производственные функции: оценка технического состояния продукции; выявление на основе общего и теоретического сравнительного анализа деформации базовых характеристик по отдельным видам продукции; ревизия соответствия характеристик продукта исходно заданным параметрам, качественная характеристика процессов производства и доставки; определение факторов, ограничивающих дальнейший рост технического уровня продукции; обоснование возможностей дальнейшего повышения качества продукции, снижения объёмов бракованной продукции и соответствующих издержек производства.

**Ключевые слова:** характеристика продукции, объём производства, анализ качества продукции, результаты производственного процесса, маркетинг.

**Введение.** Под мудрым руководством уважаемого Президента Туркменистана Сердара Бердымухамедова проводимая в нашей стране экономическая политика направлена на диверсификацию и комплексную модернизацию национальной экономики, обеспечение её перехода на индустриально инновационный путь развития, повышение инвестиционной активности, привлечение иностранных инвестиций, интенсификацию экономического роста. Все эти меры в конечном итоге нацелены на успешное разрешение намеченных задач по повышению уровня благосостояния, улучшение социально-бытовых условий жизни населения. Реализуемые в настоящее время в нашей стране масштабные проекты и инклюзивные реформы направлены на формирование прочной основы для устойчивого развития во всех отраслях и сегментах национальной экономики.

В современных условиях экономического развития обеспечение требуемых объёмов, должного ассортимента и высокого качества продукции выступает важным критерием эффективного развития производственной сферы. Качество продукции – одно из базовых условий её успешной реализации и, как следствие, главный индикатор рыночной конкурентоспособности как непосредственно продукции, так и производящего её предприятия [1,2].

**Основная часть.** Качество продукции – совокупный индикатор, отражающий сумму особых характеристик и признаков, произведённых в установленных технических условиях в целях удовлетворения рыночной конъюнктуры.

Объёмы производства новой продукции определяются уровнем технического развития. Вполне естественно, что на исходной стадии производство обновленного ассортимента продукции сопряжено со значительными расходами. В перспективе тиражирование новых образцов продукции в промышленных масштабах ведёт к снижению расходов и издержек производства, обеспечивая соответствующее понижение оптовых цен на продукцию. Это, безусловно, является чрезвычайно привлекательным как для производителей, так и потребителей продукции.

Разделяют унифицированные, особые и косвенные показатели качества. Показатели качества отражают базовые параметры продукции, её потребительские способности, технологические и дизайнерские особенности, уровень стандартизации и унификации, характеристики её надёжности и прочности. Общие показатели присущи и характеризуют качество всей произведённой продукции, вне зависимости от её формы и предназначения. К примеру, удельный вес отражает:

- долю новой продукции;
- долю сертифицированной и несертифицированной продукции;
- долю продукции, соответствующей нормам международных стандартов;
- долю экспортируемой продукции в общем объёме производства.

Особые показатели качества продукции подчёркивают характерную степень её уникальности:

- полезность (жирность молока, процентное содержание железа в составе руды, содержание белка в пищевом продукте и т.д.);
- надёжность (износостойкость, простота в использовании);
- технологические решения, отражающие степень эффективности технологических разработок (трудоемкость, энергоёмкость и т.д.);
- эстетические свойства продукции (соответствие продукции культурным предпочтениям потребителей) [1,3].

Косвенные показатели включают в себя штрафные санкции за некачественную продукцию, долю выбраковки произведённой продукции, долю раз-рекламированной продукции, издержки по бракованным изделиям и т.д.

Коренные преобразования в экономической сфере, поэтапный переход туркменского общества на принципы рыночного хозяйствования, в проекции последовательного нарастания взаимодействия с ведущими мировыми фирмами и компаниями, а также на фоне уверенного роста национальной экономики обретают выраженный социально ориентированный характер, направленный на неуклонное улучшение условий жизни наших граждан. В настоящее время в стране проводятся широкомасштабные работы по наращиванию объёмов производства по таким продуктовым позициям, как мясо и мясопродукты, молоко и молочные изделия, овощи, бахчевые, плоды и ягоды как в свежем, так и в консервированном виде, определённый ассортимент строительных материалов, различных изделий повседневного спроса. Список их постоянно расширяется.

В условиях рыночной экономики нельзя ограничиваться лишь производством продукции, важна также ее выгодная реализация, что обуславливает изучение спроса на внутренних и внешних рынках производимой в стране продукции.

Повышается качество и конкурентоспособность произведённой в стране товарной продукции, продвигаемой на рынки в рамках международного взаимодействия, потребительский спрос на них растёт как на внутреннем, так и на внешних рынках. Продукция национальных товаропроизводителей всё успешнее продвигается на зарубежные рынки.

Также, по нашему мнению, при изучении качества продукции необходимо изучать и анализировать маркетинг.

Современный маркетинг представляет собой деятельность, нацеленную на производство востребованной продукции либо освоение всего диапазона подходов организации в полном соответствии условиям и потенциалу рынка.

Маркетинговый анализ включает в себя комплекс мер по детальному изучению рынка товаров и услуг, спроса и предложения, моделей потребительского поведения, рыночной конъюнктуры, ценовой динамики в целях наиболее успешного продвижения продукции. Целью маркетинговой стратегии является чёткое определение позитивных возможностей, выявление насущных проблем, сложностей и слабых сторон, установление и оценка внешней маркетинговой среды предприятия. Грамотный маркетинговый анализ незаменим при составлении маркетинговых планов и стратегий.

Внешние макро и микросреда оказывают непосредственное влияние на деятельность предприятия. Анализ макросреды в качестве неотъемлемой составляющей маркетингового исследования основывается на оценке факторов, существенно влияющих на результаты коммерческой деятельности предприятия. Маркетинговую микросреду формируют люди, определяющие реальный либо потенциальный интерес к конкретному предприятию, или ощутимо влияющие на способность достижения намеченных целей. Маркетинговая среда может формироваться участниками рынка по результатам исследования запросов потребителей в использовании, приобретении, заказе либо непосредственной покупке какой-либо продукции, работы, услуги в торговых либо коммерческих целях.

Маркетинговый процесс начинается с изучения потребителя и определения его потребностей, основывается на реализации товаров и удовлетворении конкретных потребностей. Целью маркетинга указывается формирование маркетинговой программы, стимулирующей потребителей приобретать и пользоваться продукцией конкретного предприятия-производителя [2,3,4].

**Анализ результатов.** Любое предприятие, выпускающее профильную продукцию либо удовлетворяющее прочие специализированные потребительские запросы, может быть признано рыночным конкурентом. Первой стадией анализа конкурентной среды является исследование и выявление ассортимента реально востребованных потребительской аудиторией товаров и услуг. Такой анализ способствует динамичному развитию рынка, играет важную роль в успешном продвижении на рыночное пространство. Результаты исследования конкурентной среды применимы в сравнительной характеристике потенциала и результатов профильной деятельности предприятия.

Снабженцами называются субъекты, обеспечивающие снабжение предприятие средствами, необходимыми для производства им конкретной продукции и услуг. Трансформация снабженческой среды способно ощутимо повлиять на маркетинговую деятельность предприятия. Дефицит отдельных материальных ценностей либо удорожание материальных средств ведёт к ухудшению физического снабжения предприятия и, как следствие, понижению реальных объёмов производства. В числе базовых целей маркетингового исследования следует указать также изучение ценовых показателей отгружаемой продукции, поставляемых услуг, а также порядка и режима их реализации.

Качество продукции – понятие, характеризующее все грани и аспекты дизайна, технологии, приобретения, размещения и использования продукции, её стандартизации и специализации, степень её надёжности и прочности. Таким образом, качество продукции представляет собой комплекс базовых характеристик продукта, соответствующих предназначению и обуславливающих их применимость в удовлетворении конкретных потребностей.

Конечная цель рекламы заключается в обеспечении предприятию максимальной прибыли, закреплении и популяризации его конкурентоспособных преимуществ, привлечении внимания массового потребителя к производимой продукции (услугам, работам). Своим выраженным образным содержанием реклама оказывает определённое влияние на общественное сознание, культуру, искусство, художественное творчество. Функционально роль рекламы не ограничивается одним лишь созданием и распространением информации о товарах, услугах и т.д., она служит средством современного дизайна улиц, домов, зданий и сооружений, формирования современного облика городов и сёл.

В мировой практике существует несколько форм и видов рекламы, используемых для успешного продвижения произведённых товаров и услуг. Формы и методы рекламирования в целях доведения до потребителя достоверной информации о производимой продукции и услугах и влияния на формирование в общественном сознании потребности их приобретать определяются по

результатам аналитических исследований и характеристик. Таким образом, различают следующие виды рекламы: печатная реклама, радиореклама, кинореклама, фотореклама, мобильная реклама на транспортных средствах, экспозиционная реклама, осветительная (неоновая) реклама, реклама на товарной упаковке, устная реклама, рекламные щиты, баннерная реклама, Интернет-реклама и т.д.

Указанные виды рекламы вообще признаются необходимыми при производстве товаров, выполнении услуг, подготовке и распространении информации. На современном этапе реклама особенно интенсивно развивается в отечественных сферах текстильной индустрии, туристического сервиса, других ключевых направлениях рыночного маркетинга. Развитие социально-экономической жизни, стремительная динамика научно-технического прогресса обуславливает появление принципиально новых форм и средств коммуникации. Любая реклама включает в себя рекламную информацию, суть и содержание которой излагаются в текстовой и изобразительной форме. Особое место в спектре рекламных средств отводится музыкальному сопровождению, которое выполняет роль действенного инструмента доведения рекламируемой информации до сознания потребителя [1,4].

**Заключения.** Анализ качества продукции позволяет решить следующие задачи:

- определение технического уровня продукции;
- выявление теоретически возможных и сравнительно-эксклюзивных по отношению к базовому уровню трансформаций;
- мониторинг структуры выпуска продукции по показателям, характеризующим процесс производства продукции и качества обеспечения;
- выявление факторов, тормозящих рост технического уровня продукции;
- аргументация возможностей повышения качества продукции, снижения затрат по браку.

Информация по анализу качества продукции включает в себя данные практически по всем аспектам исследуемого объекта (конструкции, технологические процессы и разработки, используемые средства и орудия труда, процесс и результаты производственного процесса, реклама и т.д.). Патенты, нормативно-техническая документация, акты проверок, данные лабораторного исследования физико-космических показателей, результаты технико-лабораторного мониторинга, график и журналы беспорочной цикличности продукции и другие могут служить источником данных для анализа качества продукции. Процесс определения технического уровня продукта включает в себя выборку показателей, характеризующих параметры продукции и методов определения их количественных величин.

Для унифицированной оценки исполнения плана по качеству продукции применимы различные методы, в том числе метод оценки. Основу метода оценки по баллам составляет следующее: определяется усреднённый балл качества продукции и соотношением планового и реального уровней исчисляется процент выполнения плана по качеству продукции. В разрезе характеристик сорта либо кондиции продукции рассчитывают удельный вес продукции каждого отдельно взятого сорта (кондиции) в совокупном объёме произведённого продукта, выводится средний коэффициент сортности, а также средняя сравнительная цена продукции. По первому показателю производят сравнительный анализ реальной доли каждого сорта в стоимостном выполнении плана в общем запланированном объёме продукции, так же как для изучения динамики качества применимы данные прошлых производственных циклов.

В контексте изложенного ведётся последовательная, целенаправленная работа по формированию высококачественного рыночного и производственного сегмента национальной экономики, обеспечения позитивного роста высокотехнологичной сферы услуг, интенсификации конкурентоспособных производственных направлений, дальнейшей активизации рыночных механизмов и профильной инфраструктуры [2,3].

## Список литературы

1. Гурбангулы Бердымухамедов. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. – I, II тома. – А.: Туркменская государственная издательская служба, 2010.
2. «Возрождение новой эпохи могущественного государства: Национальная программа социально-экономического развития Туркменистана на 2022-2052 г.г.». - А.: Туркменская государственная издательская служба, 2022.
3. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебное пособие/ Ермолович Л. Л. [и др]; под общей редакцией Л. Л. Ермолович. — Минск: Интерпрессервис; Экоперспектива, 2001.
4. Савицкая Г.В. Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятия. Учебник. – 6-е изд., перераб и доп. – М.: ИНФРА –М, 2013 – 607с.

## QUALITATIVE PRODUCTION GROWTH AS THE MOTIVE FORCE OF FURTHER ECONOMIC DEVELOPMENT

**Meredov A. Senior Lecturer**

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov, Turkmenistan, Ashgabat

**Bayramov M. Senior Lecturer**

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov, Turkmenistan, Ashgabat

E-mail: [perman0513@gmail.com](mailto:perman0513@gmail.com)

**Hojamammedova M.B. Lecturer**

Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov, Turkmenistan, Ashgabat

E-mail: [mahri.tohu@gmail.com](mailto:mahri.tohu@gmail.com)

**Abstract.** Quality indicator is the characteristics of product according to the established criteria of production, consumption. The data for the product quality expertize include practically all aspects and bounds of a product under consideration (design, production processes, applied tools and subjects of labor, the production and sale effect, the advertising, etc.). In accordance with the results of the product quality analysis the following important production functions are undertaken: evaluation of technical condition of product; identification on basis of general and theoretical comparative analysis of deformation of main features by separate kinds of product; examination of correspondence of product features according to the designed parameters, the qualitative characteristics of production and supply; determination of factors constraining further growth of technical status of product; grounding of possibilities of further improvement of quality of the product, decrease of volumes of rejects and respective production costs.

**Keywords:** product characteristics, production volume, product quality analysis, production process results, marketing.

## References

1. Gurbanguly Berdimuhamedov. “State Regulation of Socio-economic Development of Turkmenistan”, Parts I-II, study guide for higher education institutions – Ashgabat: Turkmen State Publishing Service, 2010.
2. The National Program “Revival of a new epoch of the powerful state: National Program for Socioeconomic Development of Turkmenistan in 2022-2052” – Ashgabat: Turkmen State Publishing Service, 2022

3. Analysis of economic activity of the enterprise: a textbook / Ermolovich L.L. [and others]; under the general editorship of L.L.Ermolovich. – Minsk: Interpress service; Ecoperspective, 2001.
4. Savitskaya G.V. Comprehensive analysis of economic activity of the enterprise. Textbook. – 6<sup>th</sup> ed., revised and enlarged. – M.:INFRA – M, 2013 – 607 p

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУР ДИЕТИЧЕСКИХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Остюк Ю.А., аспирант, Тихонов Д.А., к.т.н., Васюкова А.Т., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва  
e-mail: vasyukova-at@yandex.ru

**Annotation.** В статье приведены исследования по оптимизации рецептур и пищевой ценности функциональных мясорастительных изделий, обогащенных овощными ингредиентами: капустой, морковью и тыквой, для питания детей возрастной категории 7-11 лет. Методом математического моделирования определен контрольный образец, купаж и оптимизирована рецептура многокомпонентного белоксодержащего продукта. Используя рекомендации физиологов по подбору компонентов рецептуры были выбраны перспективные ингредиенты для комбинирования традиционных мясных комбинированных фаршей. Установлено, что в качестве оптимального сырья, отвечающего предъявляемым требованиям к проектированию рецептур применимы: тыква, кабачки, капуста и морковь. На основании органолептических и физико-химических исследований для производства модельного фарша были выбраны растительные компоненты в соотношении мясо : растительное сырье для купажа №1 62 : 34, а для купажа №2 65 : 29. Оптимизировалась рецептура методом целочисленного нелинейного математического программирования при критерии оптимальности купажа №1  $k=2.04$ , а для купажа №2  $k=0.81$ . Получено, рецептура мясорастительного фарша по ингредиентному составу максимально будет приближаться к эталонному образцу, составляющему 10% от суточного набора пищевых продуктов для питания детей 7-11 лет.

*Ключевые слова:* интерфейс, нелинейное математическое программирование, модельный фарш, купаж, оптимизация, рацион, компоненты

Питание – важнейший фактор в развитии организма человека. Среди большого обилия всевозможных рецептур, включающих как натуральные пищевые продукты, так и пищевые добавки, потребитель не всегда готов в них разобраться. Особенно остро стоит вопрос при ограниченных возможностях здоровья. Здесь необходимо иметь гарантию качества и безопасности, позволяющую включать интересующую продукцию в свой рацион питания.

Многие потребители стремятся заменить ингредиенты в рецептах по нескольким причинам, включая ограничения и цели. Ограничения могут заключаться в исключении продуктов, на которые у людей аллергия или которых временно не хватает в достаточном количестве. Целями могут быть увеличение потребления определенного питательного вещества или снятие блюда с ежедневного меню.

Другим важным аспектом замен в рецептах являются технологические свойства ингредиентов. Например, рецепт бисквита содержит яйца и сахар. Однако людям с диабетом следует ограничить потребление сахара. Поэтому ради диеты сахар следует заменить другим пищевым продуктом, чтобы сохранить ту же сладость. При подготовке этого рецепта необходимо также учитывать технологические свойства заменителя, поскольку пирог должен быть необходимой структуры, хорошо сохранять форму и необходимую пищевую ценность.

Использование компьютерных технологий для обработки задач, таких как рекомендация заменителей ингредиентов, включение компонентов, обладающих выраженным физиологическим эффектом или функционально-технологическими свойствами, относится к относительно новой области пищевых вычислений [1] с широким спектром приложений, позволяющих распознавание продуктов питания [2], обнаружение потребления пищи с использованием датчиков [3] и вычислительное управление рецептурой конкретной диеты [4]. Многие недавние подходы к вычислениям в области питания и управления диетой используют искусственный интеллект (ИИ), как статистические методы (основанные на различных формах программирования и машинной обработки полученных данных), так и символические (основанные, например, на использовании банка данных и оперативных знаний [5]).

Однако текущие работы по использованию ИИ для замены ингредиентов в рецептурах пищевых продуктов пока что очень скудны. Pan, Y.; Xu, Q.; Li, Y. (2020) [6] исследовали, как использовать методы обработки естественного языка, такие как встраивание слов, для поиска альтернативных компонентов на основе данных, основанных на сходстве. С другой стороны, несколько систем включили явную семантическую информацию об ингредиентах и явные правила. Gaillard, E., et al. (2015), (2017) [7,8] разработали компьютерную программу (TAAABLE) для проведения модификаций рецептур на основе реальных правил и знаний о таксономии подклассов ингредиентов с использованием таких методов, как анализ формальных понятий. Skjold, K. et al., (2017) [9] предложили новый подход, систему рассуждений на основе имеющихся прецедентов для рекомендации рецептур, с основным акцентом на базе настройки рецептов для заданного запроса пользователя, повторно используя знания предметной области с правилами адаптации. Адаптация рецептов выполнялась путем поиска рецептов, которые наиболее точно соответствовали заданному запросу пользователя, а затем выполняли модификации на основе сходства таксономии ингредиентов и правил замены. Shirai, S.S., et al. (2020) [10] связали явную семантическую информацию с неявной информацией путем встраивания в систему требуемых значений или свойств, чтобы создать новый вариант рецептуры для взаимозаменяемости ингредиентов, который предоставляет замены в зависимости от контекста пользователя, связанного со здоровьем, предпочтениями или ожидаемым результатом.

Однако ни одна из этих работ не определяет явную, семантическую модель феномена замены ингредиентов, фиксируя ее как шаблон проектирования. Такой шаблон может быть предпосылкой для систематического использования в качестве модели в системах на основе ИИ всех аспектов, которые необходимо учитывать при предложении замены ингредиентов, а также для интеграции соответствующих концепций из доступных данных и источников знаний (таких как Сборники рецептур, ТИ, медико-биологические требования, физиологические нормы потребления основных пищевых веществ и энергии, рационы питания и пр.).

Комбинирование сырья животного и растительного происхождения предложил Борисенко А.А. и др. (2014) [11]. Предложенная авторами методология разработки новых видов продуктов базируется на повышенной экологической чистоте и безопасности как исходного сырья, так и модельных рецептур. Причем, как утверждают авторы, это возможно на основе активированных жидкостей. Растворы подобраны таким образом, что система в целом будет обладать бактерицидными, а также повышенными антиоксидантными свойствами. Возможно, предложенная методология будет прорывной в современных технологиях. Однако, для данных утверждений требуется серия опытов, подтверждающих действенность разработанных рецептур и рационов.

Конечно, сейчас наиболее важным являются требования к продовольственному обеспечению населения, которые приобрели признаки диверсификации и специализации. Количество людей с различными аллергическими реакциями, нарушением обмена веществ, неинфекционными заболеваниями возрастает во всем мире. Поставлена задача направлена на одну из наиболее серьезных, глобальных проблем здоровья населения в стране и мире - недостаточно полноценное питание и низкое внимание к нему. Экономические ситуации, сложившиеся в настоящее время, затрагивают чаще всего малообеспеченных граждан, незащищенные слои населения (стариков, инвалидов и детей), которые приводят к ущербу здоровья, а в некоторых случаях и потери жизни.

Поэтому, целью исследований являлось моделирование рецептур мясорастительных диетических блюд на основе суточной потребности детей 7-11 лет.

Анализ рецептур и технологических схем производства мясных рубленых изделий показал, что введения в измельченное мясо разного рода функциональных и структурных наполнителей и добавок широко используются в предприятиях общественного питания и в пищевой промышленности. Это позволяет получать желаемые структурно-механические свойства, вкус, цвет, запах, изменять химический состав, пищевую и биологическую ценность, выход готовый продукции. Таким образом, рациональное использование мясного и овощного сырья в одном кулинарном изделии, научное обоснование технологии мясорастительных и мясо-содержащих полуфабрикатов и кулинарных изделий, использование наиболее распространенных местных

сырьевых ресурсов применительно к новому ресурсосберегающему инновационному оборудованию очень важно в настоящее время.

Методом подбора рецептурных компонентов и требованиям ГОСТ 32691-2014 был разработан новый ассортимент модельных фаршей на основе котлетного мяса говядины и наиболее распространенных овощей, хорошо сочетающихся с мясными ингредиентами как по вкусо-ароматической гамме, так и формированию функционально-технологических свойств. В этой связи были выбраны: капуста белокочанная, кабачки, тыква, морковь, кинза.

В соответствие с СанПиН 3590-20 рацион питания обучающихся 7-11 лет включает три основных приема пищи: завтрак, обед и ужин. Распределение калорийности составляет на данные приемы 25-35-30%, что принято за контрольные показатели для создания модельного фарша. Учитывая рацион питания данной категории детей каждый прием пищи включает в основном 3-4 блюда, а мясное блюдо входит в обязательный ассортимент, указанный в СанПиН 3590-20

Однако, для разработки рецептуры мясорастительного фарша необходимо выбрать требуемое овощное сырье, удовлетворяющее физиологии питания детей и рациональному использованию пищевых продуктов.

В результате исследования было установлено, что овощное сырье содержит белка в пределах 0,62...1,13%, жира - 0,12...0,41%, углеводов - 4,63...10,21%, пищевых волокон - 1,1...2,6%, из минеральных веществ больше всего калия 235...278 мг. Из макро- и микроэлементов в небольших концентрациях имеется натрий, кальций, магний, фосфор, а также надо подчеркнуть и железо, концентрация которого в овощах - 0,39...0,45 мг, а в яблоках - 2,23 мг. Витаминный состав представлен водорастворимым витамином С в количестве - 5...32 мг и  $\beta$ -каротин - 20...150 мг, обладающими антиоксидантными свойствами, что в совокупности с остальными нутриентами будут оптимально воздействовать на иммунитет детей. Вместе с тем овощное сырье низкокалорийное и составляет от 25 до 50 ккал. [12, 13]

Для обоснования использования, предлагаемых перспективных растительных ингредиентов нами произведен сравнительный анализ пищевой ценности традиционного растительного сырья, входящего в рецептуры мясорастительных фаршей и рекомендованного.

Установлено, что все предлагаемые овощи (капуста белокочанная, морковь, кабачки, кинза и тыква) обогащают мясные фарши, в рецептуры которых входит хлеб, лук репчатый, чеснок, следующими компонентами:  $\beta$  каротином в пределах 19,08...149,99 мг на 100 г продукта; витаминами В<sub>1</sub> - 0,02...0,06 мг (отдельные овощи); С - 1,0...27,0 мг (отдельные овощи); пищевыми волокнами - 0,2...1,2 г; минеральными веществами: натрием - 1,0...24,0 мг (отдельные овощи) и железом - 1,33...1,63 мг (отдельные овощи). Введение в рецептуры моркови способствует повышению калорийности на 9...22 ккал. Сочетание мясных компонентов с растительным сырьем позволило получить новый ассортимент мясорастительных фаршей, обогащенных витаминами, минеральными и балластными (клетчаткой) веществами. Это дало возможность рекомендовать данный фарш к использованию в качестве функционального продукта [12 - 15].

На основании полученных данных и компьютерной программы была оптимизирована рецептура мясорастительного фарша. Поставленная задача по своему классу относится к задачам целочисленного нелинейного математического программирования. Для ее решения разработан алгоритм и программа, реализующие схему направленного формирования допустимых вариантов с отсевом недопустимых. Программа реализована на платформе C++Builder 6.0/ На рисунке 1 представлен интерфейс одного из этапов решения задачи.

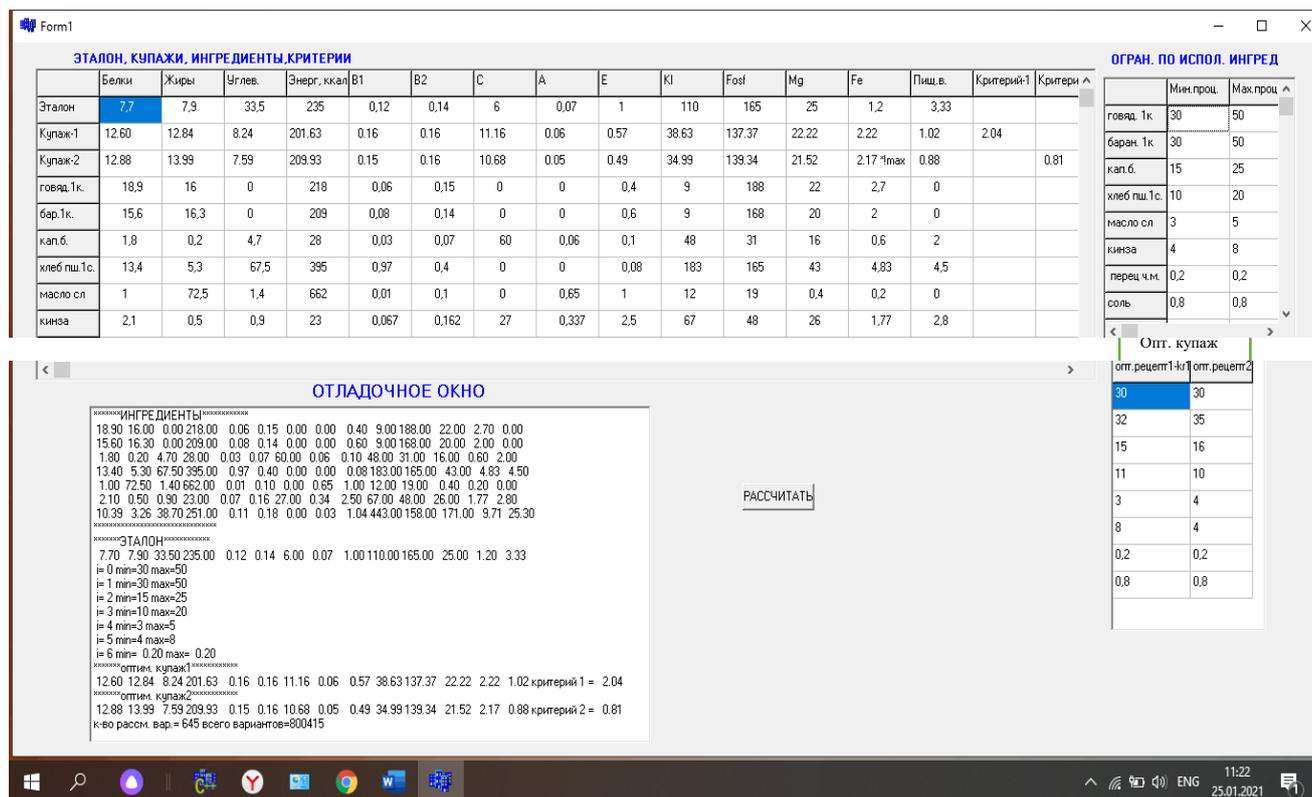


Рисунок 1 - Интерфейс одного из этапов решения задачи

Таким образом, в результате проведенных исследований можно отметить, что оптимизированная рецептура мясорастительного фарша по ингредиентному составу максимально будет приближаться к эталонному образцу, составляющему 10% от суточного набора пищевых продуктов, а по пищевой и энергетической ценности соответствует 3-4% от пищевой ценности одного блюда из суточного рациона питания школьника возрастной категории 7-11 лет.

### Выводы

Разработанный мясорастительный фарш может быть рекомендован для использования в питании детей 7-11 лет для изготовления функциональных котлет, биточков и шницелей. Органолептическая оценка разработанных изделий на основе модельного мясорастительного фарша подтвердила высокие качественные показатели по таким характеристикам, как вкус, запах, однородность и пористость структуры, флейвор.

Полученные рецептуры могут стать основой для разработки новых продуктов питания с повышенной питательной ценностью и улучшенными вкусовыми показателями.

### Список литературы

1. Min, W.; Jiang, S.; Liu, L.; Rui, Y.; Jain, R. A Survey on Food Computing. ACM Comput. Surv. 2019, 52, 1–36. doi:10.1145/3329168.
2. Zheng, J.; Wang, Z.J.; Zhu, C. Food Image Recognition via Superpixel Based Low-Level and Mid-Level Distance Coding for Smart Home Applications. Sustainability 2017, 9, 856. doi:10.3390/su9050856.
3. Farooq, M.; Sazonov, E.S. A Novel Wearable Device for Food Intake and Physical Activity Recognition. Sensors 2016, 16, 1067.
4. Anselma, L.; Mazzei, A. Building a Persuasive Virtual Dietitian. Informatics 2020, 7, 27. doi:10.3390/informatics7030027.
5. Min, W.; Liu, C.; Xu, L.; Jiang, S. The Development and Applications of Food Knowledge

Graphs in the Food Science and Industry. arXiv 2021, arXiv:2107.05869.

6. Pan, Y.; Xu, Q.; Li, Y. Food Recipe Alternation and Generation with Natural Language Processing Techniques. In Proceedings of the 2020 IEEE 36th International Conference on Data Engineering Workshops (ICDEW), Dallas, TX, USA, 20–24 April 2020; pp. 94–97.

7. Gaillard, E.; Lieber, J.; Nauer, E. Improving Ingredient Substitution using Formal Concept Analysis and Adaptation of Ingredient Quantities with Mixed Linear Optimization. In Proceedings of the Workshop Proceedings from The Twenty-Third International Conference on Case-Based Reasoning (ICCBR 2015), Frankfurt, Germany, 28–30 September 2015; Kendall-Morwick, J., Ed.; Frankfurt, Germany, 2015; CEUR Workshop Proceedings Volume 1520, pp. 209–220.

8. Gaillard, E.; Lieber, J.; Nauer, E. Adaptation of TAAABLE to the CCC'2017 Mixology and Salad Challenges, Adaptation of the Cocktail Names. In Proceedings of ICCBR 2017 Workshops (CAW, CBRDL, PO-CBR), Doctoral Consortium, and Competitions co-located with the 25th International Conference on Case-Based Reasoning (ICCBR 2017), Trondheim, Norway, 26–28 June 2017; Sánchez-Ruiz, A.A., Kofod-Petersen, A., Eds.; Trondheim, Norway, 2017; CEUR Workshop Proceedings, Volume 2028, pp. 253–268.

9. Skjold, K.; Øynes, M.; Bach, K.; Aamodt, A. IntelliMeal—Enhancing Creativity by Reusing Domain Knowledge in the Adaptation Process. In Proceedings of the ICCBR, Trondheim, Norway, 26–28 June 2017.

10. Shirai, S.S.; Seneviratne, O.; Gordon, M.E.; Chen, C.H.; McGuinness, D.L. Identifying Ingredient Substitutions Using a Knowledge Graph of Food. *Front. Artif. Intell.* 2021, 3, 111. doi:10.3389/frai.2020.621766.

11. Борисенко А.А. (мл.), Сарычева Л. А., Борисенко А. А. Методология и научно-практические результаты моделирования рецептур и технологий пищевых продуктов, блюд и кулинарных изделий // *Аграрный вестник Северного Кавказа*, 2014. - №2 (14). – С. 23-26.

12. Липатов, Н.Н. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности / Н.Н. Липатов, И.А. Рогов// *Изв. вузов, сер. пищ. технологии*. М.: 1987.- №2. - С. 9-15.

13. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. - М.: Из-во стандартов, 1990. -35с.

14. Васюкова А.Т. Использование перспективных ингредиентов при разработке пищевых продуктов /Васюкова А.Т., Богоносова И.А., Мошкин А.В. /В сборнике: *Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности сборник научных статей по материалам 84-й научно-практической конференции*. – Ставрополь, СтГАУ, 2019. С. 287-291.

15. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий кухонь народов России для предприятий общественного питания. – Сборник. / Под ред. А.Т. Васюковой. - М.: Дашков и К, 2014. – 212 с.

# ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОЛОЧКОВОЙ И ЗАРОДЫШЕВОЙ СОЕВОЙ МУКИ В РАМКАХ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СМЕСЯХ ДЛЯ ВЫПЕЧКИ

Агафонов И.В.<sup>1</sup>

Мотовилов О.К.<sup>2</sup>, доктор технических наук, доцент

2

<sup>1</sup>Дальневосточное высшее общеобразовательное командное училище им. Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского, Россия, Амурская область, Благовещенск

<sup>2</sup>ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Россия, Новосибирская обл., пос. Краснообск

<sup>1</sup>[agafonov784061@gmail.com](mailto:agafonov784061@gmail.com)

<sup>2</sup>[ol\\_mot@ngs.ru](mailto:ol_mot@ngs.ru)

## Аннотация

С позиций возможности и целесообразности получения и использования соево-оболочковой и соево-зародышевой муки исследованиями разработаны рецептуры пищевых концентратов – полуфабрикатов мучных кондитерских изделий функциональной направленности. Установлено, что по содержанию белков разработанные продукты превосходят традиционные в среднем на 5 %, по содержанию витамина Е – на 60 %, по пищевым волокнам (кекс ванильный) - на 10 %. Разработанные продукты с добавлением соевого компонента можно отнести к продуктам функциональной направленности.

**Введение.** На сегодняшний день актуальной проблемой была и остается проблема расширения ассортимента продуктов функционального назначения [1-3]. При этом, при разработке таких продуктов существенную роль имеют их адаптогенные и иммуностимулирующие свойства [4]. Многочисленными исследованиями установлено, что данными свойствами и характеристиками обладают соя и соевые продукты [5]. Однако, при этом не уделяется должного внимания использованию отходных фракций в виде оболочки и зародыша, получаемых при производстве соевой необезжиренной термообработанной муки. Анализом литературных источников по рассматриваемой проблеме установлено, что продукты переработки сои и, в частности в мучной их форме имеют уникальный состав по содержанию аминокислот, витаминов и минеральных веществ [6-8]. При этом, исследованиями Рюмкиной Е.В. С соавторами доказаны адаптогенные и иммуностимулирующие свойства биологически активной добавки на основе семенной оболочки сои [9, 10]. В то же время, ряд исследователей отмечают высокое содержание витамина Е в составе отдельных компонентов семян сои [5, 11]. На основе вышеприведенных данных, а также исследований, проведенных Ивановым С.А. [12] в настоящей статье обоснована технология получения необезжиренной термообработанной соевой муки с наличием отходной фракции, содержащей семенную оболочку и зародыш.

Цель исследований – расширение ассортимента мучных кондитерских изделий (МКИ) путем разработки рецептур пищевых концентратов «Смесь для выпечки оладий» функциональной направленности.

Задачи исследований: обосновать возможность и целесообразность создания МКИ с использованием соевого компонента; предложить аппаратную схему получения соевой оболочковой и соевой зародышевой муки; разработать технологические схемы производства предложенных пищевых концентратов – полуфабрикатов (ПКП) МКИ; разработать рецептуру ПКП МКИ функциональной направленности и дать сравнительную характеристику их состава.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследований являлись семена сои амурской селекции (ГОСТ 17109-88), мука соевая зародышевая, мука соевая оболочковая, пищевые концентраты – полуфабрикаты мучных кондитерских изделий в виде смесей для выпечки кексов и тортов (опытные образцы), смеси для выпечки кекс «Увелка» и торт «Увелка» ЗАО КХП «Злак» (контрольные образцы). Содержание белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и витаминов

в пищевых концентратах определяли расчетным методом (Скурихин И.М., Тутельян В.А., 2008) [13]. Определение энергетической ценности проводили с помощью коэффициентов энергетической ценности макронутриентов (Нечаев и др., 2003) [14]. Степень удовлетворения суточной физиологической потребности в пищевых веществах определяли согласно МР 2.3.1.0253-21 [15].

**Результаты исследований.** В совершенствование технологии получения необезжиренной термообработанной соевой муки с наличием отходовой фракции, содержащей семенную оболочку и зародыш нами была положена возможность и целесообразность трансформации данных отходových фракций в продукты мучной формы, согласно рисунку 1 и их использование в технологии ПКП МКИ.

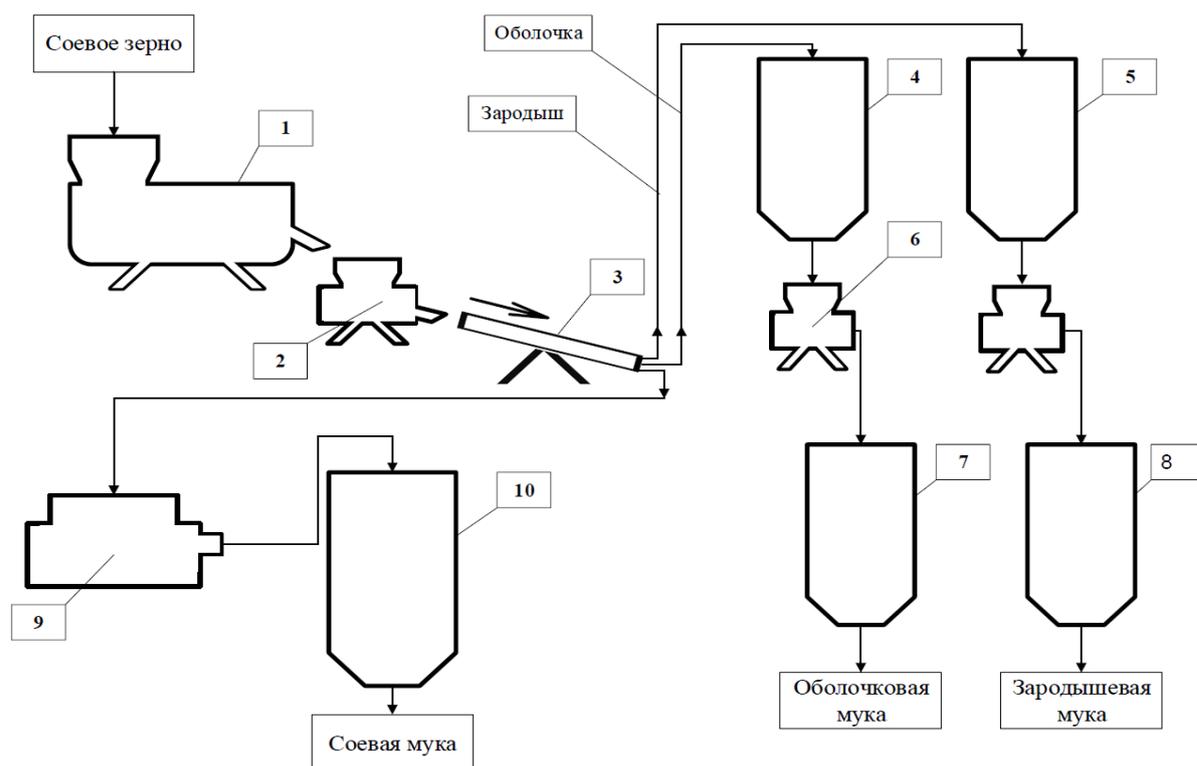


Рисунок 1 – Аппаратурная схема получения соевой оболочковой и соевой зародышевой муки  
1 – термоагрегат; 2 – дробилка; 3 – сепаратор; 4 – бункер для оболочковой фракции; 5 – бункер для зародышевой фракции; 6 - дробилка; 7 – бункер-накопитель для оболочковой муки; 8 – бункер накопитель зародышевой муки; 9 – мельница; 10 – бункер для соевой муки.

В соответствии с предложенной технологией получения муки (рис. 1) на основе оболочковой и зародышевой фракций, подготовленные семена сои подаются в термоагрегат 1, где они пропариваются и прожариваются при соответствующих режимах обработки. Далее обработанные семена сои подвергаются дроблению с получением семядолей, оболочки и зародышевой фракции [12, 16]. Полученные семядоли посредством сепаратора 3 отделяются и направляются в вихревую мельницу 9. Откуда полученная соевая необезжиренная термообработанная мука поступает для накопления в бункер 10. Отделенные оболочка и зародышевая фракция, с включением части дробленных семядолей накапливаются в бункерах 4 и 5. Затем данные фракции подвергаются измельчению с помощью дробилок-мельниц 6, а полученная мука поступает в бункеры 7 и 8. Готовая мука фасуется и направляется потребителю по назначению.

На рисунках 2 и 3 приведены технологические схемы производства пищевых концентратов, разработанные на уровне изобретений в соответствии с приведенными в таблице 1 рецептурами ПКП МКИ – смеси для выпечки [17].

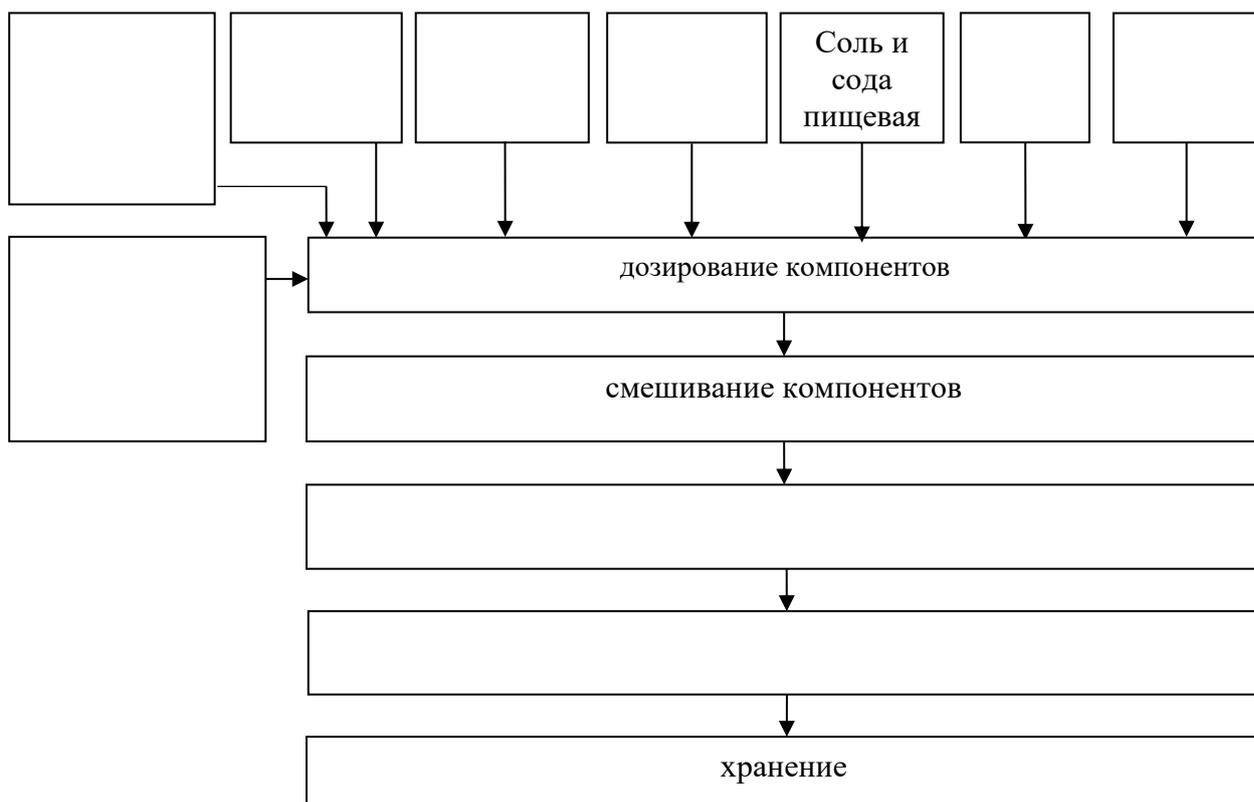


Рисунок 2 – Технологическая схема производства ПКП мучных кондитерских изделий «Кекс ванильный» (№1) и «Кекс нежный» (№2)

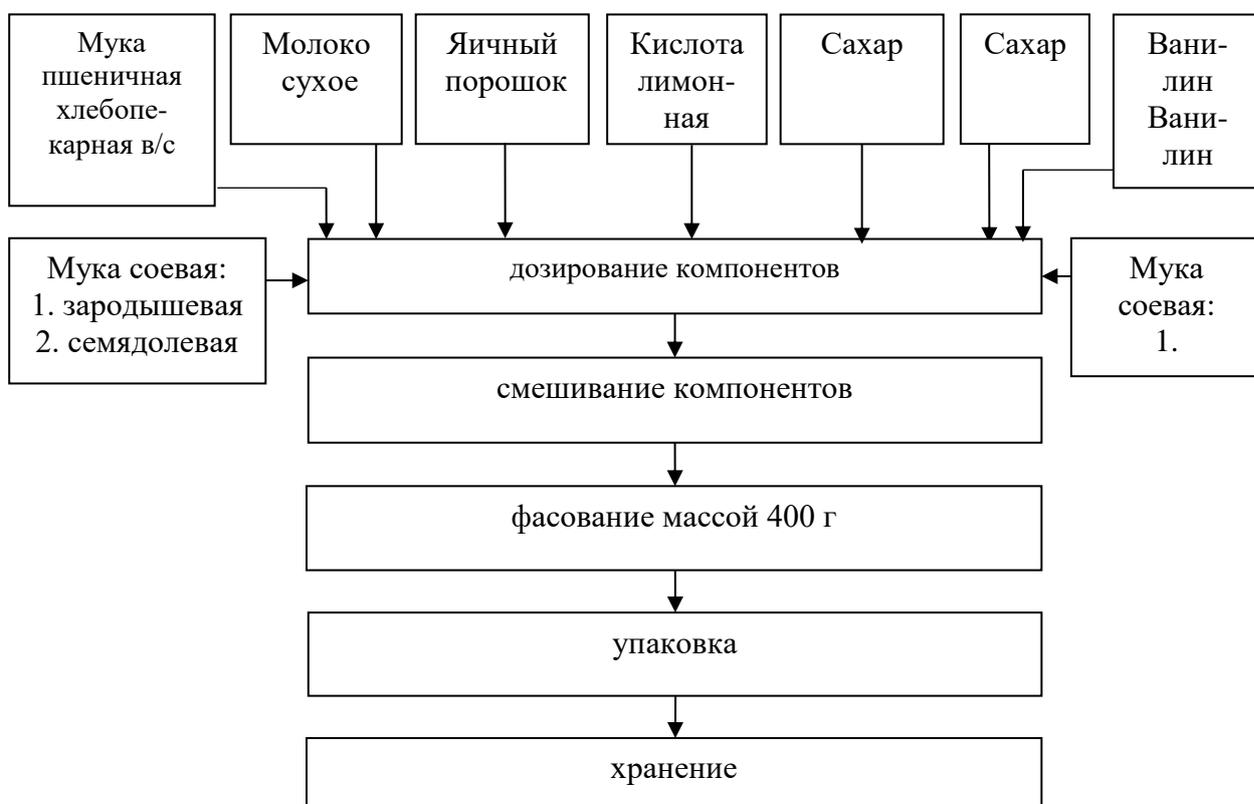


Рисунок 3 – Технологическая схема производства ПКП мучных кондитерских изделий «Торт черемуховый» (№3) и «Кекс нежный» (№4)

Таблица 1 – Рецептура пищевых концентратов - полуфабрикатов мучных кондитерских изделий

Компоненты	Содержание по вариантам, %			
	№1	№2	№3	№4
	Кекс ванильный	Кекс нежный	Торт черемуховый	Торт цитрусовый
Мука соевая зародышевая	-	20,0	20,0	20,0
Мука соевая оболочковая	20,0	-	-	-
Мука пшеничная в/с	62,399	62,4	64,9	65,39
Яичный порошок	1,0	1,0	1,0	1,0
Молоко сухое цельное	3,0	3,0	3,0	3,0
Сода пищевая	0,4	0,4	0,4	0,4
Кислота лимонная	0,2	0,2	0,2	0,2
Сахар	10,0	10,0	10,0	10,0
Ванилин	0,001	-	-	-
Ароматизатор «Апельсин» или «Лимон»	-	-	-	0,01
Черемуха сушеная молотая	-	-	0,5	-
Изюм (киш-миш)	3,0	3,0	-	-

В таблицах 2 и 3 приведена сравнительная характеристика ПКП МКИ и традиционных пищевых концентратов – полуфабрикатов МКИ по составу и степени удовлетворения суточной физиологической потребности в необходимых веществах и энергии.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика пищевых концентратов – полуфабрикатов мучных кондитерских изделий по составу

Наименование ПКП мучных изделий	содержание								Энергетическая ценность, ккал/100 г
	основных веществ, %				витаминов, мг/100 г		микроэлементов, мг/100 г		
	белков	жиров	углеводов /пищевых волокон	минеральных веществ	Е	Р	железо	цинк	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кекс ванильный №1	12,0	3,5	67,7/10,0	2,8	-	-	7,8	2,8	350,3
Кекс нежный №2	16,0	7,0	61,0/-	2,0	6,0	-	4,8	2,4	381,0
Торт черемуховый» №3	16,0	6,5	61,4/-	2,1	6,0	10,0	4,5	2,3	377,1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Торт цитрусо- вый №4	15,9	6,8	61,0/ -	2,3	5,9	5,0	4,4	2,4	378,5
Кекс «Увелка» ЗАО КХП «Злак»	8,5	3,0	76,5/ -	1,2	-	-	-	-	350,0
Торт «Увелка» ЗАО КХП «Злак»	9,0	3,0	73,0/ -	0,9	-	-	-	-	350,0

Таблица 3 – Сравнительная характеристика ПКП мучных изделий по степени удовлетворения суточной физиологической потребности в необходимых веществах

Наименование ПКП мучных изделий	Степень удовлетворения, %						
	по белкам	по жирам	по углеводам /пищевым волокнам	по витамину Е	по витамину Р	по железу	по цинку
Кекс ванильный №1	12,0	3,5	13,5/ 40,4	-	-	52,0	18,7
Кекс нежный №2	16,0	7,0	12,2/ -	30,0	-	43,2	16,0
Торт черемуховый №3	16,0	6,5	12,2/ -	30,0	6,6	30,0	15,3
Торт цитрусовый №4	15,9	6,8	12,2/ -	29,5	33,3	29,3	16,0
Кекс «Увелка» ЗАО КХП «Злак»	8,5	3,0	15,3/ -	-	-	-	-
Торт «Увелка» ЗАО КХП «Злак»	9,0	3,0	14,6/ -	-	-	-	-

Согласно приведенным данным в таблицах 2 и 3 по содержанию пищевых волокон, железа и цинка предложенные продукты превосходят традиционные и удовлетворяют суточную потребность человека в них более чем на 15,0 %, при употреблении одной порции (ГОСТ Р 52349-2005, ГОСТ Р 54059-2010) . В этой связи данные вещества можно отнести к функциональным пищевым ингредиентам, а продукты их содержащие – к продуктам функциональной направленности.

**Заключение.** В соответствии с поставленной целью и задачами установлена возможность и целесообразность создания расширенного ассортимента ПКП МКИ функциональной направленности. С учетом принятых технологических подходов разработана и предложена аппаратная схема получения оболочковой и зародышевой муки в развитие технологии получения соевой обезжиренной термообработанной муки и крупки. На основе полученных данных

разработаны технологические схемы производства ПКП МКИ в соответствии с инновационными рецептурами. Установлено, что по содержанию белков разработанные продукты превосходят традиционные в среднем на 5 %, по содержанию витамина Е - на 60 %, по пищевым волокнам (рецептура № 1) – на 10 %. На инновационные продукты разработаны СТО.

### *Литература*

1. Стаценко, Е.С. Разработка технологии кулинарного изделия с использованием обогащающей добавки на основе сои и ламинарии / Е.С. Стаценко // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 8. – С. 107-110.
2. Решетник, Е.И. Возможность использования нутовой муки в производстве мясорастительных полуфабрикатов для геродиетического питания / Е.И. Решетник, Т.В. Шарипова, В.А. Максимиук // Дальневосточный аграрный вестник. – 2014. – № 1 (29) – С. 48-51.
3. Агафонов, И.В., Мотовилов О.К., Стаценко Е.С. Обоснование биотехнологических подходов к созданию и использованию биокомпозитов на основе растительного и животного сырья / И.В. Агафонов, О.К. Мотовилов, Е.С. Стаценко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2021. – Т. 9. – № 2. – С. 57–64.
4. Шабров, А.В. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи / А.В. Шабров, В.А. Дадали, В.Г. Макаров. – М., 2003. – 186 с.
5. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование / В.С. Петибская. – Под ред. В. М. Лукомца. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с. – ISBN 973-5-7992-0733-5.
6. Стаценко, Е.С. Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого зерна биотехнологической модификации / Е.С. Стаценко // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49. – №. 3. – С. 367-374. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-3-367-374.
7. Иваницкий, С.Б. Соевый белковый обогатитель в пищевых продуктах / С.Б. Иваницкий, С.В. Назаренко, В.Б. Харченко и др. // Пищевая промышленность. – 1997. – № 2. – С. 30-31.
8. Руководство по переработке и использованию сои / по ред. Д.Р. Эриксона. – М.: «Макцентр». – 2002. – 660 с.
9. Рюмкина, Е.В. Адаптогенные и иммуностимулирующие свойства биологически активной добавки из семенной оболочки сои / Е.В. Рюмкина, А.Н. Васюкова // Современные проблемы исследований в биологии: Сборник научных трудов. – Благовещенск: ГНУ ВНИИ сои, 2008. – С. 11-14.
10. Рюмкина Е.В. Минеральный состав семенной оболочки сои сортов Амурской селекции / Е.В. Рюмкина, А.Н. Васюкова // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник научных трудов ДальГАУ. Благовещенск: ДальГАУ, 2008. – С. 85-89.
11. Перкинс, Э.Г. Состав и физические характеристики соевых семян и соевых продуктов // Руководство по переработке и использованию сои / пер. с англ. Под ред. В.В. Ключкина и М.Л. Доморощенковой. М.: Колос, 1998. – 45 с.
12. Иванов, С.А. Совершенствование технологии и технических средств приготовления кормов для животноводства на основе соевого зерна: автореферат дисс. ... докт. техн. наук / С.А. Иванов. – Новосибирск, 2005. – 36 с.
13. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 276 с. ISBN 978-5-94343-122-7
14. Нечаев, А.П. Пищевая химия / под ред. А.П. Нечаева. – 2-е изд., перераб. и испр. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
15. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 72 с.
16. Гужель, Ю.А. Научно-практические аспекты создания пищевых концентратов-полуфабрикатов мучных изделий с использованием соевого компонента / Ю.А. Гужель, С.М.

Доценко, И.В. Агафонов – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2015. – 272 с.

17. Патент РФ № 2634439. Смесь для выпечки кекса. Российская Федерация; номер заявки: 2016129885 от 20.07.2016 с датой приоритета 20 июля 2016; опубл. 30.10.2017. Авторы: Доценко С.М., Доценко А.С., Доценко А.С., Гужель Ю.А., Агафонов И.В., Гончарук О.В., Купчак Д.В.

# ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОСОЛА ВАРЕНО-КОПЧЕНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ ГОВЯДИНЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИ ХРАНЕНИИ В ОХЛАЖДЕННОМ СОСТОЯНИИ

Донецких А.Г., канд. биол. наук

ВНИИХ-филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва  
e-mail: [a.donetskikh@fneps.ru](mailto:a.donetskikh@fneps.ru)

## Аннотация

Представлены сравнительные данные по технологическим и органолептическим показателям, выработанного с применением мокрого посола и методом шприцевания посолочным рассолом готового варено-копченого полуфабриката из говядины и при хранении в охлажденном состоянии. Установлено, что использование шприцовочного рассола, содержащего белковые и углеводные компоненты в мышечную ткань говядины, способствует получению готового продукта с улучшенными органолептическими показателями, которые сохраняются при хранении в охлажденном состоянии.

Основные факторы обеспечения здоровья населения – качество и безопасность при производстве сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, определяющие законодательные требования к производителям пищевых продуктов, которые в свою очередь отражены в Доктрине продовольственной безопасности [1].

В настоящее время происходит рост производства и потребления говядины богатой незаменимыми аминокислотами, витаминами и микроэлементами, которые важны для полноценного питания человека. Говядина, в том числе цельномышечные изделия и полуфабрикаты из нее, пользуются все возрастающим спросом у покупателей [2].

Среди производимой мясной продукции варено-копченые полуфабрикаты занимают значимое место среди всего разнообразия пищевых продуктов, которые человек употребляет в течение жизни и для их производства используется качественное сырье [3]. На сегодняшнем рынке такие изделия представлены большим перечнем, которые доступны большинству граждан. Отмечено, что высокий спрос на мясные полуфабрикаты обусловлен их хорошими потребительскими свойствами, удобством и быстротой приготовления [4].

Традиционные виды варено-копченых изделий существуют уже давно, это: буженина, карбонад, копчено-варёное филе свинины или говядины и др. Они изготавливаются по стандартным технологиям, с использованием мяса высшего сорта, добавлением натуральных специй и исключением красителей и искусственных добавок.

Для получения натуральных полуфабрикатов от комплексной разделки сырья по кулинарному назначению рекомендуется использовать мясо в парном состоянии, так как мышечная ткань расслаблена и обладает наибольшей влагосвязывающей способностью и нежностью [5, 6]. Полуфабрикаты из говядины, в соответствии с межгосударственным стандартом относятся к группе мясных продуктов и подразделяются [7]: в зависимости от морфологического состава мяса – на мясокостные и бескостные; в зависимости от массы кусков – на крупнокусковые и мелкокусковые; в зависимости от содержания мышечной ткани – на категории А и Б; по термическому состоянию – на охлажденные и замороженные.

Технология производства варено-копченых изделий состоит из трех основных этапов. На первой стадии из мяса удаляются все части, которые имеют невысокую питательную ценность. Далее разрезанные на порции мясные куски попадают на линию посола. Здесь с помощью инъекторов их насыщают рассолом (в зависимости от рецептуры), после чего мясо «созревает» в специальных камерах. И на завершающем этапе происходит его термическая обработка и упаковка [8].

Современные технологические решения производства цельномышечных изделий, основанные на применении интенсивных способов обработки бескостного сырья (шприцевание,

массирование, тумблирование) в значительной степени упрощают ход процесса: после окончания механической обработки (посола и созревания) отдельные отруба или мякотные части направляют на различные виды формования в зависимости от типа вырабатываемой продукции.

Посол мяса считается наиболее значимым процессом в формировании органолептических и качественных характеристик цельно-мышечных изделий из мяса. В промышленности используют различные модификации посола сырья, в основе которых лежат три классических способа: сухой, мокрый и смешанный. Применение различных модификаций посола, а также его сочетаний с другими технологическими операциями (варка, копчение, сушка и т.д.) позволяет получать из одного и того же сырья большой ассортимент продукции с широким спектром органолептических показателей и различным уровнем стабильности при хранении [9].

В современных условиях посол изделий из мяса производится ускоренными способами, предусматривающими шприцевание сырья рассолами, что обеспечивает быстрое проникновение и равномерное распределение посолочных ингредиентов по толщине куска и получение продуктов с нежной консистенцией [10].

В настоящее время важна не только выработка готовой мясной продукции, но и сохранение ее на протяжении всего заявленного срока годности, с поддержанием необходимого уровня качества и обеспечения безопасности для потребителя. Изучению процесса хранения скоропортящихся пищевых продуктов в различном термическом состоянии уделяется особое внимание в настоящее время [11, 12, 13, 14].

Определенный интерес представляет исследование влияния способов посола и состава рассолов на показатели качества цельномышечного варено-копченого полуфабриката из говядины в процессе выработки и хранения в охлажденном состоянии.

Для проведения исследования использовали образцы, выделенные из тазобедренной части говядины, составы рассолов для посола и шприцевания, а также готовые варено-копченые полуфабрикаты.

Мокрый способ посола использовали для контрольных образцов, посолочная смесь содержала – воду, поваренную соль, сахар, нитрит натрия и фосфаты. В опытные образцы дополнительно были добавлены чеснок, перец черный молотый, соевый изолят, каррагинан и аскорбиновая кислота. Количество вводимого рассола в опытные образцы составило 20%. После шприцевания опытные образцы подвергались массажированию в течение 120 минут по определенному циклу: (режим вращения – 20 мин., режим покоя – 10 мин.) при частоте вращения рабочей емкости 12 об/мин. Далее проводили термическую обработку: – подсушка в течение 15 мин. при 60÷65 °С; – варка при 78÷80 °С до достижения температуры в центре продукта 72 °С; – обжарка (копчение) 60 мин. при 70 °С; охлаждение и хранение при температуре 2,0 °С в течение 7 суток.

В выработанных варено-копченых изделиях определяли следующие показатели: влагоудерживающую способность – определение влаги методом прессования, активную кислотность среды – с применением рН-метра фирмы testo, усилие резания – на приборе Уорнера-Братцлера. Также была проведена органолептическая оценка выработанного варено-копченого полуфабриката.

Результаты исследований. В состав контрольных рассолов для шприцевания были внесены следующие добавки: соевый изолят – богатый растительным белком, каррагинан – в качестве пищевого углеводного гелеобразователя и аскорбиновая кислота – в качестве стабилизатора цвета. Концентрация каждой добавки в рассоле была принята с учетом установленных норм применения и допустимого содержания каждого в готовом продукте.

Целесообразность применения фосфатов при производстве мясопродуктов подтверждена многолетней практикой их использования. Фосфатные соли и их смеси включают в рецептуры посолочных рассолов с целью повышения его влагоудерживающей способности (ВУС), стабильности фаршевых эмульсий, увеличения выхода готовой продукции, а также улучшения цвета, вкусо-ароматического букета и консистенции мясных продуктов.

Нитрит натрия – пищевая добавка, применяется, как улучшитель окраски и консервант в пищевой промышленности в изделиях из мяса и рыбы. Аскорбиновая кислота – является

прекрасным консервантом, предотвращает изменение цвета мяса, восстанавливает метмиоглабин в миоглабин и способствует стабилизации цвета.

Хлорид натрия не только воздействует на белки мяса, повышая их водоудерживающую способность, но и является фактором, определенным образом, влияющим на активность протеолитических ферментов, выделяемых микроорганизмами.

После проведения термической обработки и хранения были определены показатели, представленные на рисунке 1.

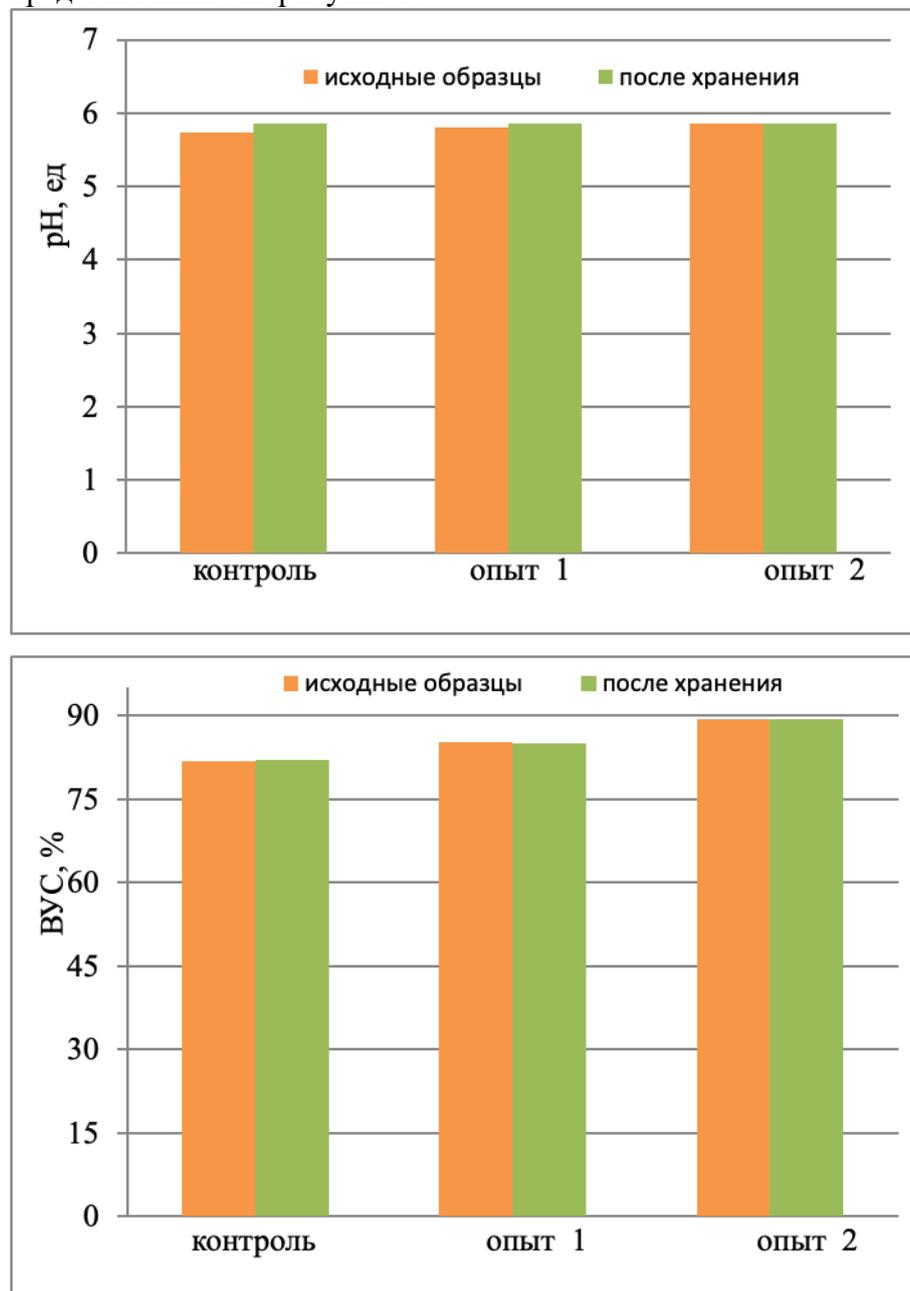


Рисунок 1 – Показатели pH и ВУС после выработки и хранения варено-копченого полуфабриката из говядины

Анализ полученных данных показывает, что внесение добавок в состав компонентов рассола для посолочной смеси способствует удержанию влаги в мясном сырье. В опытных образцах – 1 без внесения дополнительных добавок и – 2 с внесением белковой и углеводной составляющей ВУС повышается на 3,5%, и 7,6% соответственно.

Использование соевого изолята, каррагинана и аскорбиновой кислоты в комплексе способствует в процессе технологической обработки образованию прочных связей и таким образом сочетание белковой и углеводной составляющей позволяет эффективно использовать

взаимодействие компонентов рассола для формирования показателей качества варено-копченого полуфабриката из говядины в процессе выработки и хранения.

Исследование напряжения среза (рис. 2) является необходимым для того, чтобы определить консистенцию как одного из показателей качества мясных продуктов.

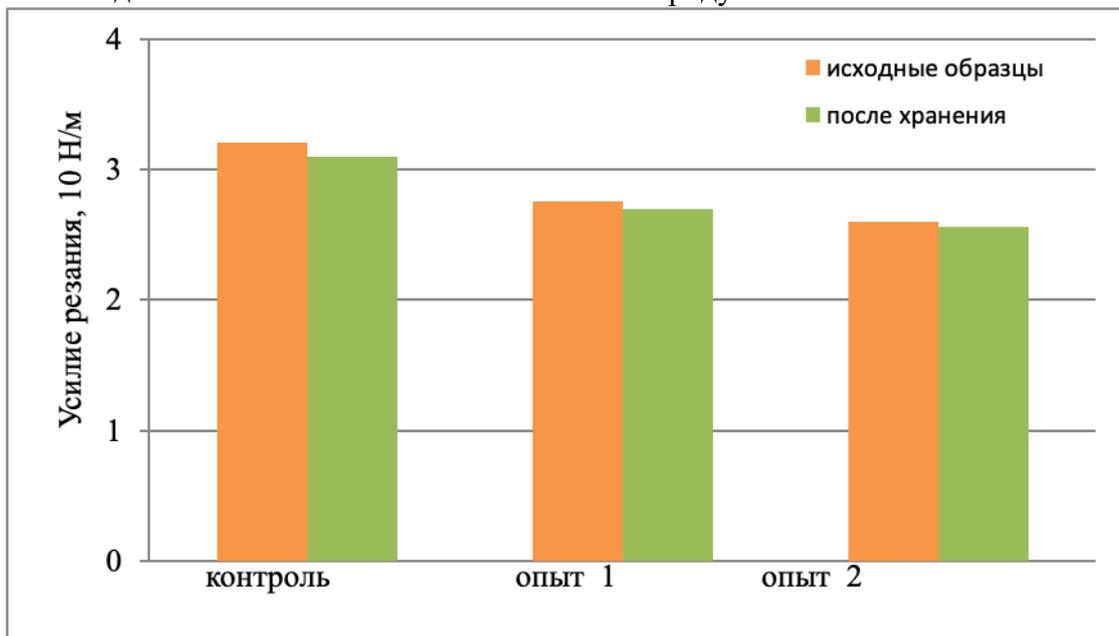


Рисунок 2 – Напряжение среза после выработки и хранения варено-копченого полуфабриката из говядины

Анализ данных показывает, что введение в рассол добавок положительно влияет на консистенцию продукта, усилие среза снижается в опытных образцах – 1 на 14% и – 2 на 19%, а в процессе хранения практически не изменяется. Стоит отметить опытный образец – 2, в который использован весь комплекс добавок, в составе которых имеются ферменты, способствующие модификации белково-углеводных компонентов мясных систем.

При анализе комплекса органолептических показателей установлено, что контрольный образец, выработанный с помощью мокрого посола суммарно получил 47,0 баллов, опытный – 1 и 2 – 48,3 и 49,2 баллов соответственно. После хранения в охлажденном состоянии в течение 7 суток, была проведена повторная органолептическая оценка, при которой произошло незначительное снижение комплексного балла в 1,1 – 1,2 раза по всем образцам. В ходе проведенной дегустационного анализа отмечено, что опытный образец – 2 более соленый и сочный, при этом концентрация поваренной соли в обоих образцах была одинакова.

Заключение. В результате проведенных исследований, можно сделать вывод, что сравнительный анализ влияния способа посола и состава рассолов, а также введение в состав рассола функциональных компонентов в виде белковой и углеводной составляющих, способствует формированию качественных характеристик и стабилизации показателей в процессе хранения варено-копченого продукта из говядины в охлажденном виде.

Установлено, что предложенный способ и состав посолочной смеси оказывают положительное влияние на функциональные и технологические показатели варено-копченых полуфабрикатов из говядины и способствуют улучшению органолептических показателей.

### *Литература*

1. Указ Президента РФ от 21.01.2020 N20 "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации.

2. Донецких, А.Г. Отличительные особенности бычков Абердин-ангусской породы и потребительские характеристики высококачественных мясных полуфабрикатов / А.Г. Донецких, В.Н. Корниенко // Все о мясе. – 2023. – № 3. – С. 52-57. DOI: 10.21323/2071-2499-2023-3-52-57.

3. Насонова, В.В. Производство полуфабрикатов с учетом национальных особенностей / В.В. Насонова, Е.В. Милеенкова // Все о мясе. – 2011. – № 6. – С. 36-37.
4. Молчанова, Е.Н. Особенности регионального рынка мясных полуфабрикатов / Е.Н. Молчанова, Л.П. Удалова, В.Е. Понамарева // Пищевая промышленность. – 2013. – № 11. – С. 72-74.
5. Рогов И.А., Забашта А.Г., Ибрагимов Р.М. Производство мясных полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд. – М.: Колос. – 1997. – 336 с.
6. Семенова, А.А. Инновационные технологии производства полуфабрикатов из парной и охлажденной свинины / А.А. Семенова, Л.И. Лебедева, Л.А. Веретов // Все о мясе. – 2009. – № 5. – С. 20-24.
7. ГОСТ 34982-2023 Полуфабрикаты мясные кусковые из говядины. Технические условия. – Введение 2024-01-01. – Российский институт стандартизации. – 2023. – 18 с.
8. Юхневич, К.П. Сборник рецептур мясных изделий и колбас. – СПб.: Профессия. – 2001. – 352 с.
9. Нестеренко, А. А. Посол мяса и мясопродуктов / А. А. Нестеренко, А. С. Каяцкая // Вестник НГИЭИ. – 2012. – Т. 15. – № 8. – С. 46–54.
10. Мышалова, О. М. Совершенствование технологии посола ферментированных продуктов из мяса маралов / О. М. Мышалова, Г. В. Гуринович, И. С. Патракова, С.А. Серегин // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 4. – С. 66–72.
11. Дибирасулаев, М.А. Обоснование технологических режимов хранения варёно-копчёных изделий из свинины в переохлаждённом состоянии / М.А. Дибирасулаев, Г.А. Белозеров, А.Г. Донецких, Д.М. Дибирасулаев, И.А. Поляков // Все о мясе. – 2023. – № 6. – С. 32-36.
12. Донецких, А.Г. Производство и хранение охлажденного варено-копченого полуфабриката из говядины / Мясная Индустрия. – 2024. – № 3. – С. 44-48. DOI: 10.37861/2618-8252-2024-03-44-48.
13. Донецких, А.Г. Влияние температурных режимов хранения на показатели качества говядины / А.Г. Донецких, В.Н. Корниенко // Мясная Индустрия. – 2023. – № 9. – С. 48-52. DOI: 10.37861/2618-8252-2023-09-48-52.
14. Donetskikh, A.G. Comparative assessment of beef characteristics from young bulls of different breeds and the influence of storage conditions on meat quality indicators. Theory and Practice of Meat Processing. – 2023. – 8(3). – P. 203-211. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2023-8-3-203-211>

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИХТОВОГО ГИДРОЛАТА НА ПИВО С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ

Лашицкий С.С., аспирант, Пермякова Л.В., доктор технических наук

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово  
e-mail: lashitskiy99@mail.ru

## Аннотация

Стойкость пива является важной характеристикой на стадии хранения продукции. Предлагается использовать пихтовый гидролат с целью повышения стойкости пива. Установлено, что при использовании пихтового гидролата содержание фракции А белка в опытных образцах по сравнению с контролем снизилось в 2,3 раза, количество полифенолов - в 1,3 раза. Органолептическая оценка образцов пива показала, что напиток с добавлением гидролата 5-10 % обладает гармонично сочетающимся вкусом и ароматом солода с еле заметным хвойным оттенком.

Коллоидные частицы, находящиеся в сложных коллоидных системах, являются причиной возникновения помутнений, к таким системам относится и пиво. Под воздействием физических факторов, например, изменение температуры может ускорить процесс помутнения пива [1].

Помутнения можно разделить на два типа: обратимое (холодное) и необратимое. Обратимое помутнение образуется при низких температурах за счет образования водородных связей между низкомолекулярными фенольными веществами и белками. Образующиеся связи неустойчивы и разрушаются при повышении температуры. Необратимое помутнение появляется при полимеризации флавоноидов, в результате чего образуются танноиды, которые связываются с белками и не разрушаются при нагревании до 20 °С.

С целью увеличения коллоидной стойкости пива используют различные вспомогательные материалы: ферментные препараты, адсорбенты белка и фенольных соединений (бентониты, ПВПП, каррагенаны и т.д.); и технологические методы - использование несоложенных материалов, добавление дополнительных стадий фильтрации и т.д.

Показатель стойкости сильно зависит от окислительных процессов, протекающих на всех производственных стадиях приготовления пива. Применение антиоксидантов позволяет снизить негативное влияние кислорода на технологический процесс и качество пива. Согласно ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» чаще всего в качестве антиоксидантов используются: сульфиты и метабисульфиты, аскорбиновую кислоту и ее соли, сульфит кальция или калия и т.д., а также сырье, содержащее в своем составе антиоксиданты.

Пихта является одной из основных лесообразующих пород Сибири. Из древесной зелени пихты получают эфирное масло [2]. Пихтовое масло применяют в медицине, косметологии, парфюмерии, ароматерапии, сельском хозяйстве [3,4,5]. Эфирные масла получают путем водно-паровой дистилляции, в процессе которой образуются отходы – гидролаты (или сосновая вода, далее СВ). В своем составе СВ в основном содержит такие компоненты как борнеол,  $\alpha$ -терпинеол,  $\alpha$ -бисаболол и борнилацетат [6-7], которые обладают биологически активным действием. Предлагается использовать пихтовый гидролат с целью повышения стойкости пива.

Объектом исследования являлось пиво фильтрованное пастеризованное светлое (ООО ТД «Золотая сова», г. Кемерово). В качестве материалов исследования использовалась сосновая вода (СВ), заготовка растительного сырья для ее получения производилась в Новокузнецком районе Кемеровской области.

СВ вносилась в пиво в количестве от 1 до 20 % к объему напитка. Образцы выдерживались в термостате при температуре 2-5 °С и в процессе выдержки периодически оценивались показатели коллоидной стойкости.

В исходном пиве и в процессе выдержки контролировались следующие показатели:

- таниновый показатель – методом ВНИИПБП, основанным на взаимодействии высокомолекулярных полипептидов с танином. По величине танинового показателя (Д, оптической плотности) рассчитывают содержание фракции А белка (мг/100 см<sup>3</sup>).

- общее содержание полифенолов - методом Еруманиса, основанным на реакции полифенолов с солями трехвалентного железа в щелочной среде;

- антиоксидантную активность - модифицированным методом Штейнера. При взаимодействии с реактивом Тильмана (2,6-Дихлорфенолиндофенолят натрия) редуцирующих веществ пива наблюдается изменение окраски раствора: окисленная форма в щелочной среде дает синюю окраску, а в кислой среде – красно-фиолетовую, восстановленная форма окраски не имеет. Степень обесцвечивания индикатора в течение 60 с выражается в процентах от первоначальной величины его оптической плотности образца (ПОК).

С целью изучения влияния СВ на физико-химические и органолептические показатели пива в процессе длительной выдержки использовали пиво, фильтрованное пастеризованное. Показатели исходного пива до обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели пива до обработки

Показатели	Образец 1	Образец 2
Таниновый показатель, ед. опт. плот.	0,75	0,77
Фракция А белка, мг/100 см <sup>3</sup>	12,30	11,01
Полифенолы, мг/дм <sup>3</sup>	143,50	105,78
ПОК, %.	23,67	31,59
рН	4,89	4,92

После внесения в пиво СВ в дозировке 1, 5, 10, 15, 20 % от объема напитка с определенной периодичностью контролировались его показатели. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние сосновой воды на показатели пива

Продолжительность, сут	Доза, %	ПОК, %	Таниновый показатель, ед. цв. плот.	Фракция А белка, мг/100 дм <sup>3</sup>	Полифенолы мг/дм <sup>3</sup>	рН
1	2	3	4	5	6	7
4	к	32,20	0,52	19,49	152,96	4,88
	1	42,64	0,43	19,04	151,80	4,87
	5	45,74	0,41	18,78	149,50	4,87
	10	47,53	0,48	17,30	146,06	4,85
	15	50,08	0,50	15,17	146,12	4,84
	20	53,55	0,51	15,96	130,02	4,84
8	к	41,94	0,44	17,30	126,00	4,88
	1	43,45	0,46	15,33	126,78	4,88
	5	50,16	0,46	14,88	125,46	4,87
	10	52,89	0,36	13,00	117,26	4,85
	15	53,52	0,37	12,36	110,24	4,83
	20	58,05	0,49	11,71	94,98	4,83
11	к	46,62	0,37	17,20	125,46	4,98
	1	47,38	0,40	15,94	124,32	4,88
	5	50,00	0,38	15,58	111,68	4,88
	10	55,85	0,38	12,17	118,90	4,87
	15	57,92	0,37	12,17	110,70	4,86
	20	60,72	0,41	11,27	78,72	4,86
16	к	46,48	0,41	14,21	117,22	4,96
	1	51,05	0,37	13,78	109,06	4,89
	5	52,75	0,36	13,46	107,42	4,89
	10	56,79	0,41	10,93	101,68	4,88
	15	57,98	0,37	10,83	95,94	4,88

	20	67,28	0,41	9,32	86,10	4,87
18	к	51,18	0,45	11,92	117,22	4,90
	1	57,39	0,33	12,46	109,06	4,90
	5	52,48	0,41	13,33	107,42	4,91
	10	58,85	0,41	9,35	101,68	4,83
	15	61,61	0,39	10,51	95,94	4,89
	20	67,94	0,44	8,70	86,10	4,88
23	к	47,47	0,32	10,18	113,16	4,90
	1	43,89	0,32	11,34	102,50	4,88
	5	45,93	0,36	12,39	98,40	4,88
	10	45,12	0,39	9,57	94,30	4,88
	15	57,01	0,39	10,07	90,86	4,88
	20	57,46	0,37	11,45	75,44	4,82

Полученные данные свидетельствуют, что значение ПОК возрастает с увеличением дозировки СВ до 10 % к объему пива, после чего наблюдается снижение восстановительной способности напитка. В опытных образцах процентное обесцвечивание красителя возросло в 2,8 раза по сравнению с исходным пивом и в 1,4 по сравнению с опытным контролем.

Изменение количества полифенолов и высокомолекулярных белков имеет однотипный характер: снижение содержания мутеобразующих компонентов с повышением дозы СВ. Чем длительнее выдержка, тем в большей степени происходит уменьшение концентрации фенольных веществ и белков. Содержание фракции А белка в опытных образцах по сравнению с контролем снизилось в 2,3 раза, количество полифенолов - в 1,3 раза.

Органолептическая оценка образцов пива показала, что напиток с добавлением СВ 5-10 % обладает гармонично сочетающимся вкусом и ароматом солода с еле заметным хвойным оттенком. Дозировка СВ более 15 % приводит к появлению специфического аромата древесины.

Таким образом, следует, что использование пихтового гидролата в пивоваренном производстве является целесообразным. Эксперимент показал, что их добавление значительно повышает восстанавливающую способность пива, тем самым обуславливая более высокую коллоидную и вкусовую стабильность. Стоит отметить, что СВ обладает антимикробным действием, что может положительно сказаться на биологической стойкости напитка. Помогают снизить содержание полифенолов и фракции А белка, потенциальных мутеобразователей и предотвращают окисление пива. Пиво приобретает более устойчивую пену и коллоидную систему. Однако при использовании ФВ несмотря на положительное влияние на показатели коллоидной стойкости, отрицательно сказывается на органолептических характеристиках готового пива

### *Литература*

1. Меледина, Т.В. Коллоидная стойкость пива: Учеб. пособие / Т.В Меледина, А.Т Дедегкаев - СПб.: НИУ ИТМО, ИХиБТ, 2014. – 90 с
2. Медведев С.О. Отдельные аспекты исследования потребления ресурсов древесной зелени пихты // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2010. №27. С. 78–81.
3. Патент №2677472 (РФ). Антигипоксическое средство / С.Ю. Солодников, В.В. Маслова, Г.А. Триандафилова, И.В. Фефилова, Е.Д. Гапечкина, Е.И. Яковлева. – 2019.
4. Патент №2736079 (РФ). Композиция, стимулирующая репаративный остеогенез / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, М.М. Шамова, Е.В. Вялых. – 2020.
5. Савельева Е.Е., Ефремов А.А. Антиоксидантная активность эфирных масел некоторых дикорастущих древесных растений Сибири // Вестник КрасГАУ. 2017. №2 (125). С. 141–147.
6. Степень Р.А., Соболева С.В. Безотходная утилизация древесной зелени пихты в лесохимии // Вестник КрасГАУ. 2015. №10(109). С. 155–159.
7. Гарнов И.О., Кучин А.В., Мазина Н.К., Карпова Е.М., Бойко Е.Р. Пихтовые экстракты как средство повышения физиологических резервов организма // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2014. №3(19). С. 44–52.



# АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ АМАРАНТА: ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Петрова А.А.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово  
e-mail: annapet1120-@mail.ru

## Аннотация

Представлен обзор исследований, посвященных использованию растительных белков амаранта в пищевой промышленности. Рассматривается аминокислотный состав белков амаранта, методы получения изолятов белка и их функциональные свойства. Особое внимание уделяется применению белков амаранта в производстве различных пищевых продуктов, анализу преимуществ и недостатков их использования, а также перспективам развития данной области. Обобщены результаты работ других авторов, освещающие актуальные вопросы, связанные с изучением белков амаранта и их потенциалом для создания новых продуктов питания с улучшенными питательными и функциональными характеристиками.

В современном мире проблема обеспечения населения полноценным белком становится все более актуальной. Рост численности населения, изменение климата и дефицит ресурсов приводят к необходимости поиска альтернативных источников белка, в том числе растительного происхождения. Растительные белки привлекают внимание исследователей и производителей пищевых продуктов благодаря своей питательной ценности, доступности и экологической безопасности [1]. Среди различных растительных культур амарант выделяется как перспективный источник белка с уникальными свойствами. Семена амаранта богаты белком, содержащим все незаменимые аминокислоты, что делает его ценным компонентом рациона человека. Кроме того, белки амаранта обладают рядом функциональных свойств, таких как эмульгирующая способность, гелеобразование и пенообразование, что открывает широкие возможности для их применения в пищевой промышленности.

Амарант, растение с богатой историей и широким спектром применения, привлекает все большее внимание исследователей благодаря высокому содержанию биологически активных веществ. Эти вещества содержатся во всех частях растения. Его семена являются наиболее ценным ресурсом для пищевой промышленности, поскольку обладают уникальным сочетанием белков, аминокислот, витаминов, минералов и антиоксидантов. Высокая пищевая ценность амаранта стимулирует интенсивные научные исследования, направленные на разработку новых продуктов питания и технологий переработки. Особую актуальность приобретает разработка эффективных методов переработки семян амаранта, позволяющих максимально сохранить и использовать его ценные компоненты, удовлетворяя растущий спрос на функциональные продукты питания.

Содержание белка в семенах амаранта колеблется в пределах 13,1–21,5% [2], что значительно превышает показатели пшеницы и других зерновых культур.

Исследования белкового состава амаранта неоднократно подтверждали его высокую питательную ценность, обусловленную сбалансированным аминокислотным составом, превосходящим аналогичный показатель у традиционных злаков. Однако, результаты исследований, проведенных различными научными группами, указывают на вариабельность аминокислотного состава белка амаранта в зависимости от сорта [3]. В некоторых работах лейцин, изолейцин и валин были идентифицированы как лимитирующие аминокислоты. В то же время, ряд авторов отмечают дефицит ароматических и серосодержащих аминокислот.

Исследование [4] посвящено детальному сравнению белкового состава зерна трех наиболее распространенных псевдо-зерновых культур, используемых в пищевой промышленности: амаранта, киноа и гречихи. В таблице представлено сравнение аминокислотного состава семян амаранта, киноа и гречихи.

Таблица – Аминокислотный состав киноа, амаранта и гречихи

Аминокислота	Киноа	Амарант	Гречиха
Треонин	2,1-8,9	3,3-5,0	3,9-4,0
Валин	0,8-6,1	3,9-5,0	2,3-6,1
Фенилаланин	3,0-4,7	3,7-4,7	1,3-7,2
Тирозин	2,5-3,7	3,3-3,7	0,6-4,9
Изолейцин	0,8-7,4	2,7-4,2	1,1-4,1
Лейцин	2,3-9,4	4,2-6,9	2,2-7,6
Метионин	0,3-9,1	1,6-4,6	0,5-2,5
Триптофан	0,6-1,9	0,9-1,8	1,83

Благодаря сбалансированному составу незаменимых аминокислот, белки амаранта представляют собой ценную альтернативу или дополнение к традиционным источникам белка в пищевой промышленности.

Повышение концентрации белковых компонентов достигается путем получения изолята – высококонцентрированного белкового продукта, практически свободного от жиров, углеводов и клетчатки, с показателем белка не менее 85%.

Для выделения изолятов и концентратов белка из цельного зерна амаранта применяют разнообразные методы, выбор которых обусловлен желаемой степенью очистки и целевым назначением конечного продукта (экстракция и осаждение, ультрафильтрация или хроматография). Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки.

Результаты исследований [5] демонстрируют, что оптимальные условия для получения изолятов белка амаранта достигаются при pH 4,5, что соответствует изоэлектрической точке. В то же время, данные других работ [6] указывают на эффективность экстракции белка в щелочной среде (pH 8-11) с последующим осаждением при pH 5. Наблюдается тенденция к повышению растворимости и, соответственно, содержания белка в продукте при увеличении значения pH среды экстракции.

В рамках исследования [7] был получен изолят белка амаранта методом ферментативного гидролиза, реализованного с использованием амилолитических ферментов. Технология предусматривала предварительную стадию выделения белков, включающую солевую и щелочную экстракцию, с последующим фракционированием белковых компонентов путем осаждения в условиях, соответствующих изоэлектрической точке. Гидролиз осуществлялся при 40°C в течение 6 часов с добавлением папаина, что обеспечило оптимальные условия для протекания ферментативных реакций. Изменение функциональных свойств белка амаранта после протеолиза обусловлено каталитическим действием папаина, который способствует гидролизу пептидных связей в белковой молекуле. В результате обработки наблюдается повышение растворимости модифицированного белка в воде. Полученные результаты говорят о том, что применение модифицированного белка амаранта является перспективным направлением в пищевой сфере.

В другом исследовании [8] изучались антиоксидантные свойства изолята белка амаранта и его фракций с различной растворимостью. Эти фракции представляют собой полипептиды, соответствующие основным белкам запаса амаранта (альбуминам, глобулинам, глобулинам Р, глютелинам), а также пептидам, образованным в ходе ферментативного гидролиза алкалазой.

Рынок пищевых продуктов, в основе которых лежит амарант и его белки, демонстрирует рост, в том числе за счет продуктов с высоким содержанием белка. В качестве примера можно привести разработку белкового батончика, включающего в свой состав амарантовые зерна (60%), овсяные хлопья (25%) и порошок из банановой кожуры (15%). Биологически активные вещества, входящие в состав данного продукта, устойчивы к воздействию высоких температур.

С учетом потребностей людей с целиакией, непереносимостью лактозы, а также вегетарианцев и веганов, был разработан напиток на основе белков амаранта [9]. Включение в состав напитка камедей обеспечило высокую коллоидную стабильность, при этом его характеристики близки к обезжиренному коровьему молоку.

Семена амаранта представляют собой сырье для производства крахмала, характеризующегося мелкозернистой структурой, сформированной крахмальными гранулами

правильной сферической формы. Ферментативная обработка этого крахмала с использованием амилаз позволяет получать продукты с различным содержанием легкоусвояемых углеводов.

Семена амаранта являются ценным источником питательных веществ, широко используемые в пищевой промышленности. Помимо применения в натуральном виде, семена амаранта подвергаются различным видам обработки, что позволяет получать продукты с уникальными свойствами и расширяет возможности их применения в производстве пищевых продуктов.

Благодаря богатому составу и полезным свойствам, добавки из амаранта становятся все более востребованными в пищевой промышленности. Они позволяют обогатить продукты белком, витаминами и минералами, а также улучшить их текстуру и вкусовые качества. Амарант применяется при производстве широкого спектра продуктов, включая хлебобулочные и кондитерские изделия, макаронные изделия, молочные и мясные продукты, энергетические напитки, пиво и другие [10].

Изучение растительных белков амаранта и их применение в пищевой промышленности – актуальная задача, направленная на решение нескольких важных вопросов. Во-первых, это обеспечение населения качественными белковыми продуктами. Во-вторых, это удовлетворение потребностей в здоровом питании. И наконец, это повышение экологической безопасности пищевой промышленности. Результаты таких исследований позволят создавать новые функциональные продукты питания, обогащенные ценными питательными веществами и обладающие улучшенными характеристиками.

### *Литература*

1. Кудинов, П.И. Современное состояние и структура мировых ресурсов растительного белка / П.И. Кудинов, Т.В. Щеколдина, А.С. Слизькая // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012 – № 4 – С. 124-130.
2. Joshi, D.C. From zero to hero: the past, present and future of grain amaranth breeding / D.C. Joshi, S. Sood, R. Hosahatti, L. Kant, A. Pattanayak, A. Kumar // Theor. Appl. Genet. – 2018. – Vol. 131. – N 9. – P. 1807-1823.
3. Johnson J., Wallace T. Whole Grains and their Bioactives: Composition and Health. John Wiley & Sons. – 2019. – 493 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119129486>
4. Janssen F., Pauly A., Rombouts I., Jansens K.J.A., Deleu L.J., Delcour J.A. Proteins of Amaranth (*Amaranthus* spp.), Buckwheat (*Fago- 21. pyrum* spp.), and Quinoa (*Chenopodium* spp.): a food science and technology perspective // Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. – 2017. – Vol. 16.
5. Cortez-Trejo M.C., Mendoza S., Loarca-Pina G., Figueroa-Car-denas J.D. Physicochemical characterization of protein isolates of amaranth and common bean and a study of their compatibility with xanthan gum // Int. J. Biol. Macromol. – 2021. – Vol. 166. – P. 861-868.
6. Das D., Mir N.A., Chandla N.K., Singh S. Combined effect of pH treatment and the extraction pH on the physicochemical, functional and rheological characteristics of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seed protein isolates // Food Chem. – 2021. – Vol. 353. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129466>
7. Компанцев, Д.В. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологии получения белковых изолятов из растительного сырья / Д.В. Компанцев, А.В. Попов, И.М. Привалов, Э.Ф. Степанова // Современные проблемы науки и образования. – 2016 – № 1
8. Tironi V.A., Anon M.C. Amaranth proteins as a source of antioxidant peptides: effect of proteolysis // Food Res. Int. 2010. – Vol. 43, N 1. – P. 315-322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.10.001>
9. Manassero C.A., Añón M.C., Speroni F. Development of a high protein beverage based on amaranth // Plant Foods Hum. Nutr. – 2020. – Vol. 75.
10. Guardianelli L.M., Salinas M.V., Puppo M.C. Quality of wheat breads enriched with flour from germinated amaranth seeds. Food Sci Technol Int. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/10820132211016577> 47.



## ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВИНОЙ ЩЕТИНЫ

Москаленко Данил Романович, аспирант  
Гуринович Галина Васильевна, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово  
e-mail: danil.moskalenko.2018@mail.ru

### Аннотация

Свиная щетина является, по сути, защитным покровом для животного. Но не всегда люди знали, что щетину, возможно, использовать в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных. Химический состав щетины позволяет использовать в «чистом» виде белок, который так необходим для роста и развития всех живых организмов. Правильно полученная кормовая добавка это и дополнительная экономия на предприятии в приобретении дорогостоящих добавок.

В 1973 году ученым Багаевым В.И. была разработана и запатентована «Машина для съема и сбора щетины», которая на данный момент не имеет аналогов. Применение данного оборудования позволяет получать щетину, используемую в промышленности для производства различных изделий [1].

Щетина свиней отличается грубой структурой и устойчивостью к механическим воздействиям, что обуславливает её применение в производстве кистей и щёток. Наибольшую ценность представляет хребтовая щетина, которая является самой длинной и прочной и используется преимущественно для изготовления технических щеток. Боковая щетина применяется для производства домашних щеток и кистей различных сортов. Щетина, расположенная в других частях тела свиньи, называется упалью и обычно не используется, а утилизируется как отходы. Однако ранее из неё изготавливали зубные щетки [2].

На рисунке 1 представлены места у свиньи, где наиболее востребовано данное сырье.



Рисунок 1 – Места взятия щетины

Современные технологии значительно продвинулись, и щетина находит применение не только в производстве бытовых щеток и кистей. С точки зрения экологии, выбрасывание щетины является нецелесообразным, а с экономической точки зрения — невыгодным.

В частности, Херардо Арайя-Летелье из Католического Университета Чили исследовал возможность использования свиной щетины для армирования глинобитных смесей при производстве самана (глинобитного кирпича-сырца). Его эксперименты продемонстрировали, что добавление 0,5% щетины в смесь способствует повышению прочности на изгиб и снижению растрескивания кирпича в процессе усадки и высыхания [7].

Сравнительно недавно достижения в области химии, позволяющие использовать продукты

органического происхождения, не рассматривались как кормовые добавки. Однако в настоящее время ситуация изменилась. Речь пойдет о применении кератиновых белков, содержащихся, например, в щетине, в качестве корма для скота.

Основной компонент щетины — белок кератин, обладающий высокой устойчивостью к кислотам, щелочам и ферментам. Элементарный состав кератина включает углерод (около 51%), водород (около 7%), азот (около 18%), кислород (около 20%) и серу (около 4%). Помимо кератина, в состав щетины входят пигменты, которые, по мнению большинства авторов, относятся к группе меланинов [3].

Кератины по своей структуре не отличаются от других белков живой природы, включая белки пшеничного зерна, за исключением особенностей строения белковых молекул в кератинах, таких как волос или «веточка».

В 1968 году американский ученый Ф. Шорланд выявил, что волосяной покров содержит большее количество белка, чем мясо домашних животных [6]. Однако это наблюдение не предоставляло полной информации о возможности использования данных белков в кормовой промышленности.

Сравнительный анализ аминокислотного состава белков волосяного покрова различных животных, таких как мелкие копытные, крупный рогатый скот, свиньи и птицы, с белками зерновых культур, семян пшеницы, кукурузы, сои, баранины и стандартным белком ФАО (признанным Всемирной продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН за эталон пищевых белков), показал их значительное сходство. Исключением стали триптофан и лизин, содержание которых в волосяных белках было несколько ниже, чем в зерновых и животных белках, а также в стандартном белке ФАО. Однако в волосе крупного рогатого скота содержание лизина превышало требования эталонного белка. Стоит отметить, что пшеница и кукуруза также испытывали дефицит лизина по сравнению с белком ФАО.

Особенно важным открытием стало то, что аминокислотный состав белка щетины не изменялся под воздействием сильных кислот или щелочей. Это свидетельствовало о возможности разложения щетины на более мелкие участки белковых цепей и последующей химической переработки сложных структур кератина волоса. В результате могли быть получены белковые цепи с нормальными аминокислотами, сопоставимыми с пищевыми белками.

В ходе исследования был проведен анализ способности белков щетины к перевариванию ферментами слюны и желудочного сока животных. Первые результаты в этой области были получены в XIX веке, когда В. Кюне, сотрудник Института физиологии в Гейдельберге, Германия, подверг волосы механическому измельчению и обработал их пищеварительным ферментом пепсином. Кюне обнаружил, что увеличение поверхности волос после измельчения существенно влияет на их взаимодействие с пепсином. Волосы обычного размера оказались нечувствительны к его действию, но при увеличении степени измельчения они начинали подвергаться ферментативному воздействию и частично перевариваться [4].

Эти эксперименты долгое время оставались без внимания, пока в 1939 году Дж. Раус и Г. Льюис не продолжили их в «Журнале биологической химии». Они измельчили шерсть в порошок с помощью шаровой мельницы и подвергли его воздействию пепсина и трипсина. Результаты показали, что при достижении мелкодисперсного состояния щетина легко разлагается ферментами на свободные аминокислоты. Таким образом, был открыт путь к превращению щетины в легкоусвояемый продукт без значительных затрат.

В период Второй мировой войны Раус продолжил свои исследования, направленные на изучение возможности использования порошка из волосяного покрова в качестве кормового продукта. После установления факта его перевариваемости обычными пищеварительными ферментами, возникла необходимость проверить, будет ли он усваиваться животными и как это скажется на их росте. Результаты таких экспериментов могли бы способствовать разработке экономически выгодных и питательных пищевых смесей.

В 1941–1942 годах Раус обнаружил, что мука из волосяного покрова не должна подвергаться прожариванию, поскольку это приводит к частичной дегградации аминокислот, таких как цистеин, аналогично процессу, происходящему при пережаривании обычной муки, например пшеничной или

овсяной. В 1943 году он представил результаты своих исследований по кормлению лабораторных животных измельченной щетиной [5].

Весь белок в рационах для крысят-сосунков был заменен на порошкообразную щетину. Для этого потребовалось добавлять этот порошок в количестве примерно 15% от общей массы пищи. Поскольку в щетине содержалось меньше триптофана, метионина и гистидина по сравнению с обычными пищевыми белками, к рациону крысят добавляли небольшое количество этих аминокислот. Эксперименты показали значительную питательную ценность данной муки. Ежедневный прирост лабораторных животных был не меньше, чем у контрольных животных, получавших обычную диету. Таким образом, основная задача Рауса — выяснить возможность создания абсолютно нового, дешевого и высокопитательного кормового продукта — была в принципе решена.

Не выявлено существенных различий в составе кератиновых белков щетины и аналогичных белков. Щетина содержит почти чистый белок, и после подтверждения питательности муки, Раус продолжил работу над получением муки и исследованием её питательной ценности.

Эти исследования положили начало активным поискам способов получения кормового белка из кератинов. Значительные усилия были направлены на разработку методов растворения кератинов с использованием химических воздействий на щетину. Это позволило бы упростить процесс обработки кератинов и избежать длительных операций по их перетиранию. Однако первоначальные эксперименты оказались малоуспешными. Приходилось применять мощные химические воздействия, поскольку при мягких методах обработки кератин не подвергался распаду, а при интенсивных методах происходила дегградация некоторых аминокислот, что снижало питательную ценность конечного продукта.

Тем не менее, после серии экспериментов, проведённых в различных лабораториях по всему миру, были разработаны методы, позволяющие комбинировать частичное перетирание с последующей химической обработкой.

Были исследованы условия такого кормления, включая определение количества необходимых добавок аминокислот, дефицит которых присутствует в белке. В результате было установлено, что все упомянутые виды кератина могут служить эффективными источниками кормового белка [5].

На современном этапе развития технологий производства кормов для сельскохозяйственных животных и птицы активно применяются экструдеры. Однако перед экструдированием щетины необходимо её измельчить. Для этой цели используется специализированный измельчитель-пастоприготовитель, поскольку щетина представляет собой сложное сырьё. Последующая переработка щетины осуществляется с помощью экструдера, разработанного специально для работы с трудными материалами, такими как отходы кожевенного производства и сложные смеси.

Флоренс Гачанго из Копенгагенского университета совместно с коллегами провел исследование на тему: «Использование побочных продуктов свиноводства (щетины и копыт) в качестве альтернативного белкового сырья в кормах для рыб: технико-экономическое обоснование». В ходе анализа было установлено, что в условиях растущего спроса на рыбную муку и рыбопродукты в мировом секторе производства кормов и пищевых продуктов, поиск альтернативных источников белкового сырья становится критически важным [8]. Щетина и копыта свиней были рассмотрены как потенциальные источники белка для кормов. Исследование включало анализ химического состава щетины и копыт, их питательной ценности и технологических аспектов переработки. Были рассмотрены различные методы переработки этих материалов, включая механическую и химическую обработку, для получения белкового концентрата. Экономическая целесообразность использования щетины и копыт в качестве белкового сырья оценивалась с учетом затрат на производство, транспортировку и переработку, а также потенциальных рыночных возможностей. Были рассмотрены различные сценарии применения полученного белкового концентрата в кормах для рыб, включая его влияние на рост, здоровье и продуктивность рыб.

Результаты исследования показали, что использование щетины и копыт свиней в качестве белкового сырья в кормах для рыб может быть экономически оправданным и экологически устойчивым решением. Однако для широкого внедрения этой технологии необходимы дальнейшие исследования и разработки, направленные на оптимизацию процессов переработки и повышение

эффективности использования побочных продуктов свиноводства.

В ходе своего исследования Антони Пшибы проявил интерес к свиной щетине как потенциальному источнику белков для кормовых смесей. Он отметил, что свиная щетина является богатым источником кератина, который теплокровные животные плохо усваивают. В связи с этим, Пшибы рассматривал щетину как перспективный компонент для кормов рыб, учитывая, что холоднокровные животные могут более эффективно использовать склеропротеины [9].

Экспериментальная часть исследования включала наблюдение за ростом четырех экспериментальных групп рыб в течение 60 дней. Каждая группа получала свой уникальный корм: контрольный (обычный корм) и корм с добавлением подготовленной свиной щетины в различных концентрациях – 5%, 10% и 15%. Результаты эксперимента показали, что добавление 15% свиной щетины к кормовой смеси значительно улучшило показатели рыб. Средний прирост массы тела увеличился на 40%, при этом выживаемость оставалась на уровне контрольной группы.

Таким образом, щетина свиней представляет собой ценный ресурс, который может быть эффективно использован в различных отраслях промышленности и в производстве кормов для сельскохозяйственных животных и птиц. В свете растущего спроса на экологически чистые и устойчивые ресурсы, а также учитывая потенциал щетины как возобновляемого сырья, становится очевидной необходимость проведения дальнейших исследований и разработок в области переработки свиной щетины. Особое внимание следует уделить оптимизации и упрощению существующих технологий переработки для создания кормовых добавок, чтобы сделать их более экономически выгодными и экологически безопасными.

### *Литература*

1. Багаев В. И. Патент «Машина для съема и сбора щетины», 1973798, 1973.12.03
2. Линева А. Н. Справочник «Физиологические показатели нормы животных» //М.:«Аквариум–Принт. – 2008.
3. Лунева Р. А. и др. Технология первичной переработки продуктов животноводства. – 2014.
4. Макарецев Н. Г. и др. Технология производства и переработки животноводческой продукции. – 2005.
5. Пронин В. В., Фисенко С. П., Мазилкин И. А. Технология первичной переработки продуктов животноводства. – 2013.
6. Серпова О. С. Опыт глубокой переработки продукции животноводства. – 2008.
7. Araya-Letelier G. et al. Influence of natural fiber dosage and length on adobe mixes damage-mechanical behavior //Construction and Building Materials. – 2018. – Т. 174. – С. 645-655.
8. Gachango F. G. et al. Use of pig by-products (bristles and hooves) as alternative protein raw material in fish feed: A feasibility study //Aquaculture. – 2017. – Т. 479. – С. 265-272.
9. Przybył A., Madziar M., Koligot A. Suitability of modified pig bristles for extruded feed mixtures for carp fry //Fisheries & Aquatic Life. – 1999. – Т. 7. – №. 1. – С. 113-122.

## **ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАВАРНОГО РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА В ТЕХНОЛОГИИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ГОТОВНОСТИ**

**Гуринова Т.А., кандидат технических наук, доцент  
Гущенко Е.В., аспирантка,  
Филипович Д.Н., студентка**

*УО “Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий”, г.  
Могилев, Республика Беларусь  
e-mail: [gurinova09@tut.by](mailto:gurinova09@tut.by)*

### **Аннотация**

В статье представлены исследования по анализу реологических свойств теста, полученного из муки пшеничной первого сорта, смеси муки пшеничной первого сорта и муки ржаной (сеяной, обдирной), а также теста с внесением сброженной заварки. На основании миксолабограмм теста установлена возможность ведения первого этапа выпечки в технологии замороженных заварных ржано-пшеничных полуфабрикатов до 80-90% готовности.

Современное развитие рынка хлебобулочных изделий (развитие сети малых пекарен для обеспечения потребителя свежесдобитой продукцией, расширение потребительской базы, в том числе и за счет увеличения сроков годности, централизованный контроль безопасности и качества хлеба) предполагает использование в Республике Беларусь хлебопекарными предприятиями технологии замораживания. Достоинства этих технологий максимально обнаруживаются при производстве заварных ржано-пшеничных хлебов, полученных на осахаренной, заквашенной и сброженной заварке. Наименее изучено влияние качества муки и параметров приготовления замороженных полуфабрикатов высокой степени готовности на качество готового заварного хлеба.[1,2,3,4]

Качество хлебобулочных изделий является комплексной характеристикой, охватывающей целый ряд признаков. Потребитель, прежде всего, обращает внимание на органолептические свойства – внешний вид, вкус, аромат и свежесть. Хлеб хорошего качества имеет достаточный объем, правильную форму, эластичный мякиш с равномерной, мелкой, тонкостенной пористостью. [5]

Важнейшими факторами, обуславливающими качество заварного хлеба из замороженного полуфабриката высокой степени готовности, являются качество сырья и процессы, протекающие в тесте при его созревании и выпечке тестовых заготовок, а также при замораживании и вторичном допекании.[6,7] В хлебопекарной отрасли самым значимым основным сырьем является мука, которая должна соответствовать органолептическим и физико-химическим показателям, приведенным в ТНПА и обладать определенными хлебопекарными свойствами. В лабораторном контроле качество муки принято анализировать через множество отдельных параметров. К традиционным методам оценки качества муки относятся оценка по следующим показателям: влажность, кислотность, зольность, белизна. Хлебопекарные свойства муки оцениваются по показателям: количество сырой клейковины с характеристикой ее качества, число падения, автолитическая активность. Для комплексной оценки хлебопекарных свойств пшеничной муки используют пробную лабораторную выпечку хлеба. [8,9,10] Данный ГОСТ предполагает жестко определенные параметры технологического процесса и замес теста исходя из влажности муки, без учета ее водопоглотительной способности, что не всегда обеспечивает необходимую консистенцию теста. Такой анализ не может дать полную картину ведения технологического процесса с использованием исследуемой муки.

Для того, чтобы полностью оценить поведение теста в технологическом процессе, необходимо учитывать его реологические характеристики (вязкость, упругость, пластичность, эластичность). [11,12] В связи с этим целью исследования являлось комплексное изучение реологических свойств теста на основе образцов пшеничной муки первого сорта, смесей муки пшеничной первого сорта мукой ржаной сеяной и ржаной обдирной и смесей муки с внесением биологической сброженной заварки. Анализировали следующие образцы:

- Образец 1 – Пшеничная мука 1 сорта МЗ6-27;
- Образец 2 – Смесь из ржаной обдирной муки и пшеничной муки 1 сорта 60/40;
- Образец 3 – Смесь из ржаной сеяной муки и пшеничной муки 1 сорта 60/40;
- Образец 4 – Смесь из пшеничной муки 1 сорта, ржаной обдирной муки и сброженной заварки в соотношении муки 40/40/20;
- Образец 5 – Смесь из пшеничной муки 1 сорта, ржаной сеяной муки и сброженной заварки в соотношении муки 40/40/20.

Исследования проводились в учебно-научной лаборатории на базе кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» на приборе Mixolab французской фирмы CHOPIN согласно протоколу Chopin+, который предполагает пять интервалов температур для анализа.

Во время 1-й фазы замеса (точка С1-образование теста) прибор обеспечивает образование теста при температуре 30°C, оптимальная консистенция теста создается путем подбора количества добавляемой воды. На 2-й и 3-й фазах регистрируется изменение консистенции теста при его нагреве от 30°C до 90°C, при этом устанавливается точка С2 – разжижения теста и точка С3 – максимальная скорость клейстеризации крахмала. На 4-й и 5-й фазах измеряют консистенцию теста при его охлаждении до 50°C и выдерживании при этой температуре. Устанавливаются точки С4 и С5 – начало и окончание ретроградации крахмала в рамках эксперимента. [13] Основные параметры реологического профиля исследуемых образцов представлены в таблице 1, 2 и на рисунке 1, 2.

Таблица 1 – Основные параметры реологического профиля

	ВПС, %	Время образования теста, мин	Стабильность теста, мин	С <sub>2</sub> , Н·м	С <sub>3</sub> , Н·м	С <sub>4</sub> , Н·м	С <sub>5</sub> , Н·м
Образец 1	60,0	1,22	8,90	0,48	1,63	1,43	2,52
Образец 2	66,4	2,42	3,30	0,52	1,69	1,03	1,68
Образец 3	62,1	2,15	3,10	0,47	1,79	1,21	1,94
Образец 4	70,2	3,33	3,40	0,48	1,71	1,18	1,83
Образец 5	55,5	3,33	4,20	0,41	1,89	1,59	2,39

Таблица 2 – Индексы Mixolab Profiler

	Индекс					
	«ВПС»	«Замес»	«Глютен +»	«Вязкость»	«Амилаза»	«Ретроградация»
Образец 1	7	3	5	8	5	8
Образец 2	9	2	8	3	1	6
Образец 3	8	1	8	5	2	7
Образец 4	9	2	7	4	2	4
Образец 5	2	2	5	7	5	6

По данным миксолабограмм возможно проанализировать такие показатели как водопоглотительная способность теста, время образования теста, стабильность и разжижение клейковины, активность альфа-амилазы и ретроградация крахмала.

Водопоглотительная способность (ВПС) влияет на физико-механические свойства теста, выход готового хлеба. Максимальный индекс ВПС имеют образцы смеси муки пшеничной с мукой ржаной обдирной как без добавления, так и с добавлением сброженной заварки.

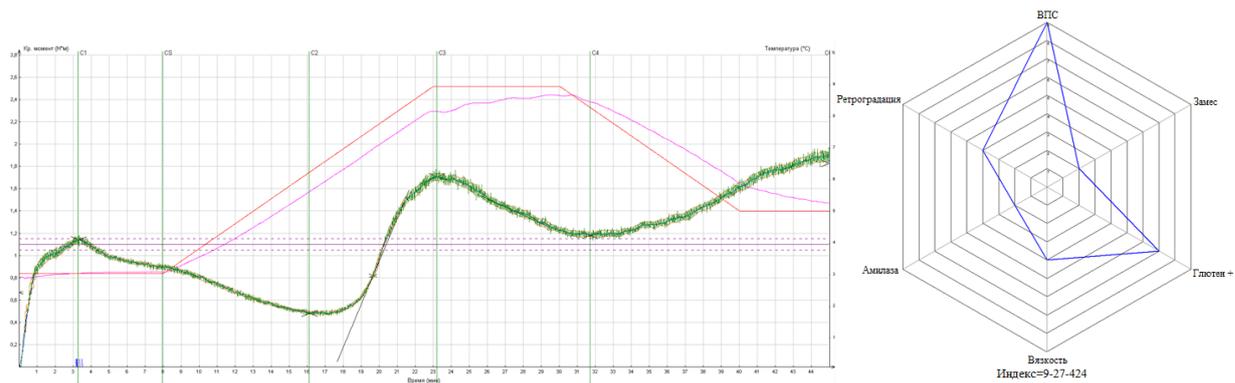


Рисунок 1 – Анализ реологических свойств теста из смеси муки пшеничной 1 сорта М36-27, муки ржаной обдирной и сброженной заварки в соотношении муки 40/40/20

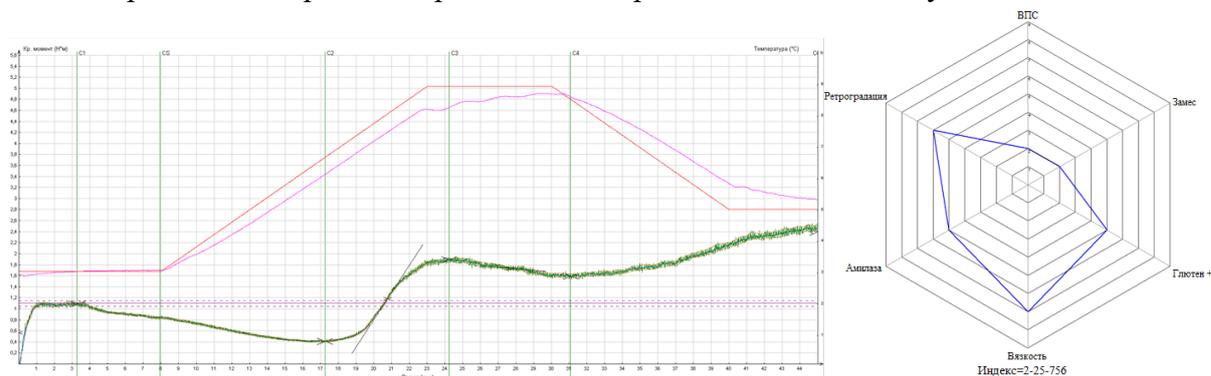


Рисунок 2 – Анализ реологических свойств теста из смеси муки пшеничной 1 сорта М36-27, муки ржаной сеяной и сброженной заварки в соотношении муки 40/40/20

Сброженная заварка, приготовленная на основе осахаренной и заквашенной заварки, представляет собой полуфабрикат хлебопекарного производства, в котором крахмал доведен до стадии клейстеризации и ферментативного гидролиза (осахаривание), и прошедший стадию брожения под воздействием термофильных молочнокислых бактерий (заквашивание) и стадию брожения под воздействием хлебопекарных дрожжей или закваски (сбраживание). [14,15] Установлено, что внесение в тесто сброженной заварки увеличивает время образования теста и снижает его стабильность.

Индекс «Глютен +» увеличивается с добавлением к пшеничной муке ржаной муки и сброженной заварки. В данном диапазоне температур происходит снижение консистенции теста. Установлено что повышение этого индекса приводит к повышению эластичности и снижению в процессе выпечки поднятия теста.

Индексы «Вязкость» и «Амилаза» характеризуют процесс ферментативного гидролиза крахмала. Низкое значение индексов соответствует высокой активности амилолитических ферментов. С внесением в смесь муки ржаной эти индексы снижаются, так как в ржаной муке в активном состоянии находятся  $\beta$  – и  $\alpha$ -амилаза. Внесение сброженной заварки снижает активность амилолитических ферментов. При этом наименьшие значения индексов наблюдаются при наличии в смеси муки ржаной обдирной.

На стадии охлаждения температуры до 50°C анализируется процесс ретроградации крахмала, что связано с установлением сроков годности готового изделия. Чем выше индекс «Ретроградация» тем кристаллизация крахмала сильнее черствение наступает быстрее. При введении в смесь муки ржаной и сброженной заварки готовые изделия более длительное время сохраняют свежесть.

Технология приготовления замороженных заварных ржано-пшеничных полуфабрикатов высокой степени готовности предполагает на первом этапе частичную выпечку. Анализ миксолабограмм теста из смеси муки пшеничной первого, муки ржаной различных сортов и

сброженной заварки (рисунок 1, 2) показал, что на первом этапе выпекаемые изделия необходимо доводить до 80-90% готовности. Замораживание изделий с еще более низким процентом готовности является нецелесообразным, так как процесс клейстеризации крахмала пройдет в недостаточной степени и изделия будут практически не пропеченными внутри, а корочка в таких изделиях не будет фиксировать их форму после первичной выпечки.

Таким образом по результатам исследований установлено, что внесение ржаной муки (сеяной и обдирной) к муке пшеничной первого сорта будет увеличивать время брожения и снижать стабильность теста. Использование сброженной заварки позволяет снизить активность амилалитических ферментов (улучшится структура мякиша) и снизить скорость ретроградации крахмала (продлеваются сроки сохранения изделия). В технологии приготовления заварного ржано-пшеничного хлеба и замороженных полуфабрикатов на первом этапе выпечки необходимо достигать 80-90% готовности изделия. Определение реологических свойств позволяет за короткое время оценить целевое назначение муки и пути возможного корректирования технологического процесса.

### *Литература*

1 Алехина, Н.Н. Замороженные полуфабрикаты – перспективный сегмент рынка хлебобулочных изделий / Н. Н. Алехина, Е. И. Пономарева, О. В. Смирнова [и др.] // Материалы IX Междунар. науч.-прак. конф. «Технологии и продукты здорового питания». – Саратов: Саратовский ГАУ, 2015. – С. 7-9.

2 Герасимова, Э.О. Криогенные технологии в хлебопечении / Э.О. Герасимова, Н.В. Лабутина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2019. – №1 (367). – С. 6– 9.

3 Краус, С. Глубокая заморозка – перспективная технология в хлебопечении / С. Краус, Л. Акжигитов, Е. Люнина // Хлебопродукты. – 2005. – № 7. – С. 38 – 39.

4 Гуринова Т.А. Формирование качества недопеченных замороженных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий / Т.А. Гуринова, Е.В. Гущенко, Д.Н. Шувькина // Сборник материалов VIII Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство». – Воронеж. гос. ун-т инж. технол., ВГУИТ, 2023. – 388 с.

5 Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник для студентов вузов / Л. Я. Ауэрман. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2005. – 415 с.

6 Усень, Ю.С. Технология изготовления замороженных хлебобулочных изделий и полуфабрикатов / Ю.С. Усень, К.И. Жакова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2012. – №2(16). – С. 46–50.

7 Кветный, Ф.М. О замораживании хлебобулочных изделий / Ф.М. Кветный, М.Ю. Юрко, В.И. Заикина // Хлебопечение России. – 2006. – № 1. - С. 22–23.

8 Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства / Л.И. Пучкова. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.

9 Корячкина, С.В. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Методы исследования свойств полуфабрикатов хлебопекарного производства / С.В. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелева // Учебно-методическое пособие. – Орел: ФГОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», 2011. – 49 с.

10 Дремучева Г.Ф. Хлебопекарные свойства пшеничной и ржаной муки из зерна урожая 2014-2015 гг. / Г.Ф. Дремучева, О.Е. Карчевская, Н.А. Кинда, С.А. Смирнова // Хлебопечение России. – 2016. – №4. – С. 16-19

11 Туляков Д.Г. Реологические свойства разных видов муки и композиционных смесей / Д.Г. Туляков, Е.П. Мелешкина, Е.С. Витол // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №7(153). – С. 174-180

12 Бебякин В.М., Кулеватова Т.Б., Великанова Н.М. Корреляционно-факторный анализ показателей состояния углеводно-амилазного комплекса и хлебопекарных качеств озимой ржи /

В.М. Бебякин, Т.Б. Кулеватова, Н.М. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – №12. – С. 29-32

13 Дюба А. Современный метод контроля качества зерна и муки по реологическим свойствам теста, определяемым с помощью миксолаб профайлер / А. Дюба, К. Рысев // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов: материалы I Научно-практической конференции и выставки с международным участием. – М.: МГУПП, 2008. – С.86-95

14 Косован, А.П. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / А.П. Косован // М.: ГНУ ГОСНИИ хлебопекарной промышленности. – 2008. – 268 с.

15 Кузнецова Л.И. Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки: монография / Л.И. Кузнецова, Н.Д. Синявская, О.В. Афанасьева. Е.Г. Фленова. – СПб.: ГосНИИХП, 2003. – 298 с.

# РАЗРАБОТКА ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОДУКТОВ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КУКУРУЗЫ

Васильева В.В., аспирант  
Храмова В.Н., доктор биологических наук, профессор  
Шинкарева С.В., кандидат биологических наук, доцент

*ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград,  
e-mail: buzowa.veronika@yandex.ru*

## **Аннотация.**

Многофункциональные пищевые ингредиенты – крахмалы, имеют множество применений в пищевой промышленности, в том числе для стабилизации эмульсии, гелеобразования и удержания влаги. Также добавляемые пищевые крахмалы показывают свою эффективность при снижении потерь при варке, хранении без увеличения жёсткости готового продукта и ухудшения органолептических свойств. В статье представлены результаты исследования по разработке состава эмульсии для мясного изделия на основе куриной шкурки, сухой молочной сыворотки и крахмала кукурузного. Выявлено, что добавление крахмала в количестве 5 масс.% способствует формированию прочной структуры эмульсии.

Как известно, крахмал является одной из самых распространенных добавок в пищевой промышленности, поскольку является природным полисахаридом и характеризуется универсальным применением. Как отмечают различные исследования, кукурузный крахмал может применяться как студнеобразователь, загуститель, наполнитель, стабилизатор, эмульгатор для мясных, молочных, хлебобулочных и кондитерских изделий [2,4,5,9].

Процесс производства мясной продукции включает в себя формирование вторичной белковой структуры в ходе тепловой технологической обработки. Однако функциональные характеристики мясных белков могут значительно варьироваться в зависимости от различных факторов. Крахмал действует независимо от мясных белков. Обычно уровень pH мясной системы не оказывает влияния на функциональные свойства крахмала. Крахмал формирует свою собственную структуру, распределяясь между мышечными волокнами (фибриллами) при инъекциях рассола или между частицами фарша в процессе смешивания и / или эмульгирования [1,7].

Выбор определенных крахмалопродуктов для мясных изделий из птицы основан на множестве факторов. С точки зрения экономики важным является ряд характеристик, включая стоимость и выход готовой продукции. С технологической точки зрения следует учитывать состав и вид мясного продукта, включая содержание влаги, жира, углеводов и белка, а также необходимость в снижении или исключении отделения влаги, условия и срок хранения продукта, процесс его производства и требования к этикетированию [3,6]. Кроме того, при потреблении также важна консистенция готового изделия, его упругость, жесткость и другие потребительские характеристики.

**Цель исследования** – разработка рецептуры эмульсии для мясных изделий из мяса птицы с применением продуктов глубокой переработки кукурузы.

Материалы и методы исследований. Исследования по разработке эмульсии для мясных изделий – колбасок из мяса птицы с применением продуктов глубокой переработки кукурузы проведены на кафедре Технологии пищевых производств Волгоградского государственного технического университета. Объекты исследований: образцы эмульсии с добавлением крахмала в количестве: 1,3,5,7,10%.

Крахмал состоит из амилозы и амилопектина и осаждается в виде гранул разного размера и формы с полукристаллическими и аморфными концентрическими слоями [8]. Крахмалы из разных источников отличаются друг от друга химическим составом, а также структурой компонентов, которые влияют на термические свойства. В наших исследованиях использован крахмал

кукурузный нативный (ООО «НьюБио»), содержащий минимальное количество примесей (белок – 0,25-0,35%, зола) и обладающий микробиологической чистотой. Крахмал представляет собой однородный, мелкодисперсный порошок белого цвета стабильного качества.

Результаты исследований.

Выработку образцов проводили в лабораторных исследованиях в соответствии с разработанной рецептурой, на 1 кг: шкурка куриная, сыворотка молочная сухая, крахмал кукурузный предварительно гидратированный, вода/лед. В куттер сначала вносили количество воды, предусмотренное по рецептуре, и в режиме перемешивания добавляли сыворотку сухую молочную и предварительно гидратированный кукурузный крахмал, затем после образования дисперсии вносили шкурку птицы (предварительно измельчённую на 5–8 мм) и продолжали куттеровать при максимальной скорости вращения ножей до однородной массы.

Приготовленные образцы эмульсии выгружали в ёмкости и проводили органолептическую оценку (оценку качества модельных образцов соусов проводили по следующим показателям: внешний вид, вкус, запах, цвет и консистенция.) и оценивали стабильность при хранении при t 4-6°C в течение 8 дней. На данном этапе исследования ограничились восемью сутками хранения, поскольку необходимо было провести исследования физико-химических изменений, происходящих в эмульсии, при этом, при увеличении сроков хранения эмульсий, в них начинаются изменения, зависящие от микробиологических показателей, в связи с чем при необходимости длительного хранения, эмульсии, как правило, подвергают замораживанию. Результаты органолептической оценки приведены в таблице. Стабильность при хранении отражена на рисунке.

Таблица – Результаты органолептической оценки образцов эмульсии

Показатель	Образцы				
	I (1% КК)	II (3% КК)	III(5% КК)	IV(7% КК)	V(10% КК)
Внешний вид, консистенция, упругость	Неоднородная эмульсия, слабо связанная, достаточно упругая; гладкая, с заметной фазовой разделенностью, консистенция	Однородная эмульсия, не отмечено незначительное помутнение; кремовая гладкая текстура, консистенция достаточно упругая	Однородная эмульсия, умеренно густая, достаточно стабильная, хорошо держит форму; матовая, гладкая поверхность	Эмульсия очень густая и вязкая; однородная, эмульсия достаточно стабильна; матовая гладкая поверхность	Однородная эмульсия, крайне вязкая, желеобразная структура; достаточно стабильная, блестящая гладкая поверхность
Цвет, аромат	Свойственный эмульсии из куриной кожи, светло-бежевый, без посторонних вкраплений; Без привкуса крахмала. Аромат – свойственный, без постороннего			Свойственный эмульсии, светло-бежевый, без посторонних вкраплений; более насыщенный или «тяжелый», яркий привкус крахмала	

По результатам органолептического анализа установлено, что введение кукурузного крахмала в количестве 5 масс.% способствует формированию упругой консистенции эмульсии без потери вкусовых и ароматических характеристик.

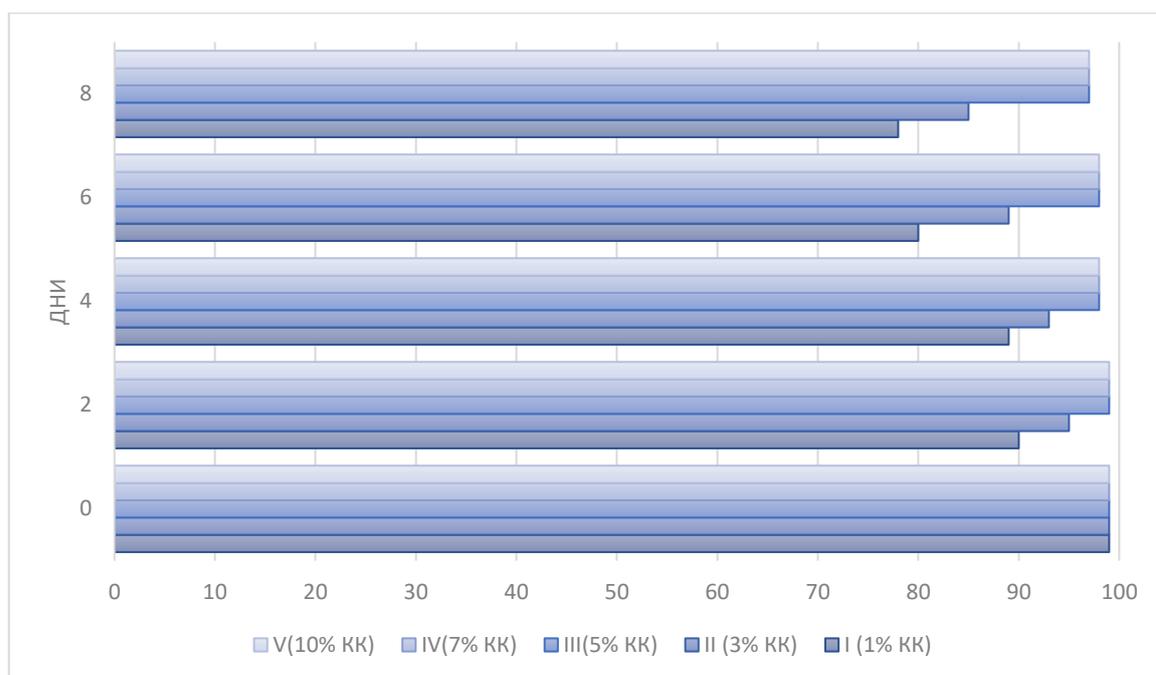


Рисунок – Динамика стойкости модельных образцов эмульсии

Таким образом, можно предположить, что прочная структура эмульсии с добавлением кукурузного крахмала от 5 масс.% будет обеспечивать более высокую консистенцию готового продукта, что, в свою очередь, повлияет на его органолептические свойства, такие как текстура и вкус. Кроме того, такая эмульсия будет способствовать увеличению сроков хранения, поскольку предотвращает процесс расслоения, который может негативно сказаться на качестве продукта.

**Вывод.** В результате исследований было установлено, что добавление крахмала в количестве 5 масс.% благоприятно влияет на формирование прочной структуры эмульсии. Это количество крахмала оптимально для создания стабильной матрицы, которая способствует равномерному распределению компонентов эмульсии и предотвращает их разделение.

#### *Литература*

1. Влияние различных температурных воздействий на микроструктуру кукурузного крахмала в составе мясного продукта / Н. Г. Черепанова, Е. А. Просекова, А. Э. Семак [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2023. – Т. 85, № 3(97). – С. 28-35. – DOI 10.20914/2310-1202-2023-3-28-35.
2. Короткова, А. А. Влияние расторопши и кукурузного крахмала на свойства фаршевых систем рубленых полуфабрикатов / А. А. Короткова, Д. И. Сурков // Экологические, генетические, биотехнологические проблемы и их решение при производстве и переработке продукции животноводства : материалы Международной научно-практической конференции (посвященная памяти академика РАН Сизенко Е.И.), Волгоград, 08–09 июня 2017 года. Том Часть 2. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "Сфера", 2017. – С. 183-185.
3. Никитина, Е. В. Частично гидролизированный бактериальной амилазой кукурузный крахмал как эффективный корректор товарных качеств обезжиренного йогурта / Е. В. Никитина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2019. – Т. 7, № 4. – С. 13-21.
4. Папахин, А. А. О свойствах ферментативно-модифицированного пористого кукурузного крахмала / А. А. Папахин, З. М. Бородина // Пищевая промышленность. – 2019. – № 4. – С. 78-79. – DOI 10.24411/0235-2486-2019-10039.

5. Патент № 2775710 С1 Российская Федерация, МПК А23L 13/50, А23L 13/20, А23L 13/40. Рецептурная композиция рубленых полуфабрикатов с белково-жировой эмульсией : № 2021129465 : заявл. 11.10.2021 : опубл. 06.07.2022 / В. Н. Храмова, С. Е. Божкова, А. Е. Серкова [и др.].
6. Радин, О. Крахмалы в мясной промышленности / О. Радин // Мясной ряд. – 2020. – № 3(81). – С. 14-15.
7. Хвыля С.И., Лапшин В.А., Корешков В.Н. Использование крахмала в мясной промышленности // Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика. – 2019. – С. – 376-383.
8. Черненко, Е. Н. Влияние смеси безглютеновой муки и кукурузного крахмала на срок годности бисквита / Е. Н. Черненко // Продукты питания: производство, безопасность, качество : материалы международной научно-практической конференции, Уфа, 21 февраля 2024 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2024. – С. 251-255.
9. Cornejo-Ramírez Y.I., Martínez-Cruz O., Del Toro-Sánchez C.L., Wong-Corral F.J. et al. The structural characteristics of starches and their functional properties// *CyTA – Journal of Food*. – 2018. – № 16(1). – P.1003–1017. doi: 10.1080/19476337.2018.1518343.

# К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИПЛЕКСНОЙ ПРЯМОЙ ПЦР ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОДЛИННОСТИ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Хан А.В., Лазарева Е.Г., Фоменко О.Ю., кандидат биологических наук

ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», г. Москва

e-mail: a\_khan@vnimi.org

## Аннотация

К настоящему моменту значимой проблемой остается обеспечение населения биобезопасными и подлинными пищевыми продуктами. Наибольший интерес для решения данной проблемы представляют молекулярно-генетические технологии. В отличие от традиционных методов молекулярной биологии, прямая ПЦР основана на использовании интактного биологического материала, что обуславливает исключение возможных потерей нуклеиновых кислот и сокращение продолжительности генетического анализа. В настоящей статье предложен экспресс-метод определения подлинности козьего и коровьего молока-сырья с использованием специфических праймеров для амплификации фрагментов ДНК домашнего скота (*Bos taurus*, *Capra hircus*). Полученные результаты показали высокую чувствительность прямой ПЦР (1%) при идентификации видового состава молочных смесей, что демонстрирует значительные перспективы в будущем для контроля происхождения молока в пищевой индустрии.

**Ключевые слова:** молоко, прямая ПЦР, ДНК, идентификация

## Введение

В настоящее время демографические изменения, сопровождающиеся глобальным ростом численности населения, приводят к прогнозируемой проблеме увеличения потребности обеспечения потребителей достаточным количеством качественной продовольственной продукции, в том числе молочной. В этой связи растущие потребности молочного сектора рынка, в частности спрос на нетрадиционные виды молока (козье, овечьё и т.п.), обуславливают появление видовой фальсификации в виде их подмены более доступным и бюджетным коровьим. В условиях непрерывных изменений моделей потребления и развития инновационных подходов к переработке и производству пищевых продуктов требуются новые высокоэффективные технологии, необходимые для обеспечения биобезопасности продуктов питания и проверки их подлинности. За последние десятилетия в молочной промышленности было разработано множество методов по контролю и мониторингу качества сырья. При этом многочисленные исследования подтверждают высокую эффективность молекулярно-генетических подходов (ПЦР, секвенирование и др.) для определения видовой принадлежности молочных продуктов [1, 2]. Существенным и предварительным этапом для проведения успешной амплификации составляет лизис компонентов биоматериалов и последующая экстракция нуклеиновых кислот. Тем не менее, хотя процесс выделения ДНК позволяет удалять ингибирующие соединения и получать высокоочищенные препараты, данный этап связан со значительными потерями молекул ДНК, что, в свою очередь, влияет на чувствительность ПЦР. Напротив, при проведении прямой ПЦР используется непосредственно сам биоматериал и этапы предварительного лизиса, экстракции полинуклеотидных молекул и т. п. отсутствуют. К преимуществам данного вида ПЦР относят сокращение времени исследования и анализ возможность исследования проб с низкой концентрацией ДНК. Анализ литературных данных показал, что изначально прямую ПЦР применяли для выявления микроорганизмов в молочных продуктах и происхождения образцов в судебной экспертизе [3-5]. Однако научных работ, посвященных применению прямой ПЦР для обнаружения коровьей ДНК при аутентификации молочной продукции незначительно [6, 7]. В связи с этим целью данной работы была разработка высокочувствительного метода прямой мультиплексной ПЦР для идентификации козьего молока.

## Материалы и методы

Объектами исследования были образцы сырого цельного сборного фермерского коровьего и козьего молока. Анализ проб биологических материалов проводили методом прямой ПЦР с использованием праймеров ВТФ 5'-ACCCTCTCGACTAAACAACCAAGATAG-3' (10мМ) и ВТР 5'-TGGGGCTAGGAGTTAATCATTTGTTG-3' (10мМ) [8] для амплификации ДНК *B. taurus*, праймеров СНФ 5'-ACTCCACAAGCTTACAGACATGCCA-3' (10мМ) и СНР 5'-GAAGGCTGTATGTCCGCGTTATATG-3' (10мМ) [8] для амплификации ДНК *C. hircus*, микса «2,5X Mas HFBL MIX-3510» (ПКЗАО «Диалат Лтд», Россия), деионизованной воды (ЗАО «Евроген», Россия), в конечном объеме 50 мкл. ПЦР-анализ выполняли в амплификаторе MiniAmp («ThermoFisher Scientific», США). Программа для прямой ПЦР состояла из начальной денатурации при 98 °С в течение 5 мин, первого цикла вида 98 °С – 45 сек, 64 °С – 45 сек, 72 °С – 2 мин 30 сек, последующих 35 циклов вида 98 °С – 10 сек, 64 °С – 30 сек, 72 °С – 20 сек и финального этапа элонгации при 72 °С в течение 10 минут. Теоретические размеры ампликонов для *B. taurus* и *C. hircus* составляют 583 п.н. и 184 п.н. соответственно. Электрофорез для интерпретации результатов прямой ПЦР осуществляли в 2% геле агарозы I (VWR International LLC, США), приготовленном с добавлением раствора бромистого этидия, при напряжении электрического поля 7 В/см геля с использованием маркера длин ДНК «100+ bp DNA Ladder» (ЗАО «Евроген», Россия). Документирование осуществляли с использованием системы гель-документирования «Vilber E-Box-CX5.TS» (Vilber, Франция) на трансиллюминаторе «Vilber Super-Bright» (Vilber, Франция) с длиной волны 312 нм.

### Результаты и обсуждение

На первом этапе смеси сырого козьего и коровьего молока были смешаны в следующих пропорциях: 100%, 99%, 98%, 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 50%, 25%, 5%, 2%, 1%, 0% (козьего молока). После этого аликвоты бинарных молочных матриц отобрались для проведения несколько экспериментов с прямой ПЦР, с использованием как одной, так и двух пар специфических к участкам геномов крупного и мелкого рогатого скота праймеров одновременно. Методом прямой ПЦР с использованием специфической пары праймеров ВТФ и ВТР было показано, что чувствительность выявления коровьей ДНК в смесях молока была равна 1%. Предел обнаружения ДНК домашней козы был идентичен и составил 1% при проведении прямой ПЦР с олигонуклеотидными праймерами СНФ и СНР. Кроме того, результаты чувствительности мультиплексной прямой ПЦР с двумя вышеописанными парами праймеров были сопоставимы с вышеописанными результатами (рисунок).

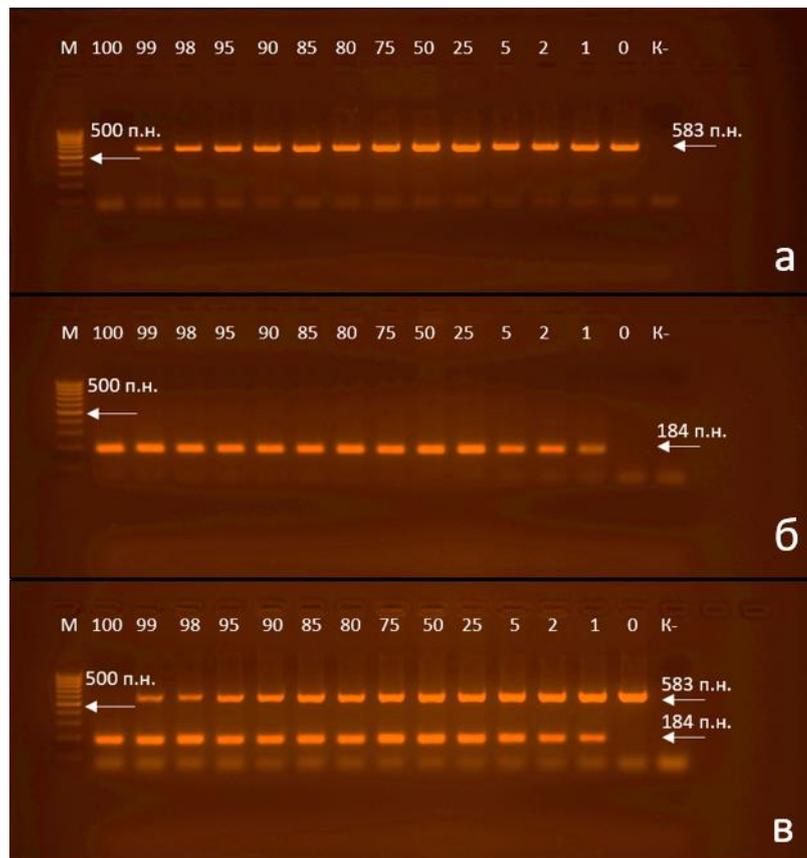


Рисунок – Электрофореграмма результатов прямой ПЦР фрагментов 16S рРНК коровы с праймерами BTF + BTR (а), прямой ПЦР участков D-петли козы с праймерами CHF + CHR (б); прямой мультиплексной ПЦР участков коровы и козы с праймерами BTF + BTR + CHF + CHR (в); 100-0% – образцы смесей сырого молока с соответствующей объемной долей козьего молока; «К-» – (отрицательный контроль); М – маркер («100 + bp DNA Ladder»)

Полученные результаты продемонстрировали высокую эффективность и чувствительность прямой ПЦР при использовании вышеописанных пар олигонуклеотидных затравок. Однако следует отметить, что чувствительность мультиплексной прямой ПЦР оказалась выше, чем в ранее опубликованном исследовании [9] с предварительным этапом выделения ДНК и последующим проведением традиционной мультиплексной ПЦР при анализе смесей козьего, коровьего молока и продуктов их термической обработки. Более того, в отличие от нашего предыдущего исследования [10], где в качестве затравок для синтеза ДНК были отобраны универсальные праймеры на последовательность промоторной области ядерного гена *LALBA*, в данной работе были использованы праймеры на митохондриальные участки, что возможно также позволило повысить чувствительность метода прямой мультиплексной ПЦР до 1%.

### Заключение

На современном этапе развития постгеномных технологий приоритетным направлением молекулярного тестирования молочных матриц целесообразно отнести инновационные методические подходы на основе прямой ПЦР. Предлагаемый молекулярно-генетический метод позволяет, как идентифицировать сырье в молоке, так и значительно облегчает процесс проведения анализа, поскольку отсутствует потребность в предварительных процедурах по лизированию, очистке и высвобождению полинуклеотидных макромолекул. Полученные результаты могут послужить основой создания тест-систем для обнаружения фальсифицированной и контрафактной молочной продукции.

### Литература

1. Галстян А. Г. Индустрия Х.0. Пищевая промышленность / А. Г. Галстян // FOOD METAENGINEERING. — 2023. — Т. 1, № 2. — <https://doi.org/10.37442/fme.2023.2.33>.

2. Гильманов Х. Х. Проблема фальсификации видовой принадлежности молока / Х. Х. Гильманов, Р. Р. Вафин, В. Г. Блиадзе, И. Ю. Михайлова // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством. — 2020. — Т. 1, № 1(1). — С. 125-129. — DOI 10.37442/978-5-6043854-1-8-2020-1-125-129.
3. Martin B. Direct PCR: A review of use and limitations / B. Martin, A. Linacre // Science & Justice. — 2020. — Т. 60, № 4. — С. 303-310.
4. Wegmüller B. Direct polymerase chain reaction detection of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in raw milk and dairy products / B. Wegmüller, J. Lüthy, U. Candrian // Applied and Environmental Microbiology. — 1993. — Т. 59, № 7. — С. 2161-2165.
5. Herman L. M. A direct PCR detection method for *Clostridium tyrobutyricum* spores in up to 100 milliliters of raw milk / L. M. Herman, J. H. De Block, G. M. Waes // Applied and Environmental Microbiology. — 1995. — Т. 61, № 12. — С. 4141-4146.
6. Choopan R. Simultaneous species identification in milk and dairy products using direct PCR / R. Choopan, P. Thanakiatkrai, T. Kitpipit // Forensic Science International: Genetics Supplement Series. — 2017. — Т. 6. — С. e214-e215.
7. Jitsuwan P. Simple closed-system combining direct PCR and fluorescence for all types of milk and dairy product authentication / P. Jitsuwan [и др.] // Journal of Food Composition and Analysis. — 2024. — Т. 130. — С. 106178.
8. Deng L. Detection of the bovine milk adulterated in camel, horse, and goat milk using duplex PCR / L. Deng [и др.] // Food Analytical Methods. — 2020. — Т. 13. — С. 560-567.
9. Хан А. В. Сравнительный анализ симплексной и дуплексной ПЦР для выявления фальсификации козьего молока и продуктов его термической обработки / А. В. Хан, Д. Д. Коваль, Е. Г. Лазарева, О. Ю. Фоменко // FOOD METAENGINEERING. — 2024. — Т. 2, № 3. — <https://doi.org/10.37442/fme.2024.3.63>.
10. Фоменко О. Ю. Оценка подлинности молочных продуктов методом прямой ПЦР / О. Ю. Фоменко // Актуальная биотехнология. — 2022. — № 1. — С. 252.

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Лукьяненко М.В., кандидат технических наук, Донченко Л.В., доктор технических наук,  
профессор, Чеботарёва Е.Н., Подплетенная Е.Р.**

*НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», г. Краснодар*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы эффективности испытания пищевой продукции по обобщённым санитарно-эпидемиологическим и микробиологическим показателям безопасности пищевой продукции. В качестве анализируемого материала выбраны ежегодные Государственные доклады руководителя Роспотребнадзора РФ «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» в части мониторинга пищевой продукции за период с 2018 по 2020 годы.

Известно, что пищевые предпочтения населения оказывают заметное влияние на состояние здоровья. Так, избыток жирной и сладкой пищи, недостаток овощей, рыбы и балластных веществ может приводить к системным нарушениям организма, влекущим за собой развитие неинфекционных заболеваний [1]. Однако, даже при сбалансированном рационе сохраняется опасность нанесения вреда здоровью и связано это с загрязнением пищевой продукции контаминантами. В зависимости от способа источник загрязнения пищевой продукции как растительного, так и животного происхождения и питьевой воды может быть как природный, так и антропогенный. При этом, накопление контаминантов может локализоваться на поверхности – плоды и листья растений; в тканях посредством всасывания через корневую систему для растений и с потреблением антибиотиков, загрязнённого корма и воды – для животных, а также применение пестицидов и агрохимикатов. Ещё одним путём загрязнения продукции контаминатами является нарушение условий хранения сельскохозяйственной продукции и технологии производства и упаковки пищевых продуктов [2].

В Российской Федерации насчитывается порядка 60 разрешённых пестицидов, среди которых можно обнаружить хлорорганические, фосфорорганические, ртутьорганические и карбоматы. Последствия наличия остаточных количеств этих веществ в пищевой продукции могут быть отсроченными и приводить к развитию болезни Минамата, симптоматика которой схожа с детским церебральным параличом: нарушение координации движений, тремор, слабость, замедление и неясность речи, ухудшение и зрения и слуха и другие [1].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) посредством продуктов питания человек допускает возникновение 200 различных заболеваний, на основании чего было выделено пять важнейших принципов безопасного питания: соблюдение чистоты; разделение сырое и готового; проведение тщательной тепловой обработки; хранение продуктов при безопасной температуре; использование безопасной воды и безопасного пищевого сырья [3, 4].

В связи с усиливающейся экологической нагрузкой, связанной помимо прочего с загрязнением воздуха, а также воды в системах централизованного водоснабжения, актуальным является контроль за соблюдением содержания контаминантов в пищевой продукции в пределах допустимых количеств и анализ существующей ситуации с целью минимизации их вредного воздействия.

Продукция, не соответствующая требованиям нормативных документов, согласно гл. 1, ст. 1 Федерального закона №29-ФЗ от 02.01.2000 г. «О качестве и безопасности пищевой продукции» может быть обозначена как фальсификат: «...фальсифицированные пищевые продукты – (в том числе биологически активные добавки), материалы и изделия, умышленно изменённые

(поддельные) и (или) имеющие скрытые свойства и качество, информация о которых является неполной или недостоверной [5]. Такая продукция согласно гл. 1, ст. 3, п. 2 Федерального закона № 29-ФЗ от 02.01.2000 г. подлежит изъятию из товарооборота.

Испытания пищевой продукции в Российской Федерации производится в соответствии с постановлениями Правительства от 28.08.2013 № 745, от 02.07.2013 № 553, от 27.06.2013 № 539, от 03.06.2013 № 468, от 27.06.2013 № 540, от 10.06.2013 № 485, от 10.06.2013 № 484, от 21.05.2014 № 474, от 21.05.2014 № 475, от 01.09.2017 № 846, а территориальные органы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзора) осуществляет контроль (надзор) за исполнением требований технических регламентов Таможенного союза. Результаты работы по выявлению пищевой продукции, не соответствующей нормативным документам, отражаются в ежегодных докладах Роспотребнадзора.

С целью понимания сложившейся ситуации в области безопасности продуктов питания нами были изучены ежегодные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» за период с 2018 по 2020 годы и нормативные документы в области оценки влияния контаминантов пищевых продуктов на здоровье населения [6,7,8].

Предельно допустимые концентрации контаминантов пищевых продуктов отражены в Технических регламентах Таможенного союза (ТР ТС), утверждённых Решениями Межгосударственного Совета Евразийского экономического сообщества по мере их разработки, согласно представленного перечня: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей», ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию», ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции», ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Следует отметить, что требования вышеперечисленных ТР ТС распространяются на всё пространство Евразийского экономического сообщества равнозначно и не требуют адаптации к импортируемой продукции.

Данные Роспотребнадзора РФ за 2014-2018 года [6] по выявленной доле фальсификата (продукции не соответствующей требованиям ТР ТС и ТР ЕАЭС) в разрезе видов пищевой продукции представлены на диаграмме (Рисунок 1).

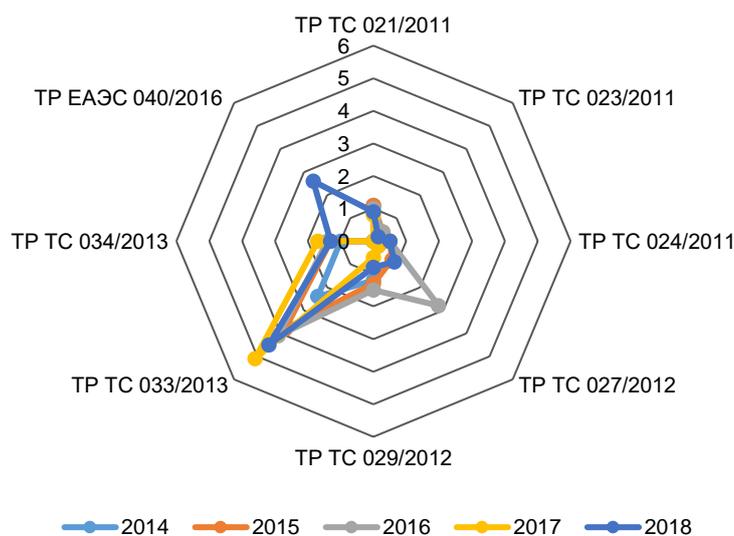


Рисунок 1 – Доля выявленного фальсификата от общего количества исследованной продукции, % (адаптировано по [6])

Необходимо отметить, что в большей степени население подвергается риску употребления некачественной молочной продукции (ТР ТС 033/2013), на протяжении всех пяти лет её доля составляет не менее 2,4 % для 2014 года и максимум приходится на 2017 год – 5,1 %. Менее

критично ситуация обстоит с продукцией специализированного питания (ТР ТС 027/2012), относительно высокая доля фальсификата выявлена в 2016 году и составляет 2,8 % в остальные годы этот показатель достигает не более 0,9 %. Однако, обращая внимание, что к категории специализированной пищевой продукции относится продукция для беременных и кормящих женщин, а также детей, что может сказаться на внутриутробном развитии плода и оказать существенное влияние на рост и развитие в первые годы жизни [9], необходимо данную категорию взять на особый контроль, который бы позволил исключить вероятность поступления на рынок некачественных продуктов.

Испытания рыбной продукции были проведены впервые в 2018 году в связи с вступлением в действие ТР ЕАЭС 040/2016, что не позволяет объективно оценить динамику изменений показателей безопасности этой категории пищевой продукции. Доля выявленного фальсификата рыбной продукции оказалась на уровне 2,6 %.

В большей степени требованиям ТР ТС соответствует качество соковой и масложировой продукции (ТР ТС 023/2011 и ТР ТС 024/2011 соответственно). Доля некачественной пищевой продукции, испытание которой проводилось по ТР ТС 021/2011 снизилась с 1,1 % в 2014 г. до 0,9 % в 2018 г. Приведённые данные могут говорить, как о объективном снижении доли фальсификата, так и о перераспределении долей, в связи с появлением ТР ЕАЭС 040/2016. Тем более существенным выглядит рост выявленного фальсификата в категории мясной продукции (ТР ТС 034/2013). С учётом дефицита животного белка в рационах питания населения рост некачественной мясной продукции крайне нежелателен и стоит обратить на эту динамику особое внимание.

Доля выявленных некачественных пищевых добавок, ароматизаторов и вспомогательных средств с 2014 по 2016 годы имела тенденцию к росту с 1,2 % до 1,5 %, в дальнейшем к 2018 году этот показатель снизился до 0,8 %. В связи с тем, что пищевые добавки в большинстве случаев используются как ингредиенты при приготовлении продукции по ТР ТС 021/2011, ТР ТС 023/2011, ТР ТС 027/2012, ТР ТС 033/2013, ТР ТС 034/2013 и ТР ЕАЭС 040/2016 и вносят свою лепту в получение продукции, содержащей повышенный уровень контролируемых показателей безопасности, важно своевременно выявлять фальсификат и снижать нагрузку на конечный продукт.

Общая динамика выявленного фальсификата при испытании пищевых продуктов представлена на рисунке 2 [6].

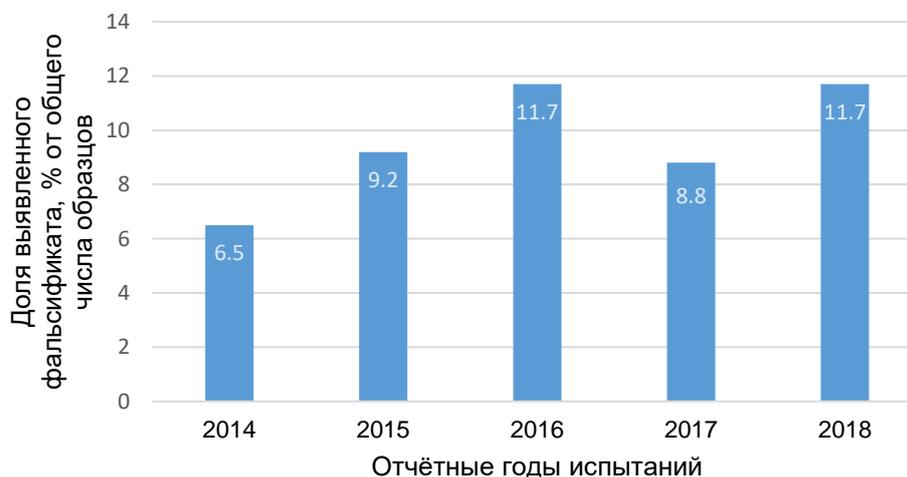


Рисунок 2 – Динамика выявленного фальсификата при испытании пищевой продукции за период с 2014 по 2018 годы

Как видно из диаграммы, представленной на рисунке 2, с 2014 по 2016 годы число выявленной некачественной продукции заметно выросло с 6,5 % до 11,7 %, что может быть объяснено представленной в [6] информацией о росте числа лабораторных исследований с 1 395 549 в 2014 году до 2 223 532 в 2018 году. Примечательно, что за этот период произошло совершенствование методов исследований и технической базы для их реализации (аналитических приборов) [6-8]. Замедление, а возможно и стабилизация выявленных некачественных продуктов (с учётом увеличения лабораторных исследований в 1,5 раза за указанные пять лет) даёт повод

предположить о тенденции к повышению её безопасности на внутреннем рынке Российской Федерации.

Это предположение было подтверждено данными [7], констатирующими факт снижения в целом доли проб пищевой продукции отечественного и импортного производства по санитарно-эпидемиологическим и микробиологическим показателям безопасности. Тем не менее по микробиологическим показателям по таким категориям пищевой продукции, как «мясо и мясные продукты»: по импортируемой продукции – с 4,55 % в 2018 г. до 5,44 % в 2019 г.; по отечественной продукции – с 3,91 % в 2018 г. до 4,04 % в 2019 г.; «молоко и молочные продукты»: по отечественной продукции – с 4,05 % в 2018 г. до 4,14 % в 2019 г.; «продукция для детского питания»: по отечественной продукции – с 1,09 % в 2018 г. до 1,30 % в 2019 г. Незначительно возросла доля проб продукции, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям, в группах: «плодоовощная продукция» (импортируемая) с 0,71 % в 2018 г. до 0,90 % в 2019 г.; «консервы» (импортируемые) с 0,00 % в 2018 г. до 0,22 % в 2019 г.» [7].

В следующем отчётном периоде – 2020 г. по сравнению с 2019 г. снизилась доля проб продукции, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям, в 28 группах из 47: «пресервы» – на 3,56 %, «продукция для детей 6 лет и старше» – на 2,74 %, «консервы рыбные» – на 1,79 %, «кулинарные изделия, вырабатываемые по нетрадиционной технологии» – на 1,32 %.

При этом, отмечается рост доли проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям, в группах отечественной продукции: «пресервы» – с 0,21 % в 2019 г. до 0,62 % в 2020 г.; «консервы рыбные» – с 0,19 % до 0,56 %; «консервы молочные» – с 0,0 % до 0,24 %; «зерно (семена)» – с 0,0 % в 2019 г. до 14,3 % в 2020 г.; «птица, яйца и продукты их переработки» – с 4,9 % до 7,1 %; «молоко и молочные продукты» – с 2,5 % до 3,3 % [8]. Возросла и доля проб продукции, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям, в группах «мясо и мясная продукция» – с 0,11 % в 2019 г. до 0,43 % в 2020 г.; «пищевая продукция для детей с 6 лет и старше» – с 0,00 % в 2019 г. до 0,28 % в 2020 г. [8].

В 2019 году Роспотребнадзором выявлены 7 Субъектов РФ, в которых доля проб, не соответствующих установленным требованиям превысила среднюю по стране величину – 3,32 % более, чем в два раза (таблица) [7].

Таблица – Сравнительные за 2019-2020 годы по Субъектам РФ, имеющим двукратное превышение удельного веса проб, не соответствующих требованиям нормативной документации в сравнение с данными по РФ [7,8]

Место по рангу	2019 год			2020 год		
	Субъекты Российской Федерации	Удельный вес проб, не соответствующих требованиям, % от общего количества проб		Субъекты Российской Федерации	Удельный вес проб, не соответствующих требованиям, % от общего количества проб	
		среднее по стране значение	данные по региону		среднее по стране значение	данные по региону
1	Республика Саха (Якутия)	3,32	12,96	Республика Саха (Якутия)	2,58	8,73
2	Республика Коми		8,38	Новгородская область		8,54
3	Псковская область		8,03	Псковская область		8,48
4	Новгородская область		7,9	Владимирская область		6,93
5	Магаданская область		7,11	Республика Карелия		6,85
6	Красноярский край		6,78	Сахалинская область		6,34
7	г. Москва		6,69	Московская область		6,09
8	-		-	Приморский край		5,77
9	-		-	г. Москва		5,65
10	-		-	Калужская область		5,2

Как видно из данных таблицы, даже Москва при её возможностях не защищена от оборота фальсифицированной продукции свыше средней величины. В 2020 году при заметном снижении удельного веса проб, не соответствующих требованиям, в целом по стране до 2,58 %, количество Субъектов РФ, двукратно превышающих этот показатель увеличилось до 10 [8].

На основании анализа Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» за период с 2018 по 2020 год можно сделать вывод, что работа, проводимая Роспотребнадзором РФ, даёт положительные результаты, выявляя пищевую продукцию, не соответствующую показателям безопасности. Так, несмотря на то, что по отдельным категориям продукции с переменным успехом наблюдаются как повышения, так и заметные снижения доля некачественной пищевой продукции, в целом по стране этот показатель снижается. Однако особое внимание стоит уделить категории специализированной пищевой продукции, испытание которой предусмотрено по ТР ТС 027/2012, так как здоровье закладывается в детстве и в целом для страны как с экономической, так и с социальной точек зрения, оптимальным будет предупредить негативное влияние небезопасной пищевой продукции на здоровье подрастающего поколения, чем бороться с последствиями этого негативного влияния.

### *Литература*

1. Алиментарные заболевания и их профилактика / Доклад Петровой Т.Н. д.м.н., профессора кафедры поликлинической терапии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко // Режим доступа: <http://fnc-mich.ru/media/attachments/2021/07/03/petrova.pdf> (Дата обращения 19.05.2023)
2. Рудаков, О.Б. Хроматография в контроле контаминантов в пищевой продукции / О.Б. Рудаков, Л.В. Рудакова // Мясные технологии 2018 № 1 С. 20-23.
3. Пять важнейших принципов безопасного питания. Пособие Режим доступа: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/87740/9789244594636\\_rus.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/87740/9789244594636_rus.pdf) (Дата обращения 19.05.2023)
4. Безопасность продуктов питания / Сайт ФАО ВОЗ Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> (Дата обращения 19.05.2023)
5. Федеральный закон от 02.01.2000 № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевой продукции» // Режим доступа: [https://56.fsvps.gov.ru/wp-content/uploads/sites/30/2023/02/fz\\_02\\_01\\_2000\\_29.pdf](https://56.fsvps.gov.ru/wp-content/uploads/sites/30/2023/02/fz_02_01_2000_29.pdf) (Дата обращения 19.05.2023)
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019.–254 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020.– 299 с.
8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 256 с.
9. Тихонова, Ю.Л. Гигиеническая оценка химической контаминации продуктов детского питания // Автореф. диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук Москва - 2022, 24 с.

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ СЕМЯН РАПСА СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА ЯМР

Агафонов, О. С.<sup>1</sup> кандидат технических наук  
Прудников, С. М.<sup>2</sup> доктор технических наук

<sup>1</sup>ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК), г. Краснодар  
e-mail: sacred\_jktu@bk.ru

<sup>2</sup>ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК), г. Краснодар  
e-mail: vniimk@rambler.ru

## Аннотация

Современные селекционные сорта и гибриды рапса отличаются низким содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов, повышенным содержанием олеиновой кислоты в масле семян и меньшей лужистостью. Эти особенности повышают технологические и питательные свойства семян, а также способствуют снижению количества сопутствующих веществ при производстве рапсового масла. В статье представлены сравнительные результаты идентификации современных сортов и гибридов рапса по содержанию олеиновой кислоты в их масле. Исследования показывают, что разработанный метод идентификации семян рапса с использованием импульсного метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР), хотя и уступает традиционному (хроматографическому) методу, но не требует применения органических растворителей и других вспомогательных веществ. При этом время анализа одной пробы не превышает 20 секунд.

Среди основных масличных культур, выращиваемых и перерабатываемых в России, рапс занимает почетное второе место уступаю только подсолнечнику. Объясняется это высоким содержанием в его семенах массовой доли масла и белка, которые находят широкое применение при производстве растительного масла и комбикормов.

подавляющее большинство производимых в России семян рапса относится к безэруковым сортам с низким содержанием глюкозинолаты (тип 00) – которые используются для получения ценного пищевого масла, а жмых и шрот активно используется при производстве кормов [1-4].

Благодаря успехам современной селекции появились новые перспективные сорта и гибриды рапса с повышенным содержанием олеиновой кислоты в масле семян (HOLL сорта [5-8]. Высокое содержание олеиновой кислоты (более 80%) улучшает органолептические свойства и пищевую ценность, повышает окислительную стойкость в том числе при термической обработке масла [9-10].

Еще одним направлением является селекция рапса со светлой окраской семян. Данные сорта отличаются от традиционных сортов более тонкой оболочкой, содержащей меньше красящих веществ, восков, серы и железа, и более высокой питательной ценностью жмыхов и шротов, получаемых из этих семян [11-14].

Цель данного исследования - оценка возможности экспрессной идентификации семян рапса по содержанию олеиновой кислоты в масле семян с использованием импульсного метода ЯМР, в том числе и с учетом показателей качества новых сортов селекции рапса.

В качестве объектов исследований использовались семена современных сортов и гибридов ярового и озимого рапса селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

Массовая доля олеиновой кислоты в масле семян анализируемых образцов изменялась в диапазоне от 58 до 82%. Среди отобранных для анализа образцов присутствовали семена с традиционной и светлой окраской. Образцы семян рапса перед измерением очищались от сорной примеси, с последующим термостатированием образцов при температуре (23±0,5) [15].

Результаты исследования ЯМР-релаксационных характеристик протонов масел, содержащихся в семенах рапса, показывают, что жирнокислотный состав ТАГ масла, оказывает влияние на ЯМ-релаксационные протон масла, содержащихся в семенах. Полученные результаты

градуировочной зависимости, представлены на рисунке.

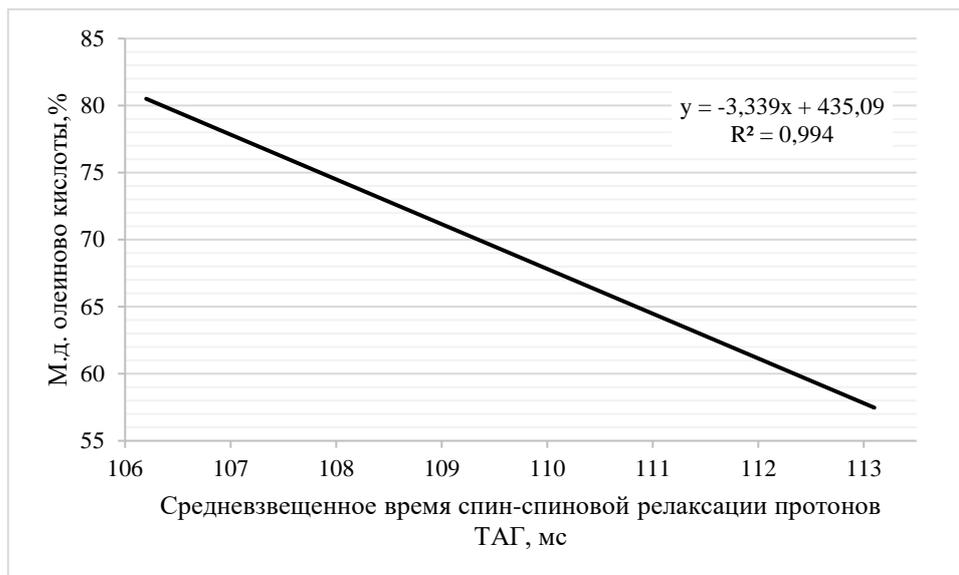


Рисунок. Аналитическая зависимость массовой доли олеиновой кислоты в масле семян рапса от средневзвешенного значения времени спин-спиновой релаксации протонов масла в семенах

Массовую долю олеиновой кислоты в масле семян рапса традиционно определяли с использованием хроматографического метода (ГОСТ 31665-2012). Определение массовой доли олеиновой кислоты методом ЯМР проводили на модернизированном ЯМР-анализаторе АМВ-1006М.

В таблице представлены результаты измерения массовой доли олеиновой кислоты в масле семян рапса, полученные с использованием хроматографического метода и с использованием метода импульсного метода ЯМР.

Таблица - Измеренные значения массовой доли олеиновой кислоты в семенах рапса получены с использованием хроматографического метода и импульсного метода ЯМР

Образец	Массовая доля олеиновой кислоты в масле семян рапса, %		Отклонение
	хроматографический метод	метод ЯМР	
1	2	3	4
1	69,9	69,0	-0,9
2	68,8	69,0	0,2
3	80,5	81,3	0,8
4	75,0	76,2	1,2
5	73,1	71,4	-1,7
6	70,3	71,9	1,6
7	60,2	62,1	1,9
8	57,7	58,0	0,3
9	74,5	75,2	0,7
10	64,9	64,8	-0,1
11	80,5	79,7	-0,8
12	82,0	82,9	0,9
13	81,3	80,3	-1,0
14	59,2	58,3	-0,9
15	61,4	61,5	0,2

1	2	3	4
16	75,8	74,5	-1,3
17	82,3	82,9	0,6
18	73,2	73,2	0,0
19	60,1	59,6	-0,5
20	61,4	62,2	0,8

Из данных таблицы следует, что предложенный метод позволяет при выполнении требований методики измерений определять массовую долю олеиновой кислоты в масле семян рапса с погрешностью не более  $\pm 2\%$ . Предложенный метод позволяет одновременно с определением масличности и влажности семян определять массовую долю олеиновой кислот в масле семян рапса.

Следует отметить, хотя предложенные способ и обладает более высокой погрешность по сравнению с арбитражным методом, но имеет ряд существенных преимуществ. Используемый способ на основе импульсного метода ЯМР обладает высокой экспрессностью (измерение одной пробы занимает не более 20 секунд), не требует сложной пробоподготовки и высокой квалификации персонала, не используют органические растворители, данный метод является не разрушающим, что позволяет использовать образцы в дальнейшем в процессе селекции.

Вышеперечисленные факторы делают данный способ перспективным для идентификации семян рапса в условиях селекции, а также при заготовке и переработке семян.

#### *Литература*

1. Eskin, Michael. (2016). Rapeseed Oil/Canola. Encyclopedia of Food and Health. 10.1016/B978-0-12-384947-2.00585-7.
2. Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение : Сборник научных трудов международной научно-практической студенческой конференции, Брянск, 26–27 марта 2020 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2020. – 315 с. – EDN JHFECJ
3. Яровой рапс - перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края / Е. Н. Олейникова, М. А. Янова, Н. И. Пыжикова [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 1(142). – С. 74-80.
4. Canola growth & development [Электронный ресурс] URL: [https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0004/516181/Procrop-canola-growth-and-development.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0004/516181/Procrop-canola-growth-and-development.pdf) (дата обращения: 13.10.2024).
5. Направления и результаты селекции рапса и сурепицы во ВНИИМК / Л. А. Горлова, Э. Б. Бочкарева, В. В. Сердюк, С. Г. Ефименко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 20-33.
6. Сорт высоко-олеинового рапса озимого Оливин / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк [и др.] // Масличные культуры. – 2020. – № 2(182). – С. 154-157. – DOI 10.25230/2412-608X-2020-2-182-54-157.
7. Kim, Kwang-Soo, Yunjeong Park, Young-seok Jang, Cheol-Woo Kim, Eul-Tai Lee, Yeong-Bum Kim, Sang-Sik Nam and Jin-Ki Bang. "Development of High-oleic Acid Lines of Rapeseed (*Brassica Napus L.*)." (2008).
8. Nath, Ujjal & Kim, Hoytaek & Khatun, Khadiza & Park, Jong-In & Kang, K. & Nou, Ill-Sup. (2016). Modification of Fatty Acid Profiles of Rapeseed (*Brassica napus L.*) Oil for Using as Food, Industrial Feed-Stock and Biodiesel. Plant Breeding and Biotechnolog.
9. Мхитарьянц Л. А., Мхитарьянц Г. А., Марашева А. Н., Тимофеенко Т. И. Особенности химического состава семян рапса современных селекционных сортов // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-himicheskogo-sostava-semyan-rapsa-sovremennyh-selektсионnyh-sortov> (дата обращения: 28.10.2024).
10. Первый отечественный желтосемянный сорт рапса ярового Кенар / Л. А. Горлова, Э. Б. Бочкарева, В. В. Сердюк [и др.] // Масличные культуры. – 2019. – № 3(179). – С. 168-170.

11. Маркелова, Н. Г. Биохимическая оценка жёлтосемянных линий ярового рапса *Brassica napus* L / Н. Г. Маркелова, В. В. Карпачев // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 11. – С. 19-25. – DOI 10.17513/use.37707.
12. Поморова, Ю. Ю. Биохимическая характеристика желтосемянной формы рапса и продуктов его переработки : специальность 03.01.04 "Биохимия" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Поморова Юлия Юрьевна. – Краснодар, 2005. – 132 с.
13. Рензиев Антон Олегович, Кравченко Сергей Николаевич, Крюк Роман Владимирович МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАПСОВЫХ ЖМЫХОВ В АПК // Вестник КрасГАУ. 2022. №9 (186). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-povysheniya-kachestva-rapsovyh-zhmyhov-v-apk> (дата обращения: 28.10.2024).
14. ЯМР-анализатор АМВ-1006М. Руководство по эксплуатации МР2.00495.964 РЭ. Краснодар : ВНИИМК, 2016. 46 с.

## ДИНАМИКА ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПОРЧИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

Гусева Т.Б., канд. биол. наук, Солдатова С.Ю., канд. техн. наук, Караньян О.М.

*Научно исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, г. Москва,  
[lepp2008@mail.ru](mailto:lepp2008@mail.ru)*

### *Аннотация.*

В статье рассмотрена динамика показателей окислительной порчи печенья сдобного с массовой долей жира 17%, хранившегося при двух температурах: +40°C и +50°C. Для выявления критичных органолептических и физико-химических показателей, позволяющих объективно оценивать процессы окислительной порчи, разработана «Методика ускоренного старения для кондитерских изделий». Наиболее яркая динамика выявлена для органолептических характеристик, перекисного и кислотного чисел, жирнокислотного состава.

В основу методологии определения сохранности многокомпонентных кондитерских систем заложен комплексный подход, основанный на изучении закономерностей процессов окислительной порчи и миграции жиров. Изменение качества кондитерских изделий при хранении происходит по трем взаимосвязанным направлениям: окислительные, микробиологические и физические процессы [1].

Для группы печенья основным фактором порчи является прогоркание жиров. При хранении печенья протекают процессы окисления жиров, в результате которых образуются ненасыщенные или насыщенные альдегиды или кетоны. Характер окислительных изменений обусловлен, прежде всего, качеством и составом используемых жиров. Сложный механизм процесса окисления означает возможность одновременного образования целого ряда продуктов, тип и концентрация которых зависят от действия различного рода инициаторов окисления. Это могут быть энергия света, тепловая энергия, концентрация кислорода в окружающей среде, площадь поверхности, подвергающейся воздействию кислорода, состав жирных кислот липидов, уровни содержания эндогенных антиоксидантов или катализаторов окисления, температура хранения продукта [2].

Сдобное печенье относится к продуктам с низкой влажностью (массовая доля влаги менее 10%). В такой продукции протекают, преимущественно, процессы окислительной порчи жиров [3, 4]. Повышение температуры хранения приводит к увеличению скорости этих процессов. Следовательно, для моделирования изменений качества за более короткий период хранения, чем фактический срок годности, можно применять метод ускоренного старения. Метод включает исследование продукта при повышенных температурах, при этом продукт проходит свой «жизненный цикл» за существенно более короткий период времени, чем при натурном хранении.

### *Материалы и методы*

Объектом исследования являлось печенье сдобное из муки пшеничной высшего сорта с содержанием жира 17% и сроком годности 18 мес.

ГОСТ Р 70412 «Изделия кондитерские. Руководящие указания по установлению и подтверждению сроков годности» [5] регламентирует проведение ускоренных испытаний как часть работ для установления сроков годности при температурах + 40°C и + 50°C. В качестве рекомендуемых показателей предлагаются органолептические характеристики, перекисное число (ПЧ), содержание сальмонелл в первой и последней контрольных точках эксперимента.

В ФГБУ НИИПХ Росрезерва была разработана «Методика ускоренного старения для кондитерских изделий», в соответствии с которой наряду со стандартными показателями, установленными ГОСТ Р 70412, дополнительно определяли кислотное число (КЧ).

Органолептические показатели определяли по ГОСТ 5897 [6] и по разработанной в ФГБУ НИИПХ «Методике органолептической оценки кондитерских изделий с применением балльной

шкалы». Физико-химические показатели КЧ и ПЧ определяли по МИ 2586, п. 7 и п. 8 соответственно [7].

Жирнокислотный состав жировой фазы печени определяли в соответствии с разработанной в ФГБУ НИИПХ Росрезерва «Методикой выполнения измерений массовой доли индивидуальных жирных кислот в растительных и животных жирах методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором».

Перед закладкой на хранение были проведены испытания опытного образца сдобного печенья на соответствие ТР ТС 021/2011 [8], ГОСТ 24901 [9]. По результатам испытаний подтверждено соответствие образца всем установленным требованиям.

В эксперименте по ускоренному старению хранение печенья осуществлялось при двух температурах: +40°C и +50°C, с ежемесячной оценкой показателей.

#### Результаты исследований

Главным критерием подтверждения качества кондитерских изделий является сохранение требуемых органолептических свойств. Органолептическая оценка является общим показателем, отражающим комплекс изменений липидной и белковой части продукта [10].

Для определения качества печенья использовалась комплексная органолептическая оценка как сумма среднеарифметических оценок по каждому отдельному показателю с учетом коэффициентов весомости. Максимальные коэффициенты весомости были установлены для наиболее лабильных и значимых показателей – вкуса и запаха (таблица 1). Суммарная органолептическая оценка рассчитывалась по 100-балльной шкале. Критическим, согласно методике, принято считать снижение суммарной балльной оценки на 15% или снижение балльной оценки по индивидуальному показателю на 20%.

Таблица 1 - Коэффициенты весомости для органолептической оценки кондитерских изделий

Органолептические показатели	Коэффициент весомости	Максимальная оценка с учетом коэффициента весомости
Вкус	10	50
Запах	5	25
Цвет	3	15
Поверхность	1	5
Вид в изломе	1	5

На рисунке 1 представлен график динамики комплексной органолептической оценки печенья сдобного, хранившегося при повышенных температурах в течение 7 месяцев.

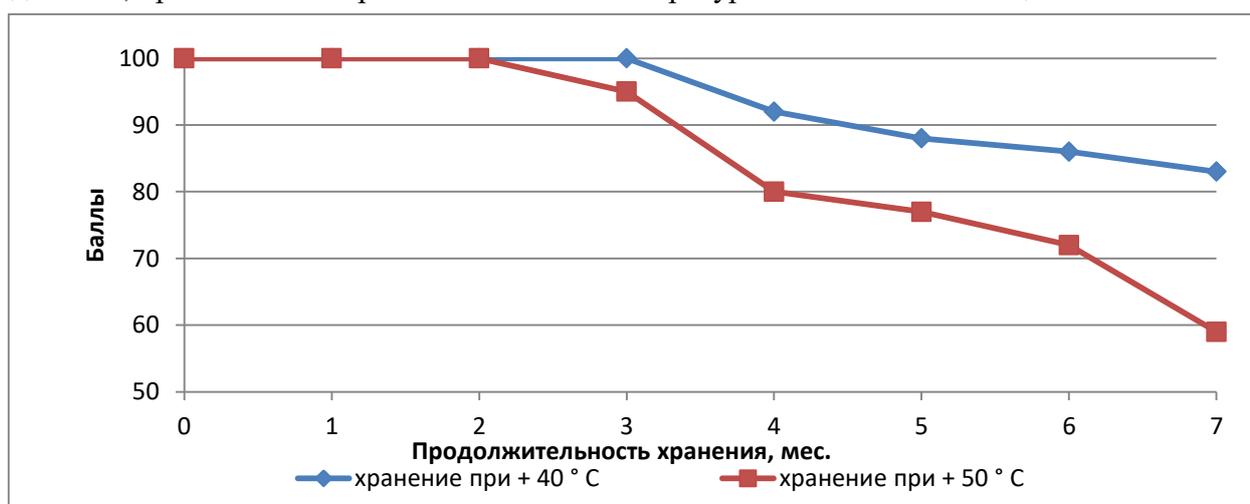


Рисунок 6 – Органолептическая оценка печенья сдобного при хранении в условиях повышенных температур

Первые признаки ухудшения органолептических характеристик при +40°C наблюдались после 3-го месяца хранения с последующим быстрым снижением комплексной балльной оценки.

Ухудшение органолептики печени выражается в появлении сначала легкого постороннего послевкусия и слабого несвойственного изделию запаха, которые затем переходят в привкус горечи и запах прогорклости с нарастанием интенсивности признака. Хранение печени при температуре +50°C вызывает аналогичные изменения в органолептике продукта, но ухудшение качества происходит значительно быстрее и с большей интенсивностью. Суммарная балльная оценка достигает предельного значения уже после 4 месяцев ускоренного старения (рисунок 1).

В качестве основного показателя для характеристики интенсивности окислительных процессов используют перекисное число, которое характеризует количество перекисных и гидроперекисных соединений — первичных продуктов окисления жиров, образовавшихся в результате взаимодействия кислорода воздуха и двойных связей ненасыщенных жирных кислот в присутствии различных типов антиокислителей, веществ, ускоряющих окислительные реакции, а также продуктов окисления в жировой и нежировой фракциях кондитерских изделий.

В процессе хранения печени ПЧ обнаруживает тенденцию к увеличению, что свидетельствует о нарастании окислительных процессов и накоплении первичных продуктов окисления жиров. Критического значения, указанного в ГОСТ Р 70412 [5], 10 ммоль  $\frac{1}{2}$ O/kg ПЧ достигнуто после 5 месяцев хранения, после семи месяцев этот показатель был выше начального значения в 8 раз для температуры +40°C и в 12 раз для температуры +50°C, через 10 месяцев хранения в 17 раз для температуры +40°C и в 22 раза для температуры +50°C (рисунок 2).

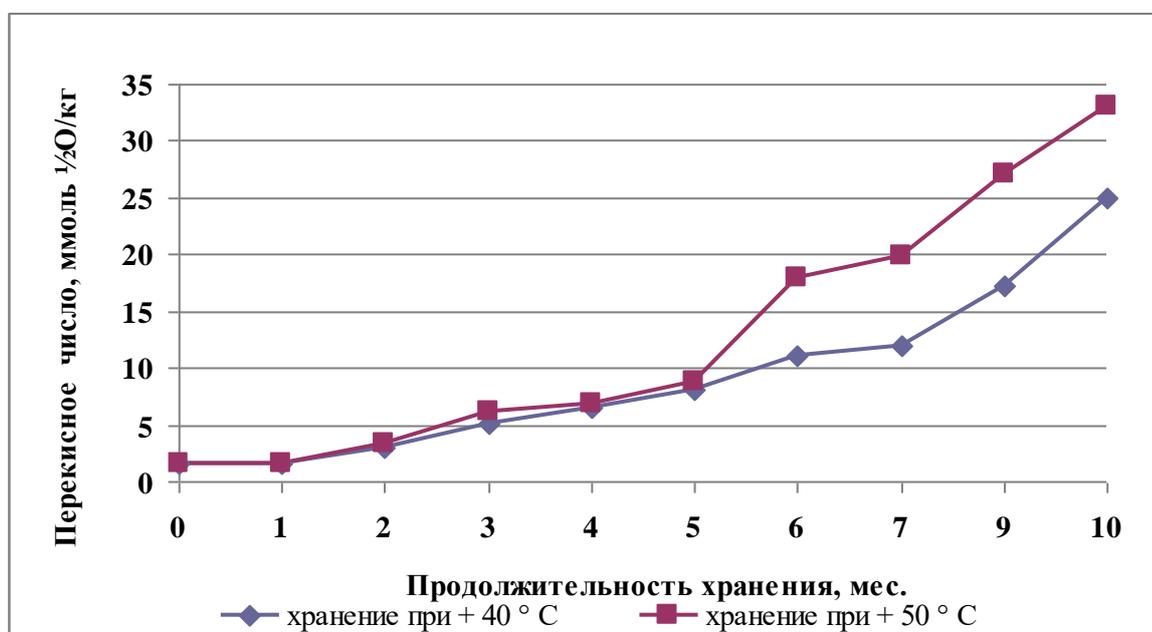


Рисунок 2 – Перекисное число печени при хранении в условиях повышенных температур

КЧ жира в пищевых продуктах является мерой гидролиза триглицеридов и характеризует количество свободных жирных кислот. Скорость окисления свободных жирных кислот значительно выше, чем триглицеридов, в состав которых кислоты входят в связанном состоянии, поэтому гидролиз жиров, протекающий в процессе хранения, сопровождается интенсивным окислением.

КЧ образцов при закладке на хранение было равно 2,8 мг КОН/г. За время эксперимента отмечена тенденция к увеличению КЧ уже после первого месяца ускоренного старения. После 4-5 месяцев рост КЧ становится очень быстрым, что свидетельствует об ускорении процессов разложения триглицеридов и окисления жиров. Через 10 месяцев этот показатель выше начального значения в 13 раз для температуры +40°C и в 25 раз для температуры +50°C. Динамика значений КЧ в исследуемых образцах печени коррелирует с динамикой органолептических показателей, так как деструкция жиров сопровождается накоплением продуктов распада и окисления, что отражается на органолептических характеристиках продукта.



Рисунок 3 – Кислозное число печени при хранении в условиях повышенных температур

Печень изготавливают с использованием различных видов жиров: заменители молочного жира, сливочное масло, маргарин, растительные жиры. В зависимости от состава использованных жиров, печень будет отличаться различной окислительной стабильностью, которая зависит от содержания ненасыщенных жирных кислот и антиоксидантов, количества перекисных соединений и металлов переменной валентности.

В рассматриваемом образце, согласно данным производителя, был использован жир специального назначения (рафинированные дезодорированные растительные масла -подсолнечное, пальмовое). Результаты определения жирнокислотного состава жира, извлеченного из образцов печени, приведены в таблице 2

Таблица 2 Содержание основных жирных кислот жира в печени

Обозначение жирной кислоты	Исходный образец	Содержание индивидуальной жирной кислоты, %							
		Хранение при 40°C				Хранение при 50°C			
		3 месяца	6 месяцев	9 месяцев	10 месяцев	3 месяца	6 месяцев	9 месяцев	10 месяцев
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C4:0	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,1	0,1	0,1
C6:0	-	-	-	-	-	Менее 0,1	Менее 0,1	2,6	3,3
C7:0	-	-	-	-	-	-	-	0,7	1,0
C8:0	-	-	-	-	-	Менее 0,1	Менее 0,1	2,9	3,8
C9:0	-	-	-	-	-	-	Менее 0,1	3,1	3,9
C10:0	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4
C12:0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
C14:0	0,7	0,9	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,7	1,8
C15:0	-	-	-	-	-	-	0,1	4,2	5,7
C16:0	37,2	38,4	37,9	38,3	39,0	38,3	44,9	66,7	67,9
C18:0	3,6	3,9	3,9	4,0	4,3	3,5	4,0	5,9	6,2
C18:1	46,4	45,2	45,8	45,4	44,9	45,2	38,2	9,9	4,3
C18:2	11,2	10,8	10,8	10,5	10,0	10,9	10,5	1,0	0,7
C18:3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
C20:0	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2

Обозначение жирной кислоты	Исходный образец	Содержание индивидуальной жирной кислоты, %							
		Хранение при 40°C				Хранение при 50°C			
		3 месяца	6 месяцев	9 месяцев	10 месяцев	3 месяца	6 месяцев	9 месяцев	10 месяцев
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сумма насыщенных кислот	42,0	43,6	43,1	43,8	44,7	43,3	51,0	88,9	94,8
Сумма моненасыщенных кислот	46,4	45,2	45,8	45,4	44,9	45,2	38,2	9,9	4,3
Сумма полиненасыщенных кислот	11,6	11,2	11,1	10,8	10,4	11,3	10,8	1,2	0,9

В процессе ускоренного старения было выявлено, что при хранении с температурным режимом 40°C изменения жирнокислотного состава незначительны, тогда как, при 50°C первые изменения отмечены уже через 6 месяцев хранения, а после 10 месяцев сумма насыщенных жирных кислот увеличивается в 2,3 раза, а сумма моненасыщенных и полиненасыщенных кислот снижается в 10 раз. Кроме того, следует отметить, что количество насыщенных жирных кислот возрастает, в том числе, за счет накопления низкомолекулярных жирных кислот. Таким образом, изменение жирнокислотного состава жира печени при хранении коррелирует с изменением КЧ и ПЧ и свидетельствует о порче продукта.

Основываясь на полученных результатах можно отметить, что органолептические, и рассмотренные физико-химические показатели хорошо коррелируют между собой. Считаем целесообразным в качестве индикатора окислительной порчи наряду с ПЧ использовать КЧ как один из критичных показателей деструкции триглицеридов, накопления свободных жирных кислот и процессов первичного окисления жира.

#### Литература

Кондратьев, Н.Б.. Прогнозирование срока годности кондитерских изделий в условиях ускоренного хранения: обзор предметного поля / Кондратьев Н.Б., Руденко О.С., Осипов М.В., Баженова А.Е. // Хранение и переработка сельхозсырья. –2022. – №4. – С. 22-39.

Солдатова, Е.А. Условия и критерии обеспечения хранимостепособности кондитерских изделий / Солдатова Е.А., Мистенева С.Ю., Савенкова Т.В. // Пищевая промышленность. – 2019. – №5. – С. 82-85.

Скокан, Л.Б. Основные аспекты прогнозирования и обеспечения увеличенных сроков годности кондитерских изделий // Скокан Л.Б., Аксенова Л.М., Кондратьев Н.Б. // Актуальные проблемы в области создания инновационных технологий хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. Сб. материалов всероссийской конференции: ГНУ ВНИИМС, Углич. – 2010. – С. 229-234.

Кондратьев, Н.Б. Исследование состояния влаги в кондитерских изделиях для прогнозирования сроков годности / Кондратьев Н.Б., Геворкян А.Л., Савенкова Т.В., Аксенова Л.М. / /Актуальные проблемы в области создания инновационных технологий хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. Сб. материалов всероссийской конференции: Углич. – 2011. – С. 90-91.

ГОСТ Р 70412-2022 Изделия кондитерские. Руководящие указания по установлению и подтверждению сроков годности.- Москва: Стандартинформ, 2022.-23 с.

ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей.- Москва: Стандартинформ, 2012.-16 с.

МИ 2586-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Перекисное, кислотное и йодное число жира в кондитерских изделиях. Методики выполнения измерений.- Москва: ВНИИМС, 2000.-13 с.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой

продукции.

ГОСТ 24901-2023 Печенье. Общие технические условия».- Москва: Стандартинформ, 2023.- 13 с.

О'Брайен, Р. Жиры и масла. Производство, состав, свойства и применение. – СПб.: Профессия. – 2007. – 752 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПСИЛЛИУМА В БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ СМЕСЯХ ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

О.И. Парахина, кандидат технических наук, О.А. Савкина, кандидат технических наук, Л.И. Кузнецова, доктор технических наук

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности,  
г. Санкт - Петербург  
e-mail: [o.parakhina@gosniihp.ru](mailto:o.parakhina@gosniihp.ru)

### Аннотация

В статье приведены результаты исследований по возможности использования псиллиума (шелухи из семян подорожника) в качестве аналога клейковины, в составе смеси для безглютеновых хлебобулочных изделий. Установлено влияние количества псиллиума на реологические свойства теста, физико – химические показатели качества и пищевую ценность готовых изделий. Установлено, что увеличение дозировки псиллиума в составе смеси приводит к повышению динамической вязкости теста. Экспериментально обосновано, что внесение псиллиума в количестве 9% способствует замедлению процесса черствения готовых изделий при хранении их в течение 72 ч. Расчетным путем установлено, что использование 9% псиллиума в составе смеси позволяет позиционировать хлебобулочные изделия из нее в качестве источника пищевых волокон с содержанием 5,4г/100г.

В рамках Федерального закона № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» и «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» перед производителями стоит задача по обеспечению потребителей полезными продуктами питания, в том числе функционального и специализированного назначения. Для потребителей, страдающих алиментарно - зависимыми заболеваниями, такой подход очень важен и имеет первостепенное значение, поскольку сохранения их долголетия и здоровья напрямую зависит от питания. Так, пациенты с непереносимостью белка злаковых культур могут жить полноценной жизнью, полностью исключив из рациона питания источники глютена. Для многих, особенно взрослого населения, это не простая задача, поскольку безглютеновые хлебобулочные изделия, представленные на полках магазинов, интернет площадках, уступают по потребительским свойствам и пищевой ценности (по содержанию и биологической ценности белка, по количеству макро и – микроэлементов, пищевых волокон) аналогам из традиционных видов злаковых культур, учитывая, что при их приготовлении в основном используются различные виды крахмалов, рисовая, кукурузная мука. Согласно обзору литературы, введение рисовой муки в количестве до 30 % в рецептуру смеси позволяет получить хлебобулочные изделия с высокими физико-химическими, органолептическими показателями качества [1]. Установлено, что при добавлении кукурузного, картофельного, тапиокового крахмала в соотношении 1:1:1,3, хлебобулочные изделия характеризуются лучшей эластичностью мякиша и меньшей крошковатостью за счет более глубокой клейстеризации тапиокового крахмала в процессе выпечки [2, 3, 4]. При этом высокое содержание крахмала способствует снижению физико – химических, структурно-механических, органолептических свойств хлебобулочных изделий и их сроков годности за счет микробной порчи (плесневения и картофельной болезни) из-за низкой кислотности и более быстрого процесса черствения из-за ретроградации крахмала [5].

Учитывая отсутствие в составе безглютеновых хлебобулочных изделий сырья, содержащего нерастворимые в воде глютеносодержащие фракции белка – проламиновую, отвечающую за вязкость и растяжимость и глютелиновую - за упругость, способные образовывать «каркас», для придания им объема, улучшения структурно - механических и реологических свойств, замедления процесса

черствения необходимо использовать структурообразователи, загустители. Чаще всего это гуаровая (E412), ксантановая (E415) камеди, камедь рожкового дерева (E410), гидроксипропилцеллюлоза (E463), гидроксипропилметилцеллюлоза (E464) и т.д. Так использование 1% ксантановой камеди к массе теста при приготовлении безглютенового хлеба приводит к увеличению его удельного объёма, улучшению структурно-механических свойств мякиша, снижает его крошливость, замедляет процесс черствения изделий. [6, 7, 8, 9].

Перспективным ингредиентом, не содержащим глютен, в качестве гидроколлоида, структурообразователя, а также источника пищевых волокон для безглютеновых изделий является псиллиум – шелуха семян подорожника *Plantago ovata* (*подорожник яйцевидный*). Являясь источником натуральных пищевых волокон, которые обладают полезными для здоровья свойствами, такими как регулирование нормальной перистальтики кишечника и поддержание уровня глюкозы и холестерина в крови, псиллиум применяют для профилактики и лечения заболеваний ЖКТ для нормализации среды кишечника, его микробиоты и перистальтики как при острых, так и при хронических заболеваниях [10, 11]. При этом он обладает нейтральным вкусом и запахом псиллиума, высокой водопоглотительной способностью (1г на 45 мл воды) и набухаемостью, увеличиваясь до 10 раз в объеме. [12].

Таким образом, использование псиллиума является технологически обоснованным решением, позволяющим при замесе теста поглощать и удерживать жидкую фазу, образуя клейковиноподобный каркас, и в то же время одновременно являться источником пищевых волокон, что имеет большое значение для питания людей с непереносимостью глютена в связи с дефицитом полезных пищевых веществ из-за отсутствия традиционных видов муки из злаковых культур, обладающих функционально – технологическими свойствами [13].

Согласно литературным источникам, псиллиум в количестве 1–4 г/100 г муки отдельно или в сочетании с гидроксипропилметилцеллюлозой (ГПМЦ) оказывает положительное влияние на качество безглютенового хлеба [14]. Исследования влияния 1% псиллиума в дрожжевом тесте из рисовой муки показали, что опытные образцы имели меньшую пористость, чем контрольные образцы из пшеничной муки [15]. Исследован широкий диапазон дозировки псиллиума (1,5–2,5%, 3%, 4%, 4,5–12,5%, 3–17%) при приготовлении безглютеновых изделий с разным ингредиентным составом на основе крахмала, разных нетрадиционных для хлебопечения видов муки из безглютеновых злаков и псевдозлаков, в сочетании с одним или несколькими гидроколлоидами или волокнами, ферментами, молочными продуктами и т.д. [16]. Изучены возможности применения нетрадиционного растительного сырья – муки из корня лопуха с добавлением псиллиума, которые добавляли в количестве 5-15 % к массе безглютеновой мучной смеси. Полученные результаты показали, что использование муки из корня лопуха и псиллиума в количестве 5% способствует улучшению физико – химических показателей и повышению пищевой ценности (витаминов группы В, некоторых микроэлементов и пищевых волокон) хлебобулочных изделий [17].

Известно использование псиллиума в других областях пищевой промышленности. Так, проведены исследования по применению псиллиума для загущения творожной сыворотки. Введение псиллиума в дистиллированную воду и творожную сыворотку в количестве от 2 до 4 % привело к увеличению вязкости образцов. Органолептическая оценка показала, что наилучшие показатели качества установлены у образцов творожной сыворотки с псиллиумом 3,5 %, а данный продукт можно позиционировать как «источник пищевых волокон» [18].

**Целью** данной работы являлось исследование по подбору дозировки псиллиума в составе смеси мучной хлебопекарной, оказывающей положительное влияние на физико – химические, органолептические показатели качества безглютеновых хлебобулочных изделий и их сроки годности.

Псиллиум вводили в состав смеси в количестве 3, 5, 7, 9% к массе смеси и изучали его влияние на реологические свойства (динамическую вязкость) и физико – химические показатели качества теста, а также физико – химические (влажность, кислотность, пористость, сжимаемость, удельный объём) показатели готовых изделий и их пищевую ценность.

Исследовали водоудерживающую способность (ВУС) используемых в составе смеси ингредиентов по методу, разработанному во ВНИИЖ, поскольку одной из причин быстрого

черствения безглютенового хлеба может быть их низкая водоудерживающая способность. Исследования показали (рисунок 1), что наибольшей водоудерживающей способностью обладает псиллиум, что дает возможность его использования в качестве структурообразователя. У изолята горохового белка водоудерживающая способность была в 2,8 раз ниже, чем у псиллиума, однако его можно использовать не только в роли белкового обогатителя, но и одновременно в качестве структурообразователя, при этом у изолята сывороточного белка водоудерживающая способность оказалась низкой, что позволяет его использовать только в качестве белкового обогатителя. Из нетрадиционных для хлебопечения видов муки максимальная водоудерживающая способность установлена у муки льняной, что дает возможность использовать ее не только в качестве источника полезных пищевых веществ, но и в качестве структурообразователя.

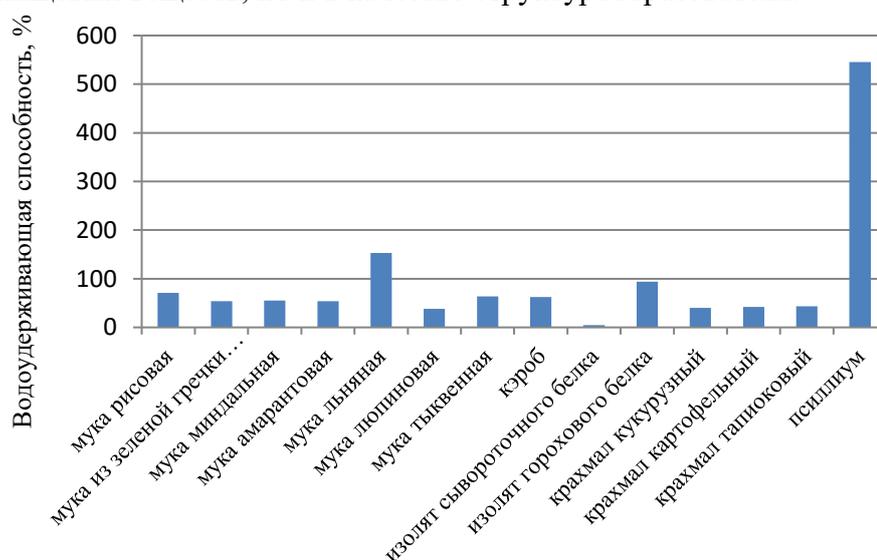


Рисунок 1 – Водоудерживающая способность различных видов сырья

Смесь мучную хлебопекарную готовили из муки рисовой; картофельного, кукурузного и тапиокового крахмалов; изолятов горохового и сывороточного белков, льняной муки, моно - и диглицеридов жирных кислот, лецитина, гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ). Псиллиум в состав смеси вводили в количестве 3 - 9% с шагом 2%. Тесто влажностью 52,0 % замешивали из смеси с добавлением сахара белого (4%), соли пищевой (1%), дрожжей хлебопекарных прессованных (3,5%), растительного масла (5,0%) и воды, выбраживали при температуре 28 – 30 °С в течение 60 мин, затем формовали на тестовые заготовки массой 300 г и расстаивали в расстойном шкафу в течение 30 – 45 мин при температуре 36 - 38°С и относительной влажности воздуха 75-85 %. Расстоявшиеся тестовые заготовки выпекали в увлажненной пекарной камере при 210°С в течение 25 мин с подачей пара в течение 5 с.

Исследования по влиянию дозировки псиллиума на реологические свойства теста показали (рисунок 2), что при скорости деформации 3 с<sup>-1</sup> динамическая вязкость теста с псиллиумом в количестве 9% к массе сухих ингредиентов была выше, чем в образцах теста с псиллиумом в количестве 3; 5 и 7% в 14,7; 2,9 и 1,6 раз соответственно.

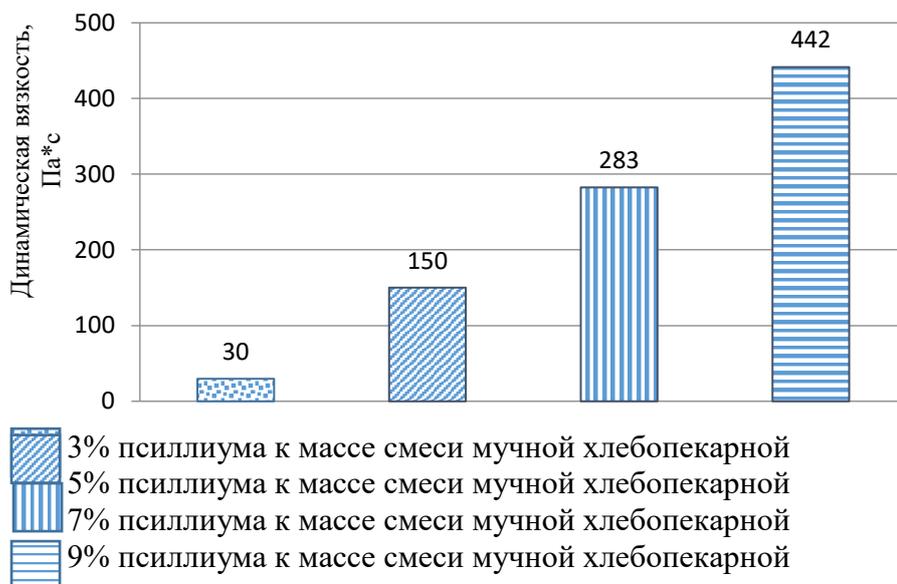


Рисунок 2 – Влияние количества псиллиума на динамическую вязкость теста влажностью 52% при скорости деформации 3 с<sup>-1</sup>

Исследования по влиянию дозировки псиллиума на физико-химические показатели качества готовых изделий показали (рисунок 3), что при повышении дозировки псиллиума снижается удельный объём хлеба, пористость и сжимаемость мякиша хлеба.

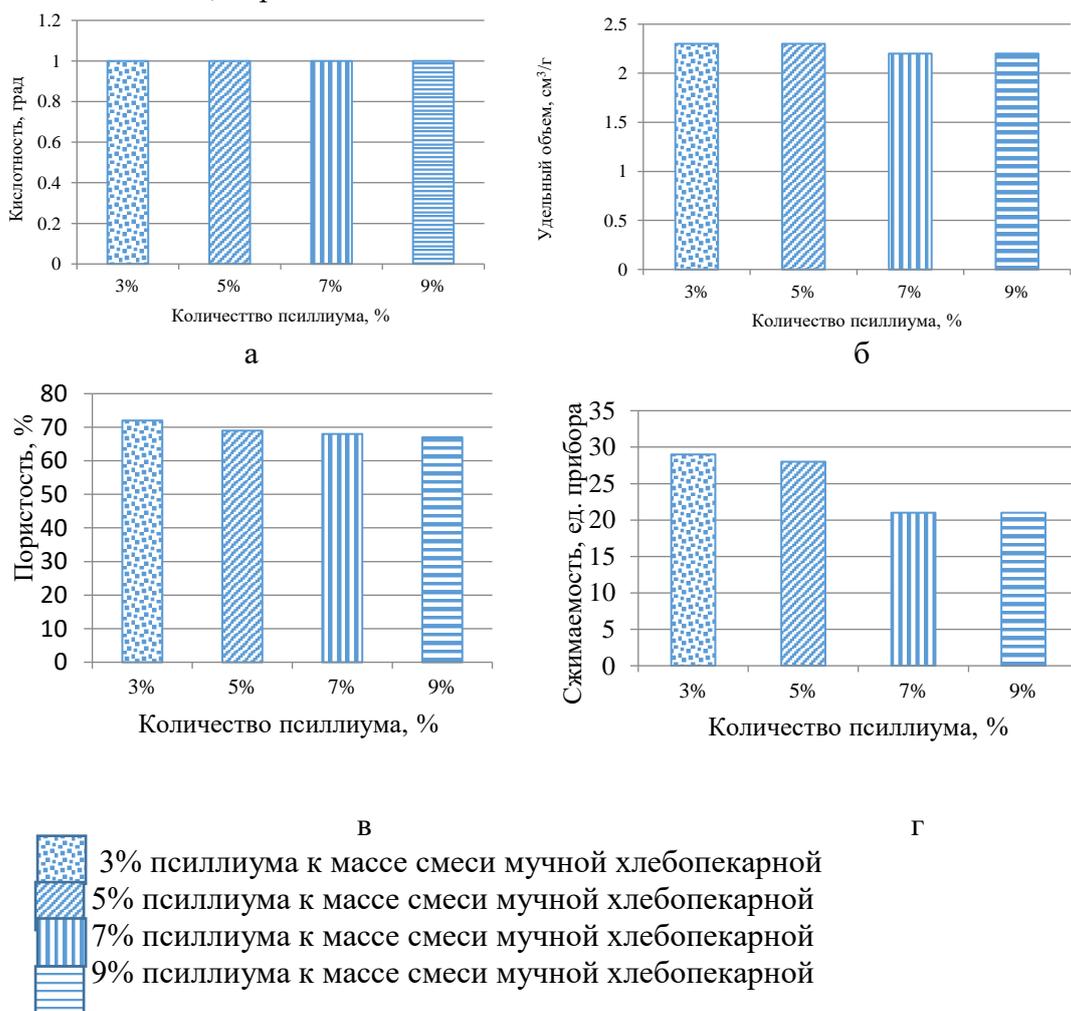


Рисунок 3 – Влияние количества псиллиума на кислотность (а), удельный объём (б), пористость (в), сжимаемость (г) безглютеновых хлебобулочных изделий

Исследовано влияние количества псиллиума на сохранение свежести готовых изделий. Установлено, что образцы хлебобулочных изделий с псиллиумом 3 и 5% как в начале, так и на протяжении всего периода хранения имели наибольшие показатели сжимаемости мякиша (рисунок 4а), и через 48-96 ч хранения наименьшие - крошковатости, чем у образцов с псиллиумом 7 и 9% (рисунок 4б).

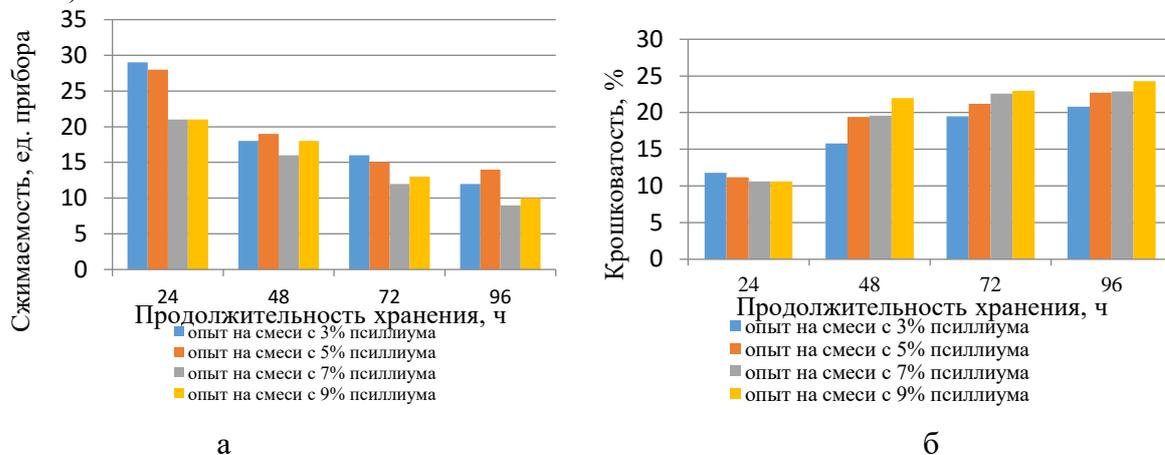


Рисунок 4 - Влияние количества псиллиума на сжимаемость (а) и крошковатость (б) мякиша безглютеновых хлебобулочных изделий в процессе хранения

Исследовали влияние дозировки псиллиума в составе смеси на динамическую вязкость теста при его одинаковой консистенции (рисунок 5а). Установлено, что с увеличением дозировки псиллиума от 3 до 9% к массе смеси мучной хлебопекарной повышалась влажность теста (рисунок 5б). Дальнейшее увеличение дозировки псиллиума нецелесообразно из-за значительного повышения влажности теста, что может привести к снижению содержания сухих веществ в готовых изделиях и, как следствие, снижению пищевой ценности, а также увеличению риска микробной порчи при хранении.

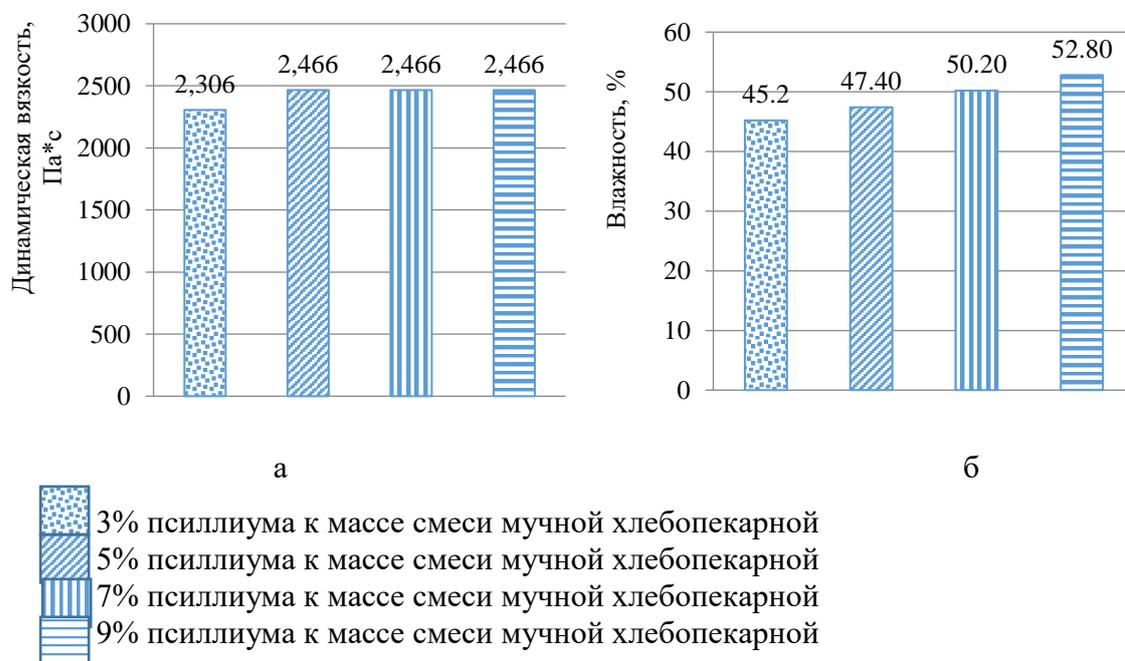


Рисунок 5 – Влияние количества псиллиума на динамическую вязкость при скорости деформации  $3 \text{ c}^{-1}$  (а) и влажность (б) теста

Изучение влияния количества псиллиума на физико – химические показатели качества готовых изделий показало, что во всех образцах повышались показатели влажности, удельного объема, сжимаемости мякиша, пористости, при этом показатели крошковатости мякиша снижались (рисунок 6).

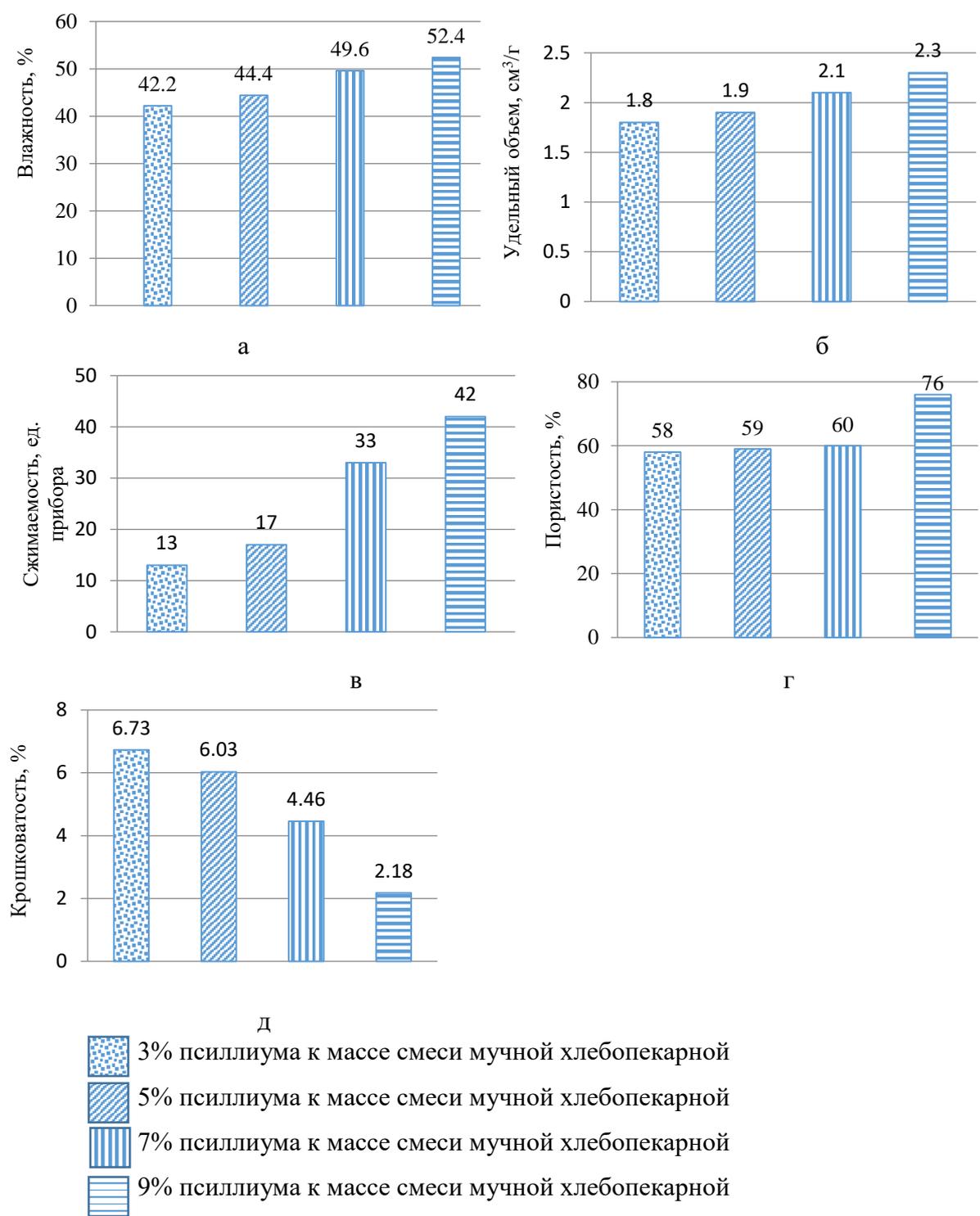


Рисунок 6 – Влияние количества псиллиума на влажность (а), удельный объем (б), сжимаемость (в), пористость (г) и крошковатость мякиша (д) безглютеновых хлебобулочных изделий

Исследования влияния количества псиллиума на сохранение свежести хлебобулочных изделий в процессе хранения показали, что показатели относительной упругости мякиша образцов хлебобулочных изделий снижались с повышением дозировки псиллиума, а относительной пластичности – увеличивались (рис. 7). Через 72 ч хранения в образце с 3% псиллиума определить относительную пластичность и упругость мякиша не удалось, вероятно, потому что образцы были очень черствыми.

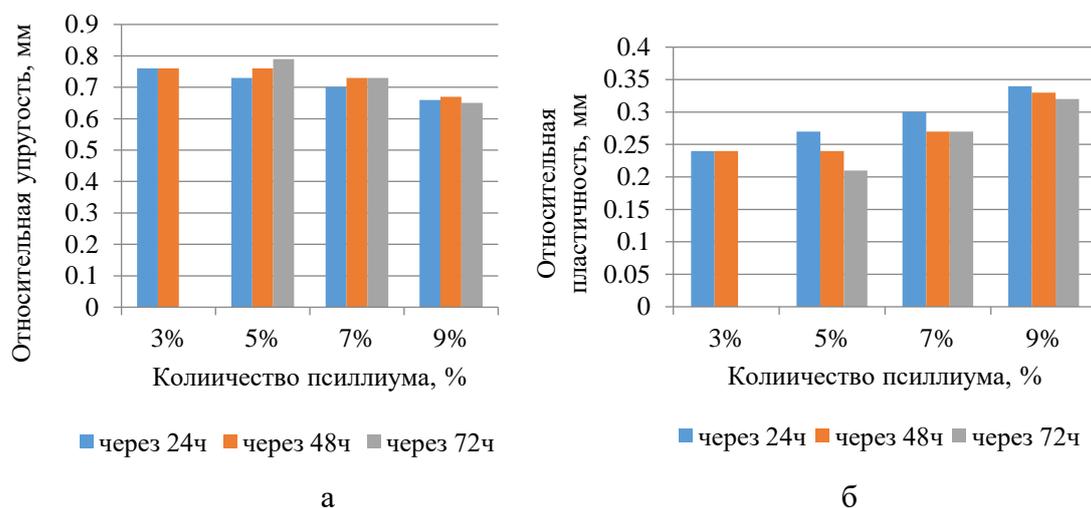


Рисунок 7 - Влияние дозировки псиллиума на относительную упругость (а) и пластичность (б) мякиша хлебобулочных изделий в процессе хранения

Расчет пищевой ценности 100 г хлебобулочных изделий с 9% псиллиума показал (рисунок 8), что согласно Техническому регламенту Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011) такие изделия являются источником пищевых волокон.

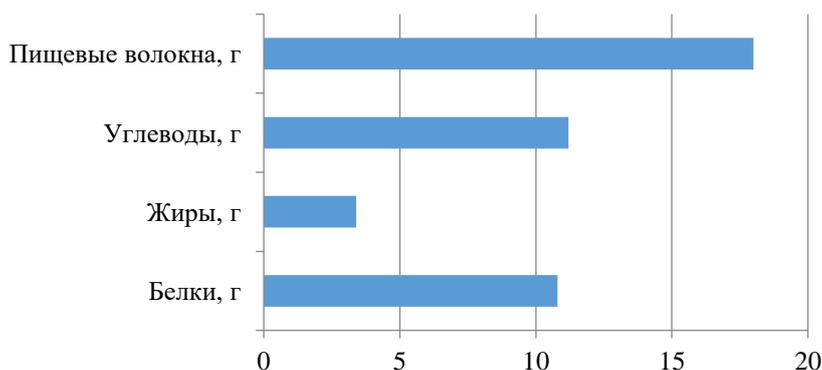


Рисунок 8 - Степень удовлетворения средней суточной потребности в основных пищевых веществах хлебобулочных изделий

В результате исследований установлено влияние содержания псиллиума на реологические свойства теста и качество готовых изделий. Показано, что применение 9% псиллиума в составе смеси позволяет получить хлебобулочные изделия с наибольшим удельным объемом, сжимаемостью и пористостью мякиша, способствует замедлению процесса черствения при их хранении в течение 72 ч, а содержание пищевых волокон на 100г изделий позволяет позиционировать их как источник пищевых волокон.

### Литература

1. Ершова, Т. А. Изучение возможности использования растительного сырья для приготовления сухих смесей хлебобулочных изделий / Ершова Т. А., Божко С. Д., Чернышова А. Н., Вахобова И. О. // ТППП АПК. 2019. №3. С. 32–42.
2. Do Nascimento, A. We want to be normal. Perceptions of a group of Brazilian consumers with coeliac disease on gluten-free bread buns / A. B. Do Nascimento, G. Fiates, E. Teixeira // International Journal of Gastronomy and Food Science/ -2017. -p 27–31.
3. Singh, J. Limited availability and higher cost of gluten-free foods/ Singh J., & Whelan K. //Journal of Human Nutrition and Dietetics/ - 2011. -№ 24(5). -p. 479–486.
4. Puerta, P. Coeliac consumers' expectations and eye fixations on commercial gluten-free bread packages/P.Puerta, E. Carrillo, C. Badia-Olmos, L. Laguna// LWT/ - 2022. - 163(2):113622.

5. Arslan, M. Complimenting Gluten Free Bakery Products with Dietary Fiber: Opportunities and Constraints/ Arslan M., Rakha A., Xiaobo Z., & Mahmood M. A. // Trends in Food Science & Technology. - 2018.
6. Salehi, F. Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: A review. Food Science & Nutrition. – 2019.
7. Nicolae, A. Effect of sodium carboxymethyl cellulose on gluten-free dough rheology/ A. Nicolae, G. L. Radu, N. Belc// Journal of Food Engineering. – 2016. - №168. – P. 16–19.
8. Ozkoc, S. O. The effects of gums on macro and microstructure of breads baked in different ovens/ S. O. Ozkoc G., Sumnu S., Sahin // Food Hydrocolloids. – 2009. - №23(8). – P. 2182–2189.
9. Crespo-Escobar, P. The role of gluten consumption at an early age in celiac disease development: a further analysis of the prospective PreventCD cohort study/ Crespo-Escobar P., Mearin M. L., Hervás D., Auricchio R., Castillejo G., Gyimesi et al // The American Journal of Clinical Nutrition/ - 2017/ - № 105(4). – P. 890–896.
10. Fratelli, C. Modelling the effects of psyllium and water in gluten-free bread: An approach to improve the bread quality and glycemic response/ Fratelli C., Muniz D. G., Santos F. G., & Capriles V. D. // Journal of Functional Foods. -2018. -№ 42. –p. 339–345.
11. Ахмедов, В.А. Коррекция нарушений микробного состава кишечника как потенциальное звено в комплексной терапии пациентов с COVID-19 / В.А. Ахмедов // Терапевтический архив. 2022. 94(2). С. 277–282.
12. Плотникова, Е.Ю. Роль пищевых волокон в коррекции пищеварения и запоров различной этиологии / Е.Ю. Плотникова и др. // Медицинский совет. 2019. № 14. С. 99–106.
13. Крючкова, К. В. Исследование возможности применения злаковой и молочно-злаковой дисперсий в производстве пресных и ферментированных напитков / К. В. Крючкова, Л. А. Забодалова // Пищевая промышленность. 2018. №9. С. 64–68.
14. Моисеев, Н.С. Исследование влияния псиллиума на функционально-технологические свойства дрожжевого теста// Н.С. Моисеев, А.С. Минцевич // Научные записки Орел ГИЭТ. – 2021. – №2(38). – с. 48-53.
15. Morreale, F. Understanding the role of hydrocolloids viscosity and hydration in developing gluten-free bread. A study with hydroxypropylmethylcellulose / Morreale F., Garzón R., & Rosell C. M. // Food Hydrocolloids/ - 2018. - № 77. –p. 629–635.
16. Filipčev, B. Psyllium as an improver in gluten-free breads: Effect on volume, crumb texture, moisture binding and staling kinetics / Filipčev B., Pojić M., Šimurina O., Mišan A., & Mandić A. // LWT. – 2021. –№ 151, 112156.
17. Беляев, А.Г. Изучение влияния безглютеновой мучной смеси и корня лопуха на показатели качества хлеба / А.Г. Беляев, С.Г. Боев, Е.И. Быковская // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания.- № 1, -2023. С. 72-79.
18. Габриелян, Д. С. Использование псиллиума для загущения творожной сыворотки / Д. С. Габриелян, А. Л. Новокшанова // Ползуновский вестник. 2023. № 4. С. 38–44.

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ФРАКЦИОНИРОВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА

Крылова И.В.

Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург  
e-mail: irinakrylova1987@gmail.com

## Аннотация

Подсолнечный шрот – побочный продукт переработки подсолнечника, который в настоящее время недостаточно используется в промышленности. Пищевое применение подсолнечного шрота ограничено из-за высокого уровня клетчатки и фенольных соединений. Уровень клетчатки можно снизить методом механического фракционирования, что позволяет получить высокобелковые препараты подсолнечника. Поэтому необходимо определить влияние данного метода переработки на содержание фенольных соединений. Целью данной статьи было изучение состава продуктов фракционирования подсолнечного шрота. Содержание фенольных соединений определяли методом с применением реактива Фолина-Чокалтеу. При этом была выявлена взаимосвязь содержания сырого протеина и фенольных соединений во фракциях.

## Введение

При переработке подсолнечника на масло образуется большое количество побочных продуктов, что негативно сказывается на окружающей среде. При переработке прессовым способом их количество составляет до 75%, а при экстракционном способе до 60% от массы сырья. Хотя значительная часть этих побочных продуктов направляется на производство кормов для сельскохозяйственных животных, такое использование недостаточно эффективно [1].

Подсолнечный шрот отличается ценным составом, экономической доступностью и экологичностью, поэтому существуют перспективы использования его как источника пищевого белка. При уровне белка до 40% шрот содержит до 23% сырой клетчатки, полиненасыщенные жирные кислоты (олеиновую, линолевую), витамины, микроэлементы [2, 3].

Одним из ограничений для пищевого применения подсолнечного шрота является высокий уровень фенольных соединений. Фенольные соединения - вторичные метаболиты растений, биологически активные вещества. Подсолнечный шрот содержит 1-4% фенольных соединений в сухом веществе, до 70% которых составляет хлорогеновая кислота и ее производные [4, 5]. Фенольные соединения подсолнечника обладают высоким антиоксидантным потенциалом, однако могут отрицательно влиять на белковую часть сырья. При переработке подсолнечного шрота в белковые продукты, в частности при щелочной экстракции, фенольные соединения взаимодействуют с белком и образуют соединения с зеленоватой окраской [6, 7]. Взаимодействие фенольных соединений с белками вызывает разнообразные изменения их структуры. Это приводит, в свою очередь, к изменению поведения белка во время его извлечения, переработки, хранения и включения в пищевые системы. Эти изменения вызваны образованием дополнительных связей внутри белковой молекулы с последующим изменением ее заряда [8]. Таким образом, для пищевого использования подсолнечного белка содержание в нем фенольных соединений необходимо снижать.

Для получения белковых продуктов из подсолнечного шрота был использован метод механического фракционирования. Это способ разделения сыпучего сырья путем механического измельчения и классификации. Механическое фракционирование не требует применения воды или растворителей. Это позволяет избежать затрат как на реагенты, так и на высушивание готового продукта, а также снизить количество отходов. Получение белковых продуктов методом механического фракционирования изучалось на примере бобовых растений [9, 10], а в данном исследовании оно было применено для масличного сырья.

Целью данного исследования было изучение уровня фенольных соединений в белковых продуктах подсолнечника после механического фракционирования. Для этого было проведено

фракционирование подсолнечного шрота и определено содержание фенольных соединений, а также сырого протеина в полученных фракциях.

### Материалы и методы

В качестве исходного сырья для фракционирования был выбран подсолнечный шрот российского производства с содержанием сырого протеина 39,44% и фенольных соединений 2,81% на абсолютно сухое вещество (массовая доля влаги 9,91%). Механическое фракционирование подсолнечного шрота включало стадии измельчения и отсева на ситах. Образец шрота измельчали на роторно-ножевой мельнице до прохождения через сито 2,00 мм. Измельченный шрот фракционировали с помощью набора сит с размерами ячеек 0,25, и 1,00 мм с получением трех фракций.

В полученных белковых фракциях определяли массовую долю сырого протеина методом Кьельдаля. Полученные показатели содержания сырого протеина пересчитывали на абсолютно сухое вещество. Для этого во фракциях определяли массовую долю влаги методом высушивания до постоянного веса при 105°C. Содержание фенольных соединений определяли с использованием реактива Фолина-Чокалтеу и измерением коэффициента поглощения на спектрофотометре при длине волны 540 нм.

### Результаты и обсуждение

В результате фракционирования были получены фракции с размерами частиц менее 0,25 мм, от 0,25 до 1,00 мм и от 1,00 до 2,00 мм (Рисунок 1).

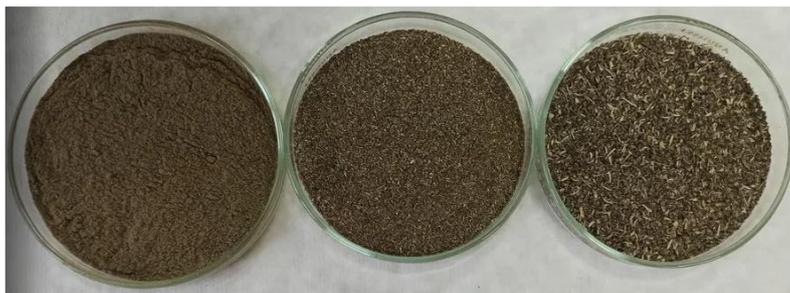


Рисунок 1 – Фракции с размерами частиц <0,25, 0,25-1,00 и 1,00-2,00 мм

Как видно из внешнего вида фракций (Рисунок 1), крупная фракция включает в себя большое количество частиц оболочки семян. В отличие от нее, мелкая фракция содержит однородные частицы без включений оболочки. Средняя фракция по внешнему виду наиболее близка к исходному шроту.

Во всех полученных фракциях было изучено содержание сырого протеина (Таблица 1). При механическом фракционировании растительного сырья белковые компоненты, как правило, концентрируются в мелких фракциях, а небелковые в крупных [9, 10]. Подобное распределение было выявлено и в данном случае.

Таблица 1 – Состав полученных фракций

Размер частиц, мм	Влага, %	Сырой протеин, % а.с.в.
Менее 0,25	8,30	42,75
0,25-1,00	8,32	41,84
1,00-2,00	8,78	27,67

Как показано в Таблице 1, максимальное содержание сырого протеина было получено во фракции с размером частиц менее 0,25 мм. Кроме того, достаточно высокое содержание сырого протеина было получено и во фракции с размерами частиц от 0,25 до 1,00 мм. Это объясняется тем, что небелковые компоненты, у подсолнечника представленные в основном клетчаткой, были сосредоточены в крупной фракции.

Также было изучено распределение фенольных соединений по фракциям (Рисунок 2). Как было показано предыдущими исследователями [4, 5], фенольные соединения подсолнечника ассоциированы с белками и находятся преимущественно в белковой части семян. Поэтому при фракционировании значительная часть фенольных соединений вместе с белком сосредотачивается в мелкой фракции.

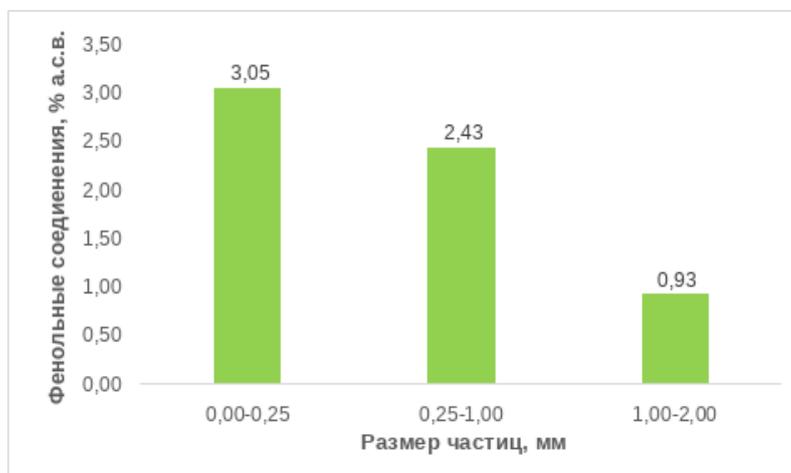


Рисунок 2 – Распределение фенольных соединений по фракциям

Как видно из представленных на Рисунке 2 данных, содержание фенольных соединений заметно возросло во фракции с размерами частиц менее 0,25 мм, где составило 3,05%. Фракция с размерами частиц 0,25-1,00 мм, несмотря на схожее содержание сырого протеина отличалась более низким уровнем фенольных соединений. Для сравнения, исходный шрот содержал (на исходное вещество) 2,53% фенольных соединений. Таким образом, их содержание во фракции с размером частиц менее 0,25 мм повысилось в 1,2 раза.

### Выводы

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

- 1) Вследствие фракционирования частицы оболочки семян были сосредоточены в крупной фракции, частицы ядра семян – в мелкой фракции.
- 2) В мелкой и средней фракциях содержание сырого протеина было повышено по сравнению с исходным шротом.
- 3) В мелкой высокобелковой фракции также было повышено содержание фенольных соединений, ассоциированных с белковыми компонентами семян.

Таким образом, показана взаимосвязь содержания фенольных соединений и сырого протеина в продуктах фракционирования подсолнечника. При получении высокобелковых продуктов фракционирования содержание в них фенольных соединений также повышается. Поэтому направлением дальнейших исследований должно быть снижение содержания фенольных соединений в получаемых белковых продуктах.

### Литература

1. Egea, M.B. Bioactive Phytochemicals from Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Oil Processing Byproducts / M.B. Egea, J.G. Oliveira, M.R.V. Bertolo et al. // Reference Series in Phytochemistry. - Springer, Cham. - 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63961-7\\_4-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63961-7_4-1)
2. Giarola, R.C. Effect of sunflower protein meal and electrostatic complexes of sunflower meal-pectin on the cake crumb structure and color / R.C. Giarola, E.H. Nabeshima, M. Campopiano, et al. // J Food Sci Technol. - 2022. – №59. – С. 1419–1428. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05151-z>
3. Blicharz-Kania A. Sunflower seed cake as a source of nutrients in gluten-free bread / A. Blicharz-Kania, A. Pecyna, B. Zdybel // Sci Rep. - 2023. – №13. – Ст. №10864. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38094-w>

4. Slabi, A.S. A new SE-HPLC method for simultaneous quantification of proteins and main phenolic compounds from sunflower meal aqueous extracts / A.S. Slabi, C. Mathe, X. Framboisier et al. // *Anal Bioanal Chem.* - 2019. – №411. – C. 2089–2099. <https://doi.org/10.1007/s00216-019-01635-2>
5. Mehryar, L. Evaluation of thermal stability of confectionary sunflower protein isolate and its effect on nanoparticulation and particle size of the produced nanoparticles / L. Mehryar, M. Esmaili, F. Zeynali et al. // *Food Sci Biotechnol.* - 2017. – №26. – C. 653–662. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0101-7>
6. Shahidi, F. Phenolic-protein interactions: insight from in-silico analyses – a review / F. Shahidi, C.S. Dissanayaka // *Food Prod Process and Nutr.* - 2023. – №5. - Ст. №2. <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00121-0>
7. Pickardt, C. Isoelectric protein precipitation from mild-acidic extracts of de-oiled sunflower (*Helianthus annuus* L.) press cake / C. Pickardt, T. Hager, P. Eisner et al. // *Eur Food Res Technol.* - 2011. – №233. – C. 31–44. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1489-6>
8. Malik, M.A. Effect of removal of phenolic compounds on structural and thermal properties of sunflower protein isolate / M.A. Malik, H.K. Sharma, C.S. Saini // *J Food Sci Technol.* – №53. – C. 3455–3464. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2320-y>
9. Pelgrom P.J.M. Method Development to Increase Protein Enrichment During Dry Fractionation of Starch-Rich Legumes / P.J.M. Pelgrom, R.M. Boom, M.A.I. Schutyser // *Food Bioprocess Technol.* - 2015. – №8. – C. 1495–1502. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1513-0>
10. Silventoinen, P. Biochemical and Techno-Functional Properties of Protein- and Fibre-Rich Hybrid Ingredients Produced by Dry Fractionation from Rice Bran / P. Silventoinen, K. Rommi, U. Holopainen-Mantila // *Food Bioprocess Technol.* - 2019. – №12. – C. 1487–1499. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02307-w>

# НАКОПЛЕНИЕ ГЛУТАТИОНА БИОМАССОЙ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ЗАКВАСКИ

Карапетян В.К., аспирант, Креккер Л.Г., кандидат технических наук,  
Донская Г.А. доктор биологических наук, Колосова Е.В., кандидат технических наук

ФГАНУ ВНИМИ, г. Москва  
e-mail: krekker@mail.ru

## Аннотация

Данные о возможности активно накапливать глутатион симбиозами клеток, в отличие от чистых культур, предполагает активное изучение данного вопроса на традиционных симбиотических заквасках. Глутатион является одним из важнейших компонентов антиоксидантной системы, что делает его главенствующим для поддержания внутриклеточного редокс-потенциала симбиоза. Ведь к настоящему моменту известно, что многие глутатионзависимые белки, обнаруженные у прокариот, используют молекулу глутатиона для проведения разнообразных реакций. Эукариоты защищают клетки от стресс-факторов выделяя экзоглутатион. В данном эксперименте было изучена возможно синтеза глутатиона симбиотической кумысной закваской «КуЭМсил», состоящей из лактосбраживающих дрожжей, ацидофильной и болгарской палочки, с добавлением *Lactobacillus plantarum*.

Результаты эксперимента показали, что введенный в питательную среду глицин в количестве до 1,5% увеличивает антиоксидантную активность биомассы на 54% через 24ч культивирования, она составляет 24,4 мг/100мл. Биомасса с глицином содержит большое количество восстановленной формы глутатиона 92,4мг/%, количество окисленной формы глутатиона ниже, чем в контрольном варианте.

## Введение

К настоящему моменту определены наиболее важные критерии развития пробиотических микроорганизмов, это позволило выявить взаимосвязанные механизмы, которые защищают клетки от различных видов стресса с помощью синтеза эндо- и экзо-клеточного глутатиона [1-4]. Степень влияния на синтез глутатиона ростовых факторов и стресс-условий зависят от вида микроорганизма. Относительно недавно установлено, что консорциумы микроорганизмов обладают в большей мере способностью накапливать глутатион, по сравнению с чистыми культурами. Например, установлено, что увеличение количества глутатиона приводит к повышению эффективности фиксации азота у азотфиксирующих бактерий в симбиозе с бобовыми культурами [5]. По данным Ки Бейом Ли и других, стимуляция роста культур *Lactobacillus* в симбиозе может быть обусловлена тем, что трипептид глутатион служит эндогенным источником аминокислот в которых нуждаются дрожжи при совместном культивировании с лактобактериями [6, 7], это способствует укреплению симбиотических связей.

Глутатионзависимая антиоксидантная активность наиболее выражена у аэробов, к которым относятся отдельные виды дрожжей [3, 7]. Они выделяют большое количество глутатионсодержащих ферментов. У лактобацилл, которые являются факультативными анаэробами или микроаэрофилами, существует устойчивый механизм антиоксидантного ответа, связанный с выделением тиоредоксина и GSH-глутаредоксина [4, 8]. Способность синтезировать глутатион отмечается у большинства грамотрицательных бактерий и только у отдельных видов грамположительных молочнокислых бактерий. Многие грамположительные микроорганизмы могут переносить глутатион из среды и использовать его для различных клеточных реакций [7]. Известно, что транспорт глутатиона у прокариот осуществляется гетеродимерным белком. Кроме того, многие глутатионзависимые белки, обнаруженные у прокариот, используют молекулу глутатиона для проведения разнообразных реакций [2]. Под его воздействием происходит S-глутатионилирование белков в цитозоле, благодаря обратимой модификации сульфгидрильных групп [6]. Таким образом глутатион является одним из важнейших компонентов антиоксидантной

системы, что делает его главенствующим для поддержания внутриклеточного редокс-потенциала [4], особенно при наличии стресс-факторов.

В связи с этим, в данном эксперименте было изучена возможность синтеза глутатиона симбиотической кумысной закваской «КуЭМсил» СТО 26055145-002-2020, состоящей из лактобразживающих дрожжей, ацидофильной и болгарской палочки и *Lactobacillus plantarum*, антиоксидантная активность которой изучалась в ранее проведенных исследованиях во ВНИМИ [9, 10].

Целью данного исследования изучить влияние глицина в составе модифицированной питательной среды на динамику накопления глутатиона и антиоксидантную активность биомассы.

#### *Методы исследований*

Объектом исследования является модифицированная питательная среда. Доза инокулята симбиотической закваски 5%, культуры были предварительно активизированы, составлен симбиоз «КуЭМсил», далее инокулят культивировался при 30°C 24 ч. Содержание водорастворимых антиоксидантов определяли амперометрическим методом на приборе «Цвет Яуза-01-АА» в культуральной жидкости с клетками. Глутатион определяли методом [11] контроля свободных SH-групп глутатиона (G-SH), с учетом пошедшего на титрование раствора йодноватистокислого калия. Окисленный глутатион переводили в восстановленную форму с помощью цинковой пыли и вновь оттитровывали SH-группы, получая количество общего глутатиона. Окисленный глутатион определяли по разнице между общим и восстановленным глутатионом. Концентрацию глутатиона (А) определяли по формуле:

$$A = I \cdot 100 / 3,26 \text{ мг/\% (1)},$$

где:

I – количество 0,001N раствора йодноватистого калия в мл, израсходованного на титрование пробы;

3,26 – число, соответствующее объему йодноватистого калия (мл), идущего на титрование 1 мл глутатиона;

100 – коэффициент пересчета на 100 мл инокулированной среды.

Повторность опытов составляла до 6-ти раз. Математическую обработку данных производили с расчетом среднего арифметического значения двух параллельных определений при условии их приемлемости, с расчетом среднеквадратичного отклонения.

#### *Результаты эксперимента*

На первом этапе исследований ранее [8] было изучено влияние различных доз глицина на рост биомассы и количество клеток молочнокислых бактерий и дрожжей. Экспериментальные исследования, проведенные ранее, показали, что внесение глицина в количестве 0,8-1,5г/100г способствует значительному росту биомассы на специальной питательной среде с глицином до  $(8 \cdot 10^9)$  КОЕ/г молочнокислых бактерий и до  $(1 \cdot 10^6)$  КОЕ/г дрожжей. В данных исследованиях была изучена антиоксидантная активность биомассы через 24ч культивирования, результаты представлены на рисунке 1.

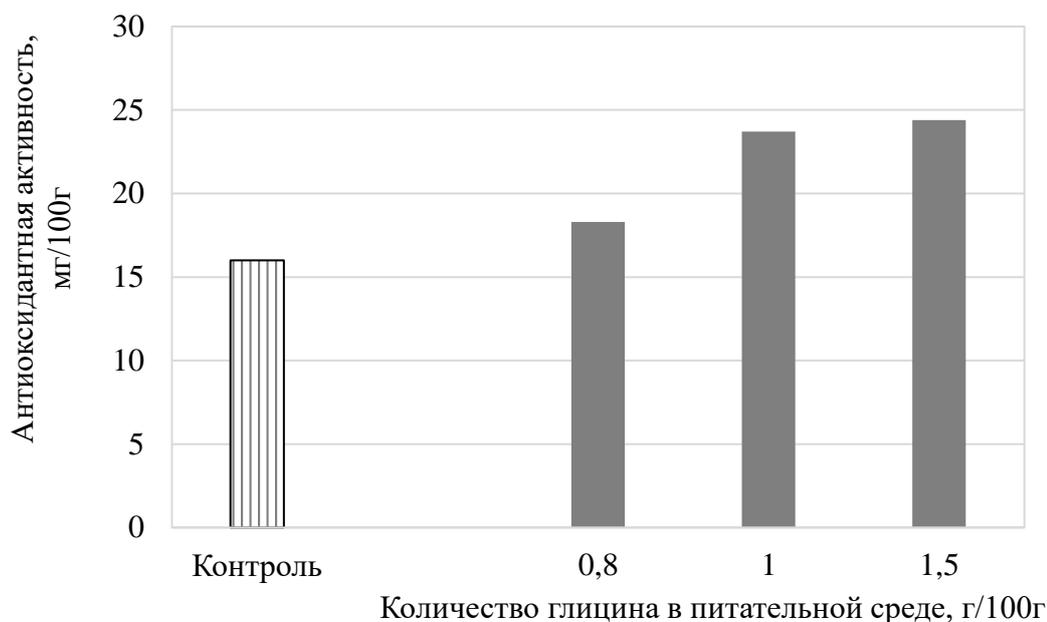


Рисунок 1 – Изучение антиоксидантной активности биомассы симбиотической закваски

Результаты эксперимента показали, что введенный в питательную среду глицин в количестве 0,8% увеличивает антиоксидантную активность биомассы на 13%. При введении 1,5% глицина в состав среды антиоксидантная активность составляет  $24,4 \pm 0,22$  мг/100мл, это выше контроля более чем на 50%. В контроле без глицина антиоксидантная активность до  $16,0 \pm 0,12$  мг/100мл.

Известно, что уровень восстановленного глутатиона, в значительной мере влияет на антиоксидантный потенциал биомассы. Он инициирует глутатионирование белков, осуществляя модификацию сульфгидрильных групп, это особенно важно для существования симбиоза. Кроме этого, глутатион служит дополнительным эндогенным источником аминокислот [4], в которых нуждаются дрожжи при совместном культивировании с лактобактериями. Введение глицина и повышение антиоксидантной активности биомассы может свидетельствовать о росте уровня глутатиона в питательной среде. В связи с этим, далее было изучено количество глутатиона в биомассе симбиотической закваски «КуЭМсил» (табл.1).

Таблица 1 – Исследование уровня глутатиона в питательной среде с добавлением глицина

Наименование пробы (количество глицина)	Глутатион, мг%		
	Восстановленный	Общий	Окисленный
Контроль без глицина	$50,6 \pm 1,23$	$125,8 \pm 2,88$	$75,2 \pm 2,34$
Опыт (0,8 г)	$67,5 \pm 1,34$	$82,8 \pm 2,16$	$15,31 \pm 0,72$
Опыт (1,0 г)	$86,0 \pm 2,15$	$102,0 \pm 2,1$	$16,0 \pm 1,23$
Опыт (1,5 г)	$92,41 \pm 1,98$	$105,94 \pm 0,54$	$13,53 \pm 0,42$

Результаты исследований показали, что при введении глицина наблюдается значительное увеличение восстановленного глутатиона, который составляет основную антиоксидантную активность и реакционную способность клеток микроорганизмов. В контрольном варианте его количество  $50,6$  мг%, а при добавлении 1,5% -  $92,41$  мг%, что выше контроля на 82,6%. Уровень окисленной формы глутатиона при этом снижается, что в целом говорит о повышении антиоксидантного потенциала биомассы.

### Выводы

В результате исследований, установлено, что введение глицина в модифицированную среду катализирует процесс повышения антиоксидантной активности биомассы на 52% по сравнению с контролем при введении в дозе 1,5г/л до 24,4мг/100м. Количество восстановленного глутатиона увеличивается до  $92,41 \pm 1,98$  мг%, уровень окисленной формы глутатиона при этом снижается, что свидетельствует о росте антиоксидантного потенциала биомассы симбиотической закваски.

### *Литература*

1. Lambo M.T., Chang X., Liu D. The Recent Trend in the Use of Multistrain Probiotics in Livestock Production // An Overview. *Animals (Basel)*. 2021 Sep 26, 11(10):2805. doi: 10.3390/ani11102805.
2. Stephen D.W., Jamieson D.J. Glutathione is an important antioxidant molecule in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. // *FEMS Microbiol Lett*. 1996 Aug 1;141(2-3):207-12. doi: 10.1111/j.1574-6968.1996.tb08386.x. PMID: 8768524.3.
3. Zhang J, Fu RY, Hugenholtz J, Li Y, Chen J. Glutathione protects *Lactococcus lactis* against acid stress // *Appl Environ Microbiol*. 2007 Aug;73(16):5268-75. doi: 10.1128/AEM.02787-06.
4. Kullisaar T, Songisepp E, Aunapuu M, Kilk K, Arend A, Mikelsaar M, Rehemä A, Zilmer M. Complete glutathione system in probiotic *Lactobacillus fermentum* ME-3 // *Prikl Biokhim Mikrobiol*. 2010 Sep-Oct;46(5):527-31.
5. Антиоксидантная система защиты в симбиотических клубеньках бобовых растений (обзор). К.А. Иванова, В.Е. Цыганов // *Сельскохозяйственная биология*, 2017, том 52, 5, с. 878-894. doi:10.15389/agrobiology.2017.5.878rus.
6. Jamieson DJ. The effect of oxidative stress on *Saccharomyces cerevisiae* // *Redox Rep*. 1995 Feb;1(2):89-95. doi: 10.1080/13510002.1995.11746964.
7. Zhang J, Fu RY, Hugenholtz J, Li Y, Chen J. Glutathione protects *Lactococcus lactis* against acid stress // *Appl Environ Microbiol*. 2007 Aug;73(16):5268-75. doi: 10.1128/AEM.02787-06. Epub 2007 Jun 29.
8. Li Y, Wei G, Chen J. Glutathione: a review on biotechnological production // *Appl Microbiol Biotechnol*. 2004 Dec;66(3):233-42. doi: 10.1007/s00253-004-1751-y.
9. Влияние глицина в составе модифицированной питательной среды на динамику антиоксидантной активности биомассы. Креккер Л.Г., Донская Г.А., Колосова Е.В., Дрожжин В.М // *Молочная промышленность*, №8, 2022, С. 46-49. DOI:[10.31515/1019-8946-2022-08-46-49](https://doi.org/10.31515/1019-8946-2022-08-46-49).
10. Особенности модификации питательной среды для повышения антиоксидантной активности кисломолочных продуктов, Донская Г.А., Креккер Л.Г. // Сборник материалов 2-й Международной научно-практической конференции. 2022, Издательство: ФГБНУ ФНЦПС им. В.М. Горбатова, (Москва), С. 44-48.
11. Методы изучения стрессовых и адаптационных реакций организма по показателям системы крови. Дерюгина, А.В., Корягин, А.С., Копылова, С.В., Таламанова, М.Н. / Нижний Новгород, Издательство Нижегородского государственного университета, 2010, 25 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СО<sub>2</sub>-ЭКСТРАКТОВ НА ЗАМЕДЛЕНИЕ МИКРОБНОЙ ПОРЧИ ХЛЕБА

О.А. Савкина, кандидат технических наук, О.И. Парахина, кандидат технических наук, Л.И. Кузнецова, доктор технических наук, М.Н. Локачук

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности,  
г. Санкт - Петербург  
e-mail: [o.savkina@gosniihp.ru](mailto:o.savkina@gosniihp.ru)

## Аннотация

Статья посвящена исследованию возможности применения при производстве хлеба растительных СО<sub>2</sub>-экстрактов виноградной косточки, имбиря, куркумы в качестве натуральных и безопасных консервантов. Установлено их влияние на подавление роста тест-культуры возбудителя картофельной болезни хлеба *B.subtilis*. Исследованы физико-химические и органолептические показатели хлеба, приготовленного с разными дозировками экстрактов. Показано, что внесение СО<sub>2</sub>-экстрактов виноградных косточек, имбиря и куркумы в дозировке 0,4% к массе муки позволяет не только замедлить микробную порчу пшеничного хлеба, но улучшить физико – химические и органолептические показатели качества.

Микробная порча хлеба является серьезной проблемой как для производителей, так и для потребителя, поскольку значительно снижает потребительские свойства и безопасность продукции. Одним из распространенных способов замедления микробной порчи и продления сроков годности хлеба является применение пищевых добавок консервирующего действия. Однако современный покупатель все чаще ищет продукты с «чистой этикеткой», поскольку они ассоциируются с более безопасным и полезным составом. В связи с этим во всем мире отмечается тенденция применения при приготовлении пищевых продуктов ингредиентов из нетрадиционного растительного сырья, положительно влияющих на сроки годности и характеризующихся высокой функциональностью, благодаря содержанию различных эссенциальных веществ, обладающих противомикробными бактерицидными, фунгицидными, протистостатическими, антиоксидантными свойствами, в частности - растительные экстракты, эфирные масла, овощные и фруктовые порошки, соки, специи, пряности, травы, исландский мох и др. [1, 2].

**Целью** исследований являлось исследование влияния ингредиентов растительного происхождения на качество хлебобулочных изделий и их устойчивость к микробной порче.

Объектами исследований являлись СО<sub>2</sub>-экстракты на основе масла виноградной косточки, включающие имбирь, виноградную косточку, куркуму (ООО «ЭКСТ», Россия) и хлебобулочные изделия из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта на основе вышеперечисленных ингредиентов. Тесто для образцов хлеба контрольного и опытных вариантов готовили безопасным способом из муки пшеничной высшего сорта. В тесто опытных вариантов вносили СО<sub>2</sub>-экстракты в дозировке 0,2 и 0,4% к массе муки [3]. Качество хлеба оценивали по физико-химическим (влажность, кислотность, пористость) и органолептическим показателям. Дополнительно определяли удельный объем, сжимаемость мякиша.

Определение влияния растительных экстрактов на рост тест-штамма *B.subtilis* проводили луночковым методом [3, 4].

В результате исследования влияния СО<sub>2</sub>-экстрактов на рост тест-штамма *B.subtilis* луночковым методом установлено, что все исследуемые экстракты обладали выраженным антибактериальным действием (рисунок 1).

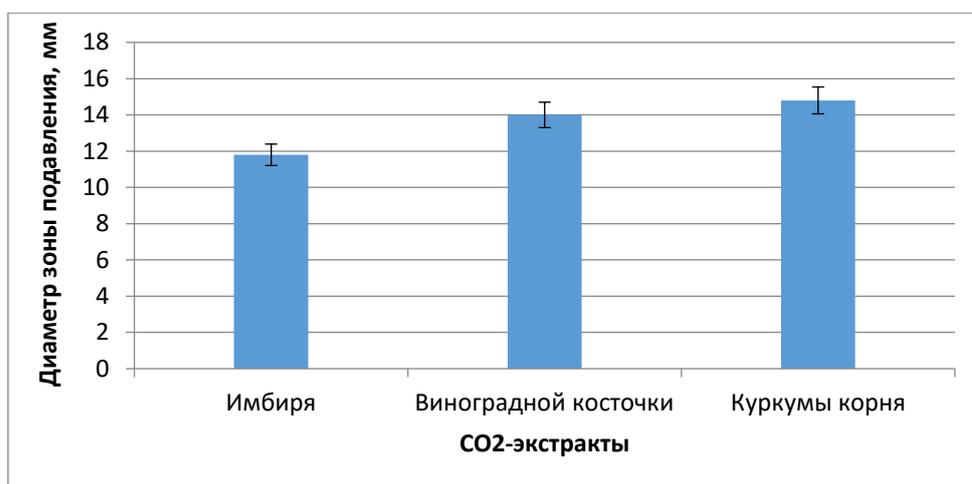
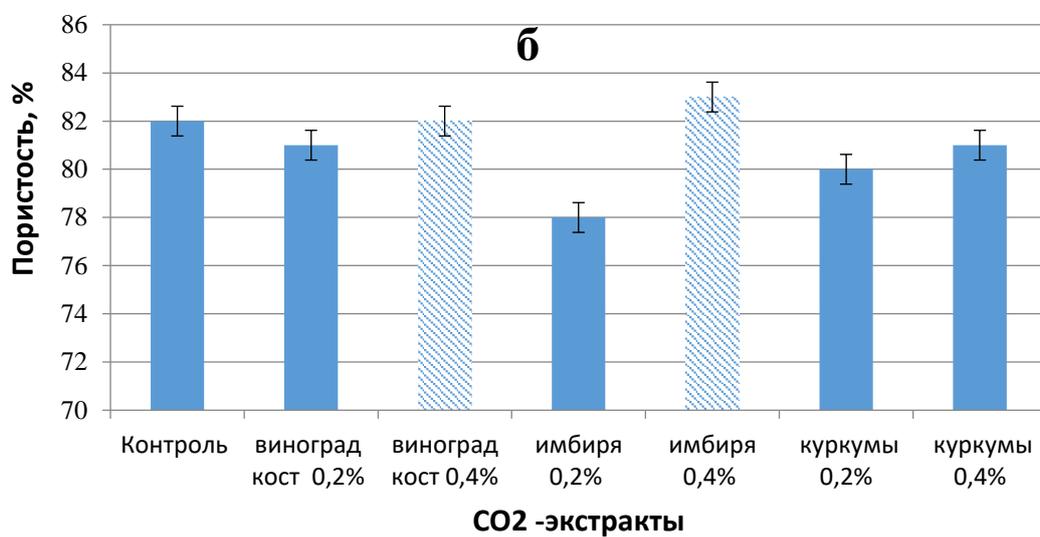
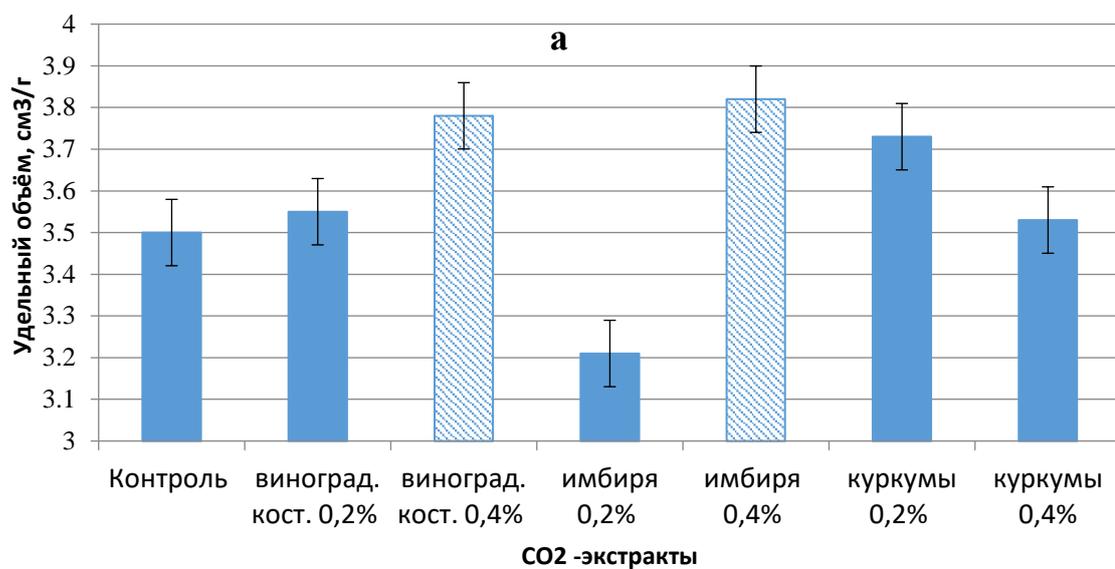


Рисунок 1 – Влияние CO<sub>2</sub>-экстрактов на подавление роста тест-штаммов *B.subtilis*

Исследования показали (рисунок 2 а-в), что у изделий, приготовленных с экстрактом куркумы и имбиря в количестве 0,4% к массе муки, отмечалось увеличение удельного объёма на 8-9% и сжимаемости мякиша на 6,8 и 22,7 % соответственно по сравнению с контролем, приготовленным без экстрактов. При этом использование всех вариантов CO<sub>2</sub>-экстрактов в количестве 0,4% к массе муки позволило замедлить развитие плесневых грибов по сравнению с контролем на 12-20 ч. В отношении картофельной болезни показали ингибирующее действие CO<sub>2</sub>-экстракты имбиря и куркумы в дозировке 0,4% к массе муки: признаки микробной порчи появились в них на 16 ч позднее, чем в контроле. Изделия, изготовленные с использованием экстракта имбиря в количестве 0,2% к массе муки по устойчивости к микробной порчи были сопоставимы с контрольными образцами, однако имели более низкие показатели удельного объёма, пористости и сжимаемости (рисунок 2 а, б, в). В образцах с 0,2% экстракта виноградных косточек и куркумы признаки плесневения и картофельной болезни проявились раньше, чем в контроле.

Использование CO<sub>2</sub> экстракта виноградных семян не оказало влияния на кислотность, вкус и запах хлеба. В образцах хлеба с экстрактом имбиря появился его приятный запах, хлеба с экстрактом куркумы - легкие травяные нотки, а цвет мякиша приобрел желтоватый оттенок.



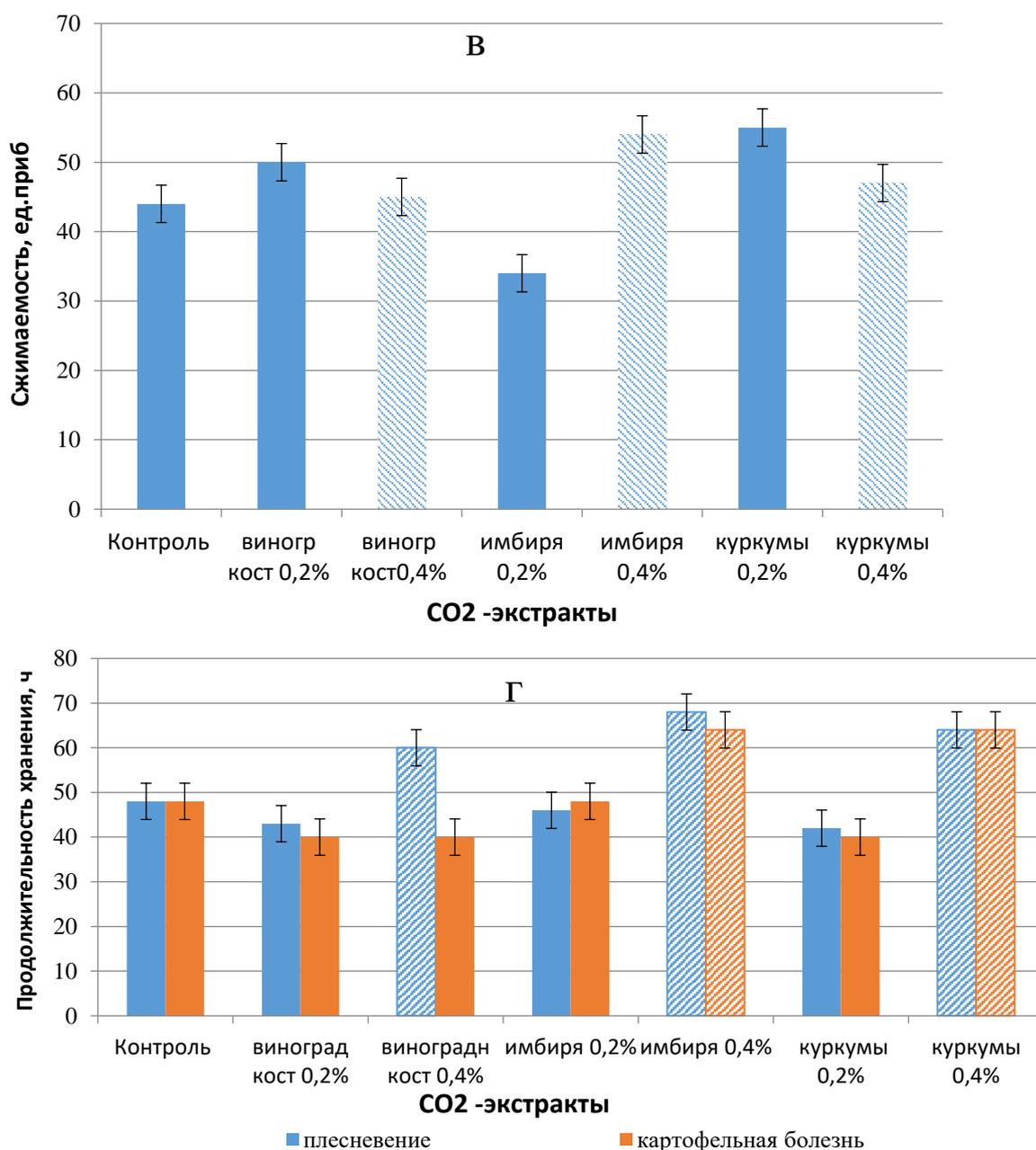


Рисунок 1 - Влияние CO<sub>2</sub> экстрактов на удельный объём (а), пористость (б), сжимаемость мякиша (в) и микробиологическую безопасность (г) хлеба пшеничного

Таким образом, исследования показали, что применение CO<sub>2</sub>-экстрактов виноградных косточек, имбиря и куркумы в дозировке 0,4% к массе муки позволяет не только замедлить плесневение, но улучшить физико – химические и органолептические показатели качества хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Для подавления развития картофельной болезни можно рекомендовать применение CO<sub>2</sub> - экстрактов имбиря и куркумы в дозировке 0,4% к массе муки.

### Литература

1. Парахина, О.И. Перспективы применения сырья растительного происхождения для продления сроков годности хлебобулочных изделий / О.И. Парахина, О.А. Савкина, Л.И. Кузнецова, М.Н. Костюченко, М.С. Бурыкина, Ю.М. Фролова, Т.А. Гаврилова//Хлебопродукты. -2024.- №7.- С.26-36.

2. Дубровская, Н. О. Рябиновый порошок – компонент подкисляющей смеси в борьбе с плесневением ржано-пшеничного хлеба/ Н. О. Дубровская, Л. И. Кузнецова, О. А. Савкина, О. И. Парахина // Пищевая промышленность.- 2015.- №2.- С. 18-19.
3. Никонович, С.Н. Антимикробные свойства со2-экстрактов /С.Н. Никонович, Т.И. Тимофеенко, Д.А. Котельников, А.В. Лобода //Известия вузов. Пищевая технология. -2006.- №6.- С.27-29.
4. Owusu, E. Antimicrobial Activity of Selected Medicinal Plants from a Sub-Saharan African Country against Bacterial Pathogens from Post-Operative Wound Infections/ E. Owusu, MM Ahorlu, E. Afutu [et.al]// Med Sci (Basel). - 2021.- 9(2): 23. doi: 10.3390/medsci9020023

# СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДА КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К АНАЛИЗУ ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ В ХЛЕБЕ

Кукин М.Ю.<sup>1</sup>, кандидат технических наук  
Костюченко М.Н.<sup>2</sup>, кандидат технических наук

*СПБФ ФГАНУ НИИХП, г. Санкт-Петербург*

*e-mail: [m.kukin@gosnihp.ru](mailto:m.kukin@gosnihp.ru)*

*ФГАНУ НИИХП, г. Москва*

## **Аннотация**

Для борьбы с плесневением и картофельной болезнью хлеба используют пропионовую кислоту и её соли в дозировке не более 3 г на 1 кг готового продукта. До недавнего времени отдельного метода определения массовой доли пропионатов в хлебе не было. Во ФГАНУ НИИХП проведены исследования целью которых являлась разработка метода определения массовой доли пропионатов в хлебобулочных изделиях с начинкой и без начинки. Установлено, что оптимальным методом анализа является капиллярный электрофорез (КЭ). Метод КЭ был адаптирован нами применительно к хлебобулочным изделиям с начинкой и без начинки. Проведены пробные выпечки изделий с внесением пропионата кальция в тесто и/или начинку; оптимизированы процессы пробоподготовки и экстракции пропионатов из навески. На основе проведённых исследований разработан ГОСТ Р на определение массовой доли пропионовой кислоты в хлебе.

Одной из задач Стратегии повышения качества пищевой продукции, которая утверждена Распоряжением Правительства РФ от 29 июня 2016 года №1364-Р до 2030 года является разработка научных основ идентификации нутриентов и их метаболитов в различных пищевых матриксах.

Для предотвращения порчи хлебобулочных изделий применяют различные консерванты, которые условно можно разделить на два класса: химические и природные. Чаще всего в хлеб добавляются пропионаты и сорбаты, обычно в виде солей кальция и калия соответственно. Пропионаты, как в виде пищевых добавок с индексом Е, так и в составе заквасок, показали свою эффективность в борьбе с основными заболеваниями хлеба – картофельной болезнью (вызываемой *B. Subtilis*) и плесневением. Пропионаты имеют слабую активность против бактерий (за исключением *B. subtilis*) и не активны против дрожжей. Эта антимикробная избирательность делает пропионаты идеальными консервантами для дрожжевых продуктов [1, 2].

Содержание пропионатов в 100 г изделия не выносится на этикетку хлеба, но в случае использования пищевых добавок E280-E283, они должны быть указаны в составе изделия. Хлебозаводы заинтересованы в том, чтобы вместо пищевых добавок с индексом «Е» использовать закваски на основе микроорганизмов, способных синтезировать пропионовую кислоту. Исходя из этого, возник запрос на разработку нового или адаптацию одного из существующих методов анализа массовой доли пропионовой кислоты, применительно к закваскам, полуфабрикатам и готовым хлебобулочным изделиям, в том числе, изделиям с начинкой.

В настоящее время, количественное определение пропионатов обычно проводится методами капиллярного электрофореза (КЭ) и ВЭЖХ; реже – колориметрическим методом и газовой хроматографией. Из-за своей высокой разрешающей способности и чувствительности, ВЭЖХ является одним из наиболее распространённых методов анализа пищевых продуктов, однако, КЭ обеспечивает более короткое время анализа и лучшую эффективность разделения с использованием меньших объёмов образцов и растворителей. В сравнении с ВЭЖХ, оборудование для КЭ значительно дешевле и проще в эксплуатации [3].

До недавнего времени не существовало какого-либо ГОСТа на определение массовой доли пропионатов в хлебе. Анализ литературы показал целесообразность адаптации применительно к хлебобулочным изделиям метода КЭ [3, 4]. Это относительно молодой метод анализа. Электрофоретическое разделение осуществляется в заполненном электролитом тонком капилляре, за счёт разной скорости миграции заряженных частиц и молекул в постоянном электрическом поле.

Наиболее часто встречающейся разновидностью КЭ является капиллярный зонный электрофорез, применяемый при определении малых водорастворимых молекул, аминокислот, пептидов и многих других ионных соединений. Это самая простая форма высокоэффективного капиллярного электрофореза, так как капилляр наполнен только буфером. Разделение происходит за счёт того, что различные компоненты образца движутся с разными скоростями, образуя так называемые зоны. Для детектирования обычно используются спектрофотометрические детекторы в УФ-области спектра. Согласно литературе, предел количественного определения пропионатов при УФ-детектировании составляет приблизительно 100 мг/кг. Этого вполне достаточно, поскольку рекомендуемая дозировка пропионатов в хлебе, в соответствии с ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» составляет от 1000 до 3000 мг/кг.

При адаптации метода КЭ применительно к хлебобулочным изделиям, за основу нами была взята методика из ГОСТ Р 56373-2015 «Корма и кормовые добавки. Определение массовой доли органических кислот методом КЭ» [5]. Работа по адаптации проводилась совместно с ООО «Люмэкс-маркетинг» – российским производителем систем капиллярного электрофореза серии «Капель». В институте хлебопекарной промышленности выпекали хлебобулочные изделия с внесением пропионата кальция в тесто и/или начинку из расчёта от 0 до 10 г пропионовой кислоты в 1 кг готового продукта. Выпеченные изделия передавали «Люмэкс» для анализа на системах КЭ. Краткая характеристика всех исследуемых образцов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сводная таблица по анализируемым образцам

№	Краткая характеристика образцов	Пропионовая кислота, мг/кг	
		Заявлено	Измерено
1	Булочка без начинки (без добавок)	0	н/о
2	Булочка с повидлом (тесто и начинка без добавления пропионата кальция)	0	н/о
3	Булочка с повидлом (тесто без добавления пропионата кальция, начинка с добавлением пропионата кальция из расчета 3,96 г на 1 кг готового изделия)	3000	2834
4	Булочка с повидлом (тесто без добавления пропионата кальция, начинка с добавлением пропионата кальция из расчета 13,2 г на 1 кг готового изделия)	10000	10085
5	Булочка без начинки (пропионат кальция из расчета 3,96 г на 1 кг готового изделия)	3000	2964
6	Булочка без начинки (пропионат кальция из расчета 13,2 г на 1 кг готового изделия)	10000	8681
7	Булочка с повидлом (тесто с добавлением пропионата кальция из расчета 13,2 г на 1 кг готового изделия, начинка без добавления пропионата кальция)	10000	8938
8	Булочка с повидлом (тесто и начинка с добавлением пропионата кальция из расчета 3,96 г на 1 кг готового изделия)	3000	2893
9	Булочка с повидлом (тесто и начинка с добавлением пропионата кальция из расчета 13,2 г на 1 кг готового изделия)	10000	8962
10	Булочка с повидлом (тесто с добавлением пропионата кальция из расчета 3,96 г на 1 кг готового изделия, начинка без добавления пропионата кальция)	3000	2973
11	Хлеб ржано-пшеничный на густой закваске (без добавок)	–	н/о
12	Хлеб ржано-пшеничный (тесто с добавлением пропионата кальция из расчета 3,96 г на 1 кг готового изделия)	3000	2755
13	Хлеб ржано-пшеничный (тесто с добавлением пропионата кальция из расчета 13,2 г на 1 кг готового изделия)	10000	8854
14	Образец повидла (2 г лимонной кислоты и 4 г сорбата калия на 1 кг повидла)	0	н/о
15	Образец повидла без добавок	0	н/о
16	Смесь мучная хлебопекарная «Цитрасол»	0	н/о
17	Закваска ржаная густая	–	н/о
18	Булочка без начинки (0,12 г пропионовой кислоты на 1 кг готового изделия)	120	155
19	Булочка без начинки (0,60 г пропионовой кислоты на 1 кг готового изделия)	600	600
20	Булочка без начинки (1,80 г пропионовой кислоты на 1 кг готового изделия)	1800	1790
21	Булочка с повидлом (тесто без добавления пропионата кальция, начинка с добавлением пропионата кальция из расчета 1,80 г на 1 кг готового изделия)	1800	1841/1911

22	Образец яблочного повидла (6,27 г пропионата кальция на 1 кг повидла)	4750	3205
----	---	------	------

Предполагалось, что используемая нами густая ржаная закваска (образец № 17), может давать статистически значимое количество пропионатов, но это предположение не подтвердилось.

В ГОСТ Р 56373 [5] написано: «...пробу помещают в плоскодонную колбу, добавляют 25-30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, перемешивают в течение 10 мин...», без указаний о предварительном измельчении навески. Опираясь на эту информацию, мы сначала проанализировали образцы с относительно высокие концентрации пропионатов (№ 3 – № 13). Образцы без начинки мы измельчали с помощью электрического ножевого измельчителя, а образцы с начинкой – растирали в ступке пестиком (это является стандартным вариантом для пищевых продуктов). Продолжительность экстракции варьировалась от 10 до 30 мин. За исключением образца № 4, все остальные образцы с внесённым пропионатом кальция, давали заниженные результаты. Относительное отклонение от расчётных значений не превышало 13 %, что укладывается в погрешность метода. Тем не менее, целесообразна оптимизация процессов пробоподготовки и экстракции.

В образцах также определяли массовую долю и других органических кислот (табл. 2). В совокупности с представленными в таблице 1 данными установлено, что фумаровая, янтарная, яблочная, лимонная, уксусная, молочная и сорбиновая кислоты не искажают результаты определения массовой доли пропионовой кислоты методом КЭ.

Таблица 2 – Результаты измерений массовой доли органических кислот в образцах, мг/кг

№	Фумаровая кислота	Янтарная кислота	Яблочная кислота	Лимонная кислота	Уксусная кислота	Молочная кислота	Сорбиновая кислота
1	49,8	221,3	546,4	80,0	257,0	н/о	н/о
2	29,6	143,7	2725	702,2	227,2	н/о	882,3
3	27,5	131,0	2699	736,3	211,7	н/о	888,9
4	31,6	142,5	3061	883,3	251,4	н/о	1051,6
5	51,2	175,0	538,8	81,3	681,9	н/о	н/о
6	47,8	170,7	535,7	72,5	617,5	н/о	н/о
7	28,4	102,7	2836	783,6	429,0	н/о	981,5
8	31,5	125,3	2861	801,5	595,7	н/о	1000,8
9	28,0	113,4	2704	778,1	468,0	н/о	930,7
10	32,3	92,5	2952	890,7	439,2	н/о	1034,4
11	52,3	90,9	70,7	218,6	1280	4006	н/о
12	57,2	69,4	329,1	263,8	1418	4138	н/о
13	62,1	74,0	442,7	229,4	1437	3684	н/о
14	н/о	н/о	7096	1910	н/о	н/о	2558,4
15	н/о	н/о	6905	н/о	н/о	н/о	н/о
16	139,4	н/о	1072	214100	н/о	н/о	н/о
17	2,9	н/о	61,9	333,4	3615,9	11941	н/о

Программное обеспечение прибора обычно правильно идентифицирует пики пропионовой кислоты. Исключением является приготовленный на закваске образец номер 11, в который пропионат кальция не вносился, но пик № 6 был отмечен как пропионовая, а не как молочная кислота (рис. 1).

Пропионовая и молочная кислоты имеют близкое время миграции (рис.2), вероятно из-за этого, программное обеспечение прибора их перепутало. Однако это не является проблемой, поскольку предусмотрена возможность ручной коррекции разметки пиков. Микрофлора заквасок синтезирует преимущественно молочную кислоту, поэтому для правильной идентификации пиков пропионатов, в разработанном нами ГОСТе предусмотрен метод добавок.



Рисунок 1 – Электрофореграмма образца № 11 (хлеб ржано-пшеничный на густой закваске; без добавления пропионата кальция)

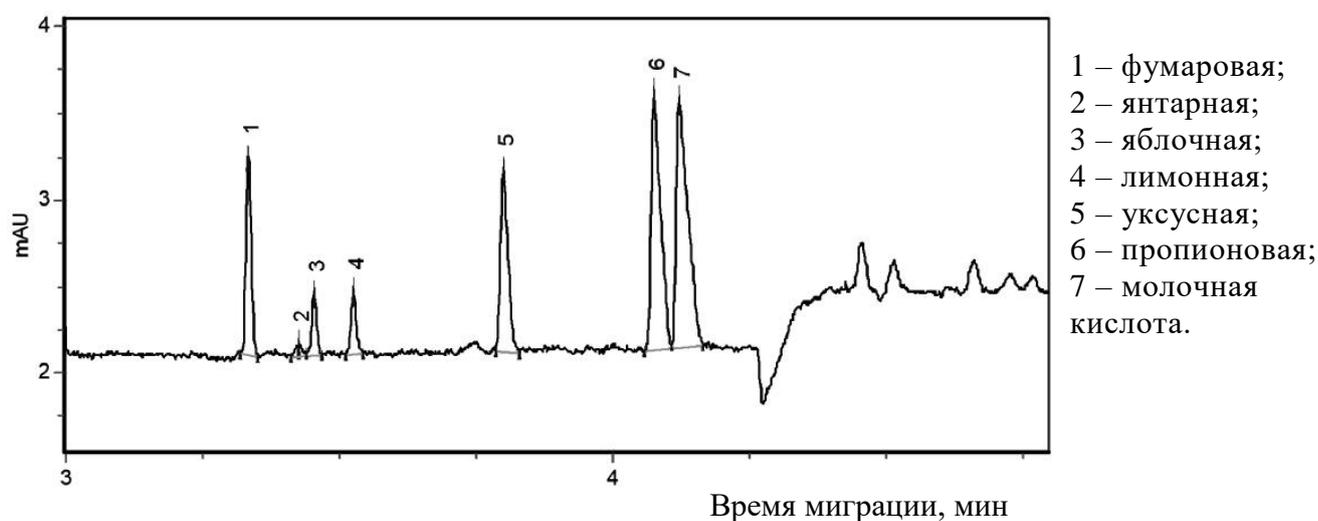


Рисунок 2 – Электрофореграмма образца № 12 (хлеб ржано-пшеничный на закваске; с добавлением 3,96 г пропионата кальция на 1 кг готового изделия)

Эксперименты показали, что высокие концентрации пропионатов достаточно хорошо определяются методом капиллярного электрофореза. На низких и средних концентрациях (120, 600 и 1800 мг/кг), в изделиях без начинки, нами была изучена сходимость и воспроизводимость результатов анализа в рамках одной организации. Для этого два разных исполнителя на двух разных приборах параллельно исследовали по две навески. Для измельчения образцов использовали ножевой ротационный измельчитель, продолжительность экстракции 30 мин. Результаты сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты определения малых и средних концентраций пропионовой кислоты в пшеничных булочках без начинки.

№ образца (дозировка пропионата кальция в пересчёте на пропионовую кислоту)	Пропионовая кислота, мг/кг				
	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>ср</sub>
18 (120 мг/кг)	157,3	155,0	163,4	143,0	<b>155</b>
19 (600 мг/кг)	614,3	610,0	585,3	592,5	<b>600</b>
20 (1800 мг/кг)	1875	1834	1681	1759	<b>1790</b>

Из представленных в таблице 3 данных следует, что при увеличении времени экстракции изделий без начинки до 30 мин, достигается высокая сходимость и воспроизводимость результатов анализа. При дозировке 600 и 1800 мг/кг расчётные и фактические значения оказались очень близки.

При дозировке 120 мг/кг наблюдаются завышенные на 35 мг/кг результаты (это находится в пределах погрешности внесения пропионата кальция в хлеб). Программное обеспечение прибора смогло правильно идентифицировать все пики пропионовой кислоты.

В целом, можно сделать вывод о том, что для хлебобулочных изделий без начинки, представленный в ГОСТ Р 56373-2015 [5] метод КЭ, обеспечивает получение достоверных воспроизводимых результатов в диапазоне дозировок пропионатов от 0 до 10000 мг/кг (при условии, что продолжительности экстракции будет увеличена до 30 мин.).

В изделиях с начинкой из сваренного нами яблочного повидла, могли наблюдаться относительно нестабильные и заниженные результаты анализа (см. табл. 1). Вероятно, это было связано с особенностями изначальной пробоподготовки. За исключением образца № 22 (яблочное повидло), сходимость результатов анализа укладывалась в пределы относительной погрешности 14 %. Мы сочли целесообразным оптимизировать процесс измельчения образцов с начинкой перед их экстракцией.

Исследовалось два варианта пробоподготовки: основанный на многократном измельчении в мясорубке (вариант А) и «классический» способ, основанный на измельчении в ступке пестиком (вариант Б). Внешний вид подготовленных проб представлен на рисунке 3. В измельчённой по варианту Б пробе отчётливо видны крупные фрагменты яблочной кожуры.



Рисунок 3 – Сравнение двух вариантов измельчения хлебобулочного изделия с начинкой (№ 21)

Два независимых исполнителя подготавливали по две навески и экстрагировали органические кислоты путём встряхивания на перемешивающем устройстве в течении 30 мин. Результаты этих экспериментов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты измерений массовой доли органических кислот в хлебобулочных изделиях с яблочной начинкой, мг/кг

№ образца	Массовая доля органической кислоты, мг/кг				
	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>ср</sub>
<b>Пропионовая кислота, мг/кг</b>					
21(А)	1931,1	1917,1	1927,9	1868,1	<b>1911</b> (заявлено 1800)
21(Б)	1813,9	1918,2	1758,0	1874,2	<b>1841</b> (заявлено 1800)
22 (повидло, Б)	3346,7	3279,2	3191,2	3001,2	<b>3205</b> (заявлено 4750)
<b>Яблочная кислота, мг/кг</b>					
21(А)	2026,5	2062,7	1990,8	2118,2	<b>2049</b>
21(Б)	2111,1	2165,6	2103,0	2207,6	<b>2147</b>
22 (повидло, Б)	4755,7	4770,3	4319,9	4455,1	<b>4575</b>
<b>Уксусная кислота, мг/кг</b>					
21(А)	240,6	230,5	248,6	228,5	<b>235</b>
21(Б)	215,0	276,9	182,1	255,3	<b>248</b>

Из таблицы 4 следует, что при трёхкратном измельчении в мясорубке (вариант А) наблюдается меньший разброс результатов, чем при растирании в ступке пестиком (вариант Б). Степень извлечения органических кислот при экстракции в среднем была выше в варианте А. Растирать наши образцы в ступке пестиком оказалось достаточно тяжело, следовательно, значительную роль начинает играть человеческий фактор. Измельчение в мясорубке проще в осуществлении, позволяет минимизировать человеческий фактор и даёт более точные и предсказуемые результаты.

На основе проведённых исследований ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности совместно с ООО «Люмэкс-маркетинг» был разработан ГОСТ Р 70995-2023 Изделия хлебобулочные. Определение массовой доли пропионовой кислоты методом капиллярного электрофореза [6]. Взятая нами за основу методика из ГОСТа на определение массовой доли органических кислот в кормах и кормовых добавках [5] была заметно упрощена и адаптирована применительно к хлебобулочным изделиям. Был полностью переделан раздел с измельчением и экстракцией анализируемого образца. Введён раздел с пересчётом пропионовой кислоты на соответствующие соли – пропионаты кальция, натрия, калия. Исключение из исходного ГОСТа всех кислот, кроме пропионовой, повлекло за собой отказ от контрольных растворов органических кислот, поэтому для правильной идентификации пиков в присутствии молочной кислоты, было введено примечание об использовании метода добавок, согласно которому, в подготовленную пробу дополнительно вносят от 50 до 150 % пропионатов. Увеличение высоты соответствующего пика подтверждает правильность идентификации.

В ГОСТ Р 56373-2015 [5], для пропионовой кислоты был заявлен диапазон измерений от 1000 до 800000 мг/кг, но в хлебе должно содержаться не более 3000 мг/кг пропионатов. Нами был предложен и экспериментально подтверждён диапазон измерения от 100 до 10000 мг/кг.

На проект первой редакции ГОСТа была получена сводка отзывов из 48 пунктов от организаций - членов ТК 003, и от заинтересованных организаций, не являющихся членами ТК 003. После доработок ГОСТ [6] был принят. Дата введения в действие 01.08.2024 года; количество страниц 20. Таким образом, в настоящее время, для контроля содержания пропионатов в хлебобулочных изделиях разработан и внедрен эффективный метод анализа, который лёг в основу действующего ГОСТ Р 70995-2023 Изделия хлебобулочные. Определение массовой доли пропионовой кислоты методом капиллярного электрофореза.

### *Литература*

1. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства (под общей редакцией Л.И. Пучковой) / Л.Я. Ауэрман. – СПб: Профессия. – 2005. – 416 с.
2. Smith J. P., Daifas D. P., El-Khoury W., Koukoutsis J., El-Khoury A., Shelf life and safety concerns of bakery products - a review. Crit. Rev. Food Sci. 2004, 44, P. 19-55.  
<https://doi.org/10.1080/10408690490263774>
3. Бёккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза / Ю. Бёккер. – М.: Техносфера. – 2009. – 472 с.
4. Guadalupe Coelho A. et al. Capillary electrophoresis with capacitively coupled contactless conductivity detection for the determination of propionate and sorbate in bread //Journal of separation science. – 2018. – Т. 41. – №. 20. – P. 3932-3937.  
<https://doi.org/10.1002/jssc.201800705>
5. ГОСТ Р 56373-2015. Корма и кормовые добавки. Определение массовой доли органических кислот методом капиллярного электрофореза. – М.: Стандартинформ, 2015. – 22 с.
6. ГОСТ Р 70995-2023 Изделия хлебобулочные. Определение массовой доли пропионовой кислоты методом капиллярного электрофореза. – М.: Стандартинформ, 2023. – 20 с.

# РОЛЬ ИЗОФЛАВОНОИДОВ В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА И НОРМА ИХ УПОТРЕБЛЕНИЯ

Штарберг Е.С., кандидат технических наук, доцент

ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Благовещенск,  
Амурская область  
e-mail: ses@vniisoi.ru

## *Аннотация*

В статье приведены данные российских и зарубежных научных исследований и нормативной документации, используемой в РФ, касающиеся употребления изофлавоноидов в составе пищевых продуктов и их роли для организма человека. Целью настоящего исследования являлось изучение норм использования продуктов питания, содержащих изофлавоноиды в связи с их влиянием на здоровье человека. Установлено, что существует противоречие между действующими нормативными документами МР 2.3.1.1915-04 и МР 2.3.1.0253-21 в части определения адекватного уровня потребления изофлавоноидов. Предлагаемая в МР 2.3.1.0253-21 норма потребления 2 мг/сутки представляется необоснованно заниженной. Существуют убедительные данные, подтвержденные рядом экспериментов, свидетельствующие о том, что употребление в составе продуктов питания 25-50 мг изофлавоноидов в сутки не только не приносит вреда организму человека, но и способствует предотвращению возникновения многих заболеваний.

**Целью настоящего исследования** являлось изучение нормы использования продуктов питания, содержащих изофлавоноиды в связи с их влиянием на здоровье человека.

**Задачи исследования** – сбор и анализ научной информации в области использования продуктов питания, содержащих изофлавоноиды; изучение нормативной документации по норме употребления изофлавоноидов; формулировка выводов.

**Объекты и методы.** Объектами исследования являлись данные научных публикаций и нормативной документации о рекомендуемом уровне употребления изофлавоноидов, в частности содержащихся в пищевых продуктах, их роль для организма человека.

В последние десятилетия возрастание интереса к сое и продуктам ее переработки связано с наличием в соевых семенах достаточно высокого количества веществ, относимых к изофлавоноидам [1-3]. Главными изофлавоноидами сои являются генестеин и диадзеин. В меньших количествах присутствует глицитеин. Наряду с перечисленными агликонами в сое содержатся их гликозиды – генистин, диадзин и глицитин, а также малонил- и ацетил производные этих гликозидов [2, 3]. Строение изофлавоноидов сои представлено на рисунке.

Изофлавоноиды – соединения флавоноидной природы, обладающие умеренным иммуномодулирующим и эстрогеноподобным действием, и характеризуются противовоспалительными и антиоксидантными свойствами.

Исследованиями доказано, что изофлавоноиды вступают во взаимодействие с клеточными рецепторами, ингибирующими активацию тирозинкиназы, ядерного фактора -  $\kappa\beta$  (NF- $\kappa\beta$ ). Тирозинкиназы действуют на многие клеточные функции, запуская сигнальные каскады, включающие факторы роста (эпителиальный фактор роста, IGF-1), цитокины, регулирующие пролиферацию и преобразование клеток [4]. В некоторых работах последних лет продемонстрировано положительное влияние продуктов сои на снижение концентрации С-реактивного белка, TNF- $\alpha$ , IL-6 [5-7].

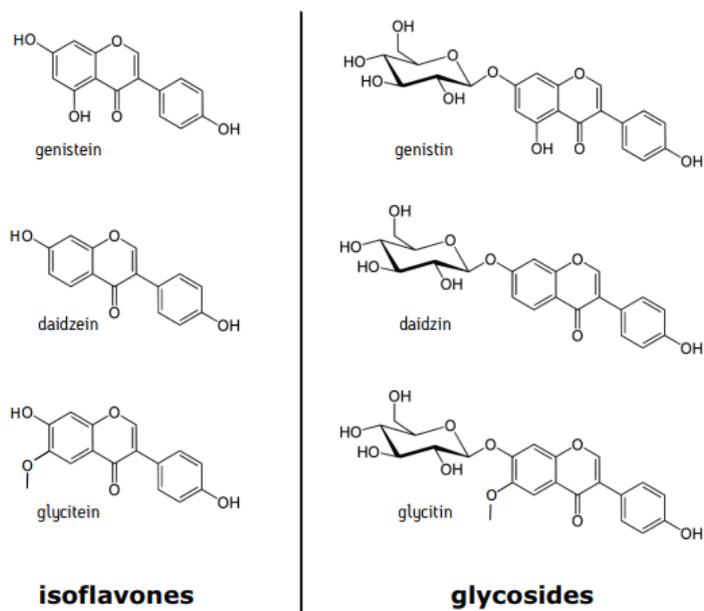


Рисунок – Структура изофлавоноидов сои

Антиокислительная активность изофлавоноидов в основном связана с ингибированием ядерного фактора NF-κβ, контролирующего транскрипцию многих провоспалительных генов. Подавление NF-κβ снижает экспрессию индуцибельной синтазы оксида азота (iNOS), продукцию оксида азота (NO), экспрессию циклооксигеназы-2 (COX-2) и продукцию простагландина E2 [8]. С. Choi и соавт. [9] в эксперименте показали, что в LPS-индуцированных макрофагах генистеин снижает продукцию NO дозозависимым образом, не оказывая неблагоприятного воздействия на жизнеспособность клеток, а также увеличивает уровень глутатиона и активность антиоксидантных ферментов - супероксиддисмутазы и каталазы.

Изофлавоноиды проявляют противовирусные свойства с максимальным эффектом в желудочно-кишечном тракте, обеспечивая повышение барьерной функции кишечника [3, 10]. В эксперименте показано, что агликоны генистеин и даидзеин подавляют инфекционность ротавируса человека в культивируемых макрофагах (клеточная линия MA-104) до 72 % [11].

В многочисленных исследованиях установлена способность изофлавоноидов облегчать протекание менопаузального синдрома [12, 13], оказывать антиоксидантное [14] и противоаллергическое [15] действие, предупреждать развития ряда злокачественных образований [16-19], снижать содержание в крови холестерина [20], облегчать протекание метаболического синдрома [21] и улучшать когнитивные способности [22, 9, 23, 24]. Изофлавоноиды сои способствуют предотвращению ожирения, демонстрируют эффект снижения уровня глюкозы в крови, снижение риска остеопороза и рака груди [22, 12, 24].

В настоящее время в Электронном фонде правовых и нормативно-технических документов РФ [25] в разделе 2.3.1. «Рациональное питание» в качестве действующего нормативного документа представлены Методические рекомендации «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ» (МР 2.3.1.1915-04, утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Г.Г. Онищенко 02.07.2004 г.) [26]. Данным нормативным документом утвержден адекватный уровень потребления изофлавонов (генистеин, даидзеин, глицитеин) или изофлавоногликозидов (генистин, дайдзин, глицитин) в количестве 50 мг в сутки, при верхнем допустимом уровне – 100 мг в сутки [25].

С 2008 года действовали Методические рекомендации «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (МР 2.3.1.2432-08, Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 18 декабря 2008 г.), в которых рекомендуемый уровень потребления изофлавоноидов и изофлавоногликозидов был определен в количестве 50 мг/сутки.

В 2021 году взамен МР 2.3.1.2432-08 вступили в действие Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.), в которых указан адекватный уровень потребления изофлавоноидов в количестве 2 мг в сутки [27]. Данная норма потребления представляется необоснованно заниженной. Имеющиеся данные мировой литературы свидетельствуют о том, что хотя оптимальная суточная доза изофлавонов еще не установлена, FDA считает прием 50 мг в день абсолютно безопасным [28]. В настоящее время отсутствует информация о побочных эффектах приема внутрь высоких концентраций изофлавонов. Потребление изофлавонов исключительно велико в азиатских странах. Так, в Китае, Японии и Южной Корее ежедневное потребление изофлавоноидов сои находится в диапазоне 25-50 мг, в отличие от США и европейских стран, где среднее ежедневное потребление составляет менее 2 мг [29]. В ряде обзоров приведены неопровержимые данные о несомненной пользе высоких доз потребляемых с пищей изофлавоноидов для здоровья человека. Например, возникновение рака молочной железы в Азии, где среднесуточное потребление изофлавоноидов достигает 25-50 мг, ниже, чем в западных странах, где среднесуточное потребление составляет менее 2 мг. Азиатские страны потребляют изофлавоноиды в составе тофу, темпе, мисо, натто и чхонгукчане. В России и западных странах их в основном потребляют в составе заменителей молочных продуктов, таких как соевое молоко, соевый сыр и соевый йогурт [28, 30, 33].

В крупном популяционном проспективном когортном исследовании (Shanghai Women's Health Study) представлены убедительные доказательства защитного эффекта соевых продуктов против рака молочной железы [32]. Показано, что потребление соевых продуктов в детстве и в начале взрослой жизни обратно пропорционально связано с риском развития рака молочной железы в менопаузе [33, 34]. В связи с этим в научном докладе Комиссии EAT-Lancet содержится рекомендация о включении в эталонный рацион 25 г/день соевых бобов в пересчете на сухую массу [35].

Российскими учеными ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (г. Благовещенск, Амурская область) была разработана технология соево-тыквенных напитков и десертов, в которых общее содержание изофлавоноидов составило от 12,72 до 44,5 мг в 100 г продукта [36]. При этом проведены исследования о влиянии употребления данных продуктов при профилактике острых респираторных инфекций, с подтверждением положительного эффекта [37].

**Вывод.** На основании вышеизложенного установлено, что существует противоречие между действующими нормативными документами МР 2.3.1.1915-04 и МР 2.3.1.0253-21 в части определения адекватного уровня потребления изофлавоноидов. Предлагаемая в МР 2.3.1.0253-21 норма потребления 2 мг/сутки представляется необоснованно заниженной. Существуют убедительные данные о том, что употребление в составе продуктов питания 25-50 мг изофлавоноидов в сутки не только не приносит вреда организму человека, но и способствует предотвращению возникновения многих заболеваний.

### *Литература*

1. Тутельян, В.А. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флавонолы и флавоны: распространенность, пищевые источники, потребление / В.А. Тутельян, Н.В. Лашнева // Вопросы питания. – 2013. – № 1. – С. 4-22.
2. Hu, C. Biochemistry and use of soybean isoflavones in functional food development / C. Hu, W.T. Wong, R. Wu [et al.] // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2020. – Vol. 60, Iss. 12. – P. 2098-2112. – DOI: [10.1080/10408398.2019.1630598](https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1630598).
3. Xiao, C.W. Health effects of soy protein and isoflavones in humans / C.W. Xiao // J. Nutr. – 2008. – Vol. 138, Iss. 6. – P. 1244S-1249S. – DOI: [10.1093/jn/138.6.1244S](https://doi.org/10.1093/jn/138.6.1244S).
4. Smith, B.N. Immunomodulatory potential of dietary soybean-derived isoflavones and saponins in pigs / B.N. Smith, R.N. Dilger // J. Anim. Sci. – 2018. – Vol. 96, Iss. 4. – P. 1288-1304. – DOI: [10.1093/jas/sky036](https://doi.org/10.1093/jas/sky036).
5. Asbaghi, O. The effects of soy supplementation on inflammatory biomarkers: A systematic

- review and meta-analysis of randomized controlled trials / O. Asbaghi, E. Yaghubi, B. Nazarian [et al.] // *Cytokine*. – 2020. – Vol. 136. – art. 155282. – DOI: 10.1016/j.cyto.2020.155282.
6. Gholami, A. Can soy isoflavones plus soy protein change serum levels of interleukin-6? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / A. Gholami, H.R. Baradaran, M. Hariri // *Phytother. Res.* – 2021. – Vol. 35, Iss. 3. – P. 1147-1162. – DOI: 10.1002/ptr.6881.
7. Khodarahmi, M. Effects of soy intake on circulating levels of TNF- $\alpha$  and interleukin-6: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / M. Khodarahmi, E. Foroumandi, M.A. Jafarabadi // *Eur. J. Nutr.* – 2021. – Vol. 60, Iss. 2. – P. 581-601. – DOI: 10.1007/s00394-020-02458-z.
8. Dia, V.P. Bowman-birk inhibitor and genistein among soy compounds that synergistically inhibit nitric oxide and prostaglandin E2 pathways in lipopolysaccharide-induced macrophages / V.P. Dia, M.A. Berhow, E.G. De Mejia // *J. Agric. Food Chem.* – 2008. – Vol. 56, Iss. 24. – P. 11707-11717. – DOI: 10.1021/jf802475z.
9. Choi, C. Suppressive effects of genistein on oxidative stress and NF $\kappa$ B activation in RAW 264.7 macrophages / C. Choi, H. Cho, J. Park [et al.] // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* – 2003. – Vol. 67, Iss. 9. – P. 1916-1922. – DOI: 10.1271/bbb.67.1916.
10. Wypych, T.P. The impact of diet on immunity and respiratory diseases / T.P. Wypych, B.J. Marsland, N.D. Ubags // *Ann. Am. Thorac. Soc.* – 2017. – Vol. 14, Iss. 5. – P. S339-S347. – DOI: 10.1513/AnnalsATS.201703-255AW.
11. Andres, A. Isoflavones at concentrations present in soy infant formula inhibit rotavirus infection in vitro / A. Andres, S.M. Donovan, T.B. Kuhlenschmidt [et al.] // *J. Nutr.* – 2007. – Vol. 137. – P. 2068-2073. – DOI: 10.1093/jn/137.9.2068.
12. Colacurci, N. Effects of soy isoflavones on endothelial function in healthy postmenopausal women. / N. Colacurci, A. Chiantera, F. Fornaro [et al.] // *J. Nutr.* – 2012. – Vol. 12, Iss. 3. – P. 299-307. – DOI: 10.1097/01.gme.0000147017.23173.5b.
13. Gomez-Zorita, S. Scientific evidence supporting the beneficial effects of isoflavones on human health / S. Gomez-Zorita, M. Gonzalez-Arceo, A. Fernandez-Quintela [et al.] // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12, Iss. 12. – art. 3853. – DOI: 10.3390/nu12123853.
14. Chadha, R. Dietary soy isoflavone: A mechanistic insight / R. Chadha, Y. Bhalla, A. Jain [et al.] // *Nat. Prod. Commun.* – 2017. – Vol. 12, Iss. 4. – P. 627-634.
15. Islam, A. The potential health benefits of the isoflavone glycoside genistin / A. Islam, M.S. Islam, M.N. Uddin [et al.] // *Arch. Pharm. Res.* 2020. – Vol. 43, Iss. 4. – P. 395-408. – DOI: 10.1007/s12272-020-01233-2.
16. Решетник, Е.И. Влияние употребления изофлавонов сои на профилактику развития онкологических заболеваний / Е.И. Решетник, Н.А. Фролова, Т.В. Бабий // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. – 2022. – Т. 11, № 2(58). – С. 88-91. – DOI 10.46548/21vek-2022-1158-0015.
17. Ahsan, F. Effects of dietary soy and its constituents on human health: A review / F. Ahsan, M. Imran, S.A. Gilani [et al.] // *Biomed. J. Sci. & Tech. Res.* – 2018. – Vol. 12, Iss. 2. – P. 9182-9187. – DOI: 10.26717/BJSTR.2018.12.002239.
18. El-Shemy, H.A., ed. *Soybean – bio-active compounds* / Ed. by H.A. El-Shemy. – Croatia, 2013. – 556 p. – DOI: 10.5772/45866.
19. Xiao, Y. Comprehensive evaluation of the role of soy and isoflavone supplementation in humans and animals over the past two decades / Y. Xiao, S. Zhang, H. Tong [et al.] // *Phytother. Res.* – 2017. – Vol. 32, Iss. 3. – P. 384-394. – DOI: 10.1002/ptr.5966.
20. Simental-Mendía, L.E. Effect of soy isoflavone supplementation on plasma lipoprotein(a) concentrations: a meta-analysis / L.E. Simental-Mendía, Jr. A.M. Gotto, S.L. Atkin [et al.] // *J. Clin. Lipidol.* – 2017. – Vol. 12, Iss. 1. – P. 16-24. – DOI: 10.1016/j.jacl.2017.10.004.
21. [Rienks, J.](#) Association of isoflavone biomarkers with risk of chronic disease and mortality: a systematic review and meta-analysis of observational studies / [J. Rienks](#), [J. Barbaresko](#), [U. Nöthlings](#) // *Nutr. Rev.* – 2017. – Vol. 75, Iss. 8. – P. 616-641. – DOI: 10.1093/nutrit/nux021.
22. Asbaghi, O. The effects of soy supplementation on inflammatory biomarkers: A systematic

review and meta-analysis of randomized controlled trials / O. Asbaghi, E. Yaghubi, B. Nazarian [et al.] // *Cytokine*. – 2020. – Vol. 136. – art. 155282. – DOI: 10.1016/j.cyto.2020.155282.

23. Jeong, D.-Y.  $\gamma$ -PGA-Rich Chungkookjang, short-term fermented soybeans: prevents memory impairment by modulating brain insulin sensitivity, neuro-inflammation, and the gut–microbiome–brain axis / D.-Y. Jeong, M.S. Ryu, H.-J. Yang, S. Park // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, Iss. 2. – art. 221. – DOI: 10.3390/foods10020221.

24. Nakai, S. Health promotion effects of soy isoflavones / S. Nakai, M. Fujita, Y. Kamei // *J. Nutr. Sci. Vitaminol (Tokyo)*. – 2020. – Vol. 66, Iss. 6. – P. 502-507. – DOI: 10.3177/jnsv.66.502.

25. Электронной фонд правовых и нормативно-технических документов РФ – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200037560> (дата обращения 06.11.2024).

26. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ» – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 46 с.

27. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 72 с.

28. Kim, I.S. Current perspectives on the beneficial effects of soybean isoflavones and their metabolites for humans / I.S. Kim // *Antioxidants (Basel)*. – 2021. – Vol. 10, Iss. 7. – art. 1064. – DOI: 10.3390/antiox10071064.

29. Pabich, M. Biological effect of soy isoflavones in the prevention of civilization diseases / M. Pabich, M. Materska // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11, Iss. 7. – art. 1660. – DOI: 10.3390/nu11071660.

30. Kim, I.S. Current perspectives on the physiological activities of fermented soybean-derived cheonggukjang / I.S. Kim, C.W. Hwang, W.S. Yang [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* – 2021. – Vol. 22. – art. 5746. – DOI: 10.3390/ijms22115746.

31. Křížová, L. Isoflavones / L. Křížová, K. Dadáková, J. Kašparovská, T. Kašparovský [et al.] // *Molecules*. 2019. – Vol. 24, Iss. 6. – P. 1076. – DOI: 10.3390/molecules24061076.

32. Lee, S.A. Adolescent and adult soy food intake and breast cancer risk: results from the Shanghai Women's Health Study / S.A. Lee, X.O. Shu, H. Li [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2009. – Vol. 89, iss. 6. – P. 1920-1926. DOI: 10.3945/ajcn.2008.27361.

33. Jooyandeh, H. Soy products as healthy and functional foods // *Middle-East Journal of Scientific Research*. – 2011. – Vol.7, Iss. 1. – P. 71-80.

34. Okekunle, A.P. Higher dietary soy intake appears inversely related to breast cancer risk independent of estrogen receptor breast cancer phenotypes / A.P. Okekunle, J. Gao, X. Wu [et al.] // *Heliyon*. – 2020. – Vol. 6, iss. 7. – art. e04228. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04228.

35. Willett, W. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems / W. Willett, J. Rockström, B. Loken [et al.] // *Lancet*. – 2019. – Vol. 393, Iss. 10170. – P. 447-492. – DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31788-4.

36. Стаценко, Е.С. Содержание изофлавоноидов в сое и пищевых продуктах с ее использованием / Е. С. Стаценко, М.А. Штарберг, Е.А. Бородин // *Техника и технология пищевых производств*. – 2022. – Т. 52, № 2. – С. 222-232. DOI: [10.21603/2074-9414-2022-2-2359](https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2359)

37. Приходько, А.Г. Изучение эффективности применения соево-тыквенных продуктов при включении в рацион здоровых людей для профилактики острых респираторных инфекций / А.Г. Приходько, Е.С. Стаценко, Е.А. Бородин и др. // *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. Изд-во: Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания (Благовещенск). – 2021. – №79. – С.52-64. <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2021-79-52-64>.

# **ПЕРСПЕКТИВЫ И АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СОЕВЫХ ДОБАВОК В МЯСНОЕ СЫРЬЕ НА СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Рязанов С.С., студент 4 курса Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

**Туров С.В., аспирант Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

**Крюк Р.В., кандидат технических наук, Доцент Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово*  
*e-mail: [seregey050503@mail.ru](mailto:seregey050503@mail.ru), [roman.kryuk.94@mail.ru](mailto:roman.kryuk.94@mail.ru), [kemdwarf42@gmail.com](mailto:kemdwarf42@gmail.com)*

## ***Аннотация***

В настоящее время во всем мире растет интерес к здоровому питанию и образу жизни, которые при этом не будут нести различных негативных воздействий на окружающую среду. Добавление соевого белка в мясо способствует расширению ассортиментов продуктов питания, что стимулирует рост мясных продуктов в пищевой промышленности. Также добавление в рецептуру соевого белка способствует доступностью для некоторых групп населения, которые не могут позволить себе дорогие мясные продукты или имеют ограничения по здоровью. Именно поэтому данные мясные продукты с добавлением соевого белка все больше производятся на предприятиях мясной промышленности.

Рынок растительных добавок в мясное сырье значительно растет, чтобы в последующем удовлетворять растущий потребительский спрос. Соевый белок успешно используется при приготовлении заменителей мяса благодаря своим превосходным желирующим свойствам и способности образовывать волокнистые структуры и стал наиболее известной альтернативой животному белку. Экструзия с высокой влажностью – это технология, которая широко используется для производства соевых белковых заменителей мяса с текстурой, похожей на мясо. Основным сырьем для приготовления соевых белковых заменителей мяса является непосредственно соевый белок [1]. Помимо основных белковых компонентов, добавление крахмала, клетчатки и других вспомогательных веществ также оказывает важное влияние на формирование структуры волокон и питательную ценность соевых белковых заменителей мяса. При процессе экструзии взаимодействие между компонентами приводит к ряду химических и физических изменений, а также формированию анизотропных волокнистых структур.

Продукты из соевого белка в основном используются в качестве ингредиентов в составе готовых продуктов и при этом они делятся на четыре основных категории. Большую часть соевых белков получают путём удаления шелухи, измельчения и обезжиривания соевых бобов с помощью экстракции гексаном. Затем их перемалывают в обезжиренную муку или крупу, которая содержит примерно 52% белка и экстрагируют этанолом или кислыми водами для удаления ароматических соединений и сахаров, вызывающих метеоризм, получая при этом концентраты соевого белка, содержащие 68% белка [2]. Также можно воспользоваться другим способом, который имеет похожую методику, за исключением действия после помолки обезжиренной муки и заключается в перерабатывании в изоляты соевого белка, содержащие около 90-95% белка, путем щелочной экстракции белка, удаления клетчатки центрифугированием и повторным осаждением и сушкой белка. Продукты, содержащие в себе высокое содержание жира выпускаются в ферментной и поджаренной формах [3]. Смеси соевого белка с хлопьями, желатином, стабилизаторами и эмульгаторами предлагаются для изготовления мясных продуктов на предприятиях мясной промышленности. Структурированные продукты, которые напоминают мясные куски или чипсы из бекона также производятся путем экструзии муки и концентратов. Соевые белковые ингредиенты используются в комбинированных продуктах питания, благодаря своим функциональным

свойствам, в том числе способности впитывать воду и жир, эмульгировать, аэрировать (взбивать) и сохранять форму при нагревании, а также для увеличения общего содержания белка и улучшения аминокислотного профиля.

Соевый белок считается перспективной добавкой за счет своих желирующих свойств, высокой питательной ценности и низкой стоимости. Соевые бобы в качестве продукта питания очень универсальны и являются богатым источником необходимых питательных веществ. Также они являются источником высококачественного белка, как было описано выше, сравнимым с другими белковыми продуктами, и подходят для всех возрастов. Но при этом негативные последствия, связанные с добавлением соевого белка в мясные продукты, могут быть связаны с процессом приготовления фарша и добавление в него сырого соевого шрота, что впоследствии влечет за собой появление в организме эндагенных ингибиторов пищеварительных ферментов и лектинов, а также ухудшением усвояемости организма [4]. Для повышения пищевой ценности соевых продуктов, ингибиторы и лектины обычно инактивируют термической обработкой или удаляют путём фракционирования в процессе переработки.

Соевые бобы также являются и альтернативным источником белка для людей, страдающих аллергией на молочный белок. Данный вид белка хорошо усваивается на 92-99 % и содержит в себе все 8 незаменимых аминокислот. Также, несмотря на низкое содержание метионина, он является хорошим источником лизина. Из литературных источников известно, что продукты из соевого белка содержат высокую концентрацию изофлавонов – до 1 г/кг [5]. Повышение спроса мясоперерабатывающими предприятиями обусловлено высоким качеством продукта с точки зрения питательной ценности, а также изобильностью данного продукта и низкой себестоимостью. В настоящее время различные формы соевых белков в основном используются из-за их функциональных свойств, а не из-за их питательной ценности.

Положительные качества соевого белка на сегодняшний день преобладают настолько, что создаются различные аналоги мяса из соевых компонентов, что представлено на рисунке 1.

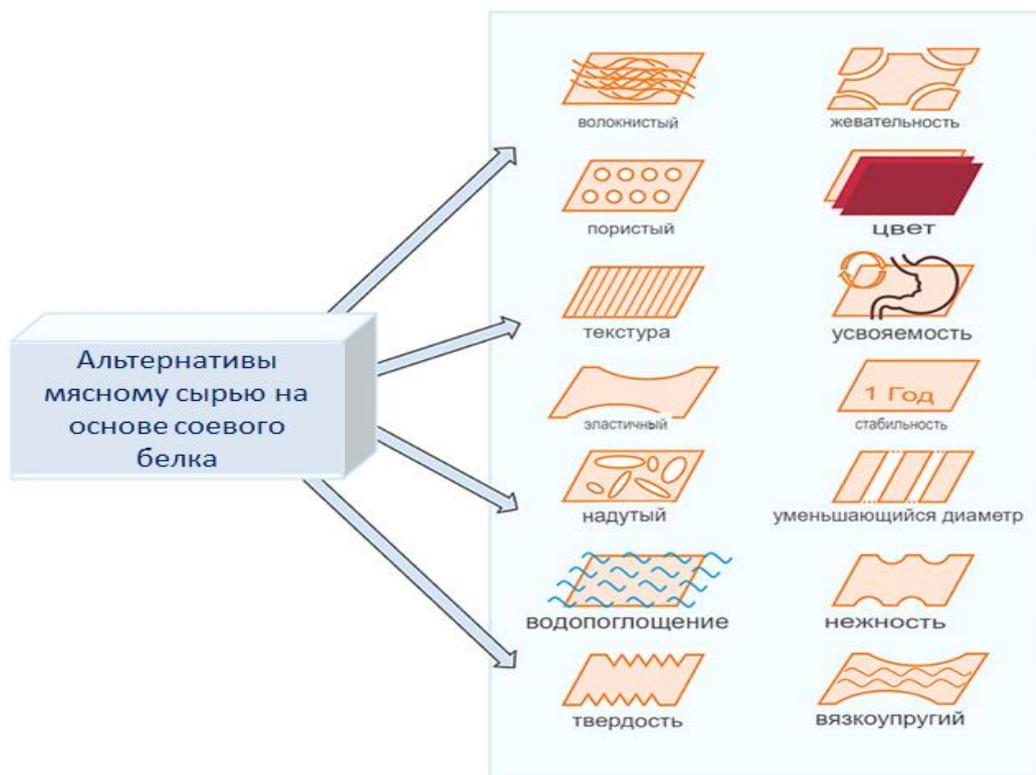


Рисунок 1 – Преимущественные показатели соевого белка на растительном аналоге мяса

Применение растительных соевых добавок в мясном сырье на современных предприятиях мясной промышленности имеет большой потенциал. Это позволит создавать не только новые продукты, которые отвечают актуальным запросам потребителей, но и будет способствовать развитию инновационных технологий в производстве мясных продуктов.

Таким образом, из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод о том, что использование растительных соевых добавок в виде соевого белка является перспективным направлением для всей мясоперерабатывающей промышленности в целом. Применение соевого белка открывает множество возможностей для производителей среди которых можно отметить создание нового ассортимента продукции, улучшение питательных свойств продуктов, снижения воздействия на окружающую среду, а также повышение эффективности производства. В целом, это направление представляет собой перспективное направление, которое способствует ее устойчивому развитию и адаптации к меняющимся условиям рынка.

## Литература

1. Обоснование использования пищевой клетчатки в производстве мясных продуктов / Л. Б. Есимова, Ю. А. Котельникова, П. А. Корневская, С. А. Грикшас // Научные основы развития АПК : Сборник научных трудов по материалам XXII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Томск, 15 мая – 15 2020 года. – Томск: Издательский центр "Золотой колос", 2020. – С. 20-23. – EDN DSFPAJ.
2. Решетникова, А. А. Использование веществ растительного происхождения при производстве мясных продуктов / А. А. Решетникова, Н. В. Гизатова // Инновационные технологии пищевых производств : сборник тезисов докладов II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Севастополь, 12–13 декабря 2019 года / Под ред. Н.И. Покинтелицы, Ю.О. Веляева. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2020. – С. 15-16. – EDN BXNGYN.
3. Разработка мясных продуктов с использованием нетрадиционного сырья / С. К. Касымов, Г. Н. Нурымхан, А. Н. Нургазезова [и др.] // Инновационный конвент "Кузбасс: образование, наука, инновации" : материалы Инновационного конвента, Новокузнецк, 04–05 декабря 2014 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2014. – С. 117-119. – EDN TDХКСR.
4. Меньшенина, Е. А. Пектин в качестве компонента мясного продукта функциональной направленности / Е. А. Меньшенина, А. А. Аслямова // Зыкинские чтения : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора медицинских наук, профессора Леонида Федоровича Зыкина, Саратов, 28 апреля 2021 года. – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2021. – С. 165-168. – EDN IATHJL.
5. Кузнецова, Е. А. Перспективные технологии мясных продуктов для функционального питания / Е. А. Кузнецова, Е. Ю. Злобина, М. Н. Чепеленко // Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Международной научно-практической конференции, Волгоградский государственный технический университет, 05–06 июня 2014 года / Под общей редакцией И.Ф. Горлова; ГНУ Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции Россельхозакадемии, Волгоградский государственный технический университет. – Волгоградский государственный технический университет: Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 2014. – С. 206-208. – EDN VXXTXF.

## РАЗВИТИЕ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПЕРСПЕКТИВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ

**Рязанов С.С., студент 4 курса Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

**Туров С.В., аспирант Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

**Крюк Р.В., кандидат технических наук, Доцент Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово*  
*e-mail: [seregey050503@mail.ru](mailto:seregey050503@mail.ru), [roman.kryuk.94@mail.ru](mailto:roman.kryuk.94@mail.ru), [kemdwarf42@gmail.com](mailto:kemdwarf42@gmail.com)*

### **Аннотация**

Кровь, является первым побочным продуктом, получаемым после забоя животного. На многих предприятиях мясной промышленности кровь, в большинстве случаев, всегда утилизировалась, так и не найдя применение для производства различных мясных продуктов. Но высокая питательная ценность крови, послужила применением её в продукты питания. Продукты, содержащие в составе кровь, будь то плазма или клеточная фракция крови, выполняют определённые функции в различных продуктах. В основном данное вторичное сырьё используется в мясных продуктах для повышения уровня белка и улучшения водосвязывающей и эмульгирующей способности.

Кровь убойных животных содержит в себе источник питательных веществ, включая белок и железо. Продукты на её основе могут быть использованы в различных формах, начиная от добавления в колбасные изделия, заканчивая производством сухих пищевых добавок. Это позволяет обогащать рацион людей необходимыми питательными веществами. Мясная промышленность может интегрировать продукты из крови в свои производственные процессы, создавая при этом новые виды продуктов, которые будут иметь не только приятный вкус, но и содержать в себе полезные элементы в виде белка и железа [1]. Добавление продуктов из крови может повысить содержание белка и железа в мясных изделиях, делая их более привлекательными для потребителей, которые хотят вести здоровый образ жизни.

Использование крови также используется в качестве ингредиентов при производстве различных пищевых добавок. Большинство потребителей часто не обращают внимание на то, что кровь входит в состав некоторых продуктов, в которых ранее данная добавка не применялась. В последние годы большое внимание уделяется получению пептидов с биологической активностью из побочных продуктов питания, в том числе из крови. Целью данного литературного исследования является рассмотрение перспектив применения крови животных в мясных продуктах для предотвращения недостатка белка и железа у потребителей. Проблемы дефицита различных витаминов всегда считаются одними из главных проблем на предприятиях пищевой промышленности. Далее будут рассмотрены образцы на примере различных видов мясного сырья и мясных продуктов. Для приготовления образцов использовались традиционные методы приготовления пищи, такие как бланширование, варка и приготовление на пару. Результаты показали, что в куриной грудки и голеньях, доведенных до кулинарной готовности содержалось небольшое количество гемового железа (0,1 и 0,3 мг/100 г) и негемового железа (0,3 и 0,7/100г). Гемовое и негемовое железо в приготовленной говяжьей вырезке составило 1,1 и 1,3 мг/ 100 г соответственно. Печень является хорошим источником железа, особенно свиная печень (12,6 мг/100 г), в которой содержится примерно 2,3 мг/100 г гемового железа. В приготовленных колбасных изделиях содержалось лишь небольшое количество гемового и негемового железа: от следов до 0,3 и от 0,2 до 0,5 мг/100 г соответственно. Наиболее качественным и перспективным источником гемового железа являются моллюски, в которых содержится примерно 14,7 и 17,7 мг/100 г общего железа и 4,0-9,1 мг/100г гемового железа [2].

Кровь является одним из основных побочных продуктов мясной промышленности и рассматривается на предприятиях мясной промышленности как потенциальный и устойчивый источник технофункциональных белков. На предприятиях анализируются такие аспекты, как объемы производства, экономическая целесообразность промышленного использования, основные фракции, которые могут быть извлечены, наиболее важные операции и текущее коммерческое использование. Но, несмотря на множества положительных факторов в виде приемлемой для организма пищевой ценности и хороших функциональных свойств, которые обеспечивают белки крови, лишь небольшой объем крови используется для добавления ее в рецептуру мясных продуктов.

В процессе забоя скота образуется большое количество крови с высоким содержанием азота и высокой химической потребностью в кислороде. Кровь является органическим веществом, состоящим в основном из белка. Она является потенциальным сырьем для производства биогаза после предварительной обработки или надлежащего управления и контроля процесса ферментации. Высокое содержание легко расщепляемого белка 95% в крови, а также содержание липидов 3% способствуют высокому потенциальному выходу метана [3]. При забое скота типичное время кровотечения составляет: 6 минут для КРС, 4-5 минут для овец, 3-4 минуты для телят, 6 минут для свиней и 2-3 минуты для птиц, бройлера.

В процессе забоя образуются несъедобные органические субпродукты. Кровь составляет около 2,4-8,0 % от массы животного, в зависимости от вида животного, и 6% от содержания постного мяса в туше. Кровь составляет 2,5% от живой массы у коров и 0,6 % у овец и коз. Также кровь составляет 7,0%, 3,0%, 3,0% от общей массы тела убойных животных тяжелого (250 кг), легкого (40 кг) и птицеводческого (1,5 кг) направлений соответственно. Около 20 кг крови получают с каждой головы убойного скота и примерно 40 г с каждого бройлера (2% от живой массы) и составляет 3,5 % от живого веса забитой птицы [4]. На рисунке 1 схематично представлено общее содержание крови, получаемой при забое животных.



Рисунок 1 – Количество крови, получаемой при забое животных

После забоя около 50% вытекающей крови собирается, а остальная часть остается в туше. Использование вакуумного давления для сбора крови может увеличить её объем, поскольку вакуумное давление сокращает время сбора крови и позволяет извлечь большое количество крови из туши. Полученная кровь в основном используется в качестве сырья для производства кровяной муки, фибрина или сыворотки крови, удобрений и кормов для животных. Кровь также богата углеродом и питательными веществами и может использоваться в качестве сырья, для анаэробного

сбраживания. Попадая за пределы кровеносных сосудов, кровь сворачивается в течении 1-2 минут. При длительном хранении кровь расслаивается из-за оседания более тяжелых компонентов. Добавление данного компонента в мясные продукты является перспективным направлением для предприятий мясной промышленности, поскольку кровь состоит из клеточного вещества (эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов, составляющих 30-40% от общей массы крови) и плазмы (около 60-63%) [5].

Подводя итоги из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что развитие мясной промышленности в перспективе использования крови убойных животных открывает новые перспективы для отрасли. Продукты на основе крови обладают ценным источником белка и железа, что помогает предотвращать их недостаток у большинства потребителей. Внедрение таких продуктов в производство позволит расширить ассортимент, привлечь новых потребителей и укрепить позиции предприятий на рынке. Данное направление использования крови убойных животных позволяет не только создавать новые продукты, но и позволяет обеспечивать их необходимыми питательными веществами.

### *Литература*

1. Гиро, Т. М. Производство и переработка продуктов животноводства / Т. М. Гиро, Т. Ю. Левина // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия-2023 : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 22–23 ноября 2023 года. – Москва: ООО "Сам Полиграфист", 2023. – С. 130-134. – EDN WQUMDH.
2. Дулепинских, К. И. Рациональное использование продуктов мясопереработки / К. И. Дулепинских, Г. М. Долженкова, Л. Н. Дулепинских // Перспективные разработки молодых ученых в области ветеринарии, производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых, Ставрополь, 01 декабря 2023 года. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2023. – С. 287-290. – EDN JDAWQO.
3. Weisenova, G. Procurement and processing of livestock in the meat processing industry / G. Weisenova // Развитие сельских территорий: региональный аспект : Сборник статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции, Краснодар, 11–12 мая 2023 года / Отв. за выпуск А.А. Адаменко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – Р. 220-228. – EDN LZPLNH.
4. Полозова, Т. В. Перспективы использования вторичных ресурсов мясоперерабатывающей отрасли Республики Бурятия / Т. В. Полозова, М. А. Баниева, А. А. Иргит // Приоритетные задачи научно-технологического развития агропромышленного комплекса : материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук и Дню Российской науки, Улан-Удэ, 05–09 февраля 2024 года. – Улан-Удэ: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова", 2024. – С. 243-249. – EDN PVWXWK.
5. Лисицын, А. Б. Комплексное использование сырья в мясной отрасли АПК / А. Б. Лисицын, Н. Ф. Небурчилова, И. В. Петрунина // Пищевая промышленность. – 2016. – № 5. – С. 58-62. – EDN WDFMXT.

## К ВОПРОСУ СОХРАННОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ

Кондратьев Н.Б., доктор технических наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал  
ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва  
e-mail: conditerprom\_lab@mail.ru*

### **Аннотация**

Кондитерские изделия с промежуточной влажностью в процессе хранения подвержены процессам влагопереноса между отдельными частями изделия. Такие изменения обусловлены градиентом активности воды. Исследованы процессы влагопереноса в сырцовых пряниках с фруктовой начинкой и определены показатели влагопереноса, активность воды, массовая доля влаги. Рассчитаны коэффициенты диффузии для пряников с фруктовой начинкой. Показано, что применение модифицированных крахмалов позволяет снизить скорость влагопереноса и повысить сохранность сырцовых пряников с начинкой. Исследованы сырцовые пряники с фруктовой начинкой глазированные глазурью, изготовленной на основе жира лауринового типа и упакованные в полипропиленовую пленку толщиной 20 мкм. Одним из факторов так называемого «поседения» поверхности глазированных кондитерских изделий является миграция жиров, которая обуславливает изменение органолептических характеристик и химического состава жировой фракции изделий. Изменения количества линолевой и лауриновой кислот в жировой фракции глазури свидетельствует о протекании процессов миграции жира по всему объему полуфабрикатов глазированного пряника. Дана комплексная оценка сохранности сырцовых пряников по показателям влагопереноса, липолитической активности и микробиологической безопасности.

Для кондитерских изделий с промежуточной влажностью, состоящих из нескольких полуфабрикатов, возможны процессы влагопереноса между отдельными частями изделия. Движущей силой таких процессов является градиент активности воды.

В отдельных частях изделия может уменьшаться, а в других, наоборот, увеличиваться активность воды. При увеличении активности воды риск микробиологических процессов существенно увеличивается.

Появление «свободной» влаги при хранении способствует развитию микроорганизмов, особенно, плесеней. Такие микроорганизмы продуцируют в окружающую среду липолитические ферменты, которые катализируют процессы гидролиза жиров.

Такие особенности изменений показателей качества при хранении обуславливают разработку необходимых требований при изготовлении, упаковке и хранении кондитерских изделий с промежуточной влажностью.

Для уменьшения скорости процессов влагопереноса используются различные пищевые добавки, в том числе влагоудерживающие и загустители. К таким добавкам относятся модифицированные крахмалы, камеди, гуммиарабик, карбоксиметилцеллюлоза и многие другие.

Исследована массовая доля влаги и активности воды в различных частях пряника с фруктовой начинкой – в выпеченном полуфабрикате и в начинке в процессе хранения. Разрушение внутренней структуры изделия, связанное с деградацией крахмала, приводит к уменьшению массовой доли влаги и «черствению» сырцовых пряников.

Проведены исследования влияния свойств модифицированного крахмала на процессы влагопереноса сырцовых пряников. Образцы пряников с фруктовой начинкой, упакованные в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм, хранили в контролируемых климатических условиях при температуре 30 °С и относительной влажности окружающего воздуха 40 % (рисунок 1).

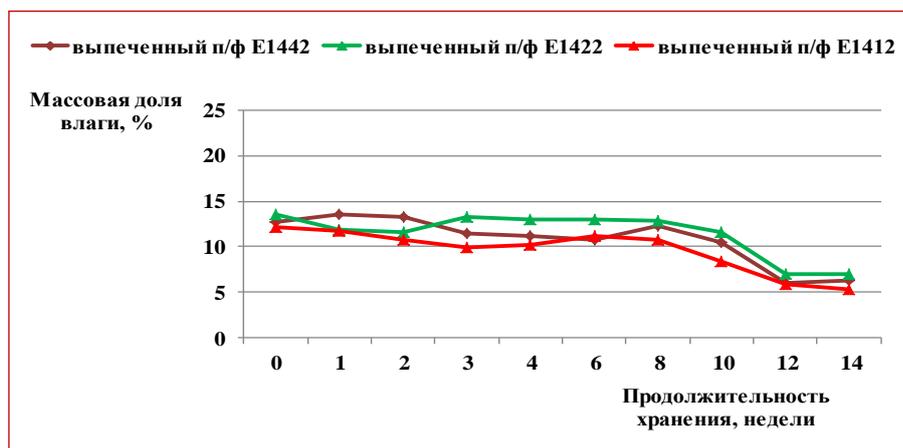


Рисунок 1 – Массовая доля влаги пряников, изготовленных с использованием модифицированных крахмалов

Использование гидроксипропил дикрахмалфосфата E 1442 позволяет уменьшить скорость потери влаги в пряниках в 3 раза по сравнению с ацелированным дикрахмал адипатом E 1422, что объясняется наличием сильно полярных фосфатных и гидроксильных групп в крахмале E1442.

Увеличение активности воды на 0,03 – 0,06 происходит на 7 - 10 неделе хранения в результате повышения скорости деградации крахмала в различных мучных кондитерских изделий и зависит от состава влагоудерживающих компонентов. Это обуславливает рост микробиоты в результате прорастания спор микроорганизмов.

Поскольку плесени растут при активности воды от 0,7 и выше, то на этом этапе хранения риск плесневения поверхности пряников очень высокий. Содержанию плесеней может достигать 102 – 103 КОЕ/г и более, что не соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Допустимые уровни мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов составляют не более  $5 \times 10^3$  КОЕ/г; спорообразующие микроорганизмы не нормируются; плесени - не более 50 КОЕ/г, дрожжи - не более 50 КОЕ/г.

Активность воды выпеченного полуфабриката пряников с фруктовой начинкой, изготовленных с различными наименованиями крахмала, снижается в процессе хранения в различной степени (рисунок 2).

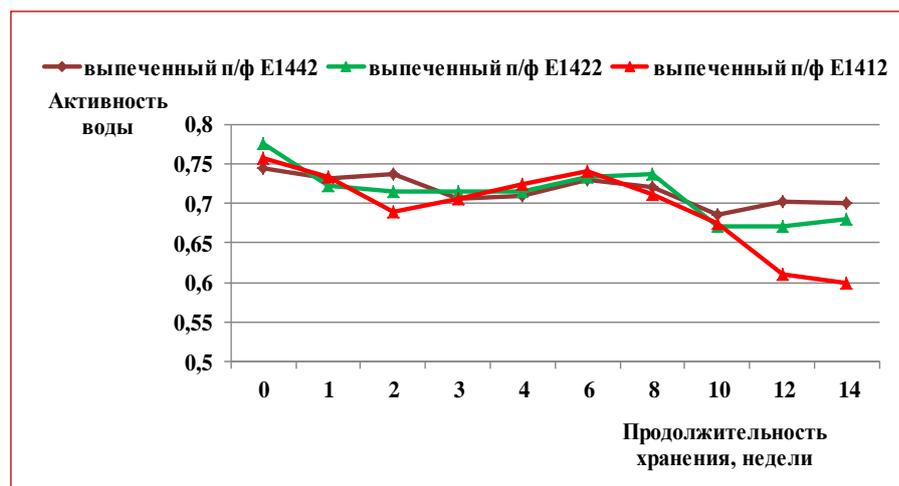


Рисунок 2 – Активность воды пряников, изготовленных с использованием модифицированных крахмалов

Рассчитаны коэффициенты диффузии для пряников с фруктовой начинкой с учетом геометрических размеров упаковки по формуле (1) (таблица 1).

$$D \approx -\frac{\Delta Q \times l}{A \times \Delta \tau \times (c_2 - c_1)}, \text{ где} \quad (1)$$

$\Delta Q$  – количество протиффундировавшей влаги, г;

$A$  – площадь поверхности, м<sup>2</sup>;

$\Delta \tau$  – длительность процесса влагопереноса, с;

$c_2$  – содержание влаги в паровой фазе окружающего воздуха, г/м<sup>3</sup>;

$c_1$  – содержание влаги в паровой фазе в упаковке изделия, г/м<sup>3</sup>.

Таблица 1 - Коэффициенты молекулярной диффузии пряников с фруктовой начинкой

Модифицированный крахмал для изготовления начинки	Коэффициент диффузии, м <sup>2</sup> /с×10 <sup>-8</sup>
E1442 (Thermtex)	1,097
E1422 (Purity)	1,145
E1412 (Instanttex taidA)	1,358

Наименьший коэффициент диффузии свидетельствует о минимальной скорости миграции влаги при хранении пряников. Использование модифицированных крахмалов позволяет уменьшить скорость влагопереноса и увеличить срок годности различных кондитерских изделий с промежуточной влажностью.

Исследованы сырцовые пряники с фруктовой начинкой глазированные, упакованные в полипропиленовую пленку толщиной 20 мкм. Глазирование проведено глазурью, изготовленной на основе жира лауринового типа.

Одним из факторов так называемого «поседения» поверхности глазированных кондитерских изделий является миграция жиров, которая обуславливает изменение органолептических характеристик и химического состава жировой фракции изделий. Пряники хранили при температуре 20 °С при относительной влажности окружающего воздуха 40 %. Изменения количества линолевой и лауриновой кислот в жировой фракции глазури свидетельствует протекании процессов миграции жира по всему объему полуфабрикатов глазированного пряника (таблица 2).

Таблица 2 - Жирнокислотный состав жировой фракции глазури

Жирная кислота	Обозначение	Содержание жирных кислот, %, длительность хранения, недели			
		0	4	8	12
Каприновая	10:0	2,7	2,5	2,4	2,0
Лауриновая	12:0	53,2	50,6	50,4	49,3
Миристиновая	14:0	19,7	19,7	19,5	20,1
Пальмитиновая	16:0	10,3	10,9	10,6	11,5
Стеариновая	18:0	8,4	10,6	11,2	11,1
Олеиновая	18:1	2,5	2,5	2,3	2,7
Линолевая	18:2	0,8	0,9	1,2	1,2
Арахидиновая	20:0	0,1	0,1	-	0,2

Для приготовления выпеченного мучного полуфабриката использовано. После 12 недель хранения содержания лауриновой кислоты в жировой фракции выпеченного полуфабриката, изготовленного на основе низкоолеинового подсолнечного масла с высокой массовой долей линолевой кислоты, увеличилось от 0,1 % до 4,9 %, при этом содержание линолевой кислоты уменьшилось от 62,5 до 55,9 %.

Проведены исследования активности липазы в пряниках. Оценка липолитической активности проводилась визуально по степени окраски кружков фильтровальной бумаги, обработанных индоксилацетатом, по десятибалльной шкале. Установлено, что увеличение

активности липазы в отдельных частях пряников коррелируется с увеличением содержания КМАФАНМ. Значительное увеличение активности липазы и «мыльный» привкус выявлен на 8 неделе хранения пряников. Увеличение содержания КМАФАНМ после 8 - 10 недели хранения до  $8,0 \times 10^2$  -  $8,6 \times 10^2$  КОЕ/г в верхнем слое сырцовых пряников с начинкой с глазурью и в выпеченном полуфабрикate коррелируется с повышением активности липазы.

Исследование спорообразующей микробиоты на 8-10 неделях хранения выявило увеличение количества микроорганизмов выше нормы ТР ТС 021/2011. На 8 неделе увеличилось количество спорообразующих мезофильных анаэробных бактерий, на 10 неделе хранения наблюдался значительный рост плесени до 410 КОЕ/г, которые обусловили повышение липолитической активности глазированных пряников.

Наличие фосфатных групп модифицированного крахмала обуславливает влагоудерживающую способность начинок сырцовых пряников, характеризуемую коэффициентами диффузии, которые составили для пряников на основе крахмала с фосфатными группами Е 1412 –  $1,358 \text{ м}^2/\text{с} \times 10^{-8}$ ; с ацетильными группами Е 1422 –  $1,145 \text{ м}^2/\text{с} \times 10^{-8}$ ; с комбинацией фосфатных и гидроксипропильных групп Е 1442 -  $1,097 \text{ м}^2/\text{с} \times 10^{-8}$ .

Установлена корреляция увеличения активности воды, степени обсемененности и активности липазы в различных частях сырцового пряника с начинкой при хранении. Увеличение количества плесеней на 8-10 неделе хранения до 400 КОЕ/г, сопровождается резким ухудшением органолептических характеристик глазированных пряников.

Понижение активности воды ниже 0,7 при использовании влагоудерживающих добавок, уменьшении массовой доли влаги или при изменении рецептурного состава способствует увеличению срока годности, однако такие модификации приводят к существенным изменениям органолептических показателей пряников.

### *Литература*

1. Кондратьев, Н. Б. К вопросу оценки скорости процессов влагопереноса в сырцовых пряниках для управления их сохранностью / Н. Б. Кондратьев, Т. В. Савенкова, О. С. Руденко, М. В. Осипов, И. А. Белова // Пищевая промышленность. – 2019. – № 11. – С. 64– 67. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10180
2. Конева, С. И. Влияние влагоудерживающих агентов на потребительские свойства и срок годности пряников // Ползуновский вестник. – 2022. – № 2. – С. 51–56. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.007
3. Сафиуллина, А. Р. Влияние рецептурных компонентов на микробиологические показатели качества заварных пряников / А. Р. Сафиуллина, М. К. Садыгова, З. Ю. Хапцев // Сурский вестник. – 2020. – № 3 (11). – С. 59–64.
4. Кондратьев, Н. Б. К вопросу оценки факторов сохранности пряников с фруктовой начинкой / Н. Б. Кондратьев, К. В. Федорко, Э. Н. Крылова, М. А. Пестерев, М. В. Осипов // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – № 3, – С. 397–405.
5. Руденко, О.С. Оценка факторов, влияющих на риск микробиологической порчи пряников с начинкой / О.С. Руденко, Н.Б. Кондратьев, М.В. Осипов, А.Е. Баженова, М.А. Пестерев // Пищевая промышленность. – 2019. – №12, – С. 21–26.
6. Лазарева, Т. Н. Разработка способа повышения сохраняемости и безопасности функциональных пряничных изделий / Т. Н. Лазарева, С. Я. Корячкина // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сб. научных статей VII Международной научно-практической конференции, 13 ноября 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, – 2020. – С. 227-231.
7. Руденко О. С. Взаимосвязь активности липазы и скорости влагопереноса в пряниках, глазированных кондитерской глазурью на основе жиров лауринового типа / О. С. Руденко, Н. Б. Кондратьев, М. А. Пестерев, А. Е. Баженова, Н. В. Линовская // Вестник ВГУИТ. – 2019. – №4 (82), – С. 62–70

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОТЕРМ СОРБЦИИ ВЛАГИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ МАРМЕЛАДА

Казанцев Е.В.

*Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва  
e-mail: conditerprom\_lab@mail.ru*

## **Аннотация**

Хранимоспособность мармелада может снижаться в результате миграции влаги или черствения, что прогнозирует снижение срока годности. Для удержания влаги в изделиях используют пищевые добавки, включая модифицированные крахмалы E1401, E1412. Исследованы показатели влагопереноса изготовленных образцов, содержащих E1401, E1412. Образцы сравнивали с контрольными, не содержащими крахмалы. Для прогнозирования хранимоспособности применён метод построения изотерм сорбции влаги. Установлено, что для изотерм образцов, контроля и содержащих E1401 характерно наличие смещения («сдвига»), обусловленного значительными изменениями активности воды в мармеладе, что приводит к изменению правильной сигмоидальной формы изотерм. Установленные изменения отсутствуют для образцов, содержащих E1412, что прогнозирует высокую хранимоспособность и повышение срока годности такого мармелада. Метод изотерм сорбции влаги может применяться для оценки хранимоспособности не только мармелада, но и сахаристых кондитерских изделий, состоящих из двух и более полуфабрикатов, а также при проектировании новых видов пищевых систем с промежуточной влажностью.

В 2023 году объём производства кондитерской продукции превысил 4 млн. тонн [1]. Желейно-фруктовый и фруктовый мармелад входит в группу сахаристых изделий, обладает студнеобразной или жевательной консистенцией, что благодаря наличию фруктовой составляющей, обеспечивает высокий спрос [2]. При этом сохранение высоких исходных качественных характеристик таких изделий на всём заявленном сроке годности и повышение их хранимоспособности, является комплексной актуальной проблемой как для производителей, так и для торговых сетей [3].

Хранимоспособность кондитерских изделий – это система взаимосвязанных биохимических, структурно-механических и физико-химических процессов, обеспечивающая их заданные потребительские свойства и срок годности. В процессе хранения изменяются органолептические, физико-химические и микробиологические характеристики мармелада. Такие взаимосвязанные процессы обусловлены химическим составом используемых сырьевых компонентов, уровнем технологической обработки, свойствами упаковочных материалов, стабильностью температурных режимов логистических цепочек [4].

Мармелад относится к группе изделий с промежуточной влажностью, поэтому важнейшей причиной потери мармеладом высоких потребительских свойств является его частичное черствение (образование корочки сахарозы на поверхности), обусловленное процессами влагопереноса, движущей силой которых является градиент активности воды [5]. Для снижения скорости миграции влаги к поверхности мармелада применяют модифицированные шитые крахмалы с различным уровнем монозамещения [6]. Так крахмал подвергнутый предварительной желатинизации используется в смесях для тортов, с целью удержания влаги в выпеченном полуфабрикате, а пищевые плёнки на основе модифицированных крахмалов обладают барьерными свойствами и снижают адгезионные свойства глазури [7]. Использование крахмалов, модифицированных методом сшивания, в составе ежевичных желеобразных десертов на основе сахарозы позволило получать тиксотропные пищевые системы низкой прозрачности с замедленной ретроградацией после 7 суток хранения при температуре + 20 °С. Образцы на основе модифицированных крахмалов

обладали более низкими значениями индексов «старения», а их цвет существенно не отличался по отношению к контрольному образцу, содержащему нативный крахмал [8].

Прогнозирование хранимоспособности и срока годности кондитерских изделий достигается различными подходами, например, экспресс-метод ASLT совместно с уравнениями Аррениуса. Недостатком этого метода является отклонение зависимости Аррениуса в результате нелинейности протекания реакций при хранении [9]. Для оценки процессов миграции влаги в кондитерских изделиях необходим контроль массовой доли влаги и активности воды ( $a_w$ ). Так при  $a_w$  менее 0,25 пищевые продукты очень стабильны безопасны для здоровья человека. Повышение этого показателя до 0,8 и более, сопровождается высоким количеством влаги в пищевых продуктах и способствует ускорению нежелательных для качества изделий химических реакций.  $a_w$  используется как инструмент технологического контроля физико-химических и микробиологических процессов, происходящих в пищевых продуктах, а её числовое значение индивидуально для каждого образца мармелада и находится в широком диапазоне. Графики, характеризующие нелинейный характер взаимосвязи содержания влаги в пищевом продукте и значения активности воды, называют «изотермы сорбции влаги». При оптимальном отношении этих показателей мармелад может сохранять заданные структурные свойства, поэтому для прогнозирования его хранимоспособности использован метод построения (ИСВ) [10].

Цель исследований заключалась в прогнозировании хранимоспособности мармелада, содержащего модифицированные крахмалы, методом построения ИСВ.

Исследованы изготовленные образцы желеино-фруктового мармелада, содержащие 2 % различного кукурузного модифицированного крахмала: дикрахмалфосфат E1412, обработанный кислотой E1401. В качестве контрольных образцов изготовлен желеино-фруктовый мармелад, не содержащий сшитые модифицированные крахмалы. Образцы контроля содержали 63 % сахара белого, 20 % крахмальной патоки, 15,0 % яблочного пюре, 1,5 % яблочного пектина. Образцы с крахмалом содержали 61,2 % сахара белого, 20 % крахмальной патоки, 15,0 % яблочного пюре, 1,5 % яблочного пектина. Содержание влаги в образцах 21 % – 23 %. Мармелад упаковывали помещали в климатическую камеру «Climacell 404» (Чехия) при 18 °С и влажностью воздуха 40 % предварительно упакованным в полипропиленовую плёнку толщиной 20 мкм.

Активность воды оценивали по ГОСТ ISO 21807-2015 «Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды». Массовую долю влаги образцов в соответствии с ГОСТ 5900 – 2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ». Математическая обработка экспериментальных данных проведена с Excel 2019 (tables).

Измерены физико-химические показатели, характеризующие процесс миграции влаги в желеино-фруктовом мармеладе и построены ИСВ образцов (рисунок 1).

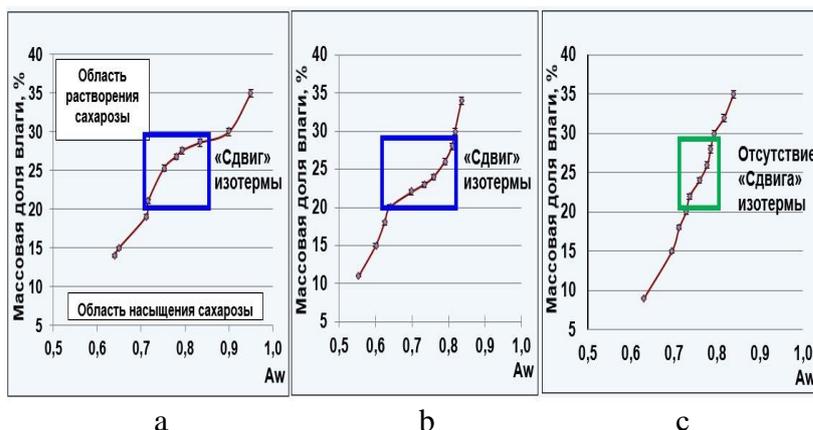


Рисунок 1 – ИСВ мармелада: а – без крахмала; б – с E1401; с – с E1412

Массовая доля влаги и активность воды мармелада находились в широком диапазоне: 21 % – 23 % и 0,720 – 0,760, соответственно. При снижении массовой доли влаги до 20 %  $a_w$  оставалась на том же уровне (рисунок 1а). Если изменение  $a_w$  при хранении происходит медленно, такое

состояние продукта характеризуется как стабильное. При быстрых изменениях соотношения кристаллических и аморфных растворенных веществ мармелада в диапазоне  $a_w$  от 0,7 до 0,8 происходят изменения сигмоидальной формы изотермы. В хранении происходит постепенная кристаллизация сахарозы и структура мармелада изменяется, при этом наблюдается смещение или «сдвиг» изотермы. Установлено, что для изотерм образцов, контрольного и содержащего крахмал E1401 характерно наличие смещения или «сдвига», в диапазонах от 0,72 до 0,76 и от 0,65 до 0,75, соответственно (рисунки 1a, 1b). Дальнейшее снижение массовой доли влаги от 16 % до 18 % сопровождается миграцией молекул воды в окружающую среду, а поверхность изделий покрывается кристаллами сахарозы, что сильно снижает хранимоспособность мармелада и является причиной снятия продукта с реализации. Включение E1412 в рецептуру мармелада не приводит к характерному «сдвигу» изотермы сорбции (рисунок 1c), что прогнозирует отсутствие засахаривания поверхности при уменьшении массовой доли влаги при хранении, а также его высокую хранимоспособность.

Дальнейшие исследования хранимоспособности образцов по устойчивости мармелада к потере влаги подтвердили полученный ранее прогноз повышенной хранимоспособности мармелада с E1412 (рисунок 2).

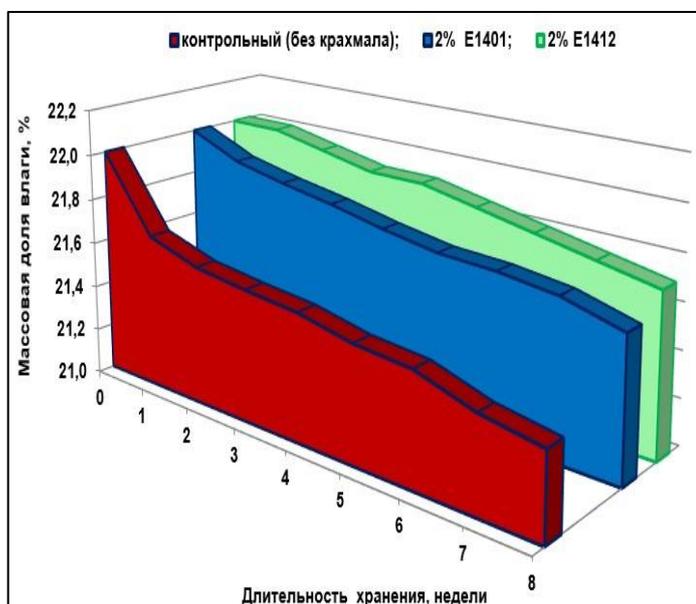


Рисунок 2. Массовая доля влаги мармелада в процессе хранения при 18 °С

Установлено, что массовая доля влаги образцов с E1412 за 8 недель хранения снизилась всего на 1,4 %, а образцов с E1401 и контрольных на 1,8 % и 2,7 %, соответственно. Таким образом использование E1412 в составе мармелада позволило снизить потери влаги относительно образцов с E1401 в 1,5 раза, а контрольных в 1,9 раз. Полученные зависимости потери массовой доли влаги при хранении для образцов с E1412 характеризовали соответствующим уравнением регрессии:

$$W = -0,035\tau + 21,0;$$

где  $W$  – массовая доля влаги в образце, %;

$\tau$  – прогнозируемая длительность хранения (срок годности) изделий, недель.

Используя предложенное уравнение и минимальное (заданное) количество влаги в мармеладе равное 15 %, согласно ГОСТ 6442 «Мармелад. Общие технические условия», можно установить прогнозируемый срок годности мармелада, содержащего крахмал E1412.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о эффективности применённых подходов для прогнозирования хранимоспособности мармелада. Использование модифицированного крахмала E1412 в рецептурном составе образцов, позволяет значительно замедлить потерю влаги в результате процессов влагопереноса и управлять хранимоспособностью и сроком годности

мармелада. Предложенный способ прогнозирования срока годности мармелада может использоваться для других сахаристых кондитерских изделий со студнеобразной консистенцией.

#### *Литература*

1. Российский рынок кондитерских и хлебобулочных изделий [Электронный ресурс]: О ситуации на рынке кондитерских и хлебобулочных изделий России на выставке World Food Moscow / World Food Moscow, 2023. – URL:<https://world-food.ru/ru/media/news/2024/march/11/konditerskie-i-hlebobulochnye-izdeliya/> (дата обращения 20.08.2024).
2. Teixeira-Lemos, E. Development and characterization of healthy gummy jellies containing natural fruits / E. Teixeira-Lemos, A. Almeida, B. Vouga // *Open Agriculture*. – 2021. – № 6. – P. 466-478. DOI: 10.1515/opag-2021-0029
3. Miah, J. Environmental management of confectionery products: Life cycle impacts and improvement strategies / J. Miah [et al.] // *J. Clean. Prod.* – 2018. – Vol. 177. P. 732–751. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.073
4. Sitnikova, P. Physical changes in the structure of ice cream and frozen fruit desserts during storage / P. Sitnikova // *Food systems*. – 2019. – Vol. 2. № 2. – P. 31–35. (In Russ.). DOI: 10.21323/2618-9771-2019-2-2-31-35
5. Кондратьев, Н. Б. Основные факторы формирования молекулярной структуры мармелада / Н. Б. Кондратьев [и др.] // *Пищевые системы*. – 2021. – Т. 4, № 3. – С. 172–179. DOI: 10.21323/2618-9771-2021-4-3-172-179
6. Казанцев, Е. В. Использование модифицированных крахмалов для управления сроком годности кондитерских изделий студнеобразной консистенции / Е. В. Казанцев, Н. Б. Кондратьев, Н. А. Петрова // *Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения*, Москва, 11 июня 2021 г. – Москва: Буки Веди, 2021. – С. 164-168.
7. Yuliarti, O. Rheological and microstructural properties of native cassava starch-low methoxyl pectin in a fruit filling gel system / O. Yuliarti, E. Gusti, J.H. Chiang // *LWT*. – 2021. – Vol. 146. – P. 111568. DOI:10.1016/j.lwt.2021.111568
8. Włodarczyk-Stasiak, M. Influence of Methods of Corn Starch Modification and Used Sweetener on the Functional Properties of Blackberry Jelly-like Dessert / M. Włodarczyk-Stasiak, A. Mazurek, R. Kowalski // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28. – P. 498. DOI: 10.3390/molecules28020498
9. Anggraini, A. Accelerated shelf life test (aslt) method with arrhenius approach for shelf life estimation of sugar palm fruit jam with addition of asian melastome (*melastoma malabathricum*, L.) on jar packaging and pouch / A. Anggraini, Sayuti K., Yenrina R. // *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*. – 2019. – Vol. 3(2). – P. 268–279.
10. Стеле, Р. Срок годности пищевых продуктов. Расчет и испытание / Под ред. Р. Стеле / Пер. с англ. В. Широкова / Под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с. ISBN 5-93913-100-X.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ УДЕРЖИВАНИЯ РАССАДЫ В КАССЕТАХ БЕЗ ВОДЫ

Лопатин В.С., Огняник А.В. к.т.н, Дон Д.В.

*ФГБНУ ВНИИГТИ (Всероссийский Научно Исследовательский Институт Табака, махорки и Табачных Изделий)*

### **Аннотация**

Посадка рассады, в том числе выталкивание ее из кассеты предполагает выращивание рассады в кассете. Методика выращивания саженцев включает в себя такие этапы как подготовка кассет, почвенной смеси, посев семян в кассеты и уход за всходами. Для выталкивания рассады и использования кассет при посадке необходимо подобрать нужный материал кассеты. Для проведения опытов и составления методик, связанных с выращиванием и посадкой рассады было принято использовать пластиковые кассеты. Далее необходима подготовка почвенной смеси. [1] Для нее нужно смешать песок с землей и перегноем, на три части земли с песком одна часть перегноя. Смесь должна быть мелкой дисперсности, так как в ячейках она должна уплотниться. Засыпав грунт в кассеты, необходимо посеять семена в количестве 1-3 семян на одну ячейку. Семена нужно присыпать сверху грунтом не выше 4-5мм. Для ухода опытным путем была установлена необходимость в постоянной температуре и влажности воздуха в помещении, в котором выращивается рассада. Для достижения таких условий необходим регулярный необильный полив и контроль температуры воздуха в помещении.

### **Методика определения времени удерживания рассады без воды.**

Для создания необходимых условий выталкивания, нужно учесть такие факторы как влажность почвы в ячейке кассеты, а так же связывание грунта корнями саженца. Для достижения нужного эффекта была разработана методика определения времени удерживания рассады без воды, так как именно этот параметр влияет на влажность почвы в ячейке, непосредственно перед посадкой в открытый грунт. [2]

Для определения времени удерживания рассады без воды потребовалось изучить поведение почвы без саженца и с пророщенным саженцем.

В первой части методики загрузили две кассеты питательной смесью, уплотнили и полили водой в количестве 50-60 мл на одну ячейку. Далее каждый третий день было необходимо выталкивать часть земли, чтобы оценить эффективность выталкивания. Таким образом, на третий, пятый, седьмой и девятый день после крайнего полива были вытолкнуты по 16 ячеек с землей. Средняя температура воздуха в помещении составила 18,75 \*С.



Рисунок - Кассеты, заполненные землей.

Во второй части методики по результатам первой части было принято решение провести опыт с выталкиванием пророщенной рассады. Были использованы две кассеты по 32 ячейки с рассадой. Когда рассада достигла подходящего для посадки размера (10-15см), провели полив в установленном из первой части методики количестве и оставили саженцы подсыхать. Из первой части методики было установлено, что для достижения необходимого результата в выталкивании, нужно ждать в 9 дней. Поэтому было принято решение провести опыт по выталкиванию рассады на восьмой, девятый, десятый и одиннадцатый день после крайнего полива. Средняя температура воздуха в помещении в дни выталкивания составила 18\*С.

#### Результаты определения времени удерживания рассады без воды.

В соответствии с представленной методикой были проведены исследования, результаты которых приведены в таблице 1

Таблица 1 - Определение времени удерживания почвы в кассете без воды.

День удерживания	Процентное количество вытолкнутой земли для каждой ячейки кассеты, %			
Третий день	10	10	5	10
	15	15	10	20
	15	20	5	5
	10	10	90	80
Пятый день	10	10	15	10
	20	10	10	10
	10	15	10	10
	5	10	10	20
Седьмой день	15	10	20	80
	10	80	15	60
	10	20	80	90
	10	20	60	10
Девятый день	90	90	80	80
	90	90	90	90
	80	90	80	90
	80	90	80	90

На основании приведенных результатов исследования, можно сделать вывод, что на девятый день удерживания кассет с почвой без воды, почва достигает необходимых условий для полного выталкивания цельного куска земли из ячейки кассеты.

В первой части методики необходимо было изучить свойства почвы в условиях высушивания смеси до подходящего к выталкиванию состояния, поэтому само выталкивание проводилось без рассады.

Во второй части методики необходимо провести опыты с рассадой, для чего было засажено 2 кассеты по 32 ячейки, пророщены саженцы по методике выращивания рассады. Когда саженцы достигли нужного размера, был произведен полив кассет водой в объеме 50мл на одну ячейку с удерживанием влаги на срок 8 дней. Результаты опыта представлены в таблице 2.

Таблица 2. Определение времени удерживания рассады без воды.  
«1» - Саженец был вытолкнут, сохранив целостность кубика земли с корнями.

«0» - Саженец поврежден либо кубик земли рассыпался при выталкивании, либо выталкиватель проткнул землю, не вытолкнув рассаду.

День удерживания	Результат выталкивания рассады из кассеты			
Восьмой день	0	1	1	1
	0	1	1	1
	0	1	1	0
	1	1	1	1
Девятый день	1	1	1	1
	1	0	1	1
	1	0	1	1
	1	1	1	1
Десятый день	0	1	1	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1	0	0
Одиннадцатый день	0	0	0	0
	1	0	0	0
	1	1	1	0
	0	0	0	0

Результатом представленного опыта является определение нужного количества дней для доведения кассет до нужного состояния, подходящего для посадки в открытый грунт. Так же было установлено, что рассада может выжить без воды до десяти дней, что позволяет регулировать параметр удерживания рассады, изменяя температуру воздуха и объем последнего полива. Так, например, уменьшив дозу воды на одну ячейку, количество дней удерживания уменьшится, то же самое произойдет при повышении температуры воздуха в помещении. [3]

Последний, одиннадцатый день удерживания саженцев можно объяснить следующим образом. Рассада не выдерживает 11 дней без воды, теряет свои агротехнические свойства и непригодна к посадке, когда как на 8-10 день выглядит вполне подходящей к посадке.

Делая выводы из второй части опытов, можно выделить девятый день удерживания рассады без воды наиболее подходящим для дальнейшей работы с кассетами, при последнем поливе 50мл воды на одну ячейку и средней температуре воздуха в помещении 18\*С.

### *Литература*

1. Рекомендации по совершенствованию организации производства табака в хозяйствах сельских товаропроизводителей при переходе к рыночной экономике. - Краснодар, 1993. – 54 с.
2. Ресурсосберегающая технология производства табака. (Рекомендации). – Краснодар, 1999. – 20 с.
3. Агротехнологические основы повышения эффективности производства табака / под общ. ред. А.Е. Лысенко. - Краснодар, 2003. – 370 с.

## УСТАНОВКА НА ОСНОВЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

Порохнов А.Н., Владимирова А.А., кандидат технических наук, Николаева Е.В., кандидат физико-математических наук

ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

[porohnov@yandex.ru](mailto:porohnov@yandex.ru)

### *Аннотация*

Настоящая работа посвящена разработке установки на основе индукционного нагрева для термической обработки пищевого сырья. Основной частью разработанного прототипа является система индукционного нагрева, состоящая из блока питания, индуктора и металлического вальца, в котором индуцируются токи Фуко. Предлагаемая нами сушильная установка, основанная на принципе индукции, предназначена для сушки как молочного, так и растительного сырья, в том числе вязких и пастообразных продуктов.

Индукционный нагрев — это бесконтактный процесс нагрева электропроводящих материалов за счет явления электромагнитной индукции. Данная технология нагрева в промышленности, показывая преимущества энергоэффективности, быстрого, точечного нагрева, и безопасности эксплуатации [1-7].

Принцип индукционного нагрева объясняется теорией Фарадея. При протекании переменного тока через индуктор в проводящей металлической детали, расположенной вблизи индуктора, возникают вихревые токи, которые ее и нагревают. При автоматизации и правильной настройке процесс становится контролируемым и повторяемым. В пищевой промышленности индукционный нагрев нашёл широкое применение для приготовления пищи, пастеризации пищевого сырья, экспериментальных исследованиях [8, 9].

Так в индукционных плитах происходит непосредственно нагрев дна посуды для приготовления пищи, конфорки практически не нагреваются, что не позволяет обжечься и снижаются потери тепла; нагрев происходит мгновенно за счет высокого КПД индукции.

Такой способ нагрева увеличивает скорость процесса приготовления и, следовательно, уменьшается электропотребление; возможность более точного контроля очень низких и очень высоких температур (температурный режим меняется практически сразу).

Пищевая промышленность является одной из самых энергозатратных отраслей, так как для таких пищевых процессов, как пастеризация, стерилизация, сушка, традиционные источники тепла – вода, пар и горячий воздух. В связи с вышеперечисленными преимуществами индукционного нагрева возникает задача использования его в других устройствах пищевой промышленности.

Пастеризация, стерилизация и сушка пищевых продуктов проводится с целью увеличения сроков хранения пищевых продуктов и уничтожения пагубных микроорганизмов. При удалении влаги исключается возможность протекания микробиологических и биохимических процессов.

Существует множество способов получения сухого сырья (инфракрасный, конвективный, сублимационный, микроволновый и другие.) и применяемые для этого сушильные аппараты, установки или системы.

В нашем исследовании разработан прототип сушилки с индукционным нагревом и проведено исследование по получению сухого молока.

Основной частью разработанного прототипа является система индукционного нагрева, состоящая из блока питания, индуктора и металлического вальца, в котором индуцируются токи Фуко. Схема устройства приведена на рисунке 1.

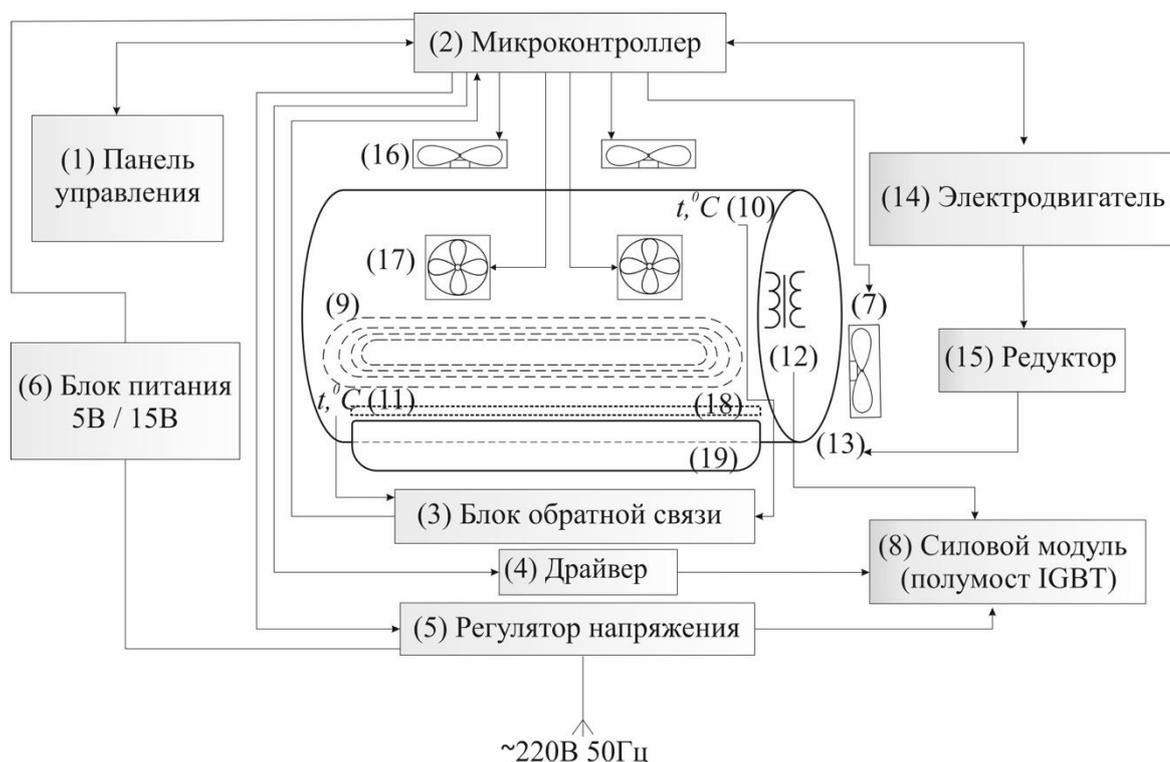


Рисунок 1. Структурная схема индукционной сушилки: (1) Панель управления, (2) Микроконтроллер, (3) Блок обратной связи, (4) Драйвер, (5) Регулятор напряжения, (6) Блок питания, (7) Вентилятор охлаждения индуктора, (8) Силовой модуль, (9) Индуктор, (10,11) Датчики температуры, (12) Трансформатор тока (индикатор аварии), (13) Валец, (14) Электродвигатель, (15) Понижающий редуктор, (16,17) Вентиляторы охлаждения барабана, (18) Нож съема, (19) Ванночка

С помощью панели управления (1) устанавливаются необходимые параметры сушки в зависимости от типа исходного сырья: мощность нагрева, регулирующая скорость нагрева до определенной температуры, скорость вращения вальца. При достижении требуемой для сушки температуры вальца в ванночку подается исходное сырье. В результате контакта сырья с вальцом образуется пленка высушенного продукта, которая снимается с помощью ножей (18). Для отвода паров жидкости используются вентиляторы (17,18). Вентилятор (7) необходим для охлаждения двигателя и индуктора. Весь процесс работы прототипа устройства за счет обмена с панелью управления (1) контролирует микроконтроллер (2) обмениваясь данными от индуктора (9) и нагреваемого вальца (13) и датчиками температуры (10, 11), передаются на блок обратной связи (3). Вращение вальца обеспечивает электродвигатель (14) через редуктор (15), скорость вращения регулируется с помощью микроконтроллера.

В работе в ходе экспериментов в работе проводили опыты по получению сухого молока по следующей технологии. На первом этапе цельное молоко 3-6% жирности, подогретое до 30°C заливали в ванночку. Включали электродвигатель который приводил во вращения барабан со скоростью 3 об./мин., При включении индукционного нагрева, происходит интенсивный нагрев сегмента барабана на котором происходит высушивание молока. Сухой продукт в дальнейшем снимается ножом.

Из анализа фотографических изображений на рисунке 2 (а) видно, что при 85 ( $\pm 2$ ) °C у сухого молока есть остаточная влажность, частицы скомканы и получаемы продукт испортиться при хранении.



а

б

Рисунок. 2. Фотография образцов сухого молока: а- полученного при температуре барабана  $85 (\pm 2) ^\circ\text{C}$ , б- полученного при температуре барабана  $95 (\pm 2) ^\circ\text{C}$

Получение сухого молока при  $95 (\pm 2) ^\circ\text{C}$ , (рисунок 2 (б) позволяет добиться удаление влаги, оставляя только сухой продукт, однако при этой температуре меняется цвет сухого молока, по причине реакции между аминокислотами и сахарами.

Предлагаемая нами сушильная установка, основанная на принципе индукции, предназначена для сушки как молочного, так и растительного сырья, в том числе вязких и пастообразных продуктов. В зависимости типа производства данное устройство может быть сконструировано как для малотоннажного производства, так и в промышленных масштабах.

#### *Литература*

1. Park, S.M.; Jang, E.; Park, J.S.; Kim, J.-H.; Choi, J.-H.; Lee, B.K. Optimal Design of High-Frequency Induction Heating Apparatus for Wafer Cleaning Equipment Using Superheated Steam. *Energies* 2020, *13*, 6196.
2. Vairamohan, B. What's new in electrotechnologies for industrial process heating / B. Vairamohan, I. Bran, G. Bellefont // ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry. – 2011. – URL: <https://www.aceee.org/files/proceedings/2011/data/papers/0085-000084.pdf> (Accessed 11 April 2016).
3. Соловьёв С.В., Морозов В.В., Радкевич Е.В., Карташов Л.П., Макаровская З.В. Обоснование параметров конструктивных элементов индукционного нагревателя для пастеризации молока в потоке // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (75). С. 100-103
4. Sweeney, M., Dols, J., Fortenbery, B., & Sharp, F. (2014). Induction Cooking Technology Design and Assessment.
5. Патент на полезную модель РФ 137709 U1. Индукционный нагреватель жидкости с выдерживателем / Г. В. Макарова, С. В. Соловьёв, В. А. Шилин. – Заявл. 10.07.2013; опубл. 27.02.2014. Бюл. № 6.
6. Induction heating technology and its applications: past developments, current technology, and future challenges / O. Lucia, P. Maussion, E. Dede, J. M. Burdio // *IEEE Trans Ind Electron.* – 2013. – Vol. 61. – № 5. P. 2509–2520.
7. Induction Heating as Cleaner Alternative Approach in Food Processing Industry / R. A. Razak, N. M. Ibrahim, A. S. F. Rahman [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2021. – DOI: 10.1088/1742-6596/1878/1/012053
8. Induction Heating as Cleaner Alternative Approach in Food Processing Industry / R. A. Razak, N. M. Ibrahim, A. S. F. Rahman [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2021. – DOI: 10.1088/1742-6596/1878/1/012053
9. Gaoshang Wang, Zhili Wan, Xiaoquan Yang, Induction heating by magnetic microbeads for pasteurization of liquid whole eggs, *Journal of Food Engineering*, Volume 284, 2020

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ ЗАКВАСОЧНЫХ СТАРТЕРОВ НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЖАНЫХ ЗАКВАСОК

Локачук М.Н., Павловская Е.Н., Савкина О.А., кандидат технических наук, Фролова Ю.М.

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин  
*info-spb@gosniihp.ru*

### Аннотация

Статья посвящена изучению влияния новых заквасочных стартеров, содержащих штаммы молочнокислых бактерий и дрожжей, на биотехнологические свойства ржаных заквасок влажностью 57 и 75%. Установлено, что внесение стартеров в I фазу разводочного цикла обеспечивает доминирование лактобацилл и дрожжей, подавляя постороннюю микробиоту, содержащуюся в сырье, а также позволяет получить качественную закваску в разводочном цикле. Показано, что в процессе последовательных освежений заквасок водно-мучной питательной смесью может происходить вытеснение стартовых культур молочнокислых бактерий с заменой на другие виды лактобацилл.

В производстве хлебобулочных изделий из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки на отечественных хлебопекарных предприятиях используются закваски, для выведения которых применяют чистые культуры молочнокислых бактерий (далее МКБ) и дрожжей. В связи с этим актуальным является выделение новых штаммов МКБ и дрожжей с высокими биотехнологическими свойствами, использование которых способствовало бы оптимизации разводочного и производственного циклов ведения заквасок и позволило бы ускорить процесс получения качественной закваски начиная с разводочного цикла. В результате проведенных исследований [1,2,3] была разработана технология получения ржаных стартеров, представляющих собой плотные брикеты от светло-коричневого до коричневого цвета с вкраплениями отрубистых частиц, на основе новых активных штаммов молочнокислых бактерий *Lactobacillus sp. B120*, *Lactobacillus sp. B130*, *Lactobacillus sp. B131*. Для внедрения данных композиций в промышленность важной задачей является исследование их влияния на качество и стабильность микробиоты закваски.

Целью работы являлось изучение влияния новых заквасочных стартеров на биотехнологические свойства ржаных заквасок.

Объектами исследования являлись ржаные закваски влажностью 57 и 75%. Для выведения заквасок по разводочному циклу применяли разработанные стартеры, выработанные с применением чистых культур заквасочных микроорганизмов из Коллекции культур микроорганизмов «Молочнокислые бактерии и дрожжи для хлебопекарной промышленности» СПбФ ФГАНУ НИИХП [4]. Для производства стартера №1 применяли штаммы *Lactobacillus sp. B120* и *Candida milleri Y128*; стартера №2- *Lactobacillus sp. B130*, *Lactobacillus sp. B131*, *Candida milleri Y128*. Названия штаммов указаны в зашифрованном виде в соответствии с ноу-хау на разработанный стартер. Закваски вели в условиях производства ООО «ЭЙВА-ПРО».

В производственном цикле закваски вели следующим образом.

Закваски, выведенные с использованием стартера №1

- влажностью 57% освежали дважды в день в соотношении выброшенная закваска: питательная смесь из муки и воды - 1:3 и оставляли на брожение в течение 5-5,5 часов при температуре 26-28°C. На ночь закваску освежали в соотношении закваска : питательная смесь 1:5 так, чтобы начальная температура закваски была 20-21°C, затем оставляли на брожение в течение 12-13ч при температуре 26-28°C. Закваску вели 5 рабочих дней, затем при перерыве в работе на выходные оставляли на консервацию в холодильнике при температуре 0-4°C.

- влажностью 75% освежали дважды в день в соотношении выброшенная закваска: питательная смесь из муки и воды - 1:1 и оставляли на брожение в течение 5-5,5 часов при

температуре 26-28°C. На ночь закваску освежали в соотношении закваска : питательная смесь 1:2 так, чтобы начальная температура закваски была 20-21°C, затем оставляли на брожение в течение 12-13ч при температуре 26-28°C. Закваску вели 5 рабочих дней, затем при перерыве в работе на выходные оставляли на консервацию в холодильнике при температуре 0-4°C.

Закваски, выведенные с использованием стартера №2

- влажностью 57% освежали трижды в день в соотношении выброженная закваска: питательная смесь из муки и воды - 1:3 и оставляли на брожение в течение 3,5-4 часов при температуре 26-28°C. На ночь закваску освежали в соотношении закваска : питательная смесь 1:5 так, чтобы начальная температура закваски была 20-21°C, затем оставляли на брожение в течение 12-13ч при температуре 26-28°C. Закваску вели 5 рабочих дней, затем при перерыве в работе на выходные оставляли на консервацию в холодильнике при температуре 0-4°C.

- влажностью 75% освежали дважды или трижды в день в соотношении выброженная закваска: питательная смесь из муки и воды - 1:1 и оставляли на брожение в течение 3,5-4 часов при температуре 26-28°C. На ночь закваску освежали в соотношении закваска : питательная смесь 1:2 так, чтобы начальная температура закваски была 20-21°C, затем оставляли на брожение в течение 12-13ч при температуре 26-28°C. Закваску вели 5 рабочих дней, затем при перерыве в работе на выходные оставляли на консервацию в холодильнике при температуре 0-4°C.

В заквасках определяли титруемую кислотность, рН, подъемную силу стандартными методами, принятыми в хлебопекарной промышленности. Содержание заквасочных микроорганизмов определяли методом Бургвица [5]. Количество жизнеспособных клеток определяли при посеве на плотные питательные среды. Видовую принадлежность микроорганизмов оценивали путем изучения морфологических признаков при микроскопии фиксированных окрашенных препаратов и характеру роста на плотных питательных средах.

В результате проведенных исследований установлено (Таблица 1 и 2), что применение стартеров позволило получить закваски с хорошей титруемой кислотностью и высоким титром молочнокислых бактерий и дрожжей уже в I фазе разводочного цикла. В процессе длительного ведения закваски, выведенные с использованием стартеров №1 и №2, сохраняли хорошие биотехнологические показатели (титруемую кислотность, рН и подъемную силу). Запах заквасок был выраженным, характерным для заквасок хорошего качества. Содержание заквасочных микроорганизмов оставалось высоким на протяжении всего производственного цикла. Так, содержание живых клеток дрожжей составляло до  $10^7$  КОЕ/г, а молочнокислых бактерий до  $10^9$  КОЕ/г, однако видовой состав микробиоты менялся по мере ведения заквасок.

Таблица 1- Биотехнологические свойства заквасок, выведенных с использованием стартера №1

Наименование показателей	Значение показателей в разводочном и производственном циклах					
	I	-	-	I	-	-
Фаза разводочного цикла	I	-	-	I	-	-
Номер освежения производственного цикла	-	14	28	-	14	29
Влажность расчетная, %	57%			75%		
Кислотность конечная, град	17,4	13,5	13,0	12,8	10,7	12,6
рН, ед. пр.	3,9	4,0	3,8	3,8	3,8	3,8
Подъемная сила, мин	-	22	28	-	31	26
Содержание микроорганизмов по методу Бургвица, клеток/г, $10^6$ дрожжи	10	61	30	4	149	80
МКБ	2567	1775	2320	2804	2518	1795
Соотношение дрожжи: МКБ	1:257	1:29	1:77	1:701	1:17	1:22
Содержание микроорганизмов при посеве на питательные среды, КОЕ/г дрожжи	$1,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^7$	$6,5 \times 10^6$	$2,2 \times 10^5$	$2,0 \times 10^7$	$4,4 \times 10^7$
МКБ	$3,3 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$	$9,0 \times 10^8$	$1,8 \times 10^9$	$1,4 \times 10^9$	$1,5 \times 10^9$

Таблица 2- Биотехнологические свойства заквасок, выведенных с использованием стартера №2

Наименование показателей	Значение показателей в разводочном и производственном циклах					
	I	-	-	I	-	-
Фаза разводочного цикла	I	-	-	I	-	-
Номер освежения производственного цикла	-	16	35	-	17	36
Влажность, %	57%			75%		
Кислотность конечная, град	21,6	16,8	11,6	15,6	9,6	14,6
pH, ед. пр.	3,7	3,8	4,0	3,6	4,6	3,7
Подъемная сила, мин	-	23	28	-	28	30
Содержание микроорганизмов по методу Бургвица, клеток/г, 10 <sup>6</sup> дрожжи	15	77	30	-	112	118
МКБ	3476	1324	1881	2144	1022	1650
Соотношение дрожжи:МКБ	1:232	1:17	1:63	-	1:9	1:14
Содержание микроорганизмов при посеве на питательные среды, КОЕ/г дрожжи	4,7x10 <sup>5</sup>	1,8x10 <sup>7</sup>	6,0x10 <sup>6</sup>	5,8x10 <sup>5</sup>	1,7x10 <sup>7</sup>	5,7x10 <sup>7</sup>
МКБ	3,0x10 <sup>9</sup>	1,2x10 <sup>9</sup>	2,3x10 <sup>9</sup>	2,8x10 <sup>9</sup>	1,2x10 <sup>9</sup>	2,3x10 <sup>9</sup>

При посеве закваски, выведенной с использованием стартера №1, в конце I фазы разводочного цикла установлено присутствие только внесенного штамма лактобацилл *Lactobacillus sp. B120*, посторонние бактерии отсутствовали. К 14-му освежению производственного цикла (1 неделя ведения) при посеве заквасок на питательных средах помимо колоний исходного штамма *Lactobacillus sp. B120* отмечалось появление колоний, отличных по морфологическим и культуральным свойствам от стартовой культуры. Причем в закваске влажностью 57 % содержание не внесенных, то есть спонтанно развивающихся лактобацилл было выше, чем в закваске влажностью 75%, т.е. вытеснение исходного штамма *Lactobacillus sp. B120* происходило более интенсивно. Через две недели ведения (28 и 29 освежение) в заквасках было обнаружено уже три вида посторонних лактобацилл, при этом доля исходного вида *Lactobacillus sp. B120* значительно сокращалась. Помимо изменения видового состава лактобацилл в закваске влажностью 75% через две недели ведения помимо заквасочных дрожжей вида *C.millieri Y128* обнаруживались посторонние «дикие» дрожжи. В закваске влажностью 57% дрожжевая микробиота сохранялась однородной и соответствовала исходному штамму.

В ржанных заквасках, выведенных с использованием стартера №2, в конце I фазы разводочного цикла были обнаружены только внесенные виды лактобацилл - *Lactobacillus sp. B130* и *Lactobacillus sp. B131*, посторонние бактерии отсутствовали. При посеве на питательные среды заквасок, которые вели в течение недели (16 и 17 освежение производственного цикла), были обнаружены только колонии *Lactobacillus sp. B130*, а колонии *Lactobacillus sp. B131* отсутствовали, что свидетельствует о вытеснении последних. Кроме того, были выявлены колонии, отличные по морфологическим и культуральным свойствам от исходных внесенных видов лактобацилл. В заквасках, ведущихся на производстве в течение двух недель (35-36 освежение), обнаруживались уже три вида лактобацилл, хотя по-прежнему преобладал вид *Lactobacillus sp. B130*. Кроме того, в закваске влажностью 75% через две недели ведения помимо заквасочных дрожжей вида *C.millieri* обнаруживались также посторонние «дикие» дрожжи.

Таким образом, установлено, что внесение в водно-мучную питательную смесь разработанных стартеров №1 и №2 предотвращает развитие посторонней нежелательной микробиоты и обеспечивает доминирование заквасочных лактобацилл и дрожжей начиная с I фазы разводочного цикла, а также позволяет быстро получить закваску с необходимыми биотехнологическими свойствами. Однако, в процессе ведения ржанных заквасок происходит постепенное вытеснение стартовых культур с заменой на другие виды лактобацилл. Поэтому для

сохранения стабильных свойств и прогнозируемого результата рекомендуется выведение ржанных заквасок по разводочному циклу не реже 1 раза в 2 недели.

### Литература

1. Кузнецова, Л.И. Влияние микробного состава стартовых композиций на качество ржанных густых заквасок и хлеба/ Л.И. Кузнецова, М.Н. Локачук, М.С. Бурыкина [и др] // Хлебопечение России. - 2022.-№2.-С.14-20.
2. Хлесткин, В.К. Таксономическая структура бактериальных сообществ в хлебных заквасках спонтанного брожения /В.К. Хлесткин, М.Н. Локачук, О.А. Савкина [и др]/ /Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2022.-Том: 26, №4.-С. 385-393.
3. Локачук, М.Н. Биотехнологические свойства молочнокислых бактерий, выделенных из хлебных заквасок / М.Н. Локачук, О.А. Савкина, Е.Н. Павловская [и др] // Научные исследования: итоги и перспективы. - 2024.- Том 5.- № 1.- С.41-47.
4. Каталог культур микроорганизмов «Молочнокислые бактерии и дрожжи для хлебопекарной промышленности» из Коллекции Санкт-Петербургского филиала ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии / О.В. Афанасьева, Е.Н. Павловская, Л.И. Кузнецова. – М.: Россельхозакадемия, 2008. – 98 с.
5. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства/ О.В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.

## ТЕРМОФИЛЬНЫЕ ЗАКВАСКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ЗАВАРНЫХ ВИДОВ ХЛЕБА

**Л.И. Кузнецова, доктор техн.наук; О.А. Савкина, канд.техн.наук; О.И. Парахина, канд.техн.наук; М.С. Бурькина, Карбышева Е.Ю., Коротаева В.Ю.**

*Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Санкт-Петербург  
e-mail: [m.burykina@gosnihp.ru](mailto:m.burykina@gosnihp.ru)*

### **Аннотация**

Исследовано влияние сорта ржаной муки и вида ржаного солода на содержание непосредственно редуцирующих сахаров в пересчете на мальтозу в осахаренных заварках с гидромодулем 1:2,5 при соотношении мука ржаная:солод 2:1. Установлено, что внесение солода ржаного неферментированного в заварки на всех сортах ржаной муки, приводит к увеличению содержания в них редуцирующих сахаров. Показана возможность приготовления заварных видов хлеба «Карельский» и «Бородинский» с использованием термофильной и термофильной сброженной заквасок.

В современном хлебопечении применяются термофильная заквашенная заварка, термофильная и термофильная сброженная закваски [1]. Термофильная заквашенная заварка является питательной средой для обновления жидких дрожжей, полуфабриката хлебопекарного производства, автономно или в сочетании с осахаренной заваркой, а термофильная и термофильная сброженная закваски относятся к стадиям технологического процесса и используются непосредственно при замесе теста для заварных видов хлеба.

Термофильную заквашенную заварку и термофильные закваски готовят заквашиванием осахаренной заварки чистыми культурами молочнокислых бактерий вида *L. amylolyticus* 76 (устаревшее название *L. delbrueckii* 76). При приготовлении термофильной заквашенной заварки для пшеничного хлеба применяют муку пшеничную второго сорта или смесь второго сорта и ржаной обдирной, а для хлеба из пшеничной муки второго и первого сорта применяют муку ржаную обдирную или смесь ржаной обдирной и пшеничной обойной муки. Соотношение муки и воды при приготовлении заварок для термофильной заквашенной заварки может варьироваться от 1:2,5 до 1:3. Заварку для приготовления термофильной закваски готовят из муки ржаной обойной, обдирной или сеяной, и солода, причем сорт ржаной муки и вид солода зависят от рецептуры заварного хлеба. Соотношение муки, в том числе солода, и воды при приготовлении осахаренной заварки для термофильных заквасок составляет 1:2,5. Для приготовления термофильной сброженной заварки используют чистую культуру дрожжей *S. cerevisiae*-17, а в качестве питательной смеси применяют термофильную закваску, охлажденную до температуры 30-32 °С.

Целью настоящих исследований было изучение влияния сорта муки и вида ржаного солода, используемых при приготовлении осахаренных заварок, на качество заварок, термофильной и термофильной сброженной заквасок и хлеба.

Исследовали процесс осахаривания заварок с гидромодулем 1:2,5 из разных сортов ржаной муки и солода в соотношении 2:1. Выявили (рисунок), что наиболее интенсивный гидролиз клейстеризованного крахмала с образованием редуцирующих сахаров наблюдался в заварках с солодом ржаным неферментированным на всех сортах ржаной муки, что объясняется его высокой ферментативной активностью.

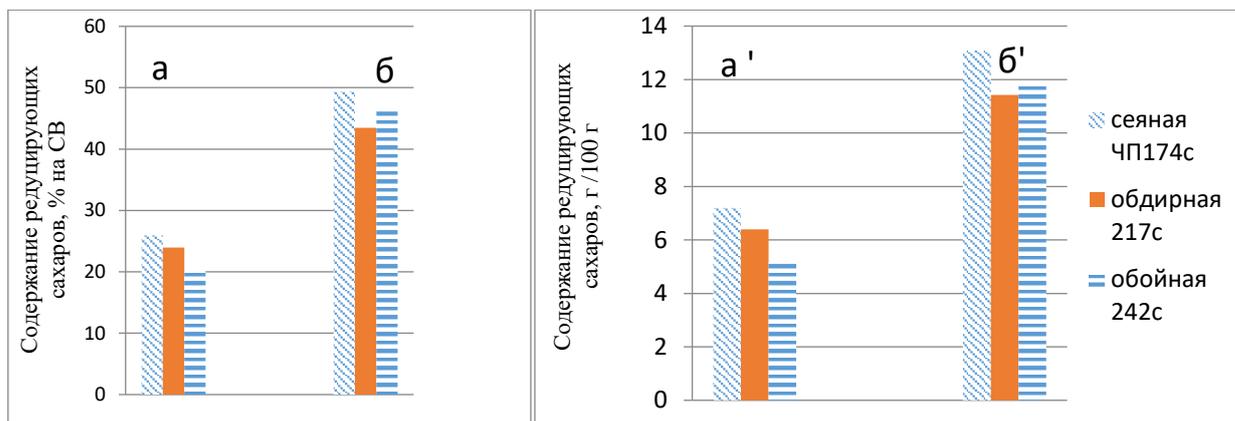


Рисунок – Влияние сорта ржаной муки (сеяная, обдирная, обойная) и вида ржаного солода (а, а' – ферментированного, б, б' – неферментированного) на накопление непосредственно редуцирующих сахаров в пересчете на мальтозу в % на СВ (а, б) и в г на 100 г заварки (а', б').

Дальнейшие исследования проводили при приготовлении хлеба «Карельский» и «Бородинский» по рецептурам [3], представленным в таблице 1. В соответствии с Изменением №8 к [2] тесто для хлеба «Карельский» рекомендуют готовить на осахаренной заварке безопарным или опарным способами. А тесто для хлеба ржано-пшеничного «Бородинский» в соответствии с Приложением А ГОСТ 2077-2023 «Хлеб из ржаной хлебопекарной муки и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Технические условия», который вступил в силу с 01.08.2024г., рекомендуют готовить на осахаренных заварках в с использованием для подкисления густой закваски, жидкой ржаной закваски без заварки или КМКЗ.

Таблица 1 – Рецептуры хлеба «Карельский» и «Бородинский»

Наименование сырья	Расход сырья, кг для хлеба	
	«Карельский» ГОСТ Р 57610-2017	«Бородинский» ГОСТ 2077-2023
Мука ржаная хлебопекарная:		
- сеяная	10,0	-
- обойная	-	80,0
Мука пшеничная хлебопекарная второго сорта	85,0	15,0
Солод ржаной ферментированный	5,0	5,0
Дрожжи хлебопекарные прессованные	1,0	0,1
Соль пищевая	1,5	1,0
Сахар белый	4,0	6,0
Патока крахмальная	8,0	4,0
Кориандр	0,75	0,5
Виноград сушеный	5,0	-

Представляло интерес провести оценку качество хлеба «Карельский» и «Бородинский», тесто для которых готовится с использованием термофильной и термофильной сброженной заквасок, на соответствие требованиям ГОСТ

Термофильную и термофильную сброженную закваски из ржаной сеяной муки использовали для приготовления хлеба «Карельский», а из ржаной обойной муки – для хлеба «Бородинский», показатели свойств которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели свойств термофильной и термофильной сброженной заквасок из разных сортов ржаной муки и солода ржаного ферментированного

Наименование показателей	Значение показателей к заквасок			
	термофильной		термофильной сброженной	
	на муке ржаной			
	сеяной	обойной	сеяной	обойной
Влажность фактическая, %	64,4	64,0	65,4	75,6
Кислотность, град	14,4	13,7	13,5	15,2
Подъемная сила, мин	-	не определяется	24	18
Содержание спирта, % на СВ	-	не содержит	1,53	6,08
Содержание летучих кислот - град	1,0	0,63	0,88	0,68
- % к общей кислотности	7,14	7,16	6,52	4,4
Содержание непосредственно редуцирующих сахаров: - % на СВ	26,7	19,2	20,1	8,3
- в 100 г	9,5	4,7	7,0	2,0

Анализ полученных результатов (таблица 2) показывает, что в термофильной сброженной закваске из сеяной муки больше содержалось редуцирующих сахаров, меньше спирта вследствие того, что в ней меньше развивается дрожжевых клеток, о чем свидетельствует более низкая подъемная сила (24 мин) по сравнению с подъемной силой в термофильной сброженной закваске из ржаной обойной муки (18 мин). Это можно объяснить тем, что в ржаной обойной муке выше зольность, чем у муки сеяной, то есть выше содержание минеральных веществ, являющихся важными элементами для развития дрожжевых клеток.

При замесе теста для хлеба «Карельский» термофильную и термофильную сброженную закваски вносили в количестве 40,5 кг на 100 кг муки в тесте. В ней содержалось все рецептурное количество солода ржаного ферментированного и ржаная сеяная мука.

При замесе теста для хлеба «Бородинский» термофильную сброженную закваску вносили в количестве 70 кг, которая содержала 15 кг муки ржаной обдирной и все рецептурное количество солода ржаного ферментированного (5 кг).

Анализ качества хлеба показал, что по физико-химическим показателям образцы хлеба соответствовали требованиям действующих ГОСТов (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние вида термофильной закваски на показатели свойств полуфабрикатов и качество хлеба формового «Карельский» и «Бородинский»

Наименование показателей	Значение показателей для хлеба				
	по ГОСТ Р 57610-2017	«Карельский»		«Бородинский»	
		на заквасках		по ГОСТ 2077-2023	на термофильной сброженной закваске
		термофильной	термофильной сброженной		
Влажность, %	не более 45,0	44,6	44,9	не более 47,0	47,0
Кислотность, град	не более 10,0	4,0	4,0	не более 10,0	6,0
Пористость, %	не менее 63,0	63	63	не менее 48,0	50

При оценке органолептических показателей выявлено, что образцы хлеба по форме, цвету поверхности и мякиша, пропеченности, структуре пористости соответствовали требованиям ГОСТ.

Запах хлеба был ароматный с нотками, характерными для термофильной и термофильной сброженной заквасок, а вкус – сладковатый.

В результате исследований установлено влияние сорта муки и вида ржаного солода на содержание сахаров в заварках. Установлено влияние сеяной и обойной ржаной муки на свойства термофильной и термофильной сброженной заварок. Показана возможность выработки пшенично-ржаных и ржано-пшеничных заварных видов хлеба с использованием термофильных и термофильных сброженных заквасок.

#### *Литература*

1. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / под общ. ред. А.П. Косована. – М.: Московская типография №2, 2008. – 268 с.
2. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.
3. Сборник рецептур на хлебобулочные изделия, вырабатываемые по государственным стандартам. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 92 с.

# ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА МАСЛА КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ГОДА

Кузнецова Г.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,  
Полякова Р.С.

СОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

[kuznetsovagalina1964@mail.ru](mailto:kuznetsovagalina1964@mail.ru)

## Аннотация

Исследования проведены в 2021, 2023-2024 гг. на черноземе обыкновенном в южной лесостепной зоне в севообороте капустных культур СОС-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Целью исследований было изучение влияния погодных условий в течении вегетации капустных культур на урожайность, масличность семян и жирнокислотный состав. Объектами исследований были: рапс яровой (сорт 55регион), сурепица яровая (сорт Грация), горчица сарептская (сорт Валента) и рыжик яровой (сорт Омич). По результатам исследований выявлено, что высокую масличность и урожайность семян среди изучаемых культур продемонстрировала горчица сарептская, как в оптимальные, так и в остро засушливые условия года. Масличность семян значительно варьировала от погодных условий и изменялась у рапса от 50,2 до 53,2 %, самые высокие показатели отмечены при относительно невысокой температуре воздуха и повышенном увлажнении (2024 г.). При анализе жирнокислотного состава отмечается увеличение содержания линолевой, линоленовой и эруковой кислот во влажный год при резком снижении олеиновой кислоты. В остро засушливых условиях года отмечается снижение эруковой кислоты в рыжиковом масле.

Масличные культуры семейства капустных (*Brassicaceay*) достаточно востребованы в нашей стране, что объясняется их большим разнообразием. К ним относится большая группа растений (рапс, горчица, сурепица, рыжик и др.), семена которых богаты маслом. Посевные площади под капустными культурами стабильно расширяются с каждым годом, что свидетельствует об активном их освоении и растущем спросе потребителей на продукцию растительного происхождения [1].

Потребность в пищевом и техническом масле в современных условиях постоянно растет. В России традиционно использовали подсолнечное масло, но удовлетворять спрос только за счет увеличения производства подсолнечника нерационально. Рапс, как и подсолнечник является одним из важнейших источников растительного масла для пищевой и технической промышленности. Ценность семян этой культуры определяется высоким содержанием жиров, масличность семян в новых высокопродуктивных сортах составляет более 50 %. [2]. Рапсовое масло широко используется в качестве салатного масла, для приготовления маргарина, майонеза, комбижира, мороженого, шоколадной массы и других продуктов, а также при производстве комбикормов с целью повышения энергетической питательности (обменная энергия) и незаменимых жирных кислот, особенно при кормлении сельскохозяйственной птицы [3].

Масло рапса характеризуется большим количеством мононенасыщенных и умеренным количеством полиненасыщенных жирных кислот и значительным содержанием токоферолов, фитостеринов и жирных кислот омега-3 [1]. По содержанию насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот рапсовое масло современных сортов (тип «00») близко к оптимальным показателям. Преимущество рапса перед другими сельскохозяйственными культурами обусловлено скороспелостью, холодостойкостью, высоким коэффициентом размножения, использованием продукции в различных направлениях [4].

Современное рапсовое масло, как и масла ряда других капустных культур, уникально и разнообразно как по составу жирных кислот, так и областям его применения. С начала 90-х годов прошлого века и по настоящее время усилия селекционеров направлены на увеличение доли олеиновой кислоты в рапсовом масле (не менее 75 %), что позволит значительно повысить его потребительские характеристики. Оксистабильность высокоолеинового масла в 3 раза выше, чем у масла с традиционным жирно-кислотным составом [5].

Современные желтосемянные сорта сурепицы дают высококачественное растительное масло без больших затрат на очистку и осветление, а шрот (жмых) из таких семян имеет высокую кормовую ценность. По содержанию самой ценной олеиновой кислоты сурепное масло приравнивают к оливковому [2].

Семена горчицы служат источником высококачественного масла, которое может быть использовано как напрямую в пищу, так и в кондитерской, хлебопекарной, парфюмерной и других отраслях промышленности.

Масло рыжика занимает важное место в рационе питания людей, ведущих здоровый образ жизни, оно обладает антиоксидантными свойствами и повышает чувствительность к инсулину, обладает противораковой активностью [6].

Качество масла и направление его использования в сельском хозяйстве в значительной степени определяются соотношением в нем жирных кислот, которое в свое время зависит от многих факторов, в том числе и от погодных условий. Зависимость жирнокислотного состава масла от метеорологических факторов изучали на подсолнечнике [7], льне масличном [8], сое [9, 10], но четкого представления о влиянии влажности воздуха, суммы активных температур, количества осадков на содержание и соотношение жирных кислот и качество масла капустных культур в условиях Западной Сибири пока не выявлено.

В последнее время определенное влияние на качество семян оказывает и глобальное изменение климата. Поэтому целью наших исследований было выявить изменение качества масла капустных культур в зависимости от погодных условий года.

#### **Материалы и методы исследований.**

Исследования проводились в 2021-2024 гг. на Сибирской опытной станции-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, расположенной в южной лесостепной зоне Западной Сибири. Способ посева сплошной (сеялкой – СС-11), междурядье 15 см. Норма высева – 1,25 млн всхожих семян на гектар. Посев изучаемых культур проводился в оптимальные для южной лесостепи сроки (18-22 мая).

Объектами исследований были: рапс яровой (сорт 55регион), сурепица яровая (сорт Грация), горчица сарептская (сорт Валента) и рыжик яровой (сорт Омич). Против однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков было проведено опрыскивание почвы до посева гербицидом «Дуал Голд» (1,3 л/га). В целях защиты посевов от вредителей в фазу всходов и бутонизации применяли инсектицид Цунами, кэ (0,15 л/т, д.в. Альфа-циперметрин), перед цветением из-за массовой численности вредителей капустной моли инсектицид Монарх, вдг (30 г/га, д.в. Фипронил).

Почва опытных участков – чернозем обыкновенный среднemocный, среднегумусный, характеризуется средней обеспеченностью фосфором и высокой – калием. Фенологические наблюдения и биометрические учеты проведены согласно методике по сортоиспытанию масличных культур ВНИИМК [11]. Скашивание растений проводилось вручную с последующим обмолотом на комбайне «Хеге-125». Урожайные данные приведены к 100 % чистоте и 9 % влажности. Масличность семян определяли на ЯМР-анализаторе (АМВ-1006), жирнокислотный состав – на хроматографе «Кристалл-2000».

Метеорологические условия в годы исследований были разнообразными по влагообеспеченности и температурному режиму, что позволило дать объективную оценку влияния этих факторов на продуктивность капустных культур и качество масла. В целом, условия 2021 г. характеризуются как обеспеченные по температуре и увлажнению (ГТК 0,78) и будут считаться как оптимальные, в 2023 г. наблюдался резкий недобор осадков при высокой среднесуточной температуре воздуха (ГТК в июне и августе составил 0,13 и 0,17 соответственно), а 2024 г. характеризовался значительными осадками на фоне температуры воздуха близкой или несколько ниже среднемноголетних показателей (ГТК 1,43).

#### **Результаты исследований.**

Продолжительность вегетационного периода в годы исследований варьировала в пределах у рапса ярового от 87 в остросасушливом 2023 г. до 96 суток во влажном 2024 г., у сурепицы от 68 до 74 суток, у горчицы сарептской от 65 до 75 суток и у рыжика ярового от 65 до 70 суток. Засуха в

2023 г. ускорила созревание изучаемых капустных культур и привела к снижению высоты растений, массы 1000 семян и как следствие урожайности по сравнению с обычным 2021 годом.

Самый продолжительный вегетационный период отмечен у всех культур, за исключением горчицы, в 2024 г. Сильное переувлажнение почвы и большое количество осадков в этом году неблагоприятно отразилось на урожайности всех капустных культур, но особенно на рапсе яровом (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика капустных культур по основным хозяйственно ценным признакам в зависимости от погодных условий года

Культура	Год	Вегетационный период, сутки	Масличность, %	Урожайность семян, т/га	Сбор масла, кг/га	Масса 1000 семян, г	Высота растения, см
Рапс	2021	93	51,8	2,37	1105	3,8	129
	2023	87	50,2	2,14	777	3,4	114
	2024	96	53,2	1,72	823	4,0	121
Сурепица	2021	70	47,6	1,76	754	2,7	96
	2023	68	46,5	1,54	646	2,5	87
	2024	74	47,2	1,65	710	2,8	95
Горчица	2021	76	52,2	2,59	1217	4,2	147
	2023	75	51,9	2,68	1252	4,0	130
	2024	76	52,9	2,13	919	4,4	139
Рыжик	2021	70	41,8	1,27	478	1,2	68
	2023	69	41,6	1,43	535	1,1	65
	2024	75	41,2	1,16	430	1,2	69

Максимальная урожайность в опыте была у горчицы сарептской и в зависимости от погодных условий изменялась от 1,93 до 2,68 т/га, при чем самые высокие показатели были в острозасушливом 2023 году. Такая же закономерность прослеживается и у рыжика ярового.

На содержание масла в семенах влияют не только биологические особенности сорта, но в большой степени – климатические условия, особенно количество атмосферных осадков и температура воздуха. Масличность семян значительно варьировала в зависимости от погодных условий и изменялась у рапса от 50,2 до 53,2 %, самые высокие показатели отмечены при относительно невысокой температуре воздуха и повышенном увлажнении (2024 г.). Масличность семян у сурепицы яровой изменялась от 46,5 в засушливом году до 47,6 % в оптимальном по температуре воздуха и количеству осадков 2021 г. У горчицы и рыжика минимальные показатели по масличности семян отмечены в острозасушливом 2023 г., но за счет повышенной урожайности семян сбор масла был максимальный в этом году. По массе 1000 семян выделяется горчица сарептская, этот показатель был выше во влажный 2024 г и составил 4,2 г. У рыжика и сурепицы крупность семян не зависела значительно от условий года.

Важное значение для характеристики семян капустных культур имеет содержание жирных кислот, которые делятся на насыщенные (миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, бегеновая, арахидовая, лигноцериновая); мононенасыщенные (олеиновая, эйкозеновая, эруковая, пальмитолеиновая, селажолевая); полиненасыщенные (линолевая, линоленовая, эйкозодиеновая).

В острозасушливый 2023 г. растениям рапса и горчицы не хватило вегетационного периода на выполнение биохимических процессов для созревания и маслообразовательного процесса. Нарушение нормального хода этих процессов из-за неблагоприятных условий вызвало изменение химического состава семян у изучаемых капустных культур. Температурный режим оказывает сильное влияние на состав жирных кислот в семенах.

Масло рапса в этом году содержало меньше пальмитиновой (3,57 %) и линолевой кислот (59,66 %), а больше линоленовой кислоты 10,45 % и 0,29 % вредной эруковой кислоты, в сравнении с другими годами исследований (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав семян капустных культур в зависимости от погодных условий

Культура	Год	Пальмитиновая (16:0)	Олеиновая (18:1)	Линолевая (18:2)	Линоленовая (18:3)	Эруковая (22:1)
Рапс	2021	3,64	68,77	16,53	6,77	0,04
	2023	3,65	62,59	16,90	9,40	0,08
	2024	3,57	59,66	18,09	10,45	0,29
Сурепица	2021	3,01	64,65	18,07	10,63	0,12
	2023	3,06	58,70	20,36	12,17	0,22
	2024	2,99	57,89	19,52	11,40	0,49
Горчица	2021	3,14	52,15	25,78	12,99	0,24
	2023	2,90	52,04	27,69	11,61	0,41
	2024	3,02	49,06	27,28	12,94	0,05
Рыжик	2021	5,06	18,29	17,58	33,45	2,28
	2023	4,97	15,08	18,61	35,23	2,08
	2024	4,92	15,48	15,84	35,13	2,74

Суммарный состав олеиновой и линолевой кислот у сурепицы в оптимальные по погодным условиям годы составляет 82,72 %, содержание эруковой кислоты всего 0,12 %, и поэтому сурепное масло относится к лучшим пищевым жирам. В сильно переувлажненный год количество олеиновой кислоты снижалось до 57,89 %, вместо 64,65 % в оптимальные и 58,70 % в острозасушливый год. Такая же тенденция прослеживается и у других капустных культур.

В масле горчицы содержание пальмитиновой кислоты варьировало от 2,9 % в острозасушливом 2023 г. до 3,14 % в 2021 г. при пониженном содержании олеиновой кислоты от 49,06 до 52,15 %, при этом содержание линолевой кислоты было выше чем у других капустных культур 25,78-27,69 %.

Рыжиковое масло по своему составу отличается от других растительных масел, более высоким содержанием пальмитиновой кислоты 4,92 % в 2024 г. до 5,06 % в 2021 г. и пониженным содержанием олеиновой кислоты 15,48-18,29 %, при этом содержание эруковой кислоты находилось в пределах допустимого международного стандарта (2,08-2,74 %). Содержание линоленовой кислоты было выше чем у других капустных культур и варьировало в пределах от 33,45 до 35,23 %.

Все перечисленные жирные кислоты играют важную роль в регуляции жирового обмена, снижают уровень холестерина, уменьшая возможность тромбообразования и ряд других заболеваний, в том числе и опухолевых. В жирах животного происхождения они не встречаются или присутствуют в незначительных количествах. Поэтому в селекции капустных культур уделяется большое значение качественному соотношению и созданию высокоолеиновых, низколиноленовых и безэруковых сортов типа «00» и «000» [2].

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что в 2021 году наблюдались более благоприятные условия для роста и развития растений капустных культур, которые способствовали формированию максимального урожая семян и получению семян с более высокой масличностью. У горчицы сарептской и рыжика ярового высокие показатели по урожайности семян отмечались и в 2023 острозасушливом году, что говорит о их высокой засухоустойчивости. Масличность семян значительно варьировала в зависимости от погодных условий и изменялась у рапса от 50,2 до 53,2 %, самые высокие показатели отмечены при относительно невысокой температуре воздуха и повышенном увлажнении (2024 г.). При анализе жирнокислотного состава отмечается увеличение содержания линолевой, линоленовой и эруковой кислот во влажный год у

рапса при резком снижении олеиновой кислоты. В остро засушливых условиях года отмечается снижение эруковой кислоты в рыжиковом масле.

### *Литература*

1. Поморова, Ю.Ю. Общий химический и аминокислотный состав семян наиболее распространенных масличных культур семейства Brassicaceae (обзор) / Ю.Ю. Поморова, В.В. Пятовский, Д.В. Бескоровайный, Ю.М. Серова [и др.] // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 3 (187). – С. 78-90.
2. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Результаты селекции ярового рапса и яровой сурепицы в Западной Сибири / Г.Н. Кузнецова, Р.С. Полякова // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии и переработки сельскохозяйственных культур, экологии и экономики в сельском хозяйстве» (к 110-летию Всероссийского научно исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта) (СВТА2022) AIP Conference Proceedings, том 2777, 020065 (2023) DOI: 10.1063/5.0140356
3. Масличные культуры: биологические особенности, технология производства, сорта, состав, питательность и использование при кормлении крупного рогатого скота / П.Ф. Шмаков, И.А. Лошкормойников, А.Н. Пузиков [и др.]. – Омск: Изд-во ООО «Омскбланкиздат». –2013. – 300 с.
4. Юшкевич, Л.В. Резервы повышения продуктивности ярового рапса в лесостепных агроландшафтах Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, О.Ф. Хамова, А.Г. Щитов, Е.В. Кубасова // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 2(178). – С. 55-60. DOI: 10.25230/2412-608X-2019-2-178-55-60
5. Горлов, С.Л. Высокоолеиновый сорт рапса ярового Амулет / С.Л. Горлов, Э.Б. Бочкарёва, Л.А. Горлова, В.В. Сердюк // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – № 2(162). – С. 127-128.
6. Кузнецова, Г.Н. Качество маслосемян капустных культур в условиях Западной Сибири / Г.Н. Кузнецова, Р.С. Полякова // International Agricultural Journal. – 2021. – №3. – С. 1-7.
7. Барнашова, Е.К. Влияние метеорологических условий на масличность подсолнечника в условиях Нижнего Поволжья / Е.К. Барнашова, А.Ю. Буенков, С.П. Кудряшов // Известия ТСХА, 2024. – Вып. 4. – С. 116-127. DOI: 10.26897/0021-342X-2024-4-116-127
8. Бражников, В.Н. Влияние агроклиматических условий на продуктивность и жирнокислотный состав масла льна масличного // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 4(20). – С. 6-15 DOI 10.33952/2542-0720-2019-4-20-6-15
9. Петибская, В.С. Соя: Химический состав и использование / Под ред. академика РАН, д-ра с.-х. наук В.М. Лукомца. - Майкоп: ОАО "Полиграф-Юг", 2012. – 432 с.
10. Новикова, Л.Ю. Влияние погодноклиматических условий на содержание белка и масла в семенах сои на Северном Кавказе / Л.Ю. Новикова, И.В. Сеферова, А.Ю. Некрасов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – №22(6). – С. 708-715. DOI 10.18699/VJ18.414.
11. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца, чл.-кор. РАСХН, д-ра с.-х. наук. 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар, 2010. – 327 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ СКОРЛУПЫ КУРИНЫХ ЯИЦ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ

Михайленко И.Г.

*ВНИИПП - филиал ФНЦ «ВНИТИП», Мос. обл., г.о. Солнечногорск, р.п. Ржавки*

*e-mail: mig@vniipp.ru*

## **Аннотация**

В работе представлены результаты исследований процесса сушки образцов скорлупы куриных яиц, отделенной от подскорлупной оболочки, в конвективном шкафу. Образцы скорлупы представлены различной толщиной слоя продукта - 10, 15, 20, 25 мм на противнях. Данные исследования позволят углубить знания в области сушки сырья для применения его на пищевые цели.

## **Введение**

В России за 2023 год было произведено около 46,7 млрд куриных яиц, что на 1,3%, больше, чем в 2022 году [1]. Развивается птицеперерабатывающая отрасль нашей страны, но вместе с тем остаются насущными проблемы переработки вторичного продукта – скорлупы куриных яиц после производства различных яйцепродуктов: жидкий пастеризованный, замороженный, сухой яичный меланж, белок желток и др. Одним из направлений использования яичной скорлупы является пищевые цели, но также известны исследования ученых по возможности применения этого сырья в медицине, электронике и др. [2-3].

Скорлупа яиц является ценным сырьевым компонентом и состоит из карбоната кальция и подскорлупной оболочки (далее ПСО). Кальций из скорлупы куриных яиц обладает высокой усвояемостью организмом человека - 87-92%, в то время как кальций, полученный из неорганических источников - 17-31 % [4]. Включение в рацион кальция из скорлупы куриных яиц позволит решить проблему дефицита кальция населения нашей страны.

Во ВНИИПП проводятся исследования по совершенствованию глубокой переработки скорлупы яиц [5-6]. Актуальными вопросами остаются исследования процесса сушки яичной скорлупы для применения на пищевые цели.

## **Материалы и методы исследований**

Объектом исследования являлась измельченная влажная скорлупа куриных яиц с размером частиц до 4 мм с отделенной подскорлупной оболочкой.

Сушку образцов яичной скорлупы осуществляли в конвективном шкафу. Работу по сушке образцов проводили следующим образом: на сетчатые противни выкладывали исследуемое сырье, противни загружали в конвективный шкаф, каждые 30 мин процесса сушки взвешивали противни с сырьем. Процесс сушки прекращали при установлении постоянного значения массы. Перед началом и в конце эксперимента определялась начальная и конечная массовая доля влаги образцов исходного и сухого ККЯМ, затем на основании полученных данных в процессе сушки по формуле рассчитывались показатели массовой доли влаги для каждого значения времени сушки, были построены кривые сушки, определена удельная производительность оборудования.

Полученные данные обрабатывали при помощи офисной программы Microsoft Excel.

## Результаты и их обсуждение

На основании проведенных исследований по сушке скорлупы куриных яиц, отделенных от ПСО были построены кривые сушки (рисунок 1) и получены данные удельной производительности оборудования (таблица 1).

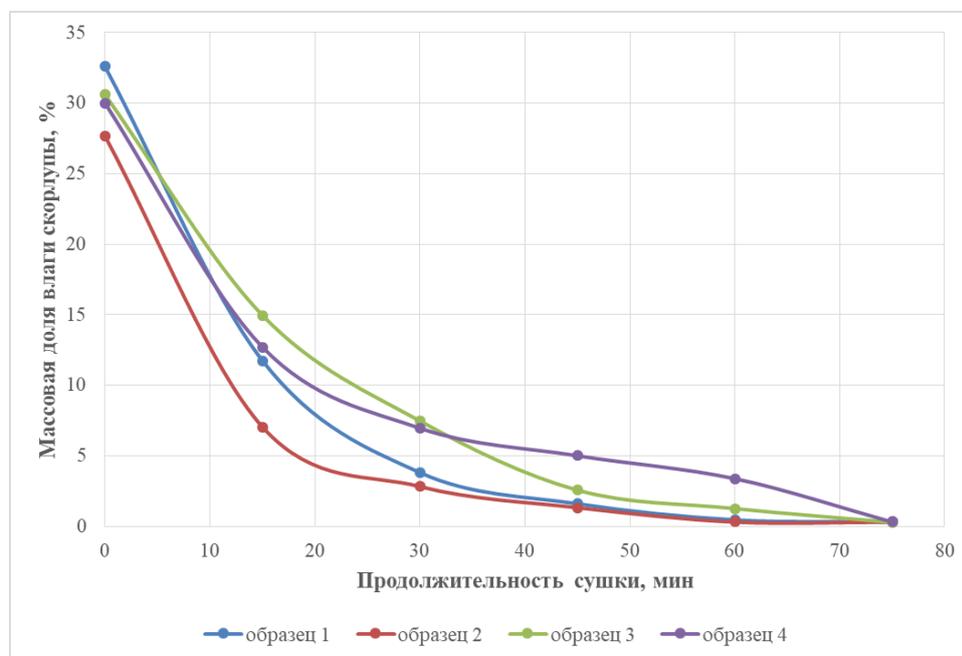


Рисунок 1 - Кривая сушки образцов скорлупы без ПСО, температура сушильного агента - 125 °С: образец 1, 2, 3, 4 – скорлупа без ПСО с толщиной насыпного слоя 10, 15, 20, 25 мм

Таблица 1 - Физическая характеристика образцов скорлупы и значения удельной производительности оборудования при сушке образцов

№ п/п	Наименование	Толщина слоя, мм	Начальная м.д.в., %	Конечная м.д.в., %	Удельная производительность, кг / (м <sup>2</sup> *ч)
1	образец 1 – влажная СК после отделения	10	32,59	0,31	10,85
2	образец 2 – влажная СК после отделения	15	27,66	0,3	17,64
3	образец 3 – влажная СК после отделения	20	30,6	0,28	22,43
4	образец 4 – влажная СК после отделения	25	30	0,3	26,5

Наибольшая удельная производительность при одинаковом качестве сырья наблюдается при сушке образца 4 – влажной скорлупы с толщиной слоя 25 мм – 26,5 кг / (м<sup>2</sup>\*ч), вследствие чего он наиболее перспективен для сушки.

Для применения на пищевые цели сухую скорлупу куриных яиц необходимо измельчать до размера частиц менее 20 мкм, т.к. более крупные частицы ощущаются органами чувств человека. На основании проведенного обзора измельчающего оборудования для дальнейших исследований по измельчению сухой

скорлупы выбрана мельница пальчиковая МП-150 производства ВНИИПП (рисунок 2), в таблице 2 представлена краткая техническая характеристика [7].



Рисунок 2 - Мельница пальчиковая МП-150.

Таблица 2 - Основные технические характеристики мельницы пальчиковой МП-150

<b>Производитель</b>	<b>ВНИИПП</b>
<b>Модель</b>	МП-150
<b>Тип мельницы</b>	Пальчиковая
<b>Показатель</b>	<i>Значение</i>
Производительность, кг/ч	До 150
Размер исходного сырья, мм	До 4
Крупность помола, мм	0,02–0,1
Номинальное напряжение, В	380
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	8 500
Установленная мощность, кВт	11
<b>Габаритные размеры, м</b>	
<i>длина</i>	0,88
<i>ширина</i>	1,09
<i>высота</i>	1,94
Масса, не менее, кг	150

### *Заключение*

На основании проведенных исследований было установлено что наиболее рационально сушить скорлупу куриных яиц, отделенную от ПСО, с высотой слоя 25 мм, вследствие наибольшей удельной производительностью оборудования при одинаковом качестве сырья.

Для дальнейших исследований по измельчению сухой скорлупы выбрана мельница пальчиковая МП-150 производства ВНИИПП.

### *Литература*

1. Фисинин, В. Динамика развития мирового и российского птицеводства / В. Фисинин // Комбикорма. – 2024. – № 4. – С. 2-6.
2. Патент № 2713656 С2 Российская Федерация, МПК А61К 35/57, А61К 48/00, А61Р 1/00. Способы лечения дисрегуляции ядерного фактора короткоцепочечного энхенсера каппа активированной клетки в (NF-κB) в организме, нуждающемся в этом, с использованием композиций мембран яичной скорлупы: № 2017130716: заявл. 08.10.2015: опубл. 06.02.2020 / К. Д. Рафф; заявитель ЕСМ ТЕКНОЛОДЖИС, ЛЛС.
3. Minakshi, Manickam & Higley, Stephen & Baur, Christian & Mitchell, David & Jones, Robert & Fichtner, Maximilian. (2019). Calcined chicken eggshell electrode for battery and supercapacitor applications. RSC Advances. 9. 26981-26995. 10.1039/C9RA04289J.
4. Скорлупа яиц - источник биогенного кальция / В. Г. Волик, Д. Ю. Исмаилова, С. В. Зиновьев [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 6. – С. 34-37. – DOI 10.30975/2073-4999-2019-21-6-34-37.
5. Максимов А.Ю. Современное оборудование для переработки скорлупы куриных яиц / А.Ю. Максимов, Ю.И. Романенко, И.Г. Михайленко // Птица и птицепродукты. 2022. № 5. С. 51–55. <https://doi.org/10.30975/2073-4999-2022-24-5-51-55>.
6. Максимов, А. Ю. Совершенствование процессов глубокой переработки скорлупы куриных яиц / А. Ю. Максимов, Ю. И. Романенко, И. Г. Михайленко // Птица и птицепродукты. – 2023. – № 6. – С. 62-65. – DOI 10.30975/2073-4999-2023-25-6-62-65.
7. Михайленко, И. Г. Обзор присутствующего на отечественном рынке современного оборудования для измельчения сухих пищевых продуктов / И. Г. Михайленко, А. Ю. Максимов, Ю. И. Романенко // Птица и птицепродукты. – 2024. – № 4. – С. 49-53. – DOI 10.30975/2073-4999-2024-26-4-49-53.

# СОЗДАНИЕ НОВОЙ ЭМУЛЬСИОННОЙ СИСТЕМЫ – ПРИМЕР ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Кудинов Р.Е.<sup>1</sup>, аспирант, Кременевская М.И.<sup>1</sup>, доцент, д.т.н., Федоров А.В.<sup>2,1</sup>, доцент, д.т.н.,

<sup>1</sup>Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>ВНИИЖиров, г. Санкт-Петербург

e-mail: k1d.kudinov@yandex.ru

## Аннотация

Показана актуальность и востребованность разработки красящей пищевой эмульсии типа W/O, содержащей в качестве дисперсной фазы – концентрат сока свеклы внутри дисперсионной среды – растительного масла, для окрашивания жиросодержащих пищевых продуктов, в частности кондитерских изделий. Концентрат с содержанием сухих веществ (СВ) 65,14% и массовой долей красящих веществ 0,54% (в пересчете на бетанин) был получен концентрированием сока свеклы сорта «Бордо 237». Деградация бетанина в концентрате при температуре хранения 5 °С в течении 30 дней составила 1,3%. Был определен жирнокислотный состав растительного масла и определена критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) моно- и диглицеридов жирных кислот, которые были использованы в качестве эмульгатора.

После того, как в июле 2022 года в силу вступил пятый пакет санкций ЕС в отношении России, производители кондитерских изделий столкнулись с трудностями в поставках импортного сырья, цены на которое значительно возросли, а логистические связи оказались нарушенными.

В настоящее время найти отечественную замену импортным пищевым добавкам – задача сложная. В России производится не более 20 наименований пищевых добавок, что составляет менее 5 % от необходимого количества. Отсутствие в рецептуре продукции определенных эмульгаторов и красителей приводит к потере привычных для потребителя органолептических свойств кондитерских изделий.

Адаптация рецептур к новым ингредиентам представляет собой длительный и финансово затратный процесс. Дефицит пищевых добавок можно восполнить с помощью параллельного импорта или создания отечественных производств. Для работы с параллельным импортом предусматривается ввоз сырья через третьи страны, что сегодня подразумевает увеличение длительности доставки в разы и, соответственно, значительно снижает срок годности готового продукта.

Пищевая добавка красный свекольный (бетанин) E162 относится к пищевым красителям натурального происхождения [1], используется в технологических целях в процессе производства пищевых продуктов, имеет красный цвет.

Источником данной пищевой добавки является свекольный сок, который получают отжимом и водной экстракцией из корнеплодов столовой свеклы *Beta vulgaris*. После чего экстракт стабилизируют, фильтруют и концентрируют, получая жидкие, пастообразные или порошкообразные формы красителя [2-4].

В кондитерской отрасли есть запрос на эмульсионную форму данного продукта, которая может быть применена для окрашивания жиросодержащих продуктов. В практике технологий многослойной продукции наибольшее значение имеет создание барьерных технологий, которые препятствуют миграции красителей между неокрашенным и окрашенным слоями.

Недостаточность в секторе пищевого рынка красящих композиций в форме эмульсий и изменение логистики их доставки привели к тому, что ряд отечественных кондитерских компаний обратился с запросом на разработку стабильной красящей пищевой системы эмульсионного типа для замены импортных аналогов в технологиях российских производств.

Цель работы заключалась в разработке стабильной красящей пищевой эмульсионной системы на основе концентрата сока свеклы.

Одним из решений такой задачи представляется применение эмульсии типа «вода – масло» (W/O) со свекольным красителем, где капли красителя равномерно распределены внутри дисперсионной среды. Такая эмульсионная система создает барьер, препятствующий переходу красителя в многослойном изделии, и обеспечивает четкую границу между слоями. Кроме того, обратные эмульсии имеют повышенную устойчивость к бактериальной порче и воздействиям негативных факторов окружающей среды.

Для получения сока использовали корнеплоды свеклы сорта «Бордо 237», так как данный сорт имеет широкое распространение, обладает хорошей лежкостью и содержит достаточное количество бетанина для производства красителя [5], в качестве стабилизатора использовали лимонную кислоту [6,7].

Сухой остаток измеряли на анализаторе влажности марки Mettler Toledo. Полученный сок свеклы, с содержанием сухих веществ (СВ) 12,23 % концентрировали на роторном испарителе марки КА RV10 при давлении 70 мбар и температуре 39°C.

Роторный испаритель, благодаря подключению к вакууму, позволяет снизить температуру кипения жидкости за счет увеличения вакуума в испарительной колбе. Еще одним преимуществом применения роторного испарителя является то, что жидкость растекается по внутренней поверхности колбы, образуя тонкую пленку жидкости, благодаря чему увеличивается площадь поверхности и процесс дистилляции становится более эффективным, что приводит к быстрой концентрации.

В процессе концентрирования, каждые пять минут отбирали образцы сока и измеряли содержание СВ. В результате были получены четыре образца концентрата свекольного сока (таб. 1).

Таблица 1 – содержание СВ в концентратах сока свеклы в процессе концентрирования

Наименование продукта	Время концентрирования, мин.	Содержание СВ, %
Образец 1	5	17,23
Образец 2	10	38,43
Образец 3	15	51,21
Образец 4	20	65,14

Концентрацию бетанина (С, %) определяли по Нильсону [8]:

$$C\% = \frac{(A_{535} - A_{700}) \cdot V}{m \cdot 1120}$$

где  $A_{535}$  и  $A_{700}$  – оптическая плотность раствора при 535 нм и 700 нм соответственно;  $V$  – коэффициент разбавления;  $m$  – масса навески образца, г; 1120 – удельная абсорбция 1 % раствора бетанина в кювете толщиной 1 см.

Содержание бетанина в образце 4 составило 0,54% (рис.1), что не уступает импортным аналогам, согласно спецификации ФАО/ВОЗ, содержание красящего вещества должно быть не менее 0,4 % (на бетанин).

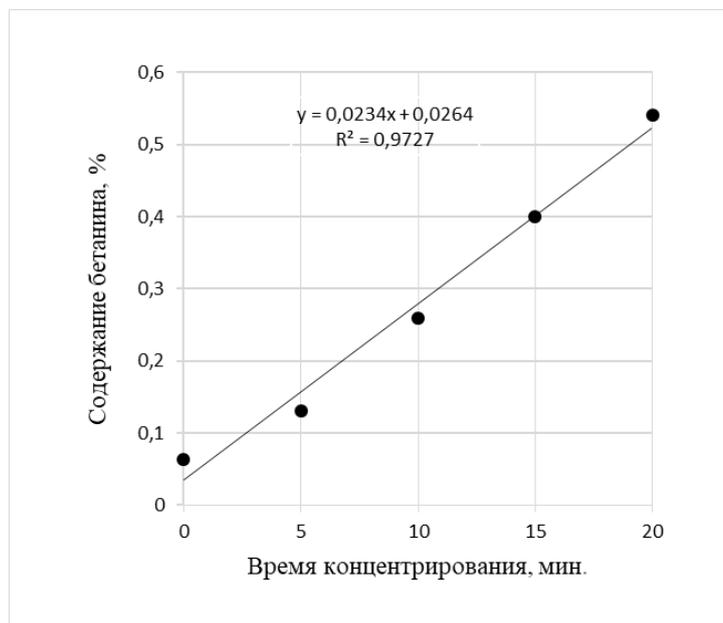


Рисунок 1 – Содержание бетанина в процессе концентрирования сока свёклы

Все образцы хранили при температуре 4°C в течении 30 дней. Деградация бетанина в образце 4 составила всего 1,3% в то время, как в образце 1 с содержанием СВ 17,23%, содержание бетанина снизилось на 58,3% (рис.2).

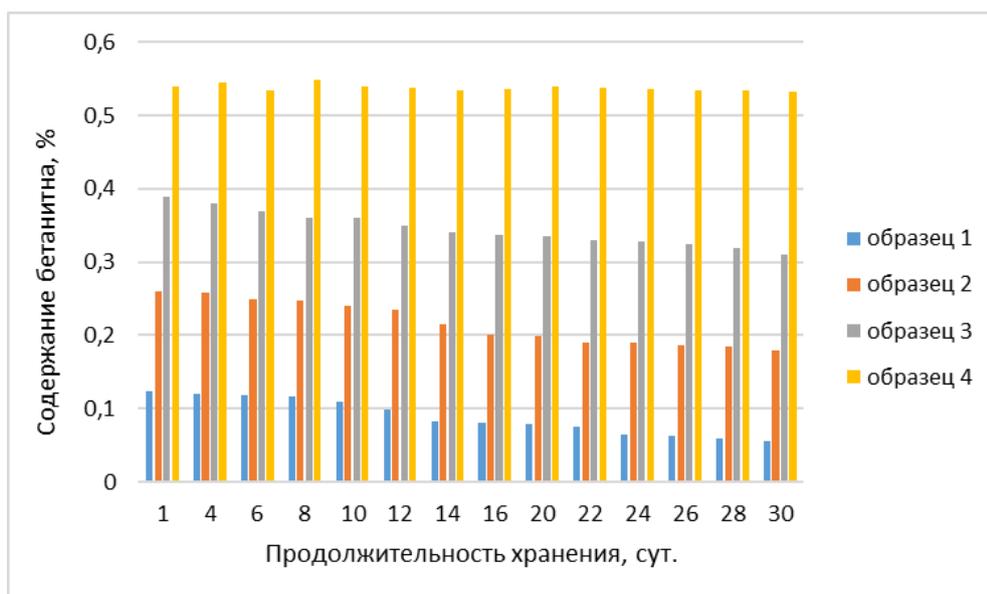


Рисунок 2 – Изменение содержания бетанина в процессе хранения

В качестве дисперсионной жировой среды использовано пищевое растительное масло, которое представляет собой общедоступный продукт, хорошо сочетается с любыми масложировыми субстанциями, применяемые в пищевой промышленности, поэтому было выбрано подсолнечное рафинированное, дезодорированное, вымороженное масло 1 сорта «Золотая семечка». Оно относительно не дорогое и не обладает специфическим запахом.

В качестве эмульгатора использовали моно- и диглицериды жирных кислот, которые получают из растительных жиров и применяют в производстве пищевых эмульсий для получения однородной массы из несмешивающихся компонентов [9]. Эмульгатор сохраняет вкус, цвет и аромат продукта длительное время, улучшает его консистенцию за счет повышения вязкости и удерживает влагу. Растворим в масле, но не растворим в воде (ГЛБ = 3).

Применение эмульгаторов при получении эмульсий заключается в способности поверхностно-активных веществ (ПАВ) снижать энергию, необходимую для создания свободной поверхности раздела фаз. Адсорбируясь на поверхности раздела двух смешивающихся фаз, ПАВ снижают межфазное поверхностное натяжение и обеспечивают стабильность эмульсии в течении длительного времени.

Моно- и диглицериды относятся к неионогенным ПАВ. Межфазное натяжение измеряли на тензиометре «KRUSS» (Германия) методом «висящая капля». При внесении данного эмульгатора в количестве 0,5%, межфазное натяжение снижается с 16,19 до 5,3 мН/м.

Диспергирование проводили при помощи лабораторного высокоскоростного гомогенизатора вертикального типа HG–15A с максимальной скоростью вращения ротора 20000 об/мин.

Стабильная красящая эмульсионная система была получена при диспергировании в течении 10 мин и скорости вращения 6000 об/мин.

Испытания стабильности эмульсии проводили с помощью центрифугирования при 3500 об/мин в течении 10 минут. Отделения масляной фазы не наблюдалось.

Таким образом, на примере только данного красителя можно говорить о наличии перспектив создания производств пищевых эмульсионных систем. Сырьем для получения пищевых добавок могут быть различные объекты растительного и животного происхождения, содержащие натуральные красители. Несмотря на имеющиеся обширные исследования растительного сырья, при разработках необходимо учитывать системно изменяющиеся абиотические, биотические и антропогенные экологические факторы, которые сказываются на химическом составе и свойствах растений. Поэтому исследования, связанные с использованием натурального растительного сырья, предполагают изучение содержания его макро- и микроэлементного состава и характеристик, разработку новых методов экстрагирования интересующих компонентов и методов их определения. Это позволит предложить новые формы создаваемых продуктов.

### *Литература*

1. Болотов В.М., Нечаев А.П. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2001. - № 1. – с. 4–11.
2. Кожухова М.А., Кардовский А.А. Способ производства концентрированного свекольного сока. ГОУВПО «КубГТУ, 2009 патент №2342888, А23В7/015, 2006.
3. Красникова Л.В., Филиппов В.И., Фролов В.Л., Тихонов В.А. Способ получения концентрата пищевого красителя из свеклы. Санкт-Петербургский институт холодильной промышленности, 1996 патент № 2061004, кл. С09В 061/00, 2006.
4. Шачек Т.М., Плитко Т.Ю., Севостьянов С.М. Разработка способа получения натурального красителя из свеклы // Научные стремления: сборник науч. статей. – Минск: лаборатория интеллекта, 2017. – Вып. 21. – С.33-39.
5. Соколова Д.В. Эколого-географическое изучение накопления бетанина у перспективных образцов столовой свеклы коллекции ВИР// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 180 (4), 2019. – С. 66–74.

6. Шуляк В.А., Доброскок Л.П., Болухова М.Е. Технологические аспекты влияния различных добавок на сохранность красящих пигментов свеклы// Изв. вузов. Пищевая технология. – 2002. - №4. – С.26-29.
7. Соколова Ю.Д. Исследование обесцвечивания красителя свекольного красного // Химия и биология. 2017. № 2 (32).
8. Nilsson T (1970) Studies into the pigments in beetroot. Lantbrukshögskolans Annaler. Vol. 36: 179–219, 1970.
9. Терещук Л.В., Загородников К.А., Старовойтова К.В., Вьюшинский П.А. Изучение физико-химических показателей эмульгаторов и их влияние на процесс образования пищевых эмульсий// Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 915–929.

# РАЦИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ ДРОЖЖЕЙ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Кудрявцева Л.А., студент, Шмалько Н.А., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

e-mail: [kafedra-tith@yandex.ru](mailto:kafedra-tith@yandex.ru), [lida.kudryavtseva.02@mail.ru](mailto:lida.kudryavtseva.02@mail.ru)

## Аннотация

В статье приведены результаты изучения рационального способа приготовления жидких дрожжей в хлебопечении, указаны оптимальные параметры ведения технологических процессов их выращивания, рецептуры и способы введения активаторов, аппаратурно-технологическое оформление.

Традиционно жидкие дрожжи в хлебопечении используют в качестве биологического разрыхлителя при производстве хлеба из пшеничной муки, смеси пшеничной и ржаной муки, полностью приготавливаемого на данном полуфабрикате или в смеси с прессованными хлебопекарными дрожжами. Жидкие дрожжи относят также к биологическим средствам предупреждения картофельной болезни хлеба.

Процесс производства жидких дрожжей включает в обязательном порядке следующие основные стадии: приготовление осахаренной мучной заварки; заквашивание заварки термофильными молочнокислыми бактериями (МКБ); выращивание дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*. Учитывая требования к микробному составу бродильного полуфабриката, в разводочном цикле на стадии получения заквашенной заварки для эффективного размножения чистых культур молочнокислых бактерий и дрожжей в жидкой среде солодового суслу основное питание в виде мучной неосахаренной заварки готовят предварительно определенным способом.

Согласно технологическим инструкциям [1], заварку готовят путем постепенного смешивания муки и воды температурой 83-85 °С в заварочной машине при соотношении 1:3, после чего охлаждают до 63-65 °С, и в полученный полуфабрикат вносят ячменный или ржаной солод в количестве 1,0-2,0 % к массе или охлаждают до 50-55 °С и, соответственно, вносят в заварку ферментные препараты амилолитического действия: Амилоризин П10х в дозировке 0,007-0,01 % или Глюкоамилазу очищенную в дозировке 0,02-0,03 % с целью накопления сахаров в заварке в результате ее осахаривания до 20,0 % в пересчете на сухое вещество. Ферментные препараты дозируются в охлажденную мучную заварку в виде 10,0 %-ного водного раствора, после чего осахариваются не менее 60-90 мин. Перед вводом в заварку водный раствор ферментных препаратов выдерживается 30 мин при температуре 35-40 °С [2].

В отдельных случаях в качестве питания при культивировании маточных жидких дрожжей используют специальные активаторы – инактивированные дрожжи и ферментные препараты, приготавливаемые по рецептуре, указанной в таблице 1. Инактивированные дрожжи готовят следующим образом: 0,5 кг прессованных хлебопекарных дрожжей смешивают с 0,5 л воды температурой 83-85 °С и прогревают на водяной бане при той же температуре в течение 30 мин. Полученный таким образом активатор вносят при приготовлении мучной заварки, которую готовят путем постепенного смешивания муки в количестве 2,5 кг, воды 6,5 л температурой 83-85 °С и инактивированных дрожжей 1,0 кг с последующим охлаждением до 50-55 °С, т.е. температуры ввода 0,5 л раствора ферментных препаратов. Продолжительность осахаривания мучной заварки не менее 120-150 мин при той же температуре.

В производственном цикле приготовления жидких дрожжей на стадии получения заквашенной заварки, как правило, расходуется мука следующих видов и сортов: мука пшеничная хлебопекарная второго сорта; смесь муки пшеничной хлебопекарной второго сорта и ржаной хлебопекарной обдирной (1:1); смесь

муки пшеничной хлебопекарной первого и второго сортов (1:1); смесь ржаной хлебопекарной обдирной и обойной (1:1). Соотношение муки и воды – 1:4 (на 50 кг муки берется 200 л воды) и 1:3 (на 50 кг муки берется 150 л воды), что обуславливается выбором разбавления полуфабриката.

Таблица 1 – Рецептура и параметры процесса приготовления активаторов

Наименование активатора, параметры	Расход сырья, параметры приготовления	
	ферментных препаратов	инактивированных дрожжей
Амилоризин П10х, г	0,06	–
Глюкоамилаза очищенная, г	0,6	–
Дрожжи прессованные, г	–	0,5
Вода, л	0,5	0,5
Температура, °С	35-40	83-85
Продолжительность обработки, мин	30	30
Продолжительность хранения при +4 °С, ч	8	24
Общий объем, л	0,5	1,0

Производственный цикл приготовления жидких дрожжей осуществляется по двум вариантам: *вариант I* – приготовление жидких дрожжей на заквашенных заварках без разбавления водой; *вариант II* – приготовление жидких дрожжей на заквашенных заварках с разбавлением водой. В варианте приготовления жидких дрожжей на заквашенной заварке без разбавления мучную заварку готовят из муки и воды при соотношении 1:4. Заваривание муки производится так же, как и в разводочном цикле, с той же продолжительностью осахаривания, т.е. не менее 60-90 мин. При вводе ферментного препарата Глюкоамилазы возможна замена части муки в заварке (до 30,0 %) доброкачественной сухарной или хлебной крошкой. В варианте приготовления жидких дрожжей на заквашенной заварке с разбавлением заварку готовят из муки и воды при соотношении 1:3. Процесс осахаривания полуфабриката ведут так же, как и в варианте без разбавления.

При снижении биотехнологических свойств жидких дрожжей, когда подъемная сила полуфабриката достигает свыше 30 мин и содержание в нем дрожжевых клеток не более 90 млн/г, в дрожжерастительный чан вместе с заквашенной заваркой рекомендуется вносить сернокислый аммоний в количестве 0,05-0,07 % к массе заквашенной заварки в виде водного 10,0-30,0 %-ного раствора. Другим средством улучшения биотехнологических свойств жидких дрожжей является применение специально обработанных прессованных дрожжей хорошего качества, расходуемых в количестве 0,2-0,3 % к массе жидких дрожжей, которые перед вводом разводят в воде температурой 30-35 °С при соотношении дрожжей и воды 1:10, к полученному раствору добавляют белый сахар в количестве 10,0-20,0 % и лимонную кислоту – 1,0 % к массе прессованных дрожжей. Полученную суспензию доводят до температуры 45-50 °С, пропускают через нее воздух путем интенсивного перемешивания или взбивают, снимают образовавшуюся пену, содержащую отмершие дрожжевые клетки и посторонние микроорганизмы.

Подготовленные таким образом дрожжи переносят в заквашенную заварку, охлажденную до 28-32 °С, с кислотностью 8-10 град в количестве 10,0 % к массе заварки, выдерживают при температуре 28-32 °С в течение 300-360 мин, после чего бродящую массу вводят в производственные жидкие дрожжи. Подсев обработанных описанным способом прессованных дрожжей производят 1 раз в сутки с целью улучшения подъемной силы жидких дрожжей до 16-20 мин и увеличения содержания дрожжевых клеток до 250-300 млн/г. Данный способ можно рассматривать как пример комбинации культур дрожжевых грибов и молочнокислых бактерий, являющихся возбудителями энергичного образования углеводов по типу спиртового и молочнокислого брожения.

Классическая, так называемая рациональная схема, предложенная А.И. Островским еще в 1929-1936 годах и имевшая большое значение для становления хлебопекарной промышленности, предусматривает основные этапы выработки жидких дрожжей:

- 1) приготовление мучной заварки как среды для выращивания молочнокислых бактерий;
- 2) заквашивание полученной заварки после ее осахаривания или без этого культурой молочнокислых термофильных бактерий Дельбрюка для накопления молочной кислоты в количестве, необходимом для подавления посторонней микрофлоры и создания оптимальной для размножения дрожжевых клеток среды;
- 3) размножение в заквашенном заторе дрожжей в требуемых количествах и уровня активности для получения культуры бродильных микроорганизмов необходимой подъемной силы.

Показано, что наилучший эффект размножения молочнокислых бактерий в мучных заварках обнаруживается, если для приготовления данного полуфабриката берется мука ржаная или пшеничная обойная, т.е. выхода порядка 96 % с высоким содержанием минеральных веществ, органических соединений фосфора и никотиновой кислоты (таблица 2). Применение обойной муки обуславливает также и высокие темпы накопления органических кислот в заторе, а в процессе его заквашивания наблюдается четко выраженное увеличение содержания небелковых азотистых веществ, в том числе и свободных аминокислот, что важно для организации следующего этапа – размножения дрожжевых клеток маточной культуры. С этой целью по технологической схеме приготовления жидких дрожжей заквашенный затор охлаждается до температуры, благоприятной для развития дрожжей, разбавляется и засеивается культурой хлебопекарных дрожжей. Соответственно, на данном этапе азотное питание является лимитирующим фактором при получении жидких дрожжей хорошей подъемной силы.

Таблица 2 – Химический состав обойной хлебопекарной муки [3]

Мука	Никотиновая кислота, мг%	Содержание основных макро- и микронутриентов, мг%					
		натрий	калий	кальций	магний	фосфор	железо
ржаная	1,2	1,2	396	43	75	256	4,1
пшеничная	5,5	7,0	310	39	94	336	4,7

Однако наличие азотного питания не является исключительным фактором, оказывающим влияние на скорость роста и размножения дрожжевых клеток. К другим важным факторам относят присутствие кислорода, обеспечивающего процесс аэробного дыхания дрожжевых клеток, уровень активной кислотности среды и ряд других. В производственных условиях обращают на себя внимание высокие значения титруемой кислотности заквашенных заварок и производственных дрожжей, что вызывает ухудшение подъемной силы полуфабриката, а свыше 13 град и вовсе наблюдается торможение этого процесса. Представляет определенный интерес и вопрос увеличения затрат на производство жидких дрожжей, поскольку для приготовления жидких дрожжей расходуется около 4,5 % сухого вещества муки [4]. Отсюда актуальным становится контроль необходимого уровня углеводного питания микроорганизмов путем оценки содержания редуцирующих веществ в заторе по методикам, отраженным в теххимическом контроле хлебопекарного производства [5].

Примечательно, что в своем изобретении [6] А.И. Островский для приготовления жидких дрожжей с предварительным закисанием затора, когда мучной самоосахаренный затор без добавления солода подвергают закисанию биологическим путем до 2,4-2,6 град Дельбрюка (рН=3,5-3,7) и при этой кислотности проводят размножение производственных дрожжей, привел принципиальную схему предназначенного для этого процесса аппарата (рисунок 1) в качестве потенциального прототипа бродильного агрегата. Предлагаемый аппарат разделен вертикальными, зигзагорасположенными, параллельными перегородками на отделения, действующие по принципу сообщающихся сосудов.

Аппарат состоит из месилки 1, чана для самоосахаривания 2, чана для закисания 3, холодильника 4 и чана для брожения 5. Для приготовления жидких дрожжей мука при помощи винтового шнека, работающего с регулируемой скоростью, и горячая вода (70-77 °С) в соотношении около 1:3 непрерывно поступают в месилку 1, состоящую из двух сообщающихся у дна отделений а и б. Из отделения б горячая мучная болтушка (65-70 °С) непрерывной струей через сливную соединительную трубу поступает в чан для самоосахаривания 2, состоящий из сообщающихся между собой четырех отделений а, б, в и г. Мучной затор, продвигаясь по этому чану, подвергается естественному охлаждению с 65 °С в отделении а до 50-54 °С в

отделении *г*. Из отделения *г* через соединительную трубу затор поступает в чан для закисания *з*, конструктивно подобный чану *2*, но имеющий шесть отделений *а*, *б*, *в*, *г*, *д* и *е*. В этом чане предполагается производить закисание затора под действием термофильных молочнокислых бактерий при температуре затора при всех его отделениях в пределах 54-48 °С.

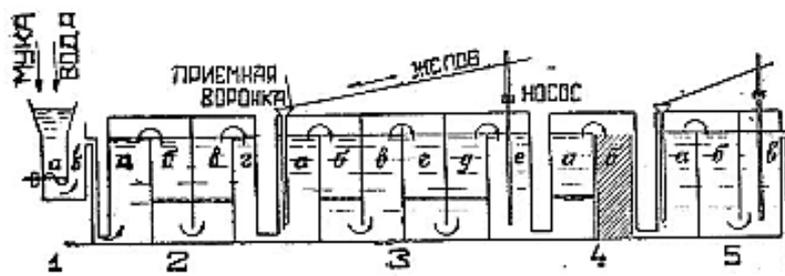


Рисунок 1 – Аппарат для выращивания жидких дрожжей по А.И. Островскому

Для непрерывного обсеменения бактериями Дельбрюка самоосахаренного затора при самом его поступлении имеется специальное приспособление. Он состоит из насоса, поставленного над последним отделением *е* чана закисания *з*, наиболее обогащенного бактериями Дельбрюка, и подающего затор из этого отделения на желоб. По желобу затор самотеком поступает к отделению *а* и попадает в длинную, доходящую до соединительной трубы, воронку из белой жести. Количество транспортируемого насосом затора может меняться за счет изменения числа оборота мотора или за счет специальных приспособлений в самом желобе. Тем самым производится регулирование скорости и степени закисания затора по мере его продвижения из отделения *а* к отделению *е*. Для поддержания нужной температуры в чанах *2* и *3* последние имеют приспособления для парового барботирования.

В случае инфицирования затора предусматривается его пастеризация, для чего из отделения *е* закисший затор попадает через соединительную трубу в пастеризатор-холодильник *4*, в котором, в случае необходимости, затор может быть нагрет до 75-80 °С, отделение *а* снабжено для этого паровым барботером, и далее в отделении *б* охлажден до 30 °С при помощи размещенного в этом отделении холодильника. Из холодильника *4* охлажденный затор поступает в чан для брожения *5*, конструктивно подобный чану *3*, но имеющий всего три отделения. Кроме того, сливная труба для дрожжей у него расположена по высоте, определяющей уровень жидкости во всех чанах. Чан *5* имеет такое же приспособление для непрерывного обсеменения затора дрожжами, что и чан *3*. Из последнего чана *5* дрожжи самотеком сливаются в нижерасположенный сборник, а оттуда через мерник дозируются на производство.

Современные предпринимаемые меры позволяют совершенствовать схему приготовления жидких дрожжей с целью организации работы хлебопекарного предприятия с перерывами до 8-16 часов, для чего предложена технология жидких дрожжей с увеличенной продолжительностью выращивания бродильных микроорганизмов и обеспечения стабильных биотехнологических свойств полуфабриката в дискретных условиях [7]. Расход жидких дрожжей в хлебопекарном производстве зависит от сорта вырабатываемого изделия и составляет в процентах к массе муки в тесте: для хлеба из пшеничной муки первого сорта – 20-25, из пшеничной муки второго сорта – 30-35, муки пшеничной обойной – 35-40. При использовании жидких дрожжей в смеси с прессованными расход их составляет в процентах к массе муки в тесте: для хлеба из муки пшеничной первого сорта – не более 15, для хлебобулочных изделий из муки пшеничной первого и высшего сортов (батоны нарезной, простой, студенческий, хлеб белый из муки пшеничной первого и высшего сортов) – 7-10, для хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки (украинский новый, орловский, дарницкий, столовый, столичный, российский) – 10-15 [2]. Область применения жидких дрожжей в хлебопечении также не ограничивается только ролью биологического разрыхлителя. Так, при необходимости использования муки с выявленной зараженностью картофельной палочкой для выработки хлеба и хлебобулочных изделий в качестве мероприятия рекомендуется применять жидкие дрожжи, приготовленные по рациональной схеме, с кислотностью 14-16 град в количестве 25-30 % к массе муки в зависимости от способа приготовления теста.

Типовая аппаратурно-технологическая схема приготовления жидких дрожжей (рисунок 2) выполняется в двух вариантах: вариант 1 – без разбавления водой, вариант 2 – с разбавлением водой. По первому варианту аппаратурно-технологическая схема приготовления жидких дрожжей без разбавления водой включает заварочную машину марки ХЗ-2М-300, бачок водосолеподготовительный Ш2-ХДИ, дозатор сыпучих компонентов Ш2-ХД2-А и четыре чана марки РЗ-ХЧД-1400, предназначенные для заквашивания заварки, охлаждения заквашенной заварки, выращивания дрожжей и расходный чан, из которого жидкие дрожжи поступают на производство. Чан для охлаждения заквашенной заварки снабжен теплообменником МЭС-079. Для поддержания высокой температуры в чане для заквашивания размещается змеевик, по которому пропускается пар. Чаны для заквашивания и выращивания жидких дрожжей снабжаются тихоходными мешалками. Заваривание муки и осахаривание заварки осуществляется в заварочной машине, из которой осахаренная заварка с помощью насосной установки ШНК-18,5 подается в чан для заквашивания. Из чана для заквашивания заварка перекачивается в чан для охлаждения заквашенной заварки, где она охлаждается и поступает в чан для выращивания жидких дрожжей. Зрелые дрожжи перекачиваются в расходный чан и поступают на производство. В аппаратурно-технологической схеме производства жидких дрожжей с разбавлением дополнительно устанавливается еще один водосолеподготовительный бачок Ш2-ХДИ непосредственно над чаном для охлаждения заквашенной заварки.

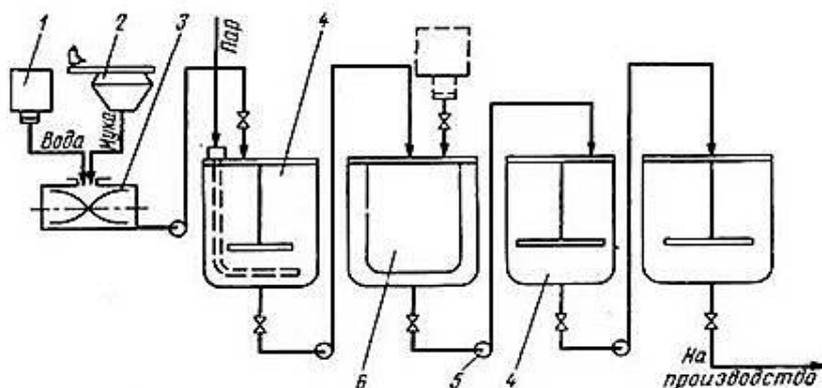


Рисунок 2 – Аппаратурно-технологическая схема приготовления жидких дрожжей: 1 – водосолеподготовительный бачок Ш2-ХДИ; 2 – дозатор сыпучих компонентов Ш2-ХД2-А; 3 – заварочная машина ХЗ-2М-300; 4 – дрожжевые чаны РЗ-ХЧД-1400; 5 – насосная установка ШНК-18,5; 6 – чан РЗ-ХЧД с водяной рубашкой

Приведем пример расчета расхода сырья и оборудования для организации производства жидких дрожжей при планируемой выработке хлеба из пшеничной муки второго сорта до 10 т/сутки [2].

1. Расчет расхода основного и дополнительного сырья.

1.1 Суточный расход муки для приготовления 10 т хлеба при выходе 145 %:

$$\frac{10 \cdot 100}{145} = 6,86 \text{ т.}$$

1.2 Расход муки в час:

$$\frac{6860}{23} = 300 \text{ кг/ч.}$$

1.3 Часовой расход жидких дрожжей:

$$300 \cdot 0,30 = 90 \text{ кг/ч.}$$

с учетом дозировки жидких дрожжей в тесто – до 30 % от массы муки в тесто при исключении из рецептуры прессованных дрожжей.

1.4 Часовой расход муки для приготовления жидких дрожжей при принятом соотношении мука – вода 1 : 4 в заварке:

$$90 : 5 = 18 \text{ кг/ч.}$$

1.5 Часовой расход осахаренной заварки:

$$18 \cdot 5 = 90 \text{ кг/ч.}$$

1.6 Часовой расход осахаренной заварки:

$$90 \cdot 7 = 630 \text{ кг,}$$

где 7 – продолжительность заквашивания заварки, ч.

Учитывая разницу между продолжительностью заквашивания заварки (принимая 7 часов) и выращивания дрожжей (принимая 4 часа), допускаем увеличение объема заквашенной заварки в 2 раза:

$$630 \cdot 2 = 1260 \text{ кг.}$$

1.7 Суточный расход:

солода неферментированного при дозировке муки в заварке:

$$\frac{18 \cdot 23 \cdot 2}{100} = 8,28 \text{ кг.}$$

ферментного препарата с амилолитической активностью (например, Амилоризина П10х АС-2000 ед/г) при дозировке 0,01 % к массе муки в заварке:

$$\frac{18 \cdot 23 \cdot 0,01}{100} = 0,0414 \text{ кг.}$$

Глюкоамилазы очищенной (ГлС-2000 ед/г) при дозировке 0,03 % к массе муки в заварке:

$$\frac{18 \cdot 23 \cdot 0,03}{100} = 0,1242 \text{ кг.}$$

или смеси Амилоризина П10х (АС-2000 ед/г) и Глюкоамилазы очищенной (ГЛС-2000 ед/г)

$$\text{Амилоризин П10х} = \frac{18 \cdot 23 \cdot 0,05}{100} = 0,0207 \text{ кг.}$$

$$\text{Глюкоамилаза} = \frac{18 \cdot 23 \cdot 0,03}{100} = 0,1242 \text{ кг.}$$

## 2. Расчет оборудования.

Расчет оборудования производится в соответствии с заданным объемом осахаренной и заквашенной заварки, жидких дрожжей:

2.1 Количество заварочных машин для цеха приготовления жидких полуфабрикатов:

$$\frac{90 \cdot (\text{Пр}_{\text{ох}} + \text{Пр}_{\text{зав}} + \text{Пр}_{\text{осах}}) \cdot 1,05}{60 \cdot 250} = \frac{90 \cdot 190 \cdot 1,05}{60 \cdot 250} = 1,197 \text{ шт.}$$

где 90 – часовой расход осахаренной заварки, кг;

$\text{Пр}_{\text{ох}}$  – продолжительность охлаждения мучной заварки, мин (принимается 60 мин);

$\text{Пр}_{\text{зав}}$  – продолжительность заваривания, мин (принимается 10 мин);

$\text{Пр}_{\text{осах}}$  – продолжительность осахаривания, мин (принимается 120 мин);

1,05 – объемная масса заварки, кг;

250 – количество осахаренной заварки, кг.

2.2 Количество чанов и объем для заквашенной заварки:

$$90 \cdot 7 \cdot 1,1 = 693 \text{ кг,}$$

где 90 – часовой расход осахаренной заварки, кг;

7 – продолжительность заквашивания заварки, ч;

1,1 – коэффициент запаса емкости на вспенивание.

Для приготовления заквашенной заварки применяется к установке 2 чана РЗ-ХЧД-1400 (1 – запасной).

2.3 Количество чанов для жидких дрожжей, учитывая объем жидкого полуфабриката:

$$90 \cdot 4 \cdot 1,35 = 436 \text{ кг,}$$

где 90 – часовой расход мучной заварки, кг;  
4 – продолжительность приготовления дрожжей, ч;  
1,35 – коэффициент запаса емкости на вспенивание.

Для данного объема жидких дрожжей принимается к установке 2 чана РЗ-ХЧД-1400 (в том числе 1 – запасной).

В дополнении существующей технологии заявлен способ приготовления жидких дрожжей, включающий приготовление заварки из чечевичной муки взамен ржаной, для заквашивания и размножения маточных дрожжей в производственном цикле [8], а также способ приготовления жидких дрожжей, включающий смешивание экструдата из крупки ячменя, гороха и углеводно-белковой композиции амаранта и воды для приготовления питательной смеси для культивирования дрожжей [9], однако подбор указанных компонентов и условий выращивания микроорганизмов представляется затруднительным и затратным в силу неприменения исследователями методологии промышленного эксперимента, позволяющего не только найти оптимальные сочетания условий выращивания культуры маточных дрожжей, но и прогнозировать изменение их биотехнологических свойств в силу проявления симбиотической активности.

С этих позиций целесообразно согласиться с основополагающим тезисом, что «...жидкие дрожжи являются начальной стадией технологического процесса, приготавливаемые из натурального сырья – муки на хлебопекарных предприятиях для применения в качестве биологического разрыхлителя при производстве хлеба из пшеничной, смеси пшеничной и ржаной муки...». Отметим также, что в технологии хлебопечения «... жидкие дрожжи обеспечивают высокую пищевую ценность хлебобулочных изделий, обогащая их биологически активными и пребиотическими компонентами, синтезируемыми не всеми прочими микроорганизмами, а именно молочнокислыми бактериями *Lactobacillus delbrueckii* и дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*...» [10].

Таким образом, вопрос об использовании жидких дрожжей в хлебопечении остается актуальным в связи с необходимостью переработки муки пониженного качества, в т.ч. при микробиальной зараженности картофельной палочкой и другими болезнетворными для хлеба микроорганизмами. Предложенные способы выращивания дрожжей зачастую являются аналогией способов активации дрожжевой массы без обеспечения симбиотической активности дрожжей и бактерий. Поскольку жидкие дрожжи выполняют роль биологического разрыхлителя в технологии хлебопекарного производства, то их биотехнологические характеристики и видовой состав микроорганизмов не должны претерпевать радикальные изменения в силу предложений по активации дрожжей и изменения состава питательной среды (заквашенной заварки). Считаем, что перспективным направлением в дальнейших исследованиях является изучение влияния жидких дрожжей на качество хлебопекарной продукции при различных способах тестоприготовления и аппаратурного оформления технологических схем производства хлеба.

### *Литература*

1. Пучкова, Л.И. Технология хлеба / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.
2. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.
3. Химический состав российских продуктов питания. Справочник / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
4. Козьмина, Н.П. Биохимия хлебопечения. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 279 с.
5. Технохимический контроль хлебопекарного производства / К.Н. Чижова, Т.И. Шкваркина, Н.В. Запенина и др. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 480 с.

6. Островский, А.И. Способ приготовления жидких дрожжей // Авторское свидетельство № 65494 СССР МПК С12N 1/16. Заявка № 3491 (309454) от 24.04.1942. Оpubл. 31.12.1945.
7. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / Под общей ред. Проф. А.П. Косована. – М.: ГНУ ГосНИИ хлебопекарной промышленности, 2008. – 272 с.
8. Способ приготовления жидких дрожжей / Л.П. Пащенко, Ю.Ф. Росляков, И.М. Тареева, Л.Ю. Пащенко // Патент на изобретение РФ № 2198216 С2 МПК<sup>7</sup> С 12 N 1/18/(С 12 N 1/18, С 12 R 1:865). Заявка № 2001102637/13 от 29.01.2001. Оpubл. 10.02.2003.
9. Способ приготовления жидких дрожжей / Л.П. Пащенко, Д.Н. Болотов, И.А. Никитин, О.С. Парченко, В.И. Манжесов // Патент на изобретение РФ № 2251569 МПК<sup>7</sup> С12N1/18, А21D2/36. Заявл. 11.06.2004. Оpubл. 10.05.2005.
10. Быковченко, Т.В. Технологии жидких дрожжей и хлебобулочных изделий в условиях дискретного производства: автореферат дисс. канд. техн. наук по специальности 05.18.01 Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства. М., 2009. 27 с.

# АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СПОСОБА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА С ПОДСОРТИРОВКОЙ КУКУРУЗНОЙ МУКИ

Черник А.А., студент, Шмалько Н.А., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

*e-mail: kafedra-tith@yandex.ru*

## *Аннотация*

В статье приведены результаты изучения аппаратурного оформления способа приготовления пшеничного хлеба с подсортировкой кукурузной муки, указаны оптимальные параметры ведения технологических процессов производства хлеба, рецептуры и режимы приготовления полуфабрикатов, аппаратурно-технологическое оформление способов опарного тестоприготовления.

Вопрос о целесообразности проведения подсортировки других видов муки к пшеничной и ржаной муке поднимается во многих работах [1-6], однако уровень проработки технологических решений остается зачастую только в рамках проведения пробных лабораторных выпечек, не позволяя рекомендовать полученные таким образом данные для внедрения в производственные условия хлебопекарных предприятий. С целью расширения ресурсов муки для хлебопекарной промышленности и подсортировки к основной (ржаной и пшеничной) муке применяют кукурузную, ячменную, овсяную, соевую, картофельную и т.п. Считается, что данные виды сырья позволяют повысить пищевую ценность хлеба за счет внесения усвояемых белков, ценных липидов, физиологически активных пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ.

Данный вопрос в литературе преимущественно рассматривается с позиции рекомендаций к применению нетрадиционного сырья в качестве обогатителей. Направленность применения различных видов сырья и достигаемый технологический эффект обуславливается химическим составом и соотношением отдельных компонентов сырья, его физико-химическими, технологическими и функциональными свойствами. Более широко в хлебопечении представлена группа зернового и бобового сырья: ржаные и пшеничные отруби, цельнозерновая мука, пшеничный зародыш, фасолевая и бобовая мука, гороховая мука, рисовая мучка и др.

Несмотря на обширные разработки по созданию и применению новых видов сырья в хлебопечении, проблема расширения сырьевого рынка и повышения его потенциала на основе биохимической модификации, новых функциональных свойств, изучения структурных компонентов муки в тесте, продолжает оставаться актуальной для проведения научных исследований. Факторы, обеспечивающие актуальность этого направления, обусловлены развитием современных методов обработки сырья, нестабильностью хлебопекарных свойств муки, возросшими требованиями и критериями безопасности готовой продукции, а также другими причинами.

Главенствующей проблемой из вышеперечисленного является улучшение качества хлеба из муки с пониженными свойствами и при нарушении технологического процесса [7]. Пониженные свойства муки в основном обусловлены повреждением зерна клопом-черепашкой, применением проросшего, морозобойного, высушенного при высокой температуре зерна, примесью фузариозного зерна и т.п. При переработке такой муки возникает необходимость изменения параметров технологического процесса, применения соответствующих методов и средств при приготовлении теста с целью обеспечения выработки хлебулочных изделий стандартного качества.

Технологические рекомендации по переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами

включают сведения об эффективных технологических решениях при выработке хлеба из муки дефектного качества: муки пшеничной с короткорвущейся клейковиной, муки пшеничной, смолотой из зерна, поврежденного клопом-черепашкой, муки пшеничной с повышенным содержанием водорастворимых веществ. К основному технологическому решению относится интенсификация кислотообразования в бродильных полуфабрикатах путем применения жидких дрожжей, полуфабриката, непосредственно готовящегося на хлебопекарных предприятиях путем выращивания дрожжевых клеток в осахаренной мучной заварке. Подобный способ разрыхления эффективен при переработке обойной и низших сортов пшеничной муки.

Предметом исследования является изучение возможности использования кукурузной муки в производстве пшеничного хлеба для улучшения его качества посредством принятия эффективных технологических решений и аппаратурного оформления способа тестоприготовления.

Известно, что кукурузная мука беднее белковыми веществами, чем пшеничная, не образует клейковину, а сами белки кукурузы требуют большего времени для набухания, они более устойчивы к действию протеолитических ферментов. Снижение качества хлеба при добавлении кукурузной муки, а именно уменьшение объемного выхода, пористости и эластичности мякиша, появление трещин на поверхности, быстрое черствение хлеба обуславливаются свойствами ее белков. Крахмал кукурузной муки обладает высокой атакуемостью амилазами и повышенной сахаро- и газообразующей способностью. Добавление больших количеств кукурузной муки служит причиной потемнения мякиша хлеба и появления специфического привкуса.

Общие рекомендации переработки в виде примеси кукурузной муки содержат следующие положения. Для приготовления хлеба из пшеничной обойной муки с примесью кукурузной муки не требуется менять ход технологического процесса. Тесто готовят опарным способом с использованием прессованных или жидких дрожжей, или на жидких заквасках. Влажность теста устанавливается исходя из норм влажности мякиша хлеба. Кукурузную муку в дозировке 5 % используют для приготовления жидких дрожжей или заквасок, а остальное количество вносят в опару или в тесто при его приготовлении на жидких заквасках без опары. Конечная кислотность пшеничного теста может быть увеличена на 1,5-2 °Н против обычной, а продолжительность выпечки до 10-15 %.

Проф. А.Н. Островский с сотр. предложили перерабатывать кукурузную муку в виде заварок, сброженных термофильными молочнокислыми бактериями, т.е. приготавливать затор для приготовления жидких дрожжей. Позднее в СССР Центральная химическая лаборатория Укрглавхлеба на основе обобщения опыта промышленности рекомендовала технологический режим приготовления пшеничного хлеба забайкальского с примесью кукурузной муки (на 100 кг муки в тесто). Предложены две схемы тестоведения: при работе на густых опарах и на жидких полуфабрикатах с использованием агрегата ХТР.

В первом случае, при работе на густых опарах из 25 % кукурузной муки, предназначенной на приготовление хлеба забайкальского, 15 % муки 85 %-ного выхода задают в виде заквашенной заварки: 8,5 % в опару (с учетом кукурузной муки, содержащейся в жидких дрожжах) и 6,5 % в тесто. В сухом виде кукурузная мука 70 %-ного выхода в опару в количестве 3 % и в тесто — 7 % от общего количества муки. Сухая кукурузная мука смешивается с основной (пшеничной) в установленной пропорции при загрузке в завальную яму.

В промышленных условиях заварку готовят из 13,5 кг кукурузной муки и 13,5 л кипятка с продолжительностью заваривания 10-15 мин. Для охлаждения заварки до 52-54 °С добавляют 2,5 л холодной воды. Полученные 29,5 кг заварки заквашивают термофильными молочнокислыми бактериями штамма Э-1 или Дельбрюка. Опыт Одесского, Новосибирского, Казахского и других трестов — организаций, занимавшихся в СССР промышленным хлебопечением, показал целесообразность применения для этой цели бактерий штамма Э-1, позволяющих сократить продолжительность заквашивания до 7-8 ч. Влажность закваски 61-62 %, конечная кислотность — 13-15 °Н. Охлаждение заварки и закваски рекомендуется при помощи теплообменников. Тесто готовят опарным способом на густой опаре по рецептуре и технологическому режиму, указанным в таблице 1.

При работе на жидких полуфабрикатах с использованием агрегата ХТР из 25 % кукурузной муки, расходуемой на приготовление хлеба забайкальского, дается в заквашенном виде: 7 % кукурузной муки 5 %-ного выхода, в том числе 4,5 % в опару и 2,5 % – в тесто. Заварку кукурузной муки готовят в заварочной машине ХЗМ-300 при соотношении муки и воды 1:4. В одну машину поступает 60 кг кукурузной муки 85 %-ного выхода и 240 кг воды. Заварку рекомендуется готовить следующим образом. В машину дозируют 100 л воды, доводят ее паром до кипения и засыпают при перемешивании кукурузную муку. Заваривание водно-мучной смеси длится 8-10 мин, затем, не прекращая перемешивания, добавляют оставшиеся 140 л воды температурой 65 °С. Одновременно с этим пропускают холодную воду через рубашку машины и охлаждают заварку до 54-55 °С. Заквашивать заварку рекомендуется в емкостях с мешалкой. Отбор закваски производят через 3,5-4 часа в количестве 50 %. Конечная кислотность закваски 10-12 °Н. Тесто готовят опарным способом на жидкой опаре по рецептуре и технологическому режиму, указанным в таблице 2.

Таблица 1 — Рецептура и режим приготовления теста на густой опаре для хлеба забайкальского

Наименование сырья и параметры процесса	Опара густая	Тесто
Мука пшеничная обойная, кг	34,0	–
Мука пшеничная второго сорта, кг	–	40,0
Мука кукурузная 70 %-ного выхода, кг	3,0	7,0
Заварка кукурузной муки 85 %-ного выхода, кг	15,0	14,5
Вода питьевая, кг	16,0	По расчету
Дрожжи жидкие, кг	14,0	–
Опара густая, кг	–	82,0
Солевой раствор (плотность 1,2 кг/л)	–	7,5
Влажность, %	51-52	51
Температура начальная, °С	28-29	29-30
Кислотность конечная, °Н	11-12	8-9
Продолжительность, мин:		
брожения	270-300	35-40
расстойки	–	35-40

выпечки	—	52-54
Температура пекарной камеры, °С	—	250-270

Аппаратурное оформление способов тестоприготовления заключается в подборе оборудования и расчете часовой и суточной производительности линии по тесту. Для реализации опарного способа в источнике [8] предложено использовать принципиальную установку тестоприготовительного агрегата непрерывного действия — агрегат ХТР, ранее выпускаемый заводом «Киевпродмаш» и предназначенный для непрерывного приготовления пшеничного теста на хлебопекарных предприятиях, оборудованных печами средней мощности.

Схема тестоприготовительного агрегата ХТР приведена на рисунке 1, состоящего из следующих машин и аппаратов: тестомесильных машин непрерывного действия модели Х-12Д с двумя автоматическими дозировочными станциями ВНИИХП для опары и теста; бродильного аппарата непрерывного действия модели Х-23; дрожжемешалки и мешалки для сахарного раствора модели Х-14; дозатора для опары с приводом модели Х13-03А-05А и электрошкафа Х-11.

Для приготовления теста опарным способом одну тестомесильную машину Х-12Д устанавливают над первой секцией, а вторую — над второй секцией бродильного аппарата. Между первой и второй секциями бродильного аппарата устанавливается перегородка, а в корпусе первой секции под выпускным отверстием — дозатор для опары. В тестомесильной машине, установленной под первой секцией бродильного аппарата, замешивается опара, поступающая в первую секцию аппарата, где происходит ее брожение. При брожении опара медленно перемещается вдоль первой секции аппарата до дозатора для опары, которым она перекачивается во вторую тестомесильную машину, установленную под второй секцией аппарата; в этой секции готовится тесто с добавлением к опаре необходимых компонентов.

Таблица 2 — Рецепт и режим приготовления теста на жидкой опаре для хлеба забайкальского

Наименование сырья и параметры процесса	Опара жидкая (на одну машину ХЗМ-300)	Тесто (на 1 мин в агрегате ХТР)
Мука пшеничная обойная, кг	24,0	3,5
Мука пшеничная второго сорта, кг	25,0	5,5
Мука кукурузная 85 %-ного выхода, кг	19,0	—
Мука кукурузная 70 %-ного выхода, кг	—	2,0
Вода питьевая, кг	102,0	—
Дрожжи жидкие, кг	100,0	—

Опара жидкая, кг	—	14,3
Солевой раствор (плотность 1,2 кг/л)	—	1,4
Влажность, %	73-75	51,5
Температура начальная, °С	30	29-30
Кислотность конечная, °Н	12-13	8,5-9
Продолжительность, мин:		
брожения	270	50-55
расстойки	—	35-40
выпечки	—	53-55
Температура пекарной камеры, °С	—	215-220

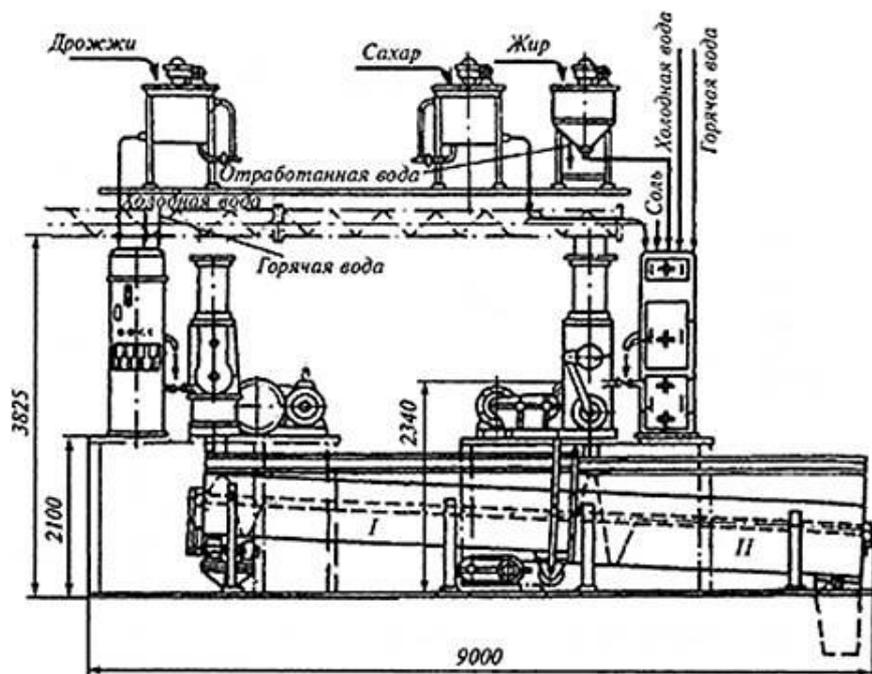


Рисунок 1 — Схема тестоприготовительного агрегата марки ХТР:

1, 4 — месильные машины, 2, 5 — автоматические дозирочные станции ВНИИХП-0-6, 3 — шнек для муки, 6 — дозатор для опары, 7 — бродильный аппарат, 8 — выпускной шибер

Тесто из тестомесильной машины поступает во вторую секцию бродильного аппарата, где бродит и медленно перемещается вдоль второй секции бродильного аппарата до шиберного устройства с электроприводом для выпуска теста на тесторазделочную линию.

Корыто бродильного аппарата Х-23 (рисунок 2) имеет две секции разных размеров, которые изготовлены в форме полуцилиндров с расширяющимися кверху стенками и откидными бортами. Корыто установлено на четырех опорах с наклоном в сторону движения опары (теста), составляющим  $3^\circ$ . Шнековый вал аппарата имеет три опоры, из которых две расположены снаружи, около торцевых стенок корыта; одна подвесная опора размещена в конце первой секции корыта. На валу насажено два шнека, из которых один расположен в начале первой секции корыта, а второй — в начале второй секции. На валу имеется также лопасть в конце первой секции над выпускным отверстием, где установлен дозатор опары. Шнековый вал периодически вращается от храпового механизма. Механизмы привода расположены на переднем загрузочном конце аппарата на специальной плите и имеют кожух с откидной крышкой. Все части бродильного аппарата, соприкасающиеся с опарой и тестом, изготовлены из нержавеющей стали.

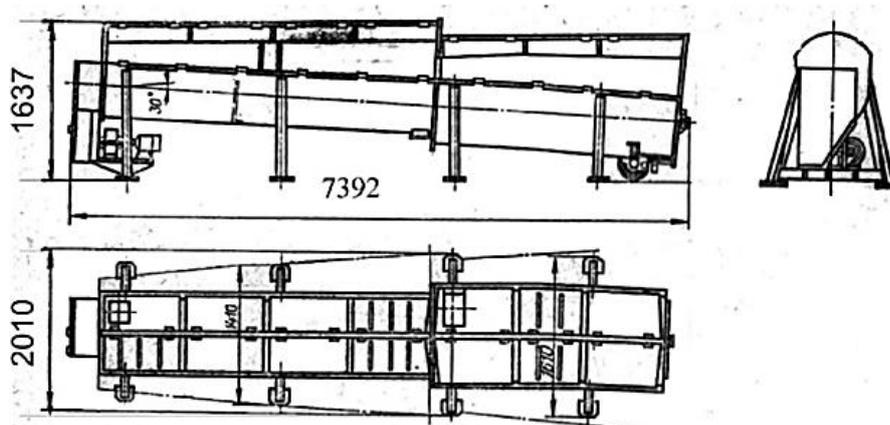


Рисунок 2 — Бродильный аппарат Х-23

Дозатор опары подает ее шнеком во вторую тестомесильную машину Х-12Д. Корпус шнека прикреплен болтами к патрубку под выходным отверстием первой секции бродильного аппарата. Шнек приводится в движение от электродвигателя через цепной вариатор. Опара нагнетается шнеком во вторую тестомесильную машину через вертикальную трубку, верхнее колено которой установлено в корпусе питателя муки тестомесильной машины. Количество опары, подаваемое в тестомесильную машину, регулируется вариатором. Производительность дозатора для опары до 10 т/сут, частота вращения шнекового вала от 56 до 252 об/мин, мощность электродвигателя 1,5 кВт, частота вращения 1400 об/мин. Вариатор ВЦ-11-131-01 вращается со скоростью 920 об/мин, диапазон регулирования 4,5.

Процесс брожения опары (теста) от момента поступления полуфабриката в первую секцию бродильного аппарата до выхода готовой опары из первой секции можно регулировать от 3 до 4,5 часов. На базе агрегатов ХТР разработано два варианта компоновки опарно-тестовых агрегатов с непрерывным

замесом и брожением густой опары и теста: двухъярусный и одноярусный — прямоточный. Первый вариант предусматривает установку двух агрегатов по схемам, изображенным на рисунке 3: *а, б, в*, где один агрегат предназначен для замеса и брожения опары и второй — для замеса теста. Для компоновки опарно-тестового агрегата предусмотрено использование отдельных отсеков бродильного корыта агрегата ХТР. Для брожения опары соединяют первый и третий отсеки, для брожения теста — первый и второй. Второй вариант приспособлен для работы на опарном способе приготовления теста. Для уменьшения времени простоя оборудования при переходе с одного сорта на другой устанавливают спаренные агрегаты, обслуживающие одну и ту же линию.

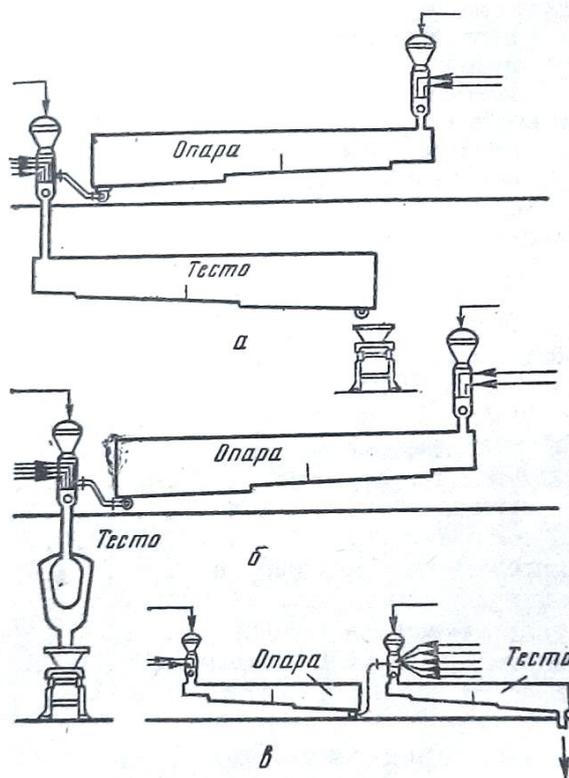


Рисунок 3 — Варианты установки агрегатов ХТР для приготовления теста опарным способом: *а* — схема ВНИИХП-Т-1-57, *б* — перпендикулярная схема, *в* — установка агрегатов на одном этаже

Подобная установка тестоприготовительного агрегата ХТР явилась впервые результатом реконструкции безопарного агрегата в условиях Краматорского хлебозавода № 2 (рисунок 4), для чего борты третьей секции аппарата, предназначенной для брожения опары, были наращены на 440 мм и удлинены на 1 м, а для брожения теста секции устанавливались без изменений. Во вторую тестомесильную машину опара передается шнеком и ее дозирование регулируется дросселем на выходной горловине шнека. Производственные испытания показали недостатки новой конструкции, поскольку агрегат потребовал большой расход энергии. Площадь для установки, обслуживание на разных площадках [9].

После реконструкции производительность агрегата достигала 45-48 т хлеба в сутки, уменьшаясь почти вдвое при переработке муки со слабой клейковиной. При вертикальной конструкции аппарата переработка пшеничной муки с низкими хлебопекарными свойствами при полной его загрузке приводило к получению полуфабрикатов с разницей в 1,5-2 °Н кислотности в верхнем и нижнем слое. Хлеб обладал неравномерной пористостью с крупными порами и мякишем плохого качества. Устранить этот недостаток удалось установкой вертикальных перегородок, доходящих до вала в 1 м от конца корыт, которые нагнетали опару и тесто вверх перед выходом из корыт, обеспечивая обминку и снижая объем углекислого газа в

полуфабрикате.

Кроме того, для улучшения качества хлеба применили молочнокислые закваски, сквашенные термофильными бактериями Дельбрюка, которые готовятся в дрожжевом отделении с влажностью 85 %, кислотностью 15-16 °Н и после охлаждения до 29-30 °С подаются в тесто во время замеса. Расход закваски составляет 10-12 % от веса всей перерабатываемой муки. В агрегате предусмотрена подача закваски из напорного чана в чан постоянного уровня, из которого она дозируется через кран диаметром 32 мм, приводимый в движение от привода месильной машины. Применение закваски привело к сокращению продолжительности брожения теста с 82 до 60 мин, а производительность одного опарно-тестового агрегата увеличилась с 43-45 до 60 т хлеба в сутки. Следовательно, учитывая ранее указанные рекомендации внесения кукурузной муки при подсортировке к пшеничной муке с низкими хлебопекарными достоинствами, целесообразно вносить добавку на одном из этапов приготовления молочнокислой закваски, что было предложено на примере хлеба забайкальского из смеси пшеничной обойной муки и второго сорта [9].

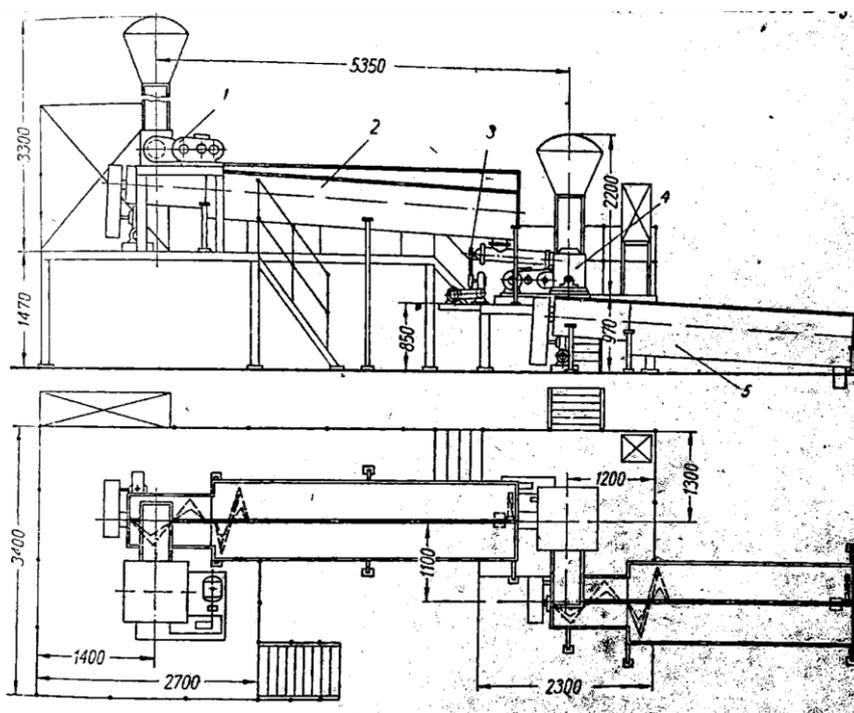


Рисунок 4 — Двухъярусный тестоприготовительный агрегат Краматорского хлебозавода: 1 — месильная машина для опары, 2 — аппарат для брожения опары; 3 — шнековый насос для опары, 4 — месильная машина для опары, 5 — аппарат для брожения теста

Приготовление пшеничного теста в агрегате ХТР на жидком полуфабрикате (жидкой опаре) осуществляется двумя способами: периодически в чанах и непрерывно в опарной машине ВНИИХ и в чанах. По периодическому способу опару замешивают в машине ХЗМ-300 и сливают порции поочередно в чаны для брожения. Выбродившую опару полностью выкачивают из чана насосом в напорный чан, а из него через чанок постоянного уровня поступает в месильную машину агрегата ХТР для замеса теста. Применение больших опар позволяет сократить объем теста в агрегате и применить укороченные агрегаты, состоящие либо только из первой и второй секций аппарата общей емкостью 1,8 м<sup>2</sup>, либо из первой и третьей секций аппарата общей емкостью около 2,9 м<sup>2</sup>.

Расчет тестоприготовительного агрегата ХТР включает определение часового расхода муки (1), объемов опарного и тестового корыт (2, 3) исходя из средней объемной массы в начале и в конце брожения полуфабрикатов (4, 5), суточной производительности по тесту (6).

Часовой расход муки (в кг), перерабатываемой агрегатом, вычисляется по формуле

$$M_{\text{ч}} = \frac{\text{П} \cdot 100}{\text{В} \cdot 24}, \quad (1)$$

где П – суточная производительность печи по хлебу, кг;

В – выход готовой продукции, %.

Расход муки на опару принимаем, равным  $(0,4 \div 0,5)M_{\text{ч}}$ .

Объем опарного корыта (в л) составит:

$$V_0 = \frac{M_{\text{ч}} \cdot T_0 \cdot 100}{q}, \quad (2)$$

где  $T_0$  – продолжительность брожения опары, ч;

$q$  – норма загрузки муки в опару, кг на 100 л объема корыта.

Объем тестового корыта (в л) составит:

$$V_{\text{т}} = \frac{M_{\text{ч}} \cdot T_{\text{т}} \cdot 100}{q'}, \quad (3)$$

где  $T_{\text{т}}$  – продолжительность брожения теста, ч;

$q'$  – норма загрузки муки в тесто, кг на 100 л объема корыта.

Считается, что объемная масса теста в процессе брожения изменяется от 1,1 до 0,7, а опары – от 1 до 0,5, емкость бродильного корыта агрегата непрерывного действия должна быть значительно меньше суммарной емкости сосудов для брожения периодического действия.

Емкость по опаре и тесту определяется из средней объемной массы в начале и в конце брожения опары:

$$\text{для опары} \quad \frac{1+0,5}{2} = 0,75 \frac{\text{кг}}{\text{л}}; \quad (4)$$

$$\text{для теста} \quad \frac{1,1+0,7}{2} = 0,9 \frac{\text{кг}}{\text{л}}. \quad (5)$$

Возможная загрузка опарной части с учетом ее емкости, образуемой откидными бортами, 2329 кг  $(3106 \cdot 0,75)$ . Производительность опарной части корыта составляет 582 кг/ч, т.е.  $(2329 : 4)$  при длительности брожения 4 ч.

Возможная загрузка тестовой части корыта будет 2340 кг,  $(2700 \cdot 0,9)$ . Часовая производительность по тесту, принимая количество теста равным двойному количеству опары (предусмотрено две секции для брожения опары) составит  $582 \cdot 2 = 1164$  кг. Длительность процесса брожения теста 2 ч  $(2430 : 1164)$ .

Суточная производительность по тесту:

$$\frac{1164 \cdot 24}{1000} = 27,94 \text{ т.} \quad (6)$$

Отсюда, суточная производительность по хлебу составляет 25,2 т (27,94 · 0,9).

Техническая характеристика бродительных аппаратов агрегата ХТР приведена в таблице 3.

По результатам расчета принимается один типоразмер тестоприготовительного агрегата непрерывного действия без бортов и с бортами. При наращивании производительности предусматриваем установку двух агрегатов: один для приготовления опары и второй для теста.

Таблица 3 – Техническая характеристика бродительных аппаратов агрегата ХТР

Показатели	Бродильные аппараты		
	безопарный	опарный марки Х-13	опарный марки Х-17
1	2	3	4
Емкость, м <sup>3</sup>			
первой секции	0,236	–	–
второй секции	1,520	–	–
третьей секции	2,700	–	–
Емкость опарной части аппарата, м <sup>3</sup>			
без откидных бортов	–	2,350	–
при наличии откидных бортов	–	1,350	–
общая	–	3,742	–
Емкость тестовой части аппарата, м <sup>3</sup>			
без откидных бортов	–	2,710	–
1	2	3	4
при наличии откидных бортов	–	1,032	–
общая	–	3,742	–
Общая емкость всего аппарата, м <sup>3</sup>			
без откидных бортов	4,456	5,060	1,1
при наличии откидных бортов	–	7,442	2,4
Габаритные размеры, мм			
длина	8486	7392	2492
ширина	1614	1610	1410
высота	1850	1861	1804
Длительность брожения, ч	3-4,5	3-4,5	3-4,5
Ход храпового колеса за один оборот вала кривошипа (зубья)	1-4	1-4	2
Мощность электродвигателя, кВт	1,7	2,2	1,7
Масса, кг	1700	1310	155

Таким образом, приходим к выводу о целесообразности применения подсортировки кукурузной муки к традиционной пшеничной муке в случае снижения ее хлебопекарных достоинств при соответствующей организации технологического процесса приготовления пшеничного хлеба и рационального подбора аппаратурно-промышленного оформления способа его тестоприготовления. В данном исследовании в качестве ведущего оборудования представлен тестоприготовительный агрегат непрерывного действия ХТР, предназначенный для опарного способа приготовления теста, положительно зарекомендовавший себя в ходе эксплуатации в хлебопекарной промышленности.

## *Литература*

1. Невенчаная, Г. А. Применение нетрадиционного вида муки в хлебопечении / Г. А. Невенчаная, О. П. Храпко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2017 год, Краснодар, 25 апреля 2018 года / Ответственный за выпуск А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – С. 487-489.
2. Кандроков, Р. Х. Использование муки из нетрадиционного сырья для хлебопечения / Р. Х. Кандроков, Р. В. Лалаян, Н. А. Шмалько // Инновации в индустрии питания и сервисе : электронный сборник материалов III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, 25 октября 2018 года. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2018. – С. 447-451.
3. Бань, М. Ф. Тенденции использования нетрадиционных видов муки в хлебопечении и кондитерской промышленности / М. Ф. Бань, В. И. Конопляникова // Потребительская кооперация стран постсоветского пространства: состояние, проблемы, перспективы развития : сборник научных статей международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию университета, Гомель, 26–27 сентября 2019 года. – Гомель: Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, 2019. – С. 373-376.
4. Шогенова, И. Б. Использование муки из нетрадиционного сырья для хлебопечения / И. Б. Шогенова, К. З. Алоев // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли : Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 30 апреля 2021 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 2021. – С. 115-117.
5. Зубарева, С. П. Применение нетрадиционных видов муки и ферментированных овощей в хлебопечении / С. П. Зубарева, Ю. А. Летаго // Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе», Тюмень, 12 октября 2021 года. Том Часть 3. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – С. 10-15.
6. Щербакова, Е. С. Использование нетрадиционного сырья в хлебопечении / Е. С. Щербакова, С. Л. Белопухов // Актуальные вопросы качества и безопасности продовольственного сырья, кулинарной продукции, хлебопекарных и кондитерских производств : Сборник научных трудов Всероссийского форума и конкурса научных работ, Москва, 11–13 октября 2022 года / Ответственный редактор: И.У. Кусова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2023. – С. 184-191.
7. Дремучева, Г. Ф. Повышение качества хлеба при переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами / Г. Ф. Дремучева, О. Е. Карчевская // Хлебопек. – 2003. – № 5. – С. 18-19.
8. Михелев, А. А. Справочник по хлебопекарному производству. Т. 1. Оборудование и тепловое хозяйство. – 2-е перераб. изд. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 367 с.
9. Ройтер, И. М. Хлебопекарное производство. Технологический справочник. – изд. 4-е, перераб. и доп. – Киев: Техніка. 1966. – 532 с.

# ПАРАМЕТРЫ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЖМЫХА МИНДАЛЬНОГО ОРЕХА ОБЕЗЖИРЕННОГО

Суржик Е.П.1, аспирант  
Шарова Н.Ю.1,2, доктор технических наук  
Свердлова О.П.2,  
Астафьева О.В.2, кандидат биологических наук

1ФГАОУ ВО СПбПУ, г. Санкт-Петербург  
2ВНИИПД-филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им В.М. Горбатова» РАН, г. Санкт-Петербург

e-mail: surjick.ek@yandex.ru

## Аннотация

Учитывая растущие масштабы проблемы голода и дефицита белка существующий подход к утилизации обезжиренных жмыхов орехов требует серьезного пересмотра для разработки более рационального способа. Производство биоактивных пептидов из вторичных продуктов ореховой промышленности довольно перспективное направление исследований, а их потенциальное применение в нутрициологии, функциональных продуктах питания, пищевых добавках, пищевых ингредиентах, фармацевтике и других отраслях биопереработки является перспективным. В процессе ферментации жмыха миндального ореха обезжиренного при гидромодуле 1:10 в присутствии единичных ферментов или их смеси изменялось содержание аминокислот, а также ди- и моносахаридов. Установлены параметры ферментации для получения максимальной биологической ценности гидролизатов.

Given the increasing hunger and protein deficiency, the current approach to the utilisation of defatted nut cake requires serious revision to develop a more sustainable method. The production of bioactive peptides from secondary products of nut industry is quite a promising area of research, and their potential applications in nutritional science, functional foods, food additives, food ingredients, pharmaceuticals and other bioprocessing industries are promising. During fermentation of defatted almond nut cake at a hydromodule of 1:10 in the presence of single enzymes or their mixture, changes in the content of amino acids, as well as di- and monosaccharides occurred. Fermentation parameters were established to obtain the maximum biological value of hydrolysates.

**Введение.** Пищевая промышленность ежегодно производит большое количество вторичных пищевых продуктов [1, 3], что дает широкое поле для исследований, направленных на разработку недорогих и устойчивых альтернатив для достижения безотходного производства.

Масложировая отрасль является одной из наиболее активно развивающихся в пищевой промышленности. Рынок жировой продукции постоянно расширяется за счет новых продуктов, разработанных в соответствии с последними достижениями и рекомендациями науки о питании. Одним из наиболее развивающихся направлений является производство растительного сыродавленного масла, продуктами переработки которого является жмых из различных семян и орехов. На 1 тонну готового растительного сыродавленного масла приходится от 2 до 3 тонн отходов переработки производства.

Съедобные масличные семена ценятся за свои питательные свойства. Согласно недавно опубликованной базе данных мировое производство лесных орехов превысило 5,1 млн тонн. Наиболее потребляемыми являются миндаль (32 % от общемировой доли), затем грецкий орех (19 %), фисташки (17 %), кешью (16 %) и фундук (10 %) [4].

Учитывая растущие масштабы проблемы голода и дефицита белка, существующий подход к утилизации обезжиренных жмыхов орехов требует серьезного рассмотрения для выработки более рационального способа. Литература по производству биоактивных пептидов из вторичных

продуктов ореховой промышленности довольно немногочисленна, что ограничивает их потенциальное применение в нутрициологии, функциональных продуктах питания, пищевых добавках, пищевых ингредиентах, фармацевтике и других отраслях биопереработки.

Изучение технологий ферментации жмыха миндального ореха с получением ферментного препарата гидролитического действия является актуальным.

**Цель работы** – установить параметры гидролиза жмыха миндального ореха обезжиренного.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

✓ на основании обзора отечественной и зарубежной литературы научно обосновать целесообразность использования ферментов для гидролиза миндального ореха обезжиренного;

✓ подобрать ферментные препараты для получения гидролизатов с различным компонентным составом структурных элементов;

Объектом исследования были выбраны отходы переработки производства растительного сыродавленного масла миндальный орех обезжиренный, ферментные препараты промышленного производства Ксиланаза и Протозим, а также их смесь.

**Материалы и методы исследования.** Исследуемые гидролизаты получали путем ферментативного гидролиза десятипроцентного водного раствора жмыха миндального ореха обезжиренного с учетом дополнительных параметров процесса, которые были определены на основании анализа научной и патентной литературы и представлены в табл.1. Изменение pH раствора проводилось путем добавления гидроксида натрия или уксусной кислоты. В качестве контроля приняты образцы без добавления ферментов.

Аминокислотный состав гидролизатов определяли методом капиллярного электрофореза на системе Капель-205. При этом использовали следующие условия проведения эксперимента: кассета с капилляром Капель 205 № 2931.5, внутренний диаметр 50 мкм, общая длина капилляра 75 см; эффективная длина капилляра – 66 см; температура – 30 °С, ввод пробы – 30 мбар, 5 с, напряжение – 25 кВ, давление при анализе - 0 мбар, 50 мбар для глутаминовой и аспарагиновой кислот, длина волны детектирования – 254 нм, время регистрации ЭФГ – 20 мин, фоновый электролит – раствор по методике М 04-94-2021.

Пробоподготовку осуществляли следующим способом: для получения ФТК-производных гидролизат в объеме 50 мкл взвешивали в бюксы и выпаривали в струе теплого воздуха досуха; затем к высушенным гидролизатам вносили 150 мкл раствора карбоната натрия концентрацией 0,1 моль/л и 300 мкл раствора ФИТЦ; выдерживали в закрытых бюксах 35 мин при комнатной температуре; затем растворы высушивали досуха в струе теплого воздуха; сухие остатки растворяли в 500 мкл дистиллированной воды перед анализом.

Таблица 1 – Параметры ферментации жмыха миндального ореха обезжиренного

Наименование образца	Наименование ферментного препарата	Соотношение ферментов в смеси	Концентрация ферментов к массе жмыха, %	рН среды	Температура гидролиза	Продолжительность, мин
1	Ксиланаза	-	3	6,0	55	180
2	Протозим	-	3	8,0	60	180
3	Ксиланаза и Протозим	1:1	3	6,5	60	180
4		1:1	3	6,0	55	180
5		1:1	3	8,0	60	180

			0		
6	1:1	3	5, 6,	60	180
			5		

Содержание сахаров в гидролизате определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). При этом использовали следующие условия проведения эксперимента: колонка Hi-Plex Ca (Agilent), 300 × 7,7 мм; подвижная фаза – вода деионизированная; режим хроматографирования – изократический; скорость потока – 0,6 мл/мин, температура термостата колонки – 80 °С; детектор – рефрактометрический; температура автосамплера – 10 °С, объем ввода образца – 20 мкл.

Пробоподготовку осуществляли следующим способом: образцы центрифугировали в течении 5 мин при скорости 11300 об/мин и ускорении 15000 g; к 200 мкл образца добавляли 400 мкл метанола; перемешивали; образцы центрифугировали в течении 5 мин при скорости 11300 об/мин и ускорении 15000 g; отбирали 400 мкл смеси; далее разбавляли деионизированной водой; перемешивали; образцы центрифугировали в течение 5 мин при скорости 11300 об/мин и ускорении 15000 g; разведение – 9.

**Результаты.** В табл. 2 приведены результаты исследований аминокислотного состава гидролизатов из жмыха миндального ореха обезжиренного.

Таблица 2 – Результаты исследований аминокислотного состава гидролизатов из жмыха миндального ореха обезжиренного

Наименование аминокислот (АК)	Содержание аминокислот (АК) в образцах, г/100г					
	1	2	3	4	5	6
Аргинин	-	0,4 7±0,11	0,2 4±0,06	-	-	-
Лизин	0,1 2±0,02	0,2 0±0,04	0,1 5±0,03	0,1 2±0,02	-	0,0 7±0,01
Тирозин	0,0 7±0,02	0,0 8±0,02	0,0 8±0,02	0,0 8±0,02	-	-
Фенилаланин	0,1 3±0,03	0,2 7±0,06	0,1 8±0,04	0,1 4±0,03	0,0 7±0,02	0,0 6±0,01
Гистидин	-	0,0 6±0,01	-	-	-	-
Лейцин и изолейцин	0,3 4±0,06	0,4 4±0,08	0,3 9±0,07	0,3 6±0,07	0,0 9±0,02	0,1 8±0,03
Метионин	0,0 5±0,01	0,0 5±0,01	0,0 9±0,02	-	-	0,0 5±0,01
Валин	0,1 0±0,02	0,1 9±0,03	0,1 3±0,02	0,1 2±0,02	-	0,0 7±0,01
Гидроксипролин	-	-	-	-	-	-
Пролин	0,1 8±0,03	0,1 7±0,03	0,1 5±0,03	0,1 6±0,03	0,1 4±0,03	0,1 5±0,03
Треонин	0,1 1±0,02	0,1 7±0,03	0,1 3±0,02	0,1 1±0,02	0,0 6±0,01	0,1 0±0,02
Серин	0,1 0±0,02	0,2 0±0,04	0,1 3±0,02	0,1 0±0,02	0,0 5±0,01	0,0 8±0,01
Аланин	0,1 2±0,02	0,2 5±0,05	0,1 8±0,03	0,1 4±0,03	0,0 7±0,01	0,0 9±0,02
Глицин	-	0,0 8±0,01	0,1 0±0,02	-	-	-
Глутаминовая кислота и глутамин (в пересчете на	0,1 9±0,04	0,4 2±0,08	0,2 1±0,04	0,2 2±0,04	0,2 0±0,04	0,1 6±0,03

глутаминовую кислоту)						
Аспарагиновая кислота и аспарагин	0,2 3±0,05	0,3 0±0,06	0,2 0±0,04	0,2 1±0,04	0,1 8±0,04	0,1 9±0,04

Согласно данным табл. 2, внесение ферментов увеличивает степень гидролиза белков с образованием аминокислот примерно в 2 – 3 раза.

По полученным данным можно утверждать, что ферменты значительно улучшают аминокислотный профиль гидролизата. Выявлено, что при внесении 3 % (по массе) ферментов в гидролизате обнаруживаются такие аминокислоты, как аргенин, гистидин, тирозин, метионин и глицин, что позволяет получить полный аминокислотный профиль. Для образцов 1 – 3 было рассчитано содержание незаменимых аминокислот относительно адекватного уровня потребления (Табл. 3). По полученным данным (Табл.3) можно утверждать, что при внесении 3 % ферментов содержание незаменимых аминокислот составляет в среднем 3,6 %, 5,6 % и 4,9 % от адекватного уровня суточного потребления, а для таких аминокислот как валин, треонин и фенилаланин с тирозином для образца 2 достигает 7% уровня адекватного суточного потребления. Однако требуемого для использования термина «функциональный продукт» уровня в 15% адекватного суточного потребления нив одном из образцов не выявлено.

В табл.4 приведены результаты исследований содержания сахаров в гидролизатах из жмыха миндального ореха обезжиренного. Наибольшее количество дисахаридов выявлено в контрольных образцах. При этом в образце 1 все дисахариды гидролизовались до моносахаридов. В образце 3 гидролизовались более 50% выявленных дисахаридов. Изменение степени гидролиза дисахаридов в образце 2 незначительное, что объясняется уровнем pH среды.

Таблица 3 – Содержание незаменимых аминокислот относительно адекватного уровня потребления

Наименование незаменимой АК	Адекватный уровень потребления мг/сут	Абсолютное содержание в образцах гидролизатов, мг/100 г			Содержание АК в образцах гидролизатов, относительно адекватного уровня, %		
		1	2	3	1	2	3
Валин	2500	100	90	30	4,00	7,60	5,20
Изолейцин+лейцин	6600	340	40	90	5,15	6,67	5,91
Лизин	4100	120	00	50	2,93	4,88	3,66
Метионин+цистин	1800	50	0	0	2,78	2,78	0,00
Треонин	2400	110	70	30	4,58	7,08	5,42
Триптофан	800						
Фенилаланин+тирозин	4400	200	50	60	4,55	7,95	5,91
Итого в среднем					3,66	5,67	4,91

Таблица 4 – Результаты исследований содержания сахаров в гидролизатах из жмыха миндального ореха обезжиренного

Наименование АК	Содержание сахаров в образцах, г/100г					
	1	2	3	4	5	6
Сахароза или мальтоза	-	5,49± 0,27	2,00± 0,10	4,04± 0,20	5,62± 0,28	4,43± 0,22
Глюкоза	4,54±	1,82±	3,16±	3,16±	1,34±	2,11±

	0,23	0,09	0,16	0,16	0,07	0,11
Галактоза или ксилоза	0,68± 0,03	0,18± 0,01	0,39± 0,02	0,72± 0,04	-	0,33± 0,02
Фруктоза или арабиноза	6,33± 0,32	2,57± 0,13	4,10± 0,21	3,79± 0,19	2,06± 0,10	3,60± 0,18

Таким образом установлено, что в образце 2 достигаются наилучшие результаты ферментативного гидролиза белков. И именно введение фермента Протозима при различных параметрах ферментации нуждается в исследовании.

**Выводы.** Установлено, что наибольшей биологической ценностью обладает гидролизат, полученный при ферментативном гидролизе жмыха миндального ореха обезжиренного с помощью Протозима, при рН 8,0, продолжительности 180 мин и температуре 60 °С. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию параметров ферментации Протозимом для получения белкового гидролизата функционального назначения.

#### *Литература*

1. Биоактивные белки и пептиды: современное состояние и новые тенденции практического применения в пищевой промышленности и кормопроизводстве / Д, В, Гришин, О, В, Подобед, Ю, А, Гладилина [и др.] // Вопросы питания, – 2017, – Т, 86, № 3, – С, 19-31,
2. Пивченко, А, Р, Ферментативный гидролиз - эффективный способ получения белковых продуктов из различных источников / А, Р, Пивченко // Мировые научные исследования и разработки: современные достижения, риски, перспективы : Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 30 октября 2023 года, – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью «Ставропольское издательство «Параграф», 2023, – С, 226-227,
3. A, Clemente Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition Trends Food Sci, Technol., 11 (7) (2000), pp, 254-262
4. A,A, Zaky, J, Simal-Gandara, J,B, Eun, J,H,A, Shim, A,M, El-Aty Bioactivities, applications, safety, and health benefits of bioactive peptides from food and by-products: a review Front, Nutr (2022), p, 8

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ДОБАВЛЕНИИ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ**

**Рязанов С.С., студент 4 курса Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

**Туров С.В., аспирант Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

**Крюк Р.В., кандидат технических наук, Доцент Кафедры «Технологии продуктов питания животного происхождения»**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово*  
*e-mail: [seregey050503@mail.ru](mailto:seregey050503@mail.ru), [kemdwarf42@gmail.com](mailto:kemdwarf42@gmail.com), [roman.kryuk.94@mail.ru](mailto:roman.kryuk.94@mail.ru)*

### **Аннотация**

Мясо – это источник белков и незаменимых питательных веществ в рационе человека, которых не хватает в растительной пище. Но при переработке мясных продуктов можно улучшить их функциональные свойства, добавив при этом богатые пищевыми волокнами растительные вещества, такие как злаковая и бобовая мука, овощная и фруктовая мякоть и многие другие. Применение пищевых волокон при обогащении мясных продуктов является перспективным направлением, поскольку позволяет улучшить качество и питательную ценность мясных изделий.

Целью данного литературного исследования является рассмотрение перспективы добавления на предприятиях мясной промышленности пищевых волокон в продукты питания, содержащих мясное сырье. Пищевые волокна способствуют повышению содержания клетчатки в продукте, что положительно влияет на пищеварение и общее состояние организма человека. Перспективой добавления пищевых волокон в рецептуру мясных продуктов может повысить выход готовой продукции, а значит, может принести и экономическую выгоду мясоперерабатывающему предприятию.

Но, несмотря на то, что пищевые волокна присутствуют в большинстве фруктов, злаков и овощей, его количество и состав различаются в зависимости от продукта. Более того, пищевые волокна устойчивы к ферментативному расщеплению и перевариванию в кишечнике [1]. Именно эти факторы побудили некоторых производителей мясной промышленности добавлять пищевые волокна в различные рецептуры, чтобы воспользоваться его полезными свойствами и функциональными характеристиками, такими как связывание воды, жира и способность к желированию в мясных продуктах. Эти свойства, в свою очередь, повышает стабильность эмульсии, вязкость, реологические свойства и органолептические характеристики мясных продуктов.

В настоящее время, существует множество источников пищевых волокон, которые применяются на предприятиях пищевой промышленности, чтобы в последующем продукт был с пониженным содержанием жира. Также, к причинам ограничивающих срок хранения мясных продуктов можно отнести окисление липидов. При повышенном содержании ненасыщенных жирных кислот, мясо содержит различные металлические катализаторы, гемовые пигменты и ряд окислителей в мышечной ткани. Различные этапы обработки, такие как измельчение, перемалывание, расслоение и эмульгирование, высвобождают связанные с мембранами фосфолипиды, тем самым ускоряя окисление липидов в мясных продуктах. Одним из эффективных способов замедления или окисления липидов является добавление антиоксидантов [2].

Стоит отметить еще одну отличительную особенность пищевых волокон, которой является способность заменять жиры в мясных продуктах с целью поддержания желаемой структуры в результате их различных функциональных свойств, среди которых удержание воды, стабильность эмульсии, смазывание и модификация текстуры. Пищевые волокна обладают меньшей энергетической ценностью, чем жиры, что в последующем позволяет снизить общее количество калорий в готовом продукте. Также многие виды пищевых волокон являются источниками витаминов, минералов и пребиотиков. Также к главным свойствам волокон можно отнести

способность связывать влагу, улучшая при этом сочность и нежность мясных продуктов [3]. В зависимости от вида волокна и способа его применения, пищевые волокна способны влиять на структуру готового продукта, делая её более плотной или более рыхлой.

При производстве мясных продуктов, наиболее перспективным решением является добавление в рецептуру немясных компонентов в качестве связующих веществ, наполнителей и загустителей. Как известно из литературного источника [4], наиболее предпочтительнее использовать пшеничные и овсяные отруби, поскольку содержат в себе соответствующее содержание влаги, белка и жира. В процессе термической обработки отруби претерпевают изменения в химическом составе и функциональных свойствах, среди которых водоудерживающая способность, плотность, время гидратации, набухание и т.д. Применение обогащенных пищевых волокон и их добавление в мясные продукты показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Добавление обогащенных пищевых волокон в мясные продукты

Овсяные отруби в составе сосисок позволяют уменьшить рост содержания количества влаги на этапе приготовления фарша. Содержание жира уменьшилось по мере увеличения количества добавленной воды и овсяных отрубей, поскольку овсяные отруби впитывают влагу. Содержание белка в сосисках различалось в зависимости от способа приготовления. Овсяные отруби также можно добавлять в рецептуру котлет. При этом содержание влаги, жира и белка уменьшилось по мере увеличения содержания клетчатки. В котлетах после добавления пищевых волокон наблюдалось увеличение содержания как растворимой, так и нерастворимой клетчатки [5].

Уровень pH в мышцах является одним из важных параметров, который указывает на функциональные свойства и качество хранения мяса. После забоя уровень pH в мышцах снижается из-за выработки молочной кислоты и достигает максимального значения 5,5-5,7. Уровень pH также варьируется в разных тушах и мышцах одного и того же вида. Термическая обработка также влияет на уровень pH, который увеличивается на 0,3-0,4 единицы. Это объясняется повышенной концентрацией соли из-за потери влаги и изменением суммарного заряда белков в результате денатурации.

Таким образом, из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что обогащение мясных продуктов пищевыми волокнами является перспективным направлением на предприятиях мясной промышленности, которое позволяет на стадии разработки рецептуры создавать более полезные и функциональные продукты. Пищевые волокна способствует улучшению работы

пищеварительной системы, способствуя при этом выведению токсинов из организма. Внедрение пищевых волокон на предприятиях мясной промышленности позволит создавать новые продукты, при этом улучшая их питательные и функциональные характеристики, что является перспективным направлением в настоящее время.

### *Литература*

1. Есимова, Л. Б. Изучение качественного состава вареных колбасных изделий при введении в рецептуру пищевого волокна цитрусовой клетчатки / Л. Б. Есимова, П. А. Корневская // *Инновационные решения актуальных проблем в области ветеринарии : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 25–26 февраля 2021 года.* – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 91-95. – EDN IYDUXQ.

2. Корневская, П. А. Анализ качества вареных колбас при введении в рецептуру пищевого волокна / П. А. Корневская, Л. Б. Есимова // *Развитие научного наследия великого учёного на современном этапе : Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова, Махачкала, 17 марта 2021 года. Том II.* – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 540-545. – EDN POUFJD.

3. Трусов, А. Н. Исследование качества вареной колбасы, полученной с использованием цитрусового пищевого волокна / А. Н. Трусов, П. А. Корневская // *Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 24–26 мая 2022 года.* – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 329-332. – EDN TELBVB.

4. Есимова, Л. Б. Качественная оценка вареных колбас, полученных с добавлением к основной рецептуре цитрусовой клетчатки / Л. Б. Есимова, П. А. Корневская // *Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : МАТЕРИАЛЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Е.П. Ващекина., Брянск, 22 января 2021 года. Том Часть II.* – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 263-268. – EDN TSUUOR.

5. Буйдакова, А. Ш. Технология рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с использованием овсяных хлопьев / А. Ш. Буйдакова, И. Р. Газеев // *Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2021», Уфа, 23–26 марта 2021 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ; МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН; ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»; ООО «БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ».* Том Часть 3. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2021. – С. 17-23. – EDN ECELGT.

# РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Головешкин Е. А., студент  
Крюк Р. В., кандидат технических наук  
Туров С. В., аспирант

*ФГБОУ ВО "Кемеровский Государственный Университет" КемГУ Кемеровский  
Государственный Университет  
egortip12@mail.ru*

## **Аннотация**

В данной работе описан возможный способ внедрения и использования технологии цифрового двойника для оценки качества продуктов питания. Принцип заключается в внесении данных о продукте в программу, к которой подключены нейросети, а точнее сверточные нейронные сети (СНС), использующие архитектуру NutriNet, которая отвечает за визуализацию, идентификацию и классификацию того или иного продукта. Органолептика такого двойника осуществляется с помощью сенсорной кожи, нейронной системы сенсорной памяти их достоинством является то что они обеспечивают беспристрастный и стандартизированный метод оценки, что повышает его точность распознавания продукта, а для описания физико-химических и биохимических свойств продукта используется архитектура нейронной сети с подключенной к не самоорганизующейся карты Кохана. Физико-химические показатели и биохимические свойства определяются за счет исследования линейных и не линейных отношений в сложных наборах данных путем снижения размерности.

Компьютерные технологии уже давно внедрились во все сферы нашей жизни и наш быт и на сегодняшний день жизнь без них кажется невозможной. Дома мы используем технику, которая по нажатию двух кнопок сама определит, как готовить тот или иной продукт, на каждодневной основе мы используем мобильные телефоны, которые уже сейчас могут распознать продукт и предложить возможные варианты его приготовления. В производстве используются различные виды датчиков, которые регулируют определенные технологические процессы, что в свою очередь, помогает повысить качество выпускаемых продуктов. В современном мире производители в погоне за новыми потребителями расширяют ассортимент выпускаемой продукции, но перед ее выпуском необходимо проводить испытания, чтобы выяснить как та или иная добавка поведет себя в продукте или то как тот или иной технологический режим повлияет на качество готового продукта и самое главное на его органолептику, а также отследить поведение продукта в процессе хранения. Такой процесс апробации новых видов выпускаемых продуктов очень долгий, затратный и трудоемкий.

Целью работы является разработка цифрового двойника для оценки качества продуктов питания с использованием искусственного интеллекта.

Цифровой двойник — это виртуальная копия реального продукта, созданная на основе совокупности данных о нём. Он используется для моделирования событий, которые могут произойти с продуктом при определённых обстоятельствах, а также для снижения затрат на внедрение инноваций и уменьшения негативного влияния на окружающую среду. Так же с помощью искусственного интеллекта (ИИ) можно увеличить параметры, которые необходимо определить в продукте, такие как цвет, структуру, текстуру и выявить то, как они будут изменяться при изменениях технологических параметров и условий хранения.

Принцип работы цифрового двойника заключается в следующем: в программу вводятся исходные данные продукта такие как его агрегатное состояние, органолептические и физико-химические показатели, если продукт составной, то указывается продукты входящие в его рецептуру и указывается их количество. После чего программа, используя подключенные базы данных искусственного интеллекта моделирует ситуации, в которых продукт подвергается различным изменениям.

Самым важным параметром для потребителя при выборе того или иного продукта является его внешний вид по которому покупатель в первую очередь судит о его качестве и его можно контролировать при помощи нейросетей, так, например для распознавания текстуры продуктов питания были созданы множественных моделей сверточных нейронных сетей (СНС), использующие архитектуру NutriNet. Эта архитектурная разработка использует глубокие сверточные нейронные сети (СНС) для идентификации и классификации продуктов питания. Исследования зарубежных ученых показали, что можно разделить и идентифицировать текстуры на фотографиях, а также на моделях с помощью баз данных. Кроме того, сверточные нейронные сети (СНС) могут эффективно улавливать сложные визуальные особенности продуктов питания, например отделение сыворотки в кисломолочных продуктах. Использование нейросетей может быть одним из вариантов для стандартизации текстуры йогуртов, позволяя обнаруживать переменные, которые влияют на ожидаемое качество продукта.

Органолептическая оценка продукта при помощи искусственного интеллекта подразумевает его внедрение в системы обонятельных и вкусовых устройств. Эти технологии обеспечивают более беспристрастный и стандартизированный метод, чем обычные сенсорные панели, уязвимые для субъективных предубеждений. Более того, прогресс в области сенсорной оценки на основе ИИ в пищевой промышленности можно объяснить появлением аппаратных искусственных сенсорных систем, таких как сетчатка, искусственная кожа и нейронные системы сенсорной памяти. Сенсорная оценка на основе ИИ включает оценку качества продуктов питания, классификацию и различение продуктов питания с использованием сенсорных идентификаторов и их анализ с использованием технологии цифрового языка и носа. Включение искусственного интеллекта в сенсорную оценку соответствует растущей потребности в визуальных системах, датчиках давления и температуры, которые имитируют биологические сенсорные рецепторы.

Для описания физико-химических и биохимических свойств продуктов питания может использоваться архитектура нейронной сети в форме самоорганизующейся карты Кохана, которая используется для выяснения сложного взаимодействия переменных, связанных с продуктом питания и многообразных его параметров. Самоорганизующаяся карта Кохана – это тип не контролируемой нейронной сети, известный распознаванием образов, хорошо подходит для исследования линейных и нелинейных отношений в сложных наборах данных путем снижения размерности. Эти сети проецируют многомерные данные на регулярную сетку, обычно двумерную, где нейроны организованы так, чтобы подчеркнуть близость между похожими узлами и постепенно увеличить расстояние между менее похожими.

Таким образом разработка цифрового двойника с применением технологий искусственного интеллекта позволит существенно ускорить и удешевить тестирование новых видов продуктов, а также повысить качество уже имеющихся на рынке за счет того, что ИИ сможет смоделировать и спрогнозировать риски связанные с ухудшением качества при его производстве, что позволит исключить их на этапе производства и тем самым снизить уровень бракованной продукции на рынке, что в свою очередь благоприятно повлияет на экономику страны.

#### *Литература*

1. Isuru A Udugama, William Kelton, Christoph Bayer. Digital twins in food processing: A conceptual approach to developing multi-layer digital models, digital Chemical Engineering. Volume 7, 2023, 100087, ISSN 2772-5081, <https://doi.org/10.1016/j.dche.2023.100087>.

2. Кириллов, Д. С. Цифровые двойники как основа цифровой трансформации промышленных предприятий / Д. С. Кириллов, Т. А. Барчукова // Актуальные вопросы экономики и управления, Смоленск, 21–22 октября 2021 года. – Смоленск: Издательство "Маджента", 2021. – С. 161-164. – EDN QCNKPE.

# ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОРОВ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Головешкин Е. А., студент  
Крюк Р. В., кандидат технических наук  
Туров С. В, аспирант

*ФГБОУ ВО "Кемеровский Государственный Университет" КеМГУ Кемеровский  
Государственный Университет  
egortip12@mail.ru*

## **Аннотация**

В данной работе описывается технология цифрового двойника для коров молочной продуктивности с целью внедрения в молочные фермы. Данная технология позволит существенно упростить процесс вскармливания телят, а также отслеживать показатели жизнедеятельности взрослых коров, за счет выявлена ранних этапах различных отклонений. Технология цифрового двойника (ЦД) коров молочной продуктивности достигается тем, что к корове прикрепляется специальных гироскопический датчик, который в режиме реального времени отслеживает перемещения коровы, а также собирает данные о его поведении, эти данные предаются на специальный сервер, в котором происходит процесс визуализации. Управляющий пастбищем обладая полученными данными, может на ранних стадиях распознать заболевание или какое-либо другое отклонение и на ранних стадиях оказать лечение животному.

В современном мире жизнь уже не предоставляется возможной без цифровых технологий, в частности технологий, которые обеспечивают сбор и обработку информации. Программы, которые помогают работать с гигантскими массивами данных, хранит, находить, и делится этой информацией, нашли свое применение в домашних делах, в рабочих задачах, и когда мы просо проводим свой досуг. Однако, что касается производственной отрасли, в частности пищевой промышленности, то использование цифровых технологий сильно ограничено.

Целью работы является исследование цифрового двойника для мониторинга состояния коров молочной продуктивности, что позволит, облегчить процессы, связанные с принятием решений, таких как прогнозирование заболеваний, организация кормления и оценки уровня стресса у коров целью его дальнейшего снижения, повышения уровня управления и содействия благополучию животных.

Технология ЦД представляет собой наличие физического объекта и идентичной ему цифровой копии с подключенными базами данных между ними. На западе все большее количество компаний используют данную технологию, чтобы повысить производительность физических объектов за счет использования компьютерных технологий. Критцингер со вместе с другими учеными разделили интеграцию ЦД на три категории в зависимости от уровня интеграции, а именно: цифровая модель, цифровая тень и цифровой двойник. Цифровая модель – это цифровое представление физического объекта, которая не обеспечивает обмен информации в режиме реального времени между физическим и числовым объектом.

Цифровая тень – это односторонняя автоматическая передача данных между физическим объектом и его виртуальной копией.

Цифровой двойник (ЦД) – двунаправленный поток обмена данных между физическим и цифровым объектом, который осуществляется в режиме реального времени.

Внедрение цифрового двойника в животноводство способствует реализации концепции цифрового сельского хозяйства. Такие фермы будут полагаться на данные, которые собраны в режиме реального времени, обработка которых происходит с помощью искусственного интеллекта, что повлечет за собой принятие более эффективных решений, улучшению здоровья и благосостояния животных и максимальной отдаче от сельскохозяйственных ресурсов. На

сегодняшний день технологии ЦД упрощают управление сложными системами, интегрировать информацию, облегчать работу и контроль.

На основании вышеописанного можно предложить технологию, которая позволяет управлять дойкой молока и повысить благосостояние коров молочной продуктивности на фермах. Для этого необходимо разделить процесс внедрения ЦД на три стадии, а именно интеграцию в коровник, пастбищного содержания и облачного (удаленного) доступа. Кроме того, коров так же разделяют на три группы, а именно телёнки, тёлки и взрослые коровы. Архитектура процесса должна быть разделена на пять уровней, которые включают: уровень физических объектов, интегрированный уровень, уровень оценки и принятия решений пользователем. За поведением и здоровьем теленка ведется видеонаблюдение с помощью камер, в первую очередь анализируют ее психическое состояние, а в дальнейшем за потреблением молока и корма, что позволяет на ранних этапах развития выявить отклонения. Так же по мимо камер используются другие устройства такие как ошейники, которые используются для физиологических изменений у коров. Получаемая информация помогает быстро и своевременно оценить состояние животного и принять советуемые решения. Видео данные хранятся на серверах ферм, в то время как информация с датчиков сохраняются и моделируются в облаке. И в конечном итоге выполняется визуализация физического объекта на специальном сервере.

Для создания ЦД коров молочной продуктивности в рамках этой структура, необходимо на начальном этапе использовать уровень интеграции, который облегчит сбор и воспроизведение данных о физических объектах в режиме реального времени с помощью камер, ошейниках и другой техники. В следующем этапе включается управление данными, который отвечает за представление и хранение информации. Затем на уровне визуализации создаются цифровые двойники, которые визуализируют из физическое состояние и особенности. В конечном итоге вся информация передается на управляющему фермы, с помощью которых он сможет увеличить производительность фермы и эффективность отдельных коров.

Данный метод контроля и оценки жизнедеятельности в первую очередь нацелен на телок и коров в период лактации. Ошейники и другие устройства, интегрированные в коровник, относятся к уровню интеграции. Сервер, на который поступают данные с ошейника и видеокamer относится к уровню пастбищного содержания и так же выполняет часть алгоритма классификации данных и функций моделирования данных.

Данные о местоположении в помещении, для точного определения поведения коров при кормлении и отказе от кормления, получают с помощью гиросtabilизаторов находящиеся на шеи у коровы. Устройство состоит из специально разработанных ошейников, точек крепления, сервера последовательного подключения устройств и сервера приложений. Ошейник оснащен трехосевым акселерометром, трехосевым гироскопом и сверхширокополосным чипом для сбора данных о движении и передачи их в опорные точки. Аналогичным образом, опорные точки, интегрированные со сверхширокополосным чипом и коммуникационным модулем, выполняют прием данных, начальный расчет и пересылку на сервер приложений.

Такая архитектура цифрового двойника, имеет важное значение с точки зрения технического задела для разработки цифровых двойников для других видов сельскохозяйственных животных. Применение такой технологии позволит существенно упростить процесс мониторинга за животными, спрогнозировать их поведение и за счет корректировок уменьшить их стресс и позволит на ранних этапах выявлять различные отклонения. Также данная технология упростит процесс вскармливания телят и поможет контролировать показатели их жизнедеятельности, что в свою очередь положительно повлияет на качество получаемого молока, а это в свою очередь позволит повысить добротность вырабатываемых молочных продуктов питания, что положительно повлияет на жизнь и здоровье населения.

### *Литература*

1. Лычкина, Н. Н. Концепция цифрового двойника и роль имитационных моделей в архитектуре цифрового двойника / Н. Н. Лычкина, В. В. Павлов // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2023) : Сборник трудов одиннадцатой

- всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности, Казань, 18–20 октября 2023 года. – Казань: Издательство АН РТ, 2023. – С. 139-149. – EDN ZAOYZG.
2. Кириллов, Д. С. Цифровые двойники как основа цифровой трансформации промышленных предприятий / Д. С. Кириллов, Т. А. Барчукова // Актуальные вопросы экономики и управления, Смоленск, 21–22 октября 2021 года. – Смоленск: Издательство "Маджента", 2021. – С. 161-164. – EDN QCNKPE.

## **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ В СИСТЕМУ ХАССП НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Балаба А.Д. студент 4 курса кафедры «Технология продуктов питания животного происхождения»**

**Крюк Р.В. кандидат технических наук кафедры «Технология продуктов питания животного происхождения»**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г.Кемерово, email - arsenibalaba003@mail.ru*

### ***Аннотация***

В данной научной исследовательской работе были изучены различные методы влияния цифровизации технологических процессов на эффективность современного производства. Было выявлено, что различные предприятия в настоящее время применяют новые производственные линии с режимом высокой автоматизации. Разработка цифрового двойника технологической линии требует специально обученный опытный обслуживающий персонал, но это не является проблемой и невыполнимой задачей. Дальнейшей ступенью современной цифровизации является создание виртуальных моделей технологических процессов, при помощи которых можно определять временные и материальные ресурсы, а также постоянные затраты. В итоге всех исследований можно сказать, что виртуальные полуавтоматические системы могут заменять автоматизированные системы, тем самым обеспечивая хорошую основу для дальнейшей перспективы развития в виде обработанных данных и сложных процессов это все позволит повысить и облегчить производительность труда.

Цель данной работы, это определить и сравнить цифровые технологии на эффективность технологических линий, на производствах мясной промышленности

Различные предприятия не хотят внедрять системы безопасности пищевых продуктов на линиях производствах, так как хотят принимать только необходимую документацию, представленная Роспотребнадзору. При этом важным фактором безопасности предприятия это обучение рабочего персонала, то есть от рядового сотрудника до высшего руководства должны знать о системе ХАССП и ее принципах. Примером данного обучения могут служить научные разработки в области мясопереработки, которая обладает повышенным вниманием к анализу качеству процесса контроля и метрологическому обеспечению рисунк 1.

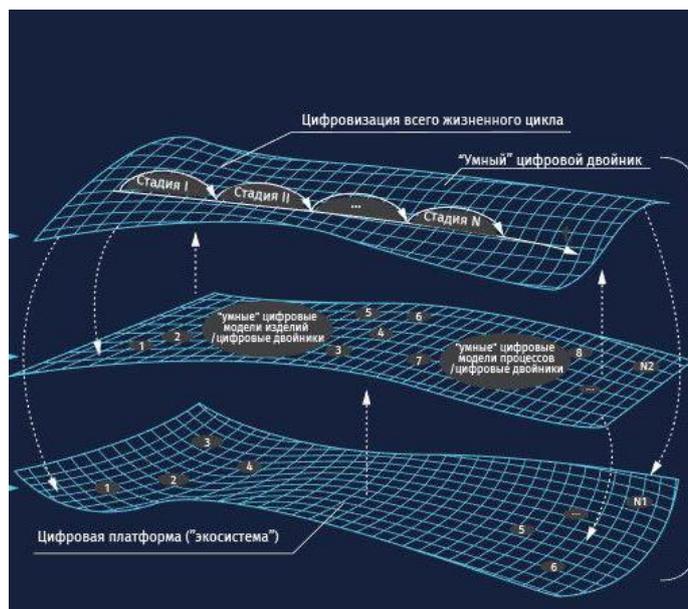


Рис. 1 -Пример визуализации цифрового двойника на производстве

На производствах пищевой промышленности высокой популярностью пользуются колбасы, так как они занимают одно из ведущих мест по структуре питания населения. Поэтому следует обеспечить безопасность данным готовым изделиям на процессах линий завода -это обвалка отрубов, термическая обработка отформованной продукции, предварительное измельчение сырья, приготовление фарша и т.д.. Но в случае возникновения технологических нарушений на данных этапах или несоблюдения температурных режимов при хранении могут проявиться признаки порчи и развитие аэробных микроорганизмов.

Показатели качества выпускаемой продукции контролируются га специальных контрольных точках, которые называются критическими. На данных точка опасные факторы могут превалировать допустимые значения риска, что может привести к выпуску небезопасной для здоровья человека продукции. Создание систем для мониторинга параметров на технологической линии, на критических контрольных точках – является важным этапом разработки и внедрение системы ХАССП. Для каждой критической контрольной точки разрабатывается таблица, в которую заносят все контролируемые параметры. Основопологающим этапом при создании виртуальной системы безопасности пищевых продуктов, это единовременное, многократное обновление системы документации.

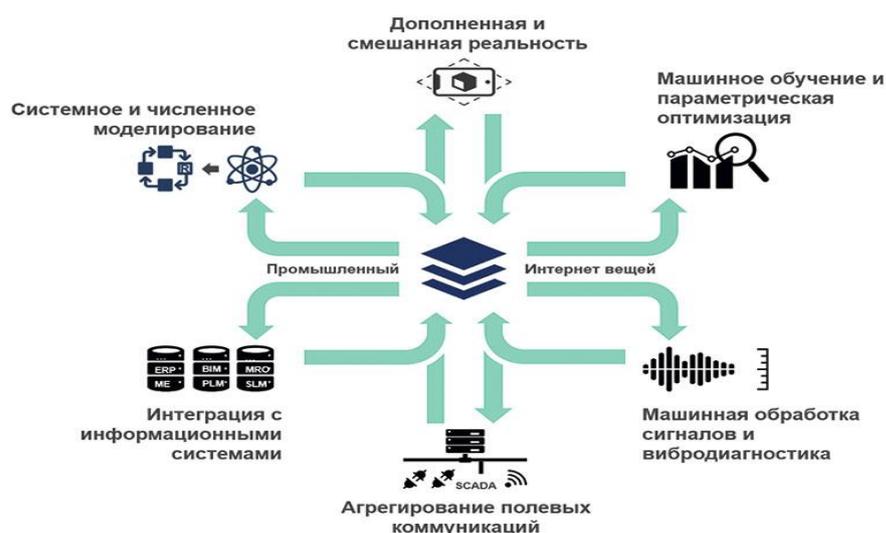


Рис. 2 -Схема обмена информации от контролируемых критических точек

Изменение документации и ее данных может не рассматриваться, если использовать статичную систему ротации документов, так как оно затрачивает достаточно много времени, что может быть технологически нелогичными и не нужными с точки зрения актуальности на конечной стадии разработке, в то время как все технологические линии производства могут быть оцифрованы заранее, то изменения будут вступать в силу, включающие виртуальное моделирование перестроенных процессов.

На данный момент наблюдается устойчивая концепция к перенесению всех баз данных и архивов в цифровую систему, в том числе и на мясоперерабатывающих производствах. Так же при этом не следует вкладывать много денежных средств и инвестиция, чтобы пойти по пути технологического развития и приблизиться к желаемым результатам. В конце данного научного исследования можно сказать, что важно начать изменения со старых разработок или основных технологических линиях, для их дальнейшего развития в виртуальной системе и создания копий-двойников цифровых в системе ХАССП. Это поможет сократить объем выполняемой ручной работы и использовать высвободившееся время сотрудников для совершенствования производственных технологий.

### *Литература*

1. Босая, И. И. Цифровые двойники на предприятиях пищевой промышленности / И. И. Босая, О. В. Титова // *Фундаментальные и прикладные исследования в науке и образовании* : сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 10 февраля 2024 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2024. – С. 79-81. – EDN KENRXG.
2. Табашников, А. А. Особенности использования цифровых двойников в пищевой промышленности / А. А. Табашников, Р. А. Козин, Г. В. Суровицкая // *Актуальные проблемы технических и естественных наук в России и за рубежом* : сборник научных статей. – Москва : Издательский дом «НАУКА И СОЦИУМ», 2024. – С. 194-196. – EDN SOMMTV.
3. Пантелеев, И. А. Цифровые двойники в пищевой промышленности: новый рубеж оптимизации и устойчивого развития / И. А. Пантелеев // *Финансовые рынки и банки*. – 2024. – № 8. – С. 201-203. – EDN HXWMCE.
4. Максимов, А. С. методологические основы создания цифровых двойников производственных процессов в отраслях пищевой промышленности / А. С. Максимов // *Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности* : Сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки, Москва, 26 апреля 2023 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)", 2023. – С. 255-265. – EDN CRCRRI.
5. Сапрунов, И. К. Цифровой двойник процесса «Подача заявки на приобретение ТМЦ» на предприятии пищевой промышленности / И. К. Сапрунов // *Интеллектуальные системы 4-й промышленной революции* : сборник материалов IV Международного форума, Томск, 15–16 декабря 2021 года. – Томск: Общество с ограниченной ответственностью "СТТ", 2022. – С. 48-49. – EDN HMPNTH.

## **РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ, ОТСЛЕЖИВАЮЩИХ КАЧЕСТВО ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Балаба А.Д. студент 4 курса кафедры «Технология продуктов питания животного происхождения»**

**Крюк Р.В. кандидат технических наук кафедры «Технология продуктов питания животного происхождения»**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, email - arsenibalaba003@mail.ru*

### ***Аннотация***

На производствах пищевой промышленности происходят различные проблемы такие как повысить ресурсы продуктов первой необходимости для населения, потери продовольствия и отходы, а также невыгодные производственные системы. Перспективным подходом для решения данных задач, являются цифровые двойники, которые представляют цифровой вид физических объектов методом внедрение данных в режиме реального времени и из реального мира. Цель данной темы – это воссоздание цифровых двойников в пищевой промышленности и анализ различных проблем и возможностей данного изобретения в процессе работы. В дальнейшем было проведено ряд исследований и обзор литературы для изучения применения цифровых двойников в логистике и реализаций готовой партии продукции. Опыты показали, что цифровые двойники отлично себя покажут на производстве сельского хозяйства или на мясоперерабатывающих комбинатах. Поэтому цифровые двойники обладают большим потенциалом таким как отслеживание качества продуктов питания или разработка персонализированных продуктов питания.

В процессе развития индустрии и переходе к цифровым технологиям дал начало разработыванию цифровых копий реальный аналогов и получила широкое распространение в промышленности. В основном пищевая промышленность представляет собой огромный интерес, поскольку требует высокоэффективного использования имеющихся ресурсов. В целом, цифровые двойники обеспечивают доступ к данным и расширенную аналитику в режиме реального времени, что способствует более информированному, эффективному и быстрому принятию решений. Данные датчиков передаются в цифровой двойник, который запускает модели пищевых процессов для предоставления соответствующих производственных процессов. информация и операционные расходы в режиме реального времени для управления технологическим процессом, устранения неполадок и управления цепочкой поставок, и для оптимизации процессов с точки зрения единообразия, производительности, и устойчивого развития или для разработки новых проектов. Кроме того, это приводит к улучшению риск стратегии оценки и смягчения последствий, основанные на анализе "что, если" и моделировании [1].

В нынешнее время возникает ряд проблем на тему ресурсов продуктов питания, так как с изменением климата происходит упадок воспроизведения желательного объема продукции, а также есть немало важная проблема как постоянные пищевые отходы в процессе переработки сырья. Параллельно данным проблем среди людей появляется потребность в повышении качества продуктов питания, их прослеживаемости и устойчивости в рамках продовольственной системы. Важным элементом индустрии, является, цифровой двойник рисунок 1[2]: Виртуальная модель готового изделия или производственной линии, созданная на основе данных, собранных датчиками или биосенсорами, которая позволяет воспроизводить или проводить анализы исследований в режиме реального времени. состояние производства. Применение цифровых двойников представляется серьезным шагом в пищевой промышленности по разным причинам. Пандемия

COVID-19 показала уязвимость устойчивости продовольственных поставок. Обеспечить логистику продуктов, производственных процессов должны позволять высокая степень гибкости и адаптивности. Кроме того, на качество продукции влияют различные сорта сырья. В частности, при сезонных колебаниях, влияющих на качество сырья, необходимо корректировать параметры производственного процесса [3].

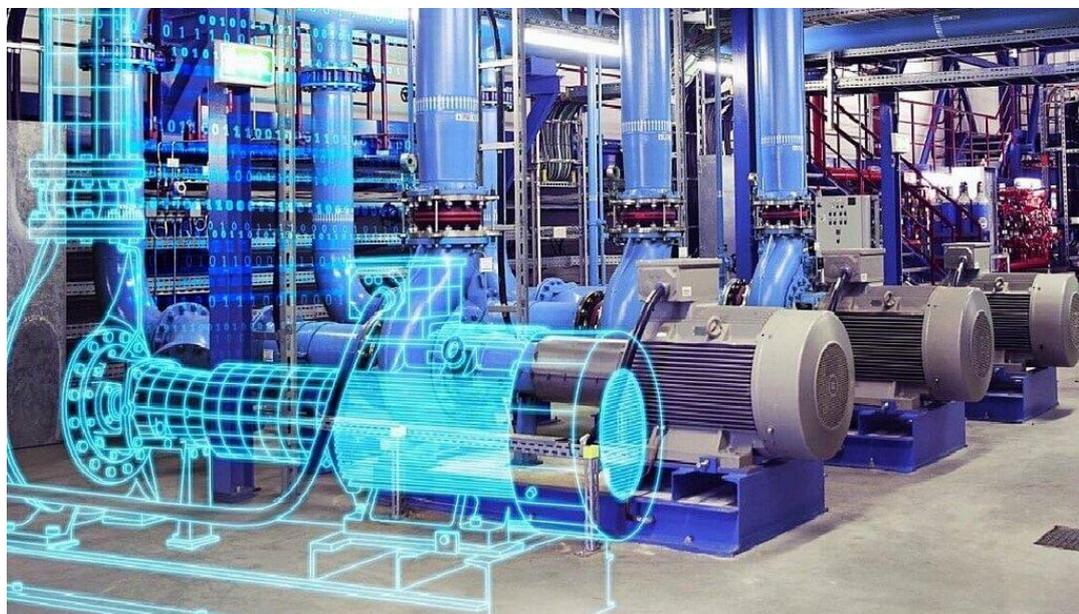


Рис. 1 -Пример визуализации цифрового двойника на производстве

При помощи цифрового двойника могут быть упрощены процессы внедрения новых продуктов на производстве. Цифровой двойник обладает такими преимуществами такие как выявлять правильные параметры процесса на производстве и используется в качестве базы информации в умной программной системе. Однако, по сравнению с цифровыми двойниками для производства продуктов питания, предъявляются дополнительные специфические требования. Из-за разнообразия сырья они могут быть основаны не только на этапах обработки, но и должны учитывать химические, физические или (микро) биологические свойства пищевых продуктов. Кроме того, эта технология может быть применена для создания подробной цифровой модели цепочки поставок, которая объединяет данные в реальном времени и из реального мира для реагирования на непредвиденные события и неопределенности в цепочке поставок [4].

В данной работе были рассмотрены проблемы и возможности применения цифровых двойников в пищевой промышленности. Поэтому мы провели обзор литературы цифровых двойников и распределили их по ранее определенным уровням. Исследование показало, что основная часть вариантов использования применяется на этапах производства, часто таких как сельское хозяйство и переработка. Более того, на этапах доставки, переработки, розничной продажи и потребления применяется всего несколько вариантов использования [5].

### *Литература*

6. Босая, И. И. Цифровые двойники на предприятиях пищевой промышленности / И. И. Босая, О. В. Титова // *Фундаментальные и прикладные исследования в науке и образовании* : сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 10 февраля 2024 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2024. – С. 79-81. – EDN KENRXG.

7. Табашников, А. А. Особенности использования цифровых двойников в пищевой промышленности / А. А. Табашников, Р. А. Козин, Г. В. Суловицкая // *Актуальные проблемы*

технических и естественных наук в России и за рубежом : сборник научных статей. – Москва : Издательский дом «НАУКА И СОЦИУМ», 2024. – С. 194-196. – EDN SOMMTV.

8. Пантелеев, И. А. Цифровые двойники в пищевой промышленности: новый рубеж оптимизации и устойчивого развития / И. А. Пантелеев // Финансовые рынки и банки. – 2024. – № 8. – С. 201-203. – EDN HXWMCE.

9. Максимов, А. С. методологические основы создания цифровых двойников производственных процессов в отраслях пищевой промышленности / А. С. Максимов // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности : Сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки, Москва, 26 апреля 2023 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)", 2023. – С. 255-265. – EDN CRCRRI.

10. Сапунов, И. К. Цифровой двойник процесса «Подача заявки на приобретение ТМЦ» на предприятии пищевой промышленности / И. К. Сапунов // Интеллектуальные системы 4-й промышленной революции : сборник материалов IV Международного форума, Томск, 15–16 декабря 2021 года. – Томск: Общество с ограниченной ответственностью "СТТ", 2022. – С. 48-49. – EDN HMPNTH.

## РОЛЬ ОБОГАЩЕННЫХ ПРОДУКТОВ В СОВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЕ ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Ясюкевич П.К., Вечтомова Е.А., Лейтан М.А., Буклова В.В., Лобзанова М.Е.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово  
yasukevich555@gmail.com

### Аннотация

В статье рассматривается роль ореховых и других видов батончиков, таких как зерновые и протеиновые, в современном рационе питания. Подчеркивается их высокая питательная ценность, включающая мононенасыщенные и полиненасыщенные жиры, растительные белки, клетчатку, витамины и минералы, которые способствуют улучшению здоровья сердечно-сосудистой системы, поддержанию энергии и обмена веществ. Также акцентируется внимание на растущем интересе к продуктам, содержащим альтернативные белки, в частности растительные, и их значении для различных групп потребителей, включая веганов и людей с активным образом жизни. Включение ореховых батончиков в рацион рассматривается как эффективный способ удовлетворения потребностей в сбалансированном питании и быстром перекусе, что делает их популярными как в спортивном питании, так и в диетических продуктах.

The article examines the role of nut and other types of bars, such as cereals and protein bars, in the modern diet. Their high nutritional value is emphasized, including monounsaturated and polyunsaturated fats, vegetable proteins, fiber, vitamins and minerals, which contribute to improving the health of the cardiovascular system, maintaining energy and metabolism. Attention is also focused on the growing interest in products containing alternative proteins, in particular plant-based ones, and their importance for various consumer groups, including vegans and people with an active lifestyle. The inclusion of nut bars in the diet is considered as an effective way to meet the needs for a balanced diet and a quick snack, which makes them popular both in sports nutrition and in dietary products.

В последнее время увеличилось потребление продуктов быстрого приготовления и снеков, и такими же темпами растет спрос на здоровую и функциональную пищу. В этом смысле разработка рецептур зерновых батончиков представляет собой новую движущую силу на этом нишевом рынке. Эпидемиологические исследования неоднократно показывали, что цельнозерновые злаковые продукты снижают риск ряда заболеваний, связанных с образом жизни, хотя последовательные клинические результаты и механизмы их возникновения неясны. Продажи питательных батончиков, как в качестве снеков, так и в качестве заменителей металлов, подскочили с 200 миллионов долларов в 1997 году до почти 1,7 миллиарда долларов в 2010 году [4]

Снековые батончики — это удобные продукты быстрого питания, которые можно использовать как перекус, а также сочетать с напитками или добавлять в салаты. На рынке представлены следующие категории батончиков:

-Злаковые батончики (мюсли), которые включают овсяные хлопья, сушеные фрукты и ягоды, орехи, семена и иногда мед.

-Орехово-фруктовые батончики, в состав которых входят сушеные фрукты, ягоды и орехи. В зависимости от основного ингредиента они делятся на фруктовые и фруктово-ореховые.

-Протеиновые батончики, содержащие растительный белок, такой как гороховый, соевый изолят или сухой сывороточный белок. [4].

Продукты с высоким уровнем белка, включая батончики, набирают большую популярность. Это связано с тем, что такие товары, обогащенные белком или с его основным содержанием, подходят для разнообразной аудитории потребителей.

Эти продукты могут быть использованы в разных сферах, таких как перекусы для быстрого утоления голода, спортивное питание для стимулирования роста мышечной массы, а также в рационе пожилых и больных людей, склонных к саркопении. В ответ на растущий интерес к белковым продуктам производители на рынке адаптируют свою продукцию, разрабатывая новые рецептуры, которые соответствуют современным тенденциям в здоровом и функциональном

питании. С этой целью они ищут замену таким традиционным ингредиентам, как сиропы с высоким содержанием фруктозы и глюкозы, жиры и аллергенные белки, используя альтернативные компоненты, такие как полиолы, фруктоолигосахариды и разнообразные источники белка (как растительного, так и животного происхождения). При этом производственные процессы сохраняются на высоком уровне. Результирующие продукты могут быть востребованы среди людей, следящих за своим рационом или придерживающихся специальных диет. [2].

Высокопротеиновые батончики, которые часто можно найти на полках магазинов, включают белки как растительного (чаще всего соевые изоляты и концентраты), так и животного происхождения (преимущественно сывороточными белками в виде концентратов и изолятов). Исследования показывают, что добавление гидролизованных сывороточных протеинов в рецептуру батончиков помогает сохранить их мягкость, хотя это может привести к появлению легкой горечи на послевкусие. Белки молочной сыворотки, такие как альфа-лактальбумин и бета-лактоглобулин, являются ценными источниками питательных веществ и обладают высокими функциональными свойствами, что делает их популярными в производстве пищевых продуктов. Однако в последние годы наблюдается возрастающий интерес к растительным белкам, которые могут составить конкуренцию сывороточному белку по физико-химическим, текстурным и питательным показателям [3].

Растительные белки всё чаще рассматриваются как эффективная и экономичная замена животным белкам в питании человека, а также как важный функциональный компонент в разработке новых продуктов. Стоимость животных белков продолжает расти, а их доступность ограничена из-за таких факторов, как изменение климата, дефицит пресной воды, потеря биоразнообразия и проблемы со здоровьем, включая болезни сердца. В этом контексте растительные белки становятся привлекательной альтернативой, особенно для тех, кто ищет устойчивые и здоровые варианты. Их использование в продуктах питания, включая высокопротеиновые батончики, также может привлечь внимание веганов, вегетарианцев и людей с активным образом жизни, расширяя рынок таких товаров [1].

В Европе пока не получило широкого распространения использование таких белков, как белки подсолнечника, пшеницы, водорослей, конопли и риса. Семена подсолнечника, являясь одним из крупнейших источников растительного масла в мире, также представляют интерес благодаря обезжиренному подсолнечному шроту, который обладает относительно высоким содержанием белка. Этот продукт имеет значительную экономическую ценность как добавка в питание. Благодаря низкому уровню антипитательных веществ и отсутствию токсичных элементов, подсолнечниковый шрот можно рассматривать как перспективный и безопасный источник белков для использования в пищевой промышленности. Подсолнечный белок потенциально может быть функциональным белком благодаря относительно хорошей растворимости. Это часто побочный продукт масличной экстракции, который обычно денатурируется в процессе переработки и имеет пониженную растворимость и функциональность. Если белковые фракции выделять без денатурации, то белки подсолнечника могут стать растворимыми в различных диапазонах ионной силы и pH.

В Европе существует несколько белков, которые пока не получили широкого применения, но имеют значительный потенциал. Среди них можно выделить белки подсолнечника, пшеницы, водорослей, конопли и риса. Семена подсолнечника, будучи одним из пяти ведущих источников растительного масла на планете, также предоставляют ценный побочный продукт — обезжиренный подсолнечный шрот, который отличается высоким содержанием белка. Этот материал представляет собой экономически выгодную добавку к пище, поскольку в нем минимальное количество антипитательных веществ и отсутствуют токсичные компоненты. Всё это делает подсолнечниковый шрот перспективным и безопасным источником белка для производства пищевых продуктов.

Гороховый протеин стал объектом повышенного интереса благодаря своим положительным характеристикам, таким как минимальная аллергенность, высокая питательная ценность и доступность. Он представляет собой ценную альтернативу другим растительным белкам. Тем не менее, использование горохового протеина в пищевой промышленности сопровождается определенными трудностями, связанными с его функциональными ограничениями, вкусовыми

особенностями и оттенками цвета. Хотя гороховые белки содержат значительное количество лизина, они часто недостаточны по метионину и триптофану. Поэтому для достижения более сбалансированного аминокислотного состава гороховый протеин часто комбинируют с белками зерновых, которые, в свою очередь, восполняют дефицит лизина и обеспечивают более высокие уровни серосодержащих аминокислот, таких как метионин и цистеин.

Из-за уникальных характеристик этих белков, таких как питательная ценность, содержание насыщенных жирных кислот, аминокислотный профиль и степень фрагментации, они могут представлять значительный интерес при разработке альтернатив сывороточному белку (WPC).

Текстурные свойства являются одним из ключевых факторов, определяющих потребительское восприятие продукта и его повторную покупаемость. Жесткость протеиновых батончиков непосредственно зависит от концентрации белков, включенных в рецептуру. Недостаточное количество белка может привести к образованию слишком жидкой и пластичной консистенции, тогда как чрезмерная его концентрация может привести к рыхлой и крошащейся структуре. Однако эти параметры могут изменяться в зависимости от типа используемого белка, что требует индивидуального подхода при разработке рецептуры [5].

Фруктовые и зерновые батончики представляют собой потенциальный ответ производителей на изменяющиеся потребности потребителей, ориентированных на продукты с полезными для здоровья ингредиентами и новыми органолептическими характеристиками. В условиях, когда изменение пищевых привычек часто требует сокращения потребления традиционных сладких изделий и перекусов, что является достаточно сложной задачей, такие продукты, как фруктовые и зерновые батончики, могут способствовать уменьшению потребления высококалорийных сладостей и содействовать формированию новых привычек в отношении перекусов, которые характеризуются удобством и улучшенной питательной ценностью. Тем не менее, восприятие переработанных кондитерских изделий с улучшенными свойствами может быть неоднозначным. Потребители, как правило, демонстрируют более высокую восприимчивость к функциональным компонентам в составе продуктов питания, которые обеспечивают дополнительные питательные и оздоровительные эффекты. В то же время, согласно ряду исследований, изменения в рецептуре кондитерских изделий, направленные на улучшение их состава и снижение доли сахарозы и насыщенных жиров, также воспринимаются как приемлемые [3].

Зерновые батончики в частности воспринимаются как более полезная альтернатива традиционным шоколадным батончикам. В ряде стран, включая Польшу, наблюдается тенденция к повышению интереса потребителей к кондитерским изделиям с улучшенными питательными характеристиками. Например, возрастает популярность шоколадных конфет с высоким содержанием какао или зерновых батончиков, дополненных ингредиентами, обладающими дополнительными полезными свойствами, такими как клетчатка, витамины и минералы.

Повышенная доступность зерновых батончиков, а также их диетическая ценность способствовали росту спроса на эти продукты в различных регионах мира. Зерновые батончики стали популярными среди людей, соблюдающих диеты с контролем калорийности, а также среди тех, кто имеет определенные заболевания или просто ищет быстрые и удобные способы перекуса. Изначально предназначенные преимущественно для утреннего потребления, зерновые батончики теперь рассматриваются как универсальные диетические продукты, подходящие для потребления в любой момент дня и в различных условиях.

Ореховые батончики представляют собой удобный и питательный продукт, который сочетает в себе высокую энергетическую ценность и полезные нутриенты. Орехи, являясь основным ингредиентом таких батончиков, богаты мононенасыщенными и полиненасыщенными жирами, которые способствуют улучшению здоровья сердечно-сосудистой системы. Кроме того, они содержат растительные белки, клетчатку, а также важные микроэлементы, такие как магний, фосфор и витамины группы В. Благодаря этим компонентам ореховые батончики могут способствовать поддержанию нормального уровня энергии в организме, улучшению обмена веществ и поддержанию когнитивных функций. Также они могут служить хорошим источником антиоксидантов, что помогает снизить уровень окислительного стресса и поддерживать иммунную систему. Включение ореховых батончиков в рацион может быть особенно полезным для активных

людей, нуждающихся в быстром источнике энергии, а также для тех, кто ищет сбалансированное сочетание питательных веществ в своем ежедневном питании [1].

В заключение, ореховые и другие виды батончиков, такие как зерновые и протеиновые, становятся все более популярными благодаря своим питательным свойствам и удобству потребления. Они обеспечивают организм важными макро- и микроэлементами, такими как белки, полезные жиры, клетчатка, витамины и минералы, которые способствуют поддержанию здоровья и хорошего самочувствия. Особенно важным аспектом является их способность служить быстрым и сбалансированным источником энергии для людей с активным образом жизни, а также для тех, кто придерживается диетических или функциональных целей питания. Прогресс в разработке рецептов с добавлением альтернативных источников белка, таких как растительные белки, и использование полезных ингредиентов делают такие продукты востребованными на рынке, соответствуя текущим трендам здорового питания и потребительским предпочтениям.

### *Литература*

1. Ibrahim S. A. et al. Application of date (*Phoenix dactylifera* L.) fruit in the composition of a novel snack bar //Foods. – 2021. – Т. 10. – №. 5. – С. 918.
2. Kosicka-Gębska M. et al. Consumer motives for choosing fruit and cereal bars—Differences due to consumer lifestyles, attitudes toward the product, and expectations //Nutrients. – 2022. – Т. 14. – №. 13. – С. 2710.
3. Sun-Waterhouse D. et al. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars //Food chemistry. – 2010. – Т. 119. – №. 4. – С. 1369-1379.
4. Гайсина Д. А., Сагитова Д. И. Анализ ассортимента снековых батончиков из растительного сырья //Актуальные исследования. – 2021. – №. 48 (75). – С. 13.
5. Małecki J. et al. The effect of protein source on the physicochemical, nutritional properties and microstructure of high-protein bars intended for physically active people //Foods. – 2020. – Т. 9. – №. 10. – С. 1467.

# КОМПОЗИЦИЯ ИЗ МЕДА И ГОМОГЕНАТА ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА

**Будникова Н.В.**

ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», г. Рыбное, Рязанская обл.,

e-mail: [beenataliya7@mail.ru](mailto:beenataliya7@mail.ru)

## *Аннотация*

Изучена целесообразность стабилизации гомогената трутневого расплода медоносных пчел медом. Исследования показали, что добавление в мед более 10% гомогената без использования стабилизаторов нецелесообразно ввиду быстрой порчи продукта, о чем свидетельствуют не только значительное ухудшение физико-химических показателей, но и органолептических признаков в течение первого месяца хранения в холодильнике при температуре +6 °С. Физико-химические показатели меда с трутневым расплодом (содержание гомогената 5%) в процессе хранения до 6 месяцев изменяются незначительно, в пределах нормы. Установлено, что при более длительном хранении при температуре +6 °С показатели качества композиции, содержащей нативный гомогенат снижаются уже значительно.

## *Abstract*

The expediency of stabilizing the homogenate of the drone brood of honey bees with honey has been studied. Studies have shown that adding more than 10% homogenate to honey without the use of stabilizers is impractical due to the rapid deterioration of the product, as evidenced not only by a significant deterioration in physico-chemical parameters, but also organoleptic signs during the first month of storage in the refrigerator at a temperature of +6 ° C. The physico-chemical parameters of honey with drone brood (5% homogenate content) during storage for up to 6 months vary slightly, within the normal range. It was found that with longer storage at a temperature of +6 ° C, the quality indicators of the composition containing the native homogenate decrease significantly.

Во многих странах Азии, Африки и Южной Америки расплод насекомых являются не только частью традиционной кухни [1], но и используется в качестве лечебного средства в народной медицине. В Южной Азии личинок трутней применяют для приготовления омлета и покрывают шоколадом, а в Японии соты с трутневым расплодом считаются ценным диетическим продуктом, производство которого стараются увеличить [2, 3].

Большой интерес в оздоровительных целях для апитерапии представляет трутневый расплод, который в активный период пчеловодного сезона можно получать в достаточном количестве. Трутни развиваются из неоплодотворённых яиц. Через 3,5 суток после откладки яйца, из него выходит личинка и начинается постэмбриональное развитие. Оно сопровождается полным метаморфозом, который характеризуется прохождением стадий личинки, предкуколки, куколки и имаго и регулируется гормонами. В оптимальных условиях продолжительность личиночной стадии развития трутней составляет около 7 суток, именно эта стадия расплода и подходит для его гомогенизации и получению гомогената трутневого расплода. Получают гомогенат из личинок трутней различными способами. Наиболее рентабельный способ это пресование сотов с расплодом с последующей фильтрацией полученной массы. Расплод трутней – это уникальный по составу и по сбалансированности многогранный, сложный природный источник ценнейших питательных и биохимических веществ. Он содержит более 70 биологически активных веществ: насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, дикарбоновые кислоты, моно-, ди- и триоксикислоты, сложные эфиры жирных кислот, глицериды, фосфоглицериды, стеринны, гормоны гонадотропной активности, углеводы [4, 5].

Гомогенат полученный из трутневых личинок является биологически активным сырьем с богатым составом необходимым для нормальной жизнедеятельности живого организма. Трутневый расплод, также как и маточное молочко, подвержен воздействию внешних факторов и быстро теряет

свои свойства и пищевую ценность.

Известно, что мед обладает антимикробными, стабилизирующими свойствами [6, 7]. Мёд – один из сложнейших натуральных продуктов по химическому составу. Растительные компоненты мёда являются ценными источниками пищи не только для пчёл, но и человека, представляя собой биологическую совокупность активных соединений, вырабатываемых растениями и организмом пчел [8]. Консервирование медом - наиболее простой и удобный способ сохранения биологической активности продуктов пчеловодства. Различные медовые композиции, обладают высокой биологической активностью, имеют приятный вкус и пользуются спросом у потребителей. Пчеловоды-практики и апитерапевты используют этот способ и для гомогената трутневого расплода. Однако здесь необходимо подобрать соотношение расплод:мед в такой пропорции, чтобы эта композиция хранилась, имела хорошие органолептические характеристики и отвечала требованиям, предъявляемым к биологически активным добавкам.

Для изучения целесообразности стабилизации гомогената трутневого расплода (ГТР) медом и расширения ассортимента продукции на его основе мы исследовали изменение физико-химических и органолептических показателей медовых композиций с различным содержанием нативного гомогената трутневого расплода от 1 до 10%.

Соотношение мёда и гомогената подбирали в пропорции, чтобы композиция обладала совокупностью биологически активных соединений и имела стабильные показатели качества в процессе хранения. Изучали в процессе хранения смеси с содержанием мёда 95, 90%, и гомогената трутневого расплода 5, 10%, соответственно.

При подготовке компонентов композиции использовали неметаллические ёмкости для смешивания, холодильник, весы электронные. Разработка рецептуры основана на сохранения биологически активных веществ в смешанных продуктах. Изучали влияние температуры и продолжительности хранения на содержание биологически активных веществ в продукте из мёда и гомогената трутневых личинок. Композиции хранили в двух температурных режимах: +6 и +20 °С в течение 1 года.

Исследования показали, что по органолептическим характеристикам смесь мёда с гомогенатом расплода представляет однородную тестообразную или закристаллизованную массу, в зависимости от консистенции меда, с однотонным желтовато-коричневым цветом, приятным специфичным для мёда и трутневого расплода запахом, сладким, приятным вкусом. Нами проведено исследование показателей качества: окисляемости, содержания водородных ионов (рН), массовой доли воды, деценовых кислот медовых композиций, а также выполнен анализ составляющих композиции: мёда и гомогената трутневого расплода. Исходные продукты соответствовал требованиям ГОСТ 19792-2001 “Мёд натуральный. ТУ” и ГОСТ Р 56668-2015 “Гомогенат трутневого расплода. ТУ”. Сохранение биологической активности медовых композиций состоящей из 90, 95 % меда и 10, 5 % гомогената трутневого расплода, оценивали по срокам хранения: 3, 6 месяцев и 1 год, при температуре хранения +6 °С, в условиях холодильника. Результаты исследований представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1 - Изменение показателей качества композиции из 95 % мёда и 5 % ГТР

Показатель	Исходный продукт	Срок хранения		
		3 мес	6 мес	12 мес
Массовая доля воды,%	20,8±0,087	20,9±0,266	18,1±0,490	16,0±0,726
% от исходного		100,48	87,02	76,92
Показатель окисляемости, с	19,0±0,065	19,5±0,5	43,0±1,225	45,8±1,642
% от исходного		102,63	226,32	241,05
Массовая доля деценовых кислот,%	0,086±0,001	0,082±0,004	0,074±0,02	0,063±0,001

% от исходного		95,35	86,05	73,26
Показатель водородных ионов pH	4,16±0,003	4,27±0,144	4,47±0,062	4,74±0,405
% от исходного		102,64	107,45	113,94

Существенных изменений химических показателей медовой композиции с содержанием 5-10 % гомогената в процессе хранения 3 мес., не произошло. При хранении 6 мес. химические показатели продукта уже заметно изменялись. Так, содержание ненасыщенных соединений в продукте с 5 % расплода уменьшилось на 14 %; в продукте с 10 % расплода уменьшение составило 21 %. Массовая доля воды при хранении также изменялась: в продукте с 5 %-ным содержанием расплода она уменьшилось на 13 %. В композиции с 10%-ным содержанием расплода уменьшение влаги произошло на 26,7 %.

Таблица 2 - Изменение качества композиции состоящей из 90 % мёда и 10 % ГТР

Показатель	Исходный продукт	Срок хранения		
		3 мес	6 мес	12 мес
Массовая доля воды,%	24,5±0,058	24,2±0,432	17,95±0,938	16,18±0,968
% от исходного		98,78	73,27	66,04
Показатель окисляемости,с	14,0±0,082	15,48±1,257	37,5±2,5	41,3±2,394
% от исходного		110,57	267,86	295,0
Массовая доля деценовых кислот,%	0,111±0,0	0,106±0,016	0,0878±0,006	0,080±0,002
% от исходного		95,5	79,1	72,07
Показатель водородных ионов pH	4,51±0,004	4,57±0,152	4,64±0,045	4,78±0,016
% от исходного		101,33	102,88	105,99

Снижение биологической активности этого продукта наблюдается и при более длительном хранении – 9 мес. и 1 год. В этот период интенсивно увеличивается показатель окисляемости почти в 2 раза в композиции с 5% содержанием гомогената трутневого расплода, уменьшается и количество ненасыщенных жирных кислот (деценовых) на 26,7 %; в продукте с 10 %-ным содержанием расплода также характерно уменьшение деценовых кислот на 27,9 %. Водородный показатель (pH) при хранении композиций продолжает увеличиваться в сторону щелочной реакции, о чем свидетельствуют данные табл. 1 и 2. При хранении в течение 1 года массовая доля влаги в продукте с 5 % расплода уменьшилось на 23,0 %; в композиции с 10 %-ным содержанием расплода на 34,0 %. Ненасыщенные соединения также продолжают снижаться.

Таким образом, стабилизация трутнёвого расплода мёдом целесообразна в течение 6 мес.

Вывод. Физико-химические показатели меда с трутневым расплодом в процессе хранения до 6 месяцев изменяются незначительно, в пределах нормы. При более длительном хранении в температуре +6 °С показатели качества исследуемых композиций, снижаются более значительно, причем особенно заметно это у композиции с большим содержанием гомогената трутневого расплода.

#### Литература

1. Mishyna, M. Sensory attributes of edible insects and insect-based foods—Future outlooks for enhancing consumer appeal/ M. Mishyna, J. Chen, O. Benjamin // Trends in Food Science & Technology. – 2020. – Vol. 95. – P. 141-148. DOI:10.1016/j.tifs.2019.11.016.
2. Смирнов А.М., Чернов К.С. Пчеловодство Японии. Обзор XXV Междунар. конгр. по пчеловодству. Гренобль, 1975. - № 2. - С. 27.

3. Кенигер Н., Аберсфельдер Г. Новые аспекты выращивания расплода медоносных пчел. XXX Междунар. конгр. по пчеловодству Апимондии. Бухарест: Апимондия, 1985. С. 35-38.
4. Асафова Н.Н. Физиологически активные продукты пчеловодства / Н.Н. Асафова, Б.Н. Орлов, Р.Б. Козин. - Н. Новгород: Изд-во «Ю.А. Николаев», 2001. – 368 с.
5. Лазарян Д.С. Разработка и стандартизация мази на основе трутневых личинок / Д.С. Лазарян // Сб. материалов 3-й Междунар., 9-й Всерос. науч. – практ. конф. по пчеловодству и апитерапии «В III тысячелетие с богатством Золотого улья».- Саратов, 2001. - С. 66-67.
6. Molan, P.C., 1999. The role of honey in the management of wounds. J. Wound Care, 8: 415-418.
7. Bogdanov, S., 1984. Characterization of antimicrobial substances in honey. Lebensmittelwiss. Technol., 17: 74-76.
8. Попкова М.А. Влияние ботанического происхождения меда на содержание в нем водорастворимых витаминов. //Сборник научных трудов КНИЦЗВ. – 2020. – Т. 9. № 1. С. 299-302. DOI:10.34617/121x-gb63

## РИБОФЛАВИН, ПАНТОТЕНОВАЯ И ФОЛИЕВАЯ КИСЛОТЫ В МЕДЕ НАТУРАЛЬНОМ

Попкова М.А.

ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», г. Рыбное, Рязанская обл.,  
e-mail: [popkovamaria\\_fncp@mail.ru](mailto:popkovamaria_fncp@mail.ru)

### *Аннотация*

Витамины – незаменимые органические вещества, биологические катализаторы химических реакций, протекающих в организме человека; они активно участвуют в обмене веществ и поступают в организм человека практически полностью из внешней среды. Источником витаминов в меде являются нектар и в большей степени пыльца растений. Содержание витаминов, в меде варьируется в соответствии с его ботаническим происхождением, и зависит от того, насколько богата витаминами пыльца, содержащаяся в нем. Определение витаминов рибофлавина, пантотеновой и фолиевой кислот проводили в каштановом, подсолнечниковом, акациевом, липовом и гречишном медах. Гречишный мед больше содержит витамина В<sub>2</sub>, по сравнению с медами другого ботанического происхождения. Каштановый мед является лидером фолиевой и пантотеновой кислот в отличии от других медов.

### *Abstract*

Vitamins are essential organic substances, biological catalysts of chemical reactions occurring in the human body; they are actively involved in metabolism and enter the human body almost entirely from the external environment. The source of vitamins in honey is nectar and, to a greater extent, pollen of plants. The vitamin content of honey varies according to its botanical origin, and depends on how vitamin-rich the pollen contained in it is. The determination of vitamins riboflavin, pantothenic and folic acids was carried out in chestnut, sunflower, acacia, lime and buckwheat honey. Buckwheat honey contains more vitamin В<sub>2</sub> than honey of other botanical origin. Chestnut honey is the leader of folic and pantothenic acids, unlike other honeys.

Многочисленные продукты пчеловодства представляют собой природный комплекс биологически активных соединений, обладая многими полезными свойствами [1]. Сегодня продукты пчеловодства заняли прочное место в медицинской промышленности, косметике, диетическом питании многих стран. Известны сотни препаратов и лекарственных форм, приготовляемых с их использованием. Одним из таких уникальных продуктов является мед. Благодаря богатому содержанию углеводов, мёд является очень важным энергитическим продуктом питания, и считается ценным пищевым продуктом, благодаря наличию в нем биологически активных соединений, содержащихся в сбалансированном состоянии. Содержание биологически активных соединений мёда во многом зависят от его ботанического происхождения (т.е. определяются химическим составом нектара и пыльцы медоносных растений, которые посещали пчелы, так как осыпаясь при движении пчелы, пыльца попадает в нектар цветков растений).

Организм человека и животных не синтезирует витамины или синтезирует в недостаточном количестве, поэтому он должен получать их в готовом виде с пищей. Витамины обладают исключительно высокой биологической активностью и требуются организму в очень небольших количествах – от нескольких мкг до нескольких мг в день. Витамины и витаминopodobные вещества, составляющие группу В, можно получить из функциональных продуктов питания животного и растительного происхождения, вполне доступных россиянам. Все они работают не только поодиночке, но и коллективно, обеспечивая важные функции организма, в том числе процессы высвобождения энергии из основных питательных веществ. В небольших количествах в мёде натуральном содержатся витамины группы В и их содержание варьируется в соответствии с его ботаническим происхождением, и зависит от того, насколько богата витаминами пыльца, которая содержится в меде. Каждый из этих витаминов оказывает влияние на организм как самих пчел, так и человека.

Рибофлавин (витамин В<sub>2</sub>) – один из важнейших витаминов, который необходим для нормального функционирования клеток организма человека. Витамин В<sub>2</sub> входит в состав ферментов, при участии которых протекают процессы дыхания и принимает участие в процессах биосинтеза [2]. Рибофлавин особенно необходим в значительных количествах молодому растущему организму, при тяжелой физической работе, при лечении некоторых заболеваний. Отсутствие или недостаток рибофлавина может привести к задержке роста и развития организма, вызывать глубокие функциональные и структурные изменения в коре надпочечников, нарушение процессов синтеза гемоглобина вследствие снижения активности костного мозга и обмена железа и к появлению различных патологий [2].

Пантотеновая кислота (витамин В<sub>5</sub>) участвует в процессе окисления, это ферментативное окисление. Однако она принимает участие и в биологическом синтезе. Пантотеновой кислоте отведена важная роль в обмене веществ в организме. Витамин В<sub>5</sub> участвует в формировании адекватного иммунного ответа при инфекционных заболеваниях, нормализует работу щитовидной железы и нервной системы, стимулирует синтез глюкокортикоидных гормонов, регенерацию кожи, нормализует клеточный метаболизм, ускоряет размножение клеток, увеличивает прочность коллагеновых волокон, улучшает передачу нервных импульсов, способствует выработке нейротрансмиттеров, положительно воздействует на работу печени, оказывает анаболическое воздействие, нормализует работу пищеварительного тракта. В организме из пантотеновой кислоты и пантенола образуется кофермент А, который играет ключевую роль в обмене жиров, углеводов и белков, а также в процессах ацетилирования и β-окисления высших жирных кислот [3]. Суточная потребность человека в пантотеновой кислоте составляет 12 мг.

Фолиевая кислота – одна из самых широко обсуждаемых тем в современных исследованиях в области питания. Организм человека не способен синтезировать фолиевую кислоту, поэтому ежедневная потребность в фолиевой кислоте удовлетворяется за счет потребления пищи, богатой этим витамином [4]. Прежде всего фолиевая кислота необходима для нормального образования клеток крови. Она же принимает участие и в синтезе нуклеиновых кислот. Фолиевая кислота используется для синтеза, восстановления и метилирования дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) [4], поэтому она особенно важна во время беременности и в детском возрасте для непрерывного деления и роста клеток [5]. Исследование проведенное китайскими учеными показало [6], что добавки мультивитаминов, содержащих фолиевую кислоту, приводят к уменьшению смертности от инсультов.

Целью исследований явилось определение рибофлавина, пантотеновой и фолиевой кислот в медах различного ботанического происхождения.

Материалы и методы.

В качестве метода исследования был использован метод капиллярного электрофореза. Метод капиллярного электрофореза КЭ основан на разделении заряженных компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием приложенного электрического поля [7].

Для исследования использовались следующие виды медов: гречишный, липовый, акациевый, подсолнечниковый каштановый. Ботаническое происхождение меда устанавливали по количеству пыльцевых зерен определенного вида нектароноса.

Результаты исследований.

По результатам исследования подсолнечниковый и акациевый меда имеют самые низкие показатели по содержанию фолиевой кислоты (рисунок 1).

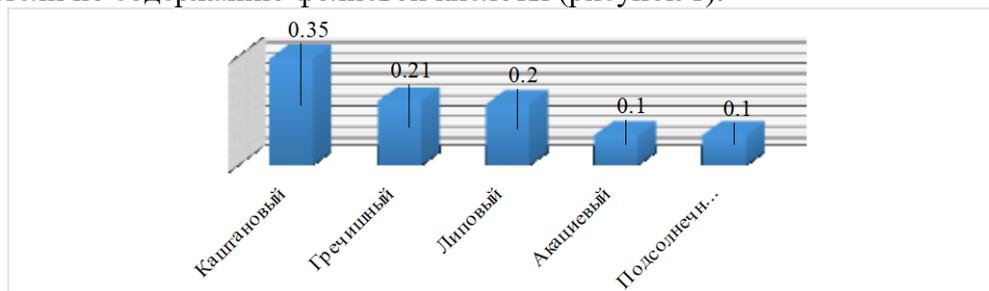


Рисунок 1 – Содержание фолиевой кислоты, мг/100 г

Мед собранный с цветов каштана съедобного по содержанию фолиевой кислоты находится в лидерах.

А вот рибофлавина в каштановом меде не обнаружено, зато много его в меде собранного с цветов гречихи посевной (рисунок 2).

Подсолнечниковый и акациевый меда имеют самые низкие показатели по содержанию рибофлавина и фолиевой кислоты.

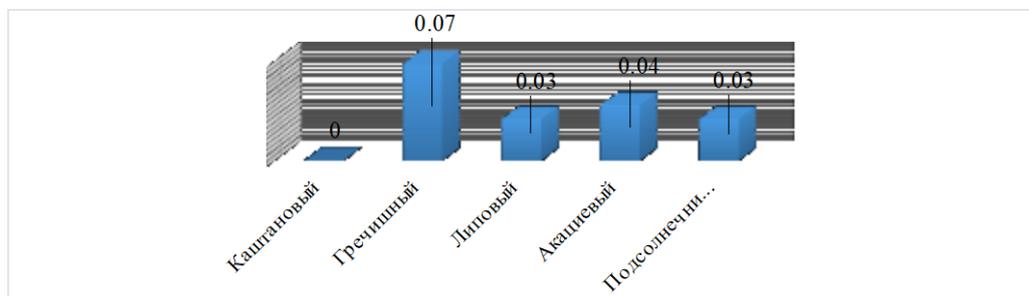


Рисунок 2 – Содержание рибофлавина, мг/100 г

Витамин В<sub>5</sub> (пантотеновая кислота) необходим для обменных процессов, синтеза жизненно важных кислот, усваивания других витаминов, насыщения мозга кислородом. Витамин В<sub>3</sub> содержится во всех исследуемых образцах меда. Максимальное количество витамина В<sub>3</sub> определено в каштановом меде и составляет 0,167 мг/100 г (рисунок 3).

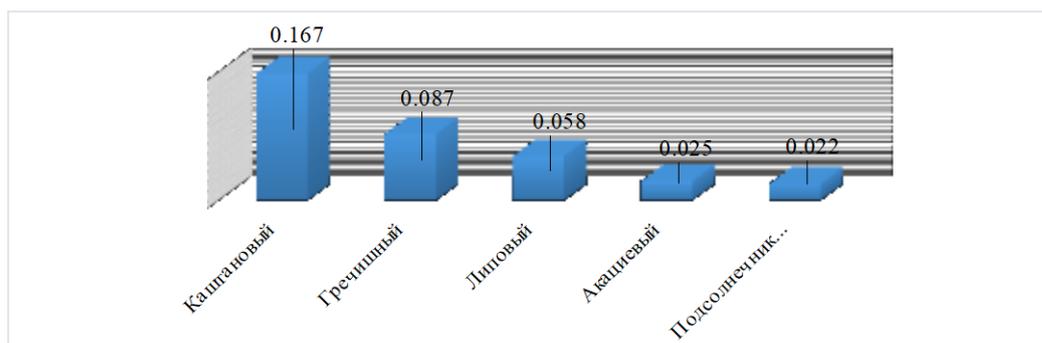


Рисунок 3 – Содержание пантотеновой кислоты, мг/100 г

Также витамином В<sub>5</sub> богат гречишный и мёд с липы. Причем, содержание этого витамина в гречишном меде в 1,5 раза больше чем в липовом.

Таким образом в медах разного ботанического вида присутствует различное содержание витамина В<sub>2</sub>, фолиевой и пантотеновой кислот.

#### Литература

1. Будникова Н.В. Минеральный состав трутневого расплода. В сборнике: Пчеловодство и апитерапия: современные подходы и развитие. Материалы Международной научно-практической конференции. Под редакцией А.З. Брандорф, Р.Е. Калинина, А.В. Бородачева, Л.Н. Савушкиной, Н.В. Будниковой. Рыбное, 2021. С. 212-215.
2. Золотарева Р.А., Логинова Н.Ю. Рибофлавин: общие аспекты метаболизма// Евразийский союз ученых. 2016. № 6 (27). С. 75-77.
3. Витамины и коферменты: учеб. пособ. Ч. 2 / В.А. Смирнов, Ю.Н. Климочкин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 91 с. - ISBN 978-5-7964-1103-2.
4. Null association between prostate cancer and serum folate, vitamin B(6), vitamin B(12), and homocysteine / S. J. Weinstein [et al.] // Cancer epidemiology, biomarkers & prevention. - 2003. - Vol. 12, N 11, pt. 1. - P. 1271-1272. URL:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14652294/> (дата обращения 04.12.2023).

5. Folate: Fact Sheet for Health Professionals [Electronic resource] // National Institutes of Health. - URL: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Folate-HealthProfessional/>. - (дата обращения 02.09.2024).
6. Helena Martin et al. Endothelial Function in Newborn Infants Is Related to Folate Levels and Birth Weight // Pediatrics. June 2007; 119: 1152-1158. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17545383/> (дата обращения 04.09.2024).
7. Harstad, R.K.T. Capillary Electrophoresis // R.K.Harstad[et al.] //Analytical Chemistry. – 2016. – V.88. – P. 299 – 319.DOI: 10.1021/acs.analchem.5b04125 URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26640960/> (дата обращения 04.09.2024).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА ИЗ ПРОРОСШИХ СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВИТАМИНОВ В ХЛЕБЕ**

**Байрамов Э.Э., кандидат технических наук, доцент  
Набиев А.А., доктор биологических наук, профессор**

*Азербайджанский технологический университет, г. Гянджа, Азербайджан  
e-mail: e.bayramov@atu.edu.az*

### ***Аннотация:***

В данной статье рассматривается возможность использования порошка из проросших семян люцерны для повышения содержания витаминов в хлебе. В порошке из проросших семян люцерны содержание витаминов А, В1, В2, С и К больше, а содержание витаминов В5, В6, В9 и РР меньше чем в пшеничной муке высшего сорта «Мехрибан». Не были обнаружены в пшеничной муке высшего сорта «Мехрибан» витамины А, С и К, а в порошке из проросших семян люцерны – витамина В5.

Во всем мире наблюдается дефицит витаминов в питании населения. Это несомненно является глобальной проблемой, которая ведет к тому, что население меньше употребляет продукты, содержащие большое количество витаминов. Население больше употребляют продукты питания, которые богаты легкоусвояемыми углеводами, а также жирной пищи. Нехватка витаминов приводит к нарушению водного баланса, ферментации, обмена веществ, работы нервной и пищеварительной систем. Поэтому необходимо включать в пищевой рацион питания населения такие растительные культуры, которые богаты витаминами.

Ухудшение экологической системы и ограниченность возможностей использования натуральных растительных культур, привело к тому, что в рецептуру хлебобулочных изделий включают лекарственные растения. Такой подход важен с точки зрения безопасности пищевых продуктов, с учетом изучения динамики влияния многомерных факторов на состояние продовольственной безопасности [1]. Для использования натуральных растительных культур уделяется внимание культивируемым кормовым растениям, т.к. при использовании дикорастущих растений возможно решить многие ресурсные проблемы [2, 3, 4].

Исследованиями установлено, что имеющиеся технологии производства хлебных изделий должны обеспечивать требуемую их полноценность. Поэтому, совершенствование технологии производства и технических средств [5], обеспечение высокого качества [6], соблюдение и управление техническими режимами и параметрами [7] на всех стадиях производственного процесса при широком использовании природных добавок из местного сырья [8] и включении его в технологию производства в настоящее время являются актуальными вопросами.

Целью работы является изучение возможности использования порошка из проросших семян люцерны для повышения содержания витаминов в хлебе.

Теоретическое значение данной работы заключается в проведении анализа литературных данных по использованию порошка из проросших семян люцерны для обогащения хлеба витаминами. Полученные результаты могут быть применены при анализе витаминов используемого подобного растительного сырья, продуктов их переработки, расширении ассортимента и создании новых видов хлебных изделий с добавками. А практическое значение заключается в применении полученных результатов непосредственно на хлебопекарных предприятиях.

Предметом исследования является изучение возможности использования порошка из проросших семян люцерны в качестве обогатителя хлеба витаминами.

Теоретические исследования основаны на достоверных литературных данных и собственных экспериментальных результатов.

Практические исследования основаны на производственный опыт применения продуктов,

полученных из растительного сырья.

Объектами данного исследования являются порошок из проросших семян люцерны и пшеничная мука высшего сорта торговой марки «Мехрибан». Люцерна представляет собой травянистое растение ярового типа семейства бобовых. Во всём мире ассортимент люцерны представлен более 100 видами. На территории Азербайджана встречается 21 вид, среди них есть однолетние и многолетние. Наибольшее распространение имеют люцерна посевная (синяя) – *Medicago sativa*, люцерна серповидная (желтая) – *Medicago falcata*, люцерна средняя (изменчивая) – *Medicago varia*. В люцерне содержится большое количество витаминов, которые необходимы для поддержания здоровья организма человека [9] и являются актуальными вопросами продовольственной безопасности [10].

В таблице показано содержание витаминов в порошке из проросших семян люцерны и пшеничной муке высшего сорта торговой марки «Мехрибан».

Таблица. Содержание витаминов в порошке из проросших семян люцерны и пшеничной муке высшего сорта торговой марки «Мехрибан», мг/100 г

Макронутриенты, г	Норма	Порошок из проросших семян люцерны	% от нормы	Пшеничная мука в/с	% от нормы
Витамин А	0.9	0.058	6.4	0.00	0
Витамин В1	1.5	0.18	12.0	0.17	4
Витамин В2	1.8	0.17	9.44	0.04	2
Витамин В5	5.0	0.00	0.0	0.28	0
Витамин В6	2.0	0.043	2.15	0.16	0
Витамин В9	0.4	0.037	9.25	0.25	5
Витамин РР	20.0	0.28	1.40	1.18	0
Витамин С	90.0	10.00	11.1	0.00	0
Витамин К	0.12	0.00014	0.12	0.00	0

Как видно из таблицы, в порошке из проросших семян люцерны содержание витаминов А, В1, В2, С и К больше, а содержание витаминов В5, В6, В9 и РР меньше чем в пшеничной муке высшего сорта «Мехрибан». Не были обнаружены в пшеничной муке высшего сорта «Мехрибан» витамины А, С и К, а в порошке из проросших семян люцерны – витамина В5.

Таким образом, при производстве хлеба добавление порошка из проросших семян люцерны к пшеничной муке позволит обогатить готовые изделия витаминами.

#### Литература

- Vasa, L., Huseynov, R., Varga, I., Dávid, L. The regional and geographical aspects of food security: A spatial analysis in the case of Azerbaijan, Hungary, Austria, Singapore and Georgia / L. Vasa, R. Huseynov, I. Varga, L. Dávid // *Geographia Technica*. – 2020. – Vol. 15. – Issue 2. – Pp. 161-170.

2. Манджиева, А.Н., Байрамов, Е.Е., Набиев, А.А. Изучение возможности использования люцерны при производстве хлебо-булочных изделий / А.Н. Манджиева, Е.Е. Байрамов, А.А. Набиев // Республиканская научно-практическая конференция «Роль университетов в развитии инновационных экосистем» посвящённая Дню Победы, 5-6 ноября 2024. – Гянджа: АТУ, 2024. – С. 100-104;
3. Муштатенко, Е.В., Садыгова, М.К., Байрамов, Э.Э., Набиев, А.А. Сравнительный анализ аминокислотного состава пайзовой и пшеничной муки / Е. В. Муштатенко, М. К. Садыгова, Э. Э. Байрамов, А. А. Набиев // Республиканская научно-практическая конференция «Роль университетов в развитии инновационных экосистем» посвящённая Дню Победы, 5-6 ноября 2024. – Гянджа: АТУ, 2024. – С. 51-57;
4. Садыгова, М.К., Шамакова, Н.Г., Байрамов, Е.Е., Набиев, А.А. Экологический аспект при разработке рецептуры хлебных палочек функционального назначения на основе муки из зерна пайзы / М. К. Садыгова, Н. Г. Шамакова, Е. Е. Байрамов, А. А. Набиев // Республиканская научно-практическая конференция «Роль университетов в развитии инновационных экосистем» посвящённая Дню Победы, 5-6 ноября 2024. – Гянджа: АТУ, 2024. – С. 76-79;
5. Байрамов, Э.Э. Влияние способа воздействия при замесе теста на сжимаемость мякиша хлеба / Э. Э. Байрамов // сборник известий НАА ГРНЦ. – Гянджа: Элм, 2010. – № 39. – С. 106-108;
6. Байрамов Э.Э. Влияние способа механического воздействия при на тесто в процессе замеса на свежесть хлеба / Э. Э. Байрамов // сборник известий НАА ГРНЦ. – Гянджа: Элм, 2009. – № 36. – С. 104-108;
7. Байрамов, Э.Э. Влияние способа воздействия при замесе теста на качество хлеба / Э. Э. Байрамов // Аграрная наука Азербайджана. – 2001.– № 1-2. – С. 131-133;
8. Курбанова, С.О., Набиев, А.А., Ахмедова, Э.А. Анализ способов повышения качественных показателей хлеба путем использования природных добавок / С. О. Курбанова, А. А. Набиев, Э. А. Ахмедова // Вестник науки. – 2024. – Т. 2.– № 9 (78). – С. 1138-1154;
9. Набиев, А.А. Биохимия пищевых продуктов : учебник / А.А. Набиев. – Баку : Элм, – 2008. – 444 с.;
10. Манджиев, В.Н., Манджиева, А.Н. К актуальным вопросам продовольственной безопасности // Национальная научная конференция «Безопасность в условиях глобализации мира», 19-20 декабря 2019 г. [Текст]: [посвящ. 75-летию со дня рождения первого президента КалмГУ, проф. Г.М. Борликова: материалы] / редкол.: Б.К. Салаев, В.А. Эвиев [и др]. – Элиста: Изд-во Калм. гос. ун-та, 2019. – С. 38-40.

## МАРКЕТИНГОВЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА ПАСТИЛЫ

Каценбина К.Э., магистр 3 года обучения  
Белоглазова К.Е., кандидат сельскохозяйственных наук  
Рысмухамбетова Г.Е., кандидат биологических наук

*ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г Саратов  
e-mail: k.beloglazova@yandex.ru*

### *Аннотация*

В работе представлен маркетинговый анализ российского рынка пастилы, для этого были выбраны 3 самые крупные маркетплейсы – «OZON», «Wildberries» и «Яндекс.Маркет». Установлено, что лидером по продаже пастилы являлась сеть интернет-магазина «OZON» – 47,40 %, на втором месте «Wildberries» – 35,30 % и замыкает «Яндекс.Маркет» – 17,30 % от всего объема продаж.

**Ключевые слова:** пастила, сахаристые изделия, маркетинговый анализ, маркетплейс

В настоящее время компании по производству пищевых продуктов постоянно ищут способы внедрять инновации и разработки новых или улучшенных продуктов, чтобы оставаться конкурентоспособными. Также это коснулось и кондитерских фабрик, так как выпускаемые ими изделия являются продуктом массового потребления [1].

Пастила – это кондитерское изделие из подсушенного фруктово – ягодного пюре. Основными компонентами пастилы являются – яблочное пюре или мякоть ягод, мед или сахар.

Пастила относится к сахаристым кондитерским изделиям и характеризуется как наиболее сбалансированное по химическому составу, также она содержит наибольшее количество пектиновых веществ, углеводов, витаминов и отличается отсутствием жиров. Благодаря нутриентам, входящим в состав готового продукта, их количественному соотношению, технологическим режимам и параметрам производства, данный продукт имеет высокую степень усвояемости [2-5].

Качественная характеристика пастилы зависит от технологического способа производства, состава сырья, что влияет в дальнейшем на сроки хранения пастильных изделий.

Целью работы являлось проведение маркетинговых исследований российского рынка пастилы.

Для изучения российского рынка пастилы были выбраны 3 самые крупные маркетплейсы – «OZON», «Wildberries» и «Яндекс.Маркет».

На рисунке 1 представлен ассортимент пастилы, реализуемых на торговой площадке «OZON».

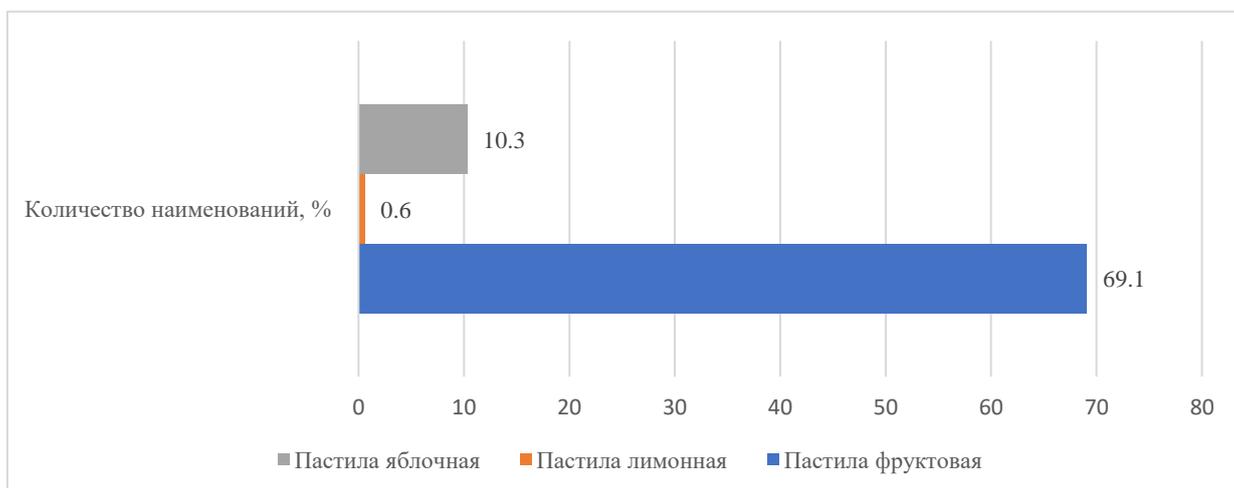


Рисунок 1 – Ассортимент пастилы, реализуемых на торговой площадке «OZON»

Как видно из рисунка 1 на торговой площадке «OZON» из исследуемого ассортимента пастилы фруктовая имела довольно высокий удельный вес – 69,10 %, и наиболее популярным в этой категории являлась пастила под торговой маркой «Фастфрут». Данный продукт рекомендован, как дополнительный источник витаминов для поддержания иммунитета. В состав входят органические кислоты и другие биологические добавки. Пастила богата высоким содержанием витаминов группы В рибофлавина, витамина РР, а также минералами: калием (К), кальцием (Са), натрием (Na), магнием (Mg), фосфором (Р), железом (Fe).

Что касается пастилы яблочной, то ее количество на «OZON» составило 10,30 % и к наиболее популярным относилась пастила со вкусом и ароматом лимона от компании «Жако». В состав этого продукта входили: яблоко, лимонный сок, патока, влагоудерживающий агент-сорбитовый сироп, ароматизатор, консерванты: сорбат калия, E211.

Среди анализируемого ассортимента пастилы наименьшую долю занимала лимонная пастила – всего 0,60 %, и в основном, этот сегмент представлен брендом «Коломчаночка», который специализируется на производстве порционных продуктов в следующих вкусах: мята-лимон и малина-лимон. В состав данной пастилы входили: сахар белый, патока, сухой яичный белок, концентрированный сок лимона, сахарная пудра, натуральный ароматизатор мята, желирующий агент-пектин, регулятор кислотности-кислота молочная, натуральный краситель-хлорофил.

На рисунке 2 представлен ассортимент пастилы, реализуемых на торговой площадке «Wildberries».

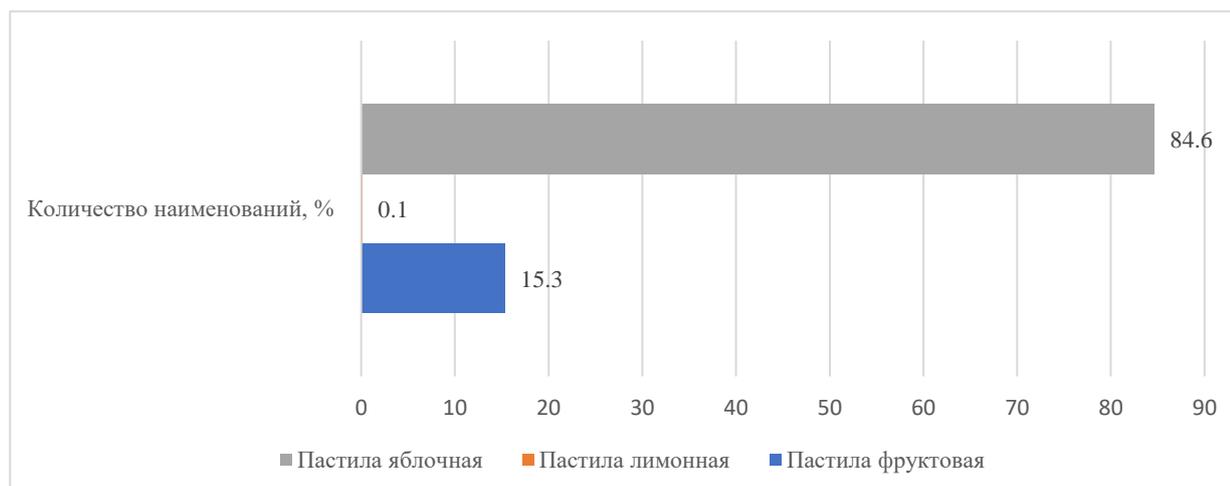


Рисунок 2 – Ассортимент пастилы, реализуемых на торговой площадке «Wildberries»

Как видно из рисунка 2 в «Wildberries» больше всего реализуется именно яблочная пастила – 84,60 %, из которых широкой ассортимент представлен торговой маркой «Фрутоежка». В состав данного продукта входило: яблочное пюре, натуральные ароматизаторы и консервант-сорбат калия.

Что касается фруктовой пастилы, то её количество на «Wildberries» составило всего 15,30 %. К наиболее популярному можно отнести пастилу торговой марки «FitaminOS». Данная пастила производится в широком ассортименте вкусов. Так в основной их состав входили: имбирь, лимонный сок, абрикосовое пюре, яблочное пюре, вишневый сок и сливовое пюре. Данный продукт выпускается без ароматизаторов, сахара и красителей.

В рамках исследования ассортимента пастилы, представленного на торговой площадке «Wildberries», было выявлено, что лимонная пастила занимает наименьшую долю – всего 0,10 %. Это может свидетельствовать о наличии потенциального спроса на данный продукт.

На рисунке 3 представлен ассортимент пастилы, реализуемой на торговой площадке «Яндекс. Маркет».

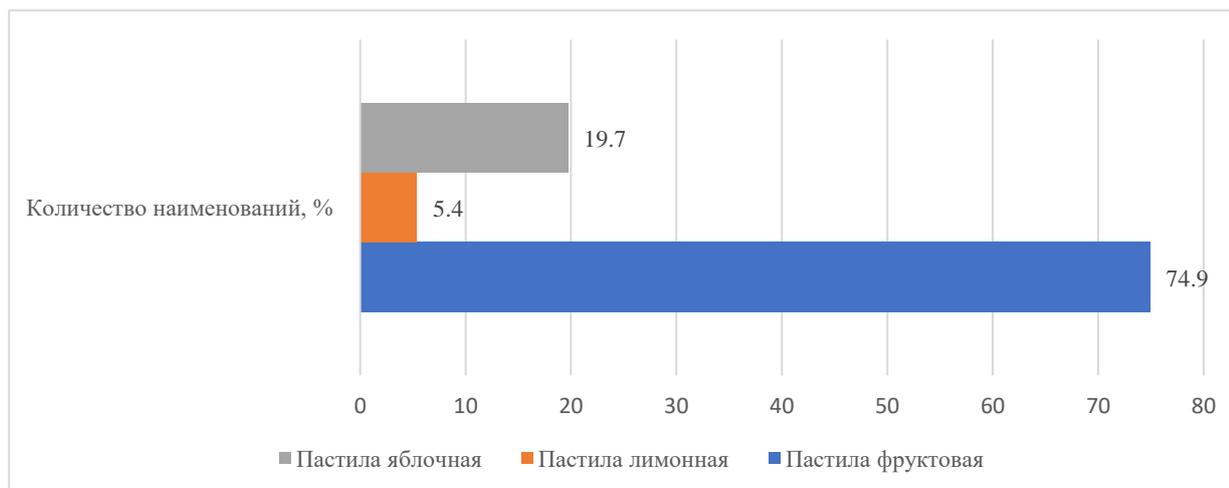


Рисунок 3 – Ассортимент пастилы, реализуемых на торговой площадке «Яндекс. Маркет»

Как видно из рисунка 3 на торговой площадке «Яндекс. Маркет», в основном, представлена фруктовая пастила - 74,90 % в широком ассортименте. Эта пастила производится с различными вкусовыми оттенками. В её составе преобладает яблочное пюре, а для расширения вкусовой палитры добавляются разнообразные фруктовые пюре и соки.

Что касается яблочной пастилы, то ее количество на торговой площадке «Яндекс. Маркет» составило 19,70 % и в большинстве случаев перечислена пастила марки «PastiLab». В составе данного изделия упомянуты: яблочное пюре, лимонная кислота и натуральный краситель.

При анализе ассортимента лимонной пастилы, представленного на торговой площадке «Яндекс. Маркет» было выявлено, что её доля составляет всего 5,40 % от общего числа наименований. Наибольшим спросом пользуется продукт марки «Коломчаночка», обогащённый мятой и малиной.

В ходе анализа ассортимента лимонной пастилы, представленного на торговых площадках «Wildberries» и «OZON», было установлено, что суммарное количество этого продукта составляет менее 1,00 % от общего объёма выпускаемой продукции на данных маркетплейсах.

На рисунке 4 приведен перечень исследуемых торговых площадок - маркетплейсов, реализующих пастилу.

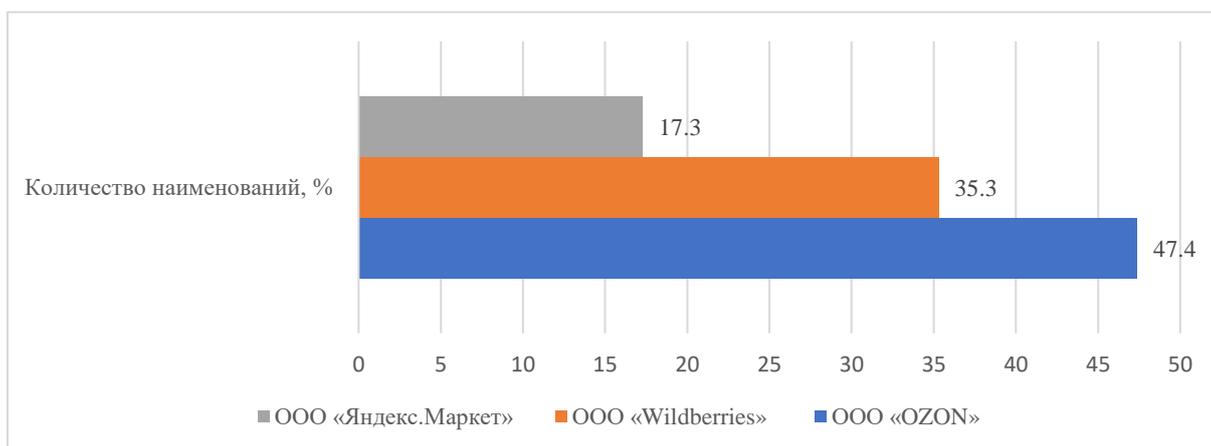


Рисунок 4 – Перечень исследуемых торговых площадок - маркетплейсов, реализующих пастилу

Как видно из рисунка 4 лидером по продаже пастилы являлась сеть интернет-магазина «OZON» – 47,40 %, на втором месте «Wildberries» – 35,30 % и замыкает «Яндекс.Маркет» – 17,30 % от всего объема продаж.

В ходе исследования ассортимента было выявлено, что на российском рынке присутствует разнообразное количество яблочной или фруктовой пастилы, в то же время лимонная пастила представлена, в основном, только маркой «Коломчаночка». Кроме того, в изучаемых торговых площадках не было найдено пастилы, которая в своем составе имела бы вторичное перерабатываемое сырье, например, яблочные выжимки. В своем составе представленные марки используют фруктовое пюре, поэтому предполагаем, что перспективным направлением является разработка и внедрение новых видов яблочно-лимонной пастилы, изготовленной из яблочного жмыха.

### Литература

1. Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic, and/or symbiotic characteristics / N. Konar, O.S. Toker, S. Oba, O. Sagdic // Trends in Food Science & Technology. – 2016. - № 49. – P. 35-44.
2. Зотова, Л. В. Новые направления в технологии производства пастилы / Л. В. Зотова // Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья: технологии, оборудование, экономика: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Краснодар, 04 марта 2016 года. – Краснодар: ООО «Экоинвест», 2016. – С. 29-32.
3. Крюкова, В. А. Разработка и обоснование рецептуры пастилы специализированного назначения / В. А. Крюкова, А. А. Рядинская // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 29–30 марта 2022 года. Том 2. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 160-161.
4. Кузнецова Л.С. Технология и организация производства кондитерских изделий: учебник для студ. учреждений сред. проф.образования / Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова. - 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 480 с.
5. Иванова, Н. Г. Технология пастилы сниженной сахароемкости / Н. Г. Иванова // Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии, Москва, 13–14 ноября 2023 года. – Москва: ООО Издательство "Медицинское информационное агентство", 2023. – С. 219-221.

# НАКОПЛЕНИЕ ГЛУТАТИОНА БИОМАССОЙ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ЗАКВАСКИ

Карапетян В.К., аспирант, Креккер Л.Г., кандидат технических наук,

Донская Г.А. доктор биологических наук, Колосова Е.В., кандидат технических наук

ФГАНУ ВНИМИ, г. Москва

e-mail: krekker@mail.ru

## Аннотация

Данные о возможности активно накапливать глутатион симбиозами клеток, в отличие от чистых культур, предполагает активное изучение данного вопроса на традиционных симбиотических заквасках. Глутатион является одним из важнейших компонентов антиоксидантной системы, что делает его главенствующим для поддержания внутриклеточного редокс-потенциала симбиоза. Ведь к настоящему моменту известно, что многие глутатионзависимые белки, обнаруженные у прокариот, используют молекулу глутатиона для проведения разнообразных реакций. Эукариоты защищают клетки от стресс-факторов выделяя экзоглутатион. В данном эксперименте было изучена возможно синтеза глутатиона симбиотической кумысной закваской «КуЭМсил», состоящей из лактосбраживающих дрожжей, ацидофильной и болгарской палочки, с добавлением *Lactobacillus plantarum*.

Результаты эксперимента показали, что введенный в питательную среду глицин в количестве до 1,5% увеличивает антиоксидантную активность биомассы на 54% через 24ч культивирования, она составляет 24,4 мг/100мл. Биомасса с глицином содержит большое количество восстановленной формы глутатиона 92,4мг/%, количество окисленной формы глутатиона ниже, чем в контрольном варианте.

## Введение

К настоящему моменту определены наиболее важные критерии развития пробиотических микроорганизмов, это позволило выявить взаимосвязанные механизмы, которые защищают клетки от различных видов стресса с помощью синтеза эндо- и экзо-клеточного глутатиона [1-4]. Степень влияния на синтез глутатиона ростовых факторов и стресс-условий зависят от вида микроорганизма. Относительно недавно установлено, что консорциумы микроорганизмов обладают в большей мере способностью накапливать глутатион, по сравнению с чистыми культурами. Например, установлено, что увеличение количества глутатиона приводит к повышению эффективности фиксации азота у азотфиксирующих бактерий в симбиозе с бобовыми культурами [5]. По данным Ки Бейом Ли и других, стимуляция роста культур *Lactobacillus* в симбиозе может быть обусловлена тем, что трипептид глутатион служит эндогенным источником аминокислот в которых нуждаются дрожжи при совместном культивировании с лактобактериями [6, 7], это способствует укреплению симбиотических связей.

Глутатионзависимая антиоксидантная активность наиболее выражена у аэробов, к которым относятся отдельные виды дрожжей [3, 7]. Они выделяют большое количество глутатионсодержащих ферментов. У лактобацилл, которые являются факультативными анаэробами или микроаэрофилами, существует устойчивый механизм антиоксидантного ответа, связанный с выделением тиоредоксина и GSH-глутаредоксина [4, 8]. Способность синтезировать глутатион отмечается у большинства грамотрицательных бактерий и только у отдельных видов грамположительных молочнокислых бактерий. Многие грамположительные микроорганизмы могут переносить глутатион из среды и использовать его для различных клеточных реакций [7]. Известно, что транспорт глутатиона у прокариот осуществляется гетеродимерным белком. Кроме того, многие глутатионзависимые белки, обнаруженные у прокариот, используют молекулу глутатиона для проведения разнообразных реакций [2]. Под его воздействием происходит S-

глутатионирование белков в цитозоле, благодаря обратимой модификации сульфгидрильных групп [6]. Таким образом глутатион является одним из важнейших компонентов антиоксидантной системы, что делает его главенствующим для поддержания внутриклеточного редокс-потенциала [4], особенно при наличии стресс-факторов.

В связи с этим, в данном эксперименте было изучена возможность синтеза глутатиона симбиотической кумысной закваской «КуЭМсил» СТО 26055145-002-2020, состоящей из лактображивающих дрожжей, ацидофильной и болгарской палочки и *Lactobacillus plantarum*, антиоксидантная активность которой изучалась в ранее проведенных исследованиях во ВНИМИ [9, 10].

Целью данного исследования изучить влияние глицина в составе модифицированной питательной среды на динамику накопления глутатиона и антиоксидантную активность биомассы.

#### *Методы исследований*

Объектом исследования является модифицированная питательная среда. Доза инокулята симбиотической закваски 5%, культуры были предварительно активизированы, составлен симбиоз «КуЭМсил», далее инокулят культивировался при 30°C 24 ч. Содержание водорастворимых антиоксидантов определяли амперометрическим методом на приборе «Цвет Яуза-01-АА» в культуральной жидкости с клетками. Глутатион определяли методом [11] контроля свободных SH-групп глутатиона (G-SH), с учетом пошедшего на титрование раствора йодноватистокислого калия. Окисленный глутатион переводили в восстановленную форму с помощью цинковой пыли и вновь оттитровывали SH-группы, получая количество общего глутатиона. Окисленный глутатион определяли по разнице между общим и восстановленным глутатионом. Концентрацию глутатиона (А) определяли по формуле:

$$A = I \cdot 100 / 3,26 \text{ мг/\% (1),}$$

где:

I – количество 0,001N раствора йодноватистого калия в мл, израсходованного на титрование пробы;

3,26 – число, соответствующее объему йодноватистого калия (мл), идущего на титрование 1 мл глутатиона;

100 – коэффициент пересчета на 100 мл инокулированной среды.

Повторность опытов составляла до 6-ти раз. Математическую обработку данных производили с расчетом среднего арифметического значения двух параллельных определений при условии их приемлемости, с расчетом среднеквадратичного отклонения.

#### *Результаты эксперимента*

На первом этапе исследований ранее [8] было изучено влияние различных доз глицина на рост биомассы и количество клеток молочнокислых бактерий и дрожжей. Экспериментальные исследования, проведенные ранее, показали, что внесение глицина в количестве 0,8-1,5г/100г способствует значительному росту биомассы на специальной питательной среде с глицином до ( $8 \cdot 10^9$ ) КОЕ/г молочнокислых бактерий и до ( $1 \cdot 10^6$ ) КОЕ/г дрожжей. В данных исследованиях была изучена антиоксидантная активность биомассы через 24ч культивирования, результаты представлены на рисунке 1.

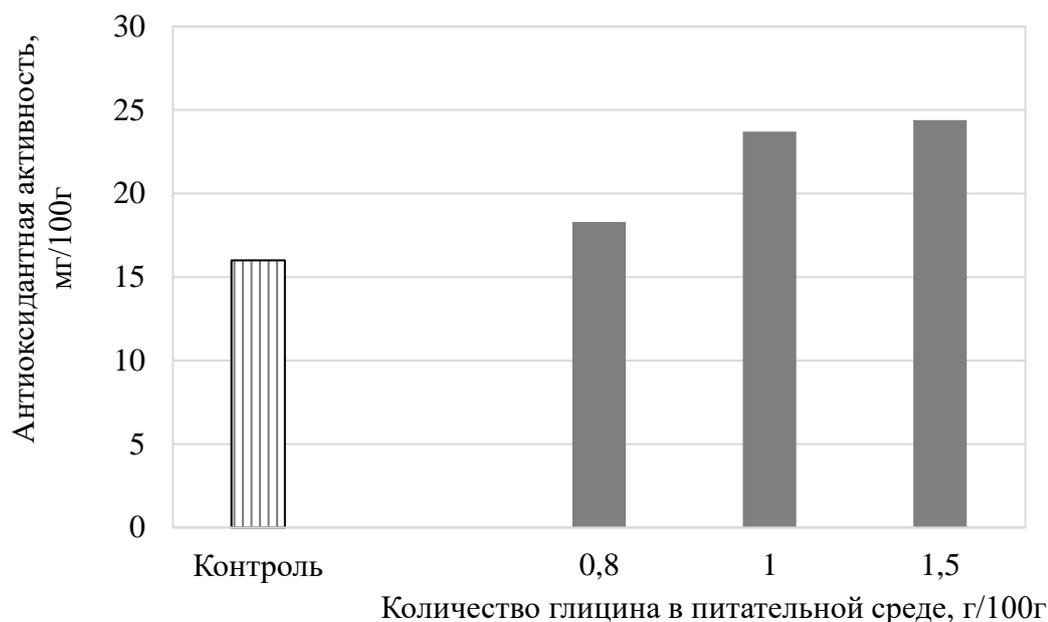


Рисунок 1 – Изучение антиоксидантной активности биомассы симбиотической закваски

Результаты эксперимента показали, что введенный в питательную среду глицин в количестве 0,8% увеличивает антиоксидантную активность биомассы на 13%. При введении 1,5% глицина в состав среды антиоксидантная активность составляет  $24,4 \pm 0,22$  мг/100мл, это выше контроля более чем на 50%. В контроле без глицина антиоксидантная активность до  $16,0 \pm 0,12$  мг/100мл.

Известно, что уровень восстановленного глутатиона, в значительной мере влияет на антиоксидантный потенциал биомассы. Он инициирует глутатионирование белков, осуществляя модификацию сульфгидрильных групп, это особенно важно для существования симбиоза. Кроме этого, глутатион служит дополнительным эндогенным источником аминокислот [4], в которых нуждаются дрожжи при совместном культивировании с лактобактериями. Введение глицина и повышение антиоксидантной активности биомассы может свидетельствовать о росте уровня глутатиона в питательной среде. В связи с этим, далее было изучено количество глутатиона в биомассе симбиотической закваски «КуЭМсил» (табл.1).

Таблица 1 – Исследование уровня глутатиона в питательной среде с добавлением глицина

Наименование пробы (количество глицина)	Глутатион, мг%		
	Восстановленный	Общий	Окисленный
Контроль без глицина	$50,6 \pm 1,23$	$125,8 \pm 2,88$	$75,2 \pm 2,34$
Опыт (0,8 г)	$67,5 \pm 1,34$	$82,8 \pm 2,16$	$15,31 \pm 0,72$
Опыт (1,0 г)	$86,0 \pm 2,15$	$102,0 \pm 2,1$	$16,0 \pm 1,23$
Опыт (1,5 г)	$92,41 \pm 1,98$	$105,94 \pm 0,54$	$13,53 \pm 0,42$

Результаты исследований показали, что при введении глицина наблюдается значительное увеличение восстановленного глутатиона, который составляет основную антиоксидантную активность и реакционную способность клеток микроорганизмов. В контрольном варианте его количество  $50,6$  мг%, а при добавлении 1,5% -  $92,41$  мг%, что выше контроля на 82,6%. Уровень окисленной формы глутатиона при этом снижается, что в целом говорит о повышении антиоксидантного потенциала биомассы.

### Выводы

В результате исследований, установлено, что введение глицина в модифицированную среду катализирует процесс повышения антиоксидантной активности биомассы на 52% по сравнению с контролем при введении в дозе 1,5г/л до 24,4мг/100м. Количество восстановленного глутатиона увеличивается до  $92,41 \pm 1,98$  мг%, уровень окисленной формы глутатиона при этом снижается, что свидетельствует о росте антиоксидантного потенциала биомассы симбиотической закваски.

### *Литература*

12. Lambo M.T., Chang X., Liu D. The Recent Trend in the Use of Multistrain Probiotics in Livestock Production // An Overview. *Animals (Basel)*. 2021 Sep 26, 11(10):2805. doi: 10.3390/ani11102805.
13. Stephen D.W., Jamieson D.J. Glutathione is an important antioxidant molecule in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. // *FEMS Microbiol Lett*. 1996 Aug 1;141(2-3):207-12. doi: 10.1111/j.1574-6968.1996.tb08386.x. PMID: 8768524.3.
14. Zhang J, Fu RY, Hugenholtz J, Li Y, Chen J. Glutathione protects *Lactococcus lactis* against acid stress // *Appl Environ Microbiol*. 2007 Aug;73(16):5268-75. doi: 10.1128/AEM.02787-06.
15. Kullisaar T, Songisepp E, Aunapuu M, Kilk K, Arend A, Mikelsaar M, Rehema A, Zilmer M. Complete glutathione system in probiotic *Lactobacillus fermentum* ME-3 // *Prikl Biokhim Mikrobiol*. 2010 Sep-Oct;46(5):527-31.
16. Антиоксидантная система защиты в симбиотических клубеньках бобовых растений (обзор). К.А. Иванова, В.Е. Цыганов // *Сельскохозяйственная биология*, 2017, том 52, 5, с. 878-894. doi:10.15389/agrobiology.2017.5.878rus.
17. Jamieson DJ. The effect of oxidative stress on *Saccharomyces cerevisiae* // *Redox Rep*. 1995 Feb;1(2):89-95. doi: 10.1080/13510002.1995.11746964.
18. Zhang J, Fu RY, Hugenholtz J, Li Y, Chen J. Glutathione protects *Lactococcus lactis* against acid stress // *Appl Environ Microbiol*. 2007 Aug;73(16):5268-75. doi: 10.1128/AEM.02787-06. Epub 2007 Jun 29.
19. Li Y, Wei G, Chen J. Glutathione: a review on biotechnological production // *Appl Microbiol Biotechnol*. 2004 Dec;66(3):233-42. doi: 10.1007/s00253-004-1751-y.
20. Влияние глицина в составе модифицированной питательной среды на динамику антиоксидантной активности биомассы. Креккер Л.Г., Донская Г.А., Колосова Е.В., Дрожжин В.М // *Молочная промышленность*, №8, 2022, С. 46-49. DOI:[10.31515/1019-8946-2022-08-46-49](https://doi.org/10.31515/1019-8946-2022-08-46-49).
21. Особенности модификации питательной среды для повышения антиоксидантной активности кисломолочных продуктов, Донская Г.А., Креккер Л.Г. // Сборник материалов 2-й Международной научно-практической конференции. 2022, Издательство: ФГБНУ ФНЦПС им. В.М. Горбатова, (Москва), С. 44-48.
22. Методы изучения стрессовых и адаптационных реакций организма по показателям системы крови. Дерюгина, А.В., Корягин, А.С., Копылова, С.В., Таламанова, М.Н. / Нижний Новгород, Издательство Нижегородского государственного университета, 2010, 25 с.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПОСЛЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

**Новикова А.В., кандидат сельскохозяйственных наук,  
Баиров Антон Лутаевич,  
Шубина Елена Геннадьевна кандидат химических наук**

*ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), Москва  
e-mail: navbaa@mail.ru*

### *Аннотация*

Изучены современные способы хранения зерна кукурузы для кормовых целей в установках нестационарного типа - полимерных рукавах в полевых условиях Тамбовской области. В течение четырех месяцев отбирались контрольные пробы зерна кукурузы. Проведены лабораторные исследования 20 образцов зерна кукурузы по показателям безопасности на содержание микотоксинов: Афлатоксин В1, Охратоксин А, Т-2 токсин, Дезоксиниваленол, Зеараленон, Фумонизины и др. Не обнаружено содержание микотоксинов ни в одной исследуемой пробе.

В Россию пришли новые способы хранения зерна в полевых условиях. В настоящее время технологию хранения зерна в установках нестационарного типа (силосбегах) широко применяют на территории страны. В основном, в силосбегах ведется хранение зерна сельскохозяйственных культур, предназначенных на кормовые цели - пшеницы, ячменя и кукурузы [4, 8, 9]. Концепция хранения зерна в силосбегах ведется по научным принципам хранения по Никитинскому, с созданием анаэробных условий (без доступа кислорода). Однако в практике производственного хранения отмечаются проблемы, связанные с нарушением герметичности конструкции силосбега [5]. Известны количественно-качественные результаты хранения зерна в Центральном (Рязанская, Воронежская и Тамбовские области) и Сибирском федеральных округах (Новосибирская область и Алтайский край). Однако, показатели безопасности продукции после хранения не исследовались [5, 6].

В структуре питания животных зерно занимает важное место в связи потому что организм получает белок именно из него. Зерно злаковых и зернобобовых культур уникальный продукт растениеводства, содержащий легкоусвояемый белок, который в процессе хранения не разрушается. Поэтому вопрос качественного хранения кормового зерна имеет важное значение для безопасности кормового рациона продуктивных животных. Загрязнение растениеводческой продукцией микотоксинами (МТ) является глобальной проблемой современности. Микотоксинами называют вторичные метаболиты, синтезируемые плесневыми грибами. Известно, что наиболее распространёнными микотоксинами в мире, в том числе в Российской Федерации, являются МТ, продуцируемые грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* [1, 2, 3]. Ненадлежащие методы ведения сельского хозяйства, сбора урожая и его хранения могут способствовать росту плесеней и, как следствие, риску накопления ими МТ [2, 8, 9].

Микроорганизмы в зерновых массах представлены различными бактериями, дрожжами, плесневыми грибами и актиномицетами. Наиболее вредоносные – плесневые грибы. Плесневые грибы загрязняют зерно в поле во время уборки урожая и транспортировки, а также могут развиваться на зерне в хранилищах, приводя к его порче. Рост грибков на семенах приводит к гниению, снижению качества и питательной ценности, а некоторые из них вырабатывают микотоксины, ядовитые для людей и животных. Зерно, пораженное грибами, может иметь различную окраску, включая белый, розовый, черный, сине-зеленый и оливковый цвета. Их развитие на зерне может быть усилено загрязненным оборудованием, бункерами, механическими повреждениями зерновки. Влажность зерна, температура в хранилище и продолжительность хранения, считаются ключевыми факторами риска развития грибковых инфекций. Длительное

хранение также увеличивает подверженность зерна грибковой инфекции, но этот процесс определяется условиями хранения [1, 5, 8, 9], токсичность и другие показатели безопасности.

Поскольку заражение плесневыми грибами может происходить во время предуборочного периода, послеуборочной обработки, упаковки, транспортировки и хранения, то исследование качества зерна при применении современных способов хранения является актуальной задачей науки.

Не допускается использовать корма с микотоксинами для всех видов животных и птицы, токсичные корма не подлежат скармливанию.

Исследуемое зерно хранилось на территории предприятия реального сектора экономики агропромышленного комплекса (АПК) России в Тамбовской области. Отбор из партии зерна кукурузы урожая 2023 г., точечные пробы отбирали зерновым пробоотборником и пробоотборником для сыпучих смесей [7] в соответствии с ГОСТ 13586.3-2015. Лабораторные исследования показателей безопасности проводились согласно нормативным документам: ГОСТ 34140-2017. Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием

#### Результаты исследований.

Микотоксины в зерне являются маркерами развития плесневых грибов и порчи всей массы хранящегося зерна, кроме того, они являются ядовитыми соединениями, контроль которых в продуктах питания и кормах необходим для сохранения здоровья человека и сельскохозяйственных животных. На территории Евразийского экономического союза, согласно ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна» необходимо проводить контроль следующих микотоксинов: Афлатоксин В1, Охратоксин А, Т-2 токсин, Дезоксиниваленол, Зеараленон, Фумонизины, Сумма афлатоксинов В1, В2, G1, G2. В таблице 1 представлены максимально допустимые уровни содержания указанных показателей.

Таблица 1. Максимально допустимые уровни содержания микотоксинов в зерне кукурузы (ТР ТС 015/2011)

Микотоксины	МДУ, мг/кг
Афлатоксин В1	0,02
Охратоксин А	0,05
Т-2 токсин	0,1
Дезоксиниваленол	1,0
Зеараленон	1,0
Фумонизин	5,0
Сумма афлатоксинов В1, В2, G1, G2	0,02

Отобранные пробы зерна были исследованы методом ВЭЖХ МС/МС, данный метод позволяет одновременно определить концентрацию каждого определяемого вещества в рамках одного анализа. Результаты определения микотоксинов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты лабораторных исследований проб зерна на микотоксины, хранившегося в силосбегах в течение 4 месяцев.

Период отбора пробы	Номер силосбега	Номер пробы	Результат анализа, мг/кг	Соответствие ТР ТС 015/2011
Момент закладки на хранение	1	1.1.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		1.1.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
	2	1.2.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		1.2.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует

	3	1.3.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		1.3.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
Через два месяца	1	2.1.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		2.1.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
	2	2.2.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		2.2.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
	3	2.3.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		2.3.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
Через четыре месяца	1	3.1.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		3.1.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
	2	3.2.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		3.2.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
	3	3.3.1	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует
		3.3.2	Не обнаружено (менее минимального уровня количественного определения)	Соответствует

Согласно ГОСТ 34140-2017 минимальные уровни количественного определения микотоксинов: Афлатоксин В1 - менее 0,001 мг/кг, Афлатоксин В2 - менее 0,001 мг/кг, Афлатоксин G1 - менее 0,001 мг/кг, Афлатоксин G2 - менее 0,001 мг/кг, Охратоксин А - менее 0,001 мг/кг, Т-2 токсин - менее 0,01 мг/кг, Дезоксиниваленол – менее 0,1 мг/кг, Зеараленон – менее 0,02 мг/кг, Фумонизин В1 – менее 0,1 мг/кг, Фумонизин В2 – менее 0,1 мг/кг, Фумонизин В3 – менее 0,1 мг/кг.

В пределах диапазона определения ни в одной исследуемой пробе не было обнаружено содержание микотоксинов. Так как низшая граница измерения методики по каждому микотоксину менее максимального уровня определения, согласно ТР ТС 015/2011, все пробы соответствуют техническому регламенту по содержанию микотоксинов.

**Заключение.** При исследовании зерна кукурузы, хранившегося в течении 4 месяцев в полевых условиях в полиэтиленой конструкции силобегов, не было обнаружено изменений показателей безопасности по микотоксинам. Мы предполагаем, что необходимо вести наблюдения более длительный период времени.

#### *Литература*

1. Анализ загрязнения продовольственного зерна урожая 2020 года различными микотоксинами в Российской Федерации / И. Б. Седова, Л. П. Захарова, З. А. Чалый, В. А. Тутельян // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2023. – № 2. – С. 77-85. – DOI 10.14427/jirai.2023.2.77. – EDN SPVFFK.

2. Киселева М. Г., Седова И. Б., Чалый З. А. Анализ продовольственного зерна в Российской Федерации на загрязненность широким спектром микотоксинов (на примере урожая 2018 года).

Сельскохозяйственная биология. 2021, –Т. –56, –№ 3. – С. 559-577. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.3.559rus

3. Кравченко Л. В. Биобезопасность, микотоксины – природные контаминанты пищи // Вопросы питания. – 2005. – №11. – С. 3-13.

4. Хранение зерна и продуктов его переработки: методические рекомендации / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (разраб.: Л.И. Мачихина и др.) – Москва: Росинформагротех, 2006. – С.

5. Новикова, А. В. Хранение зерна в установках нестационарного типа (силобеггах) в разных климатических зонах России / А. В. Новикова, Е. Г. Шубина, Г. А. Нурлыгаянова // Сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 2(17). – С. 25-34. – DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.2.17.2024. – EDN SLFISH.

6. Новикова, А. В. Особенности хранения зерна в полевых условиях / А. В. Новикова // Доклады ТСХА, Москва, 03–05 декабря 2019 года. Том Выпуск 292, Часть V. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – С. 3-5. – EDN FBPJLQ.

7. Новикова, А. В. Зерновой пробоотборник как путь к субъективному анализу качества семян масличных культур / А. В. Новикова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 12–13 ноября 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 474-478. – EDN KPVCTK.

8. Мачихина Л. И., Алексеева Л. В., Львова Л. С. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка). М.: ДеЛи принт, 2007. – 382 с.

9. Инструкция № 9-7-88 (Приказ Минхлебопродуктов СССР от 24.06.1988 № 185 Об утверждении Инструкции по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы).

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

**Новикова А.В., кандидат сельскохозяйственных наук**

*ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), Москва  
e-mail: navbaa@mail.ru*

### **Аннотация**

Обеспечение население страны продуктами питания относится к особо важным задачам государства и является стратегическим направлением для отраслевых ведомств и профильных научно-исследовательских институтов. Особенно это важно для регионов, относящихся к Крайнему Северу, поскольку структура собственного производства в данном регионе имеет дефицит растениеводческой продукции. Так же слабо развита инфраструктура перерабатывающей промышленности. В районы Крайнего Севера доставляют продукты переработки злаковых (мука сортовая, крупа и др.), масленичных культур (масла растительные, жиры, спреды и др.) и другие социально значимые товары. Разрабатываются новые технологии переработки растениеводческого сырья с выпуском концентрированных продуктов для дальнейшей использования, ведется производство продукции с высокой степенью готовности к употреблению в пищу, вводятся рецептуры продуктов питания с повышенной пищевой ценностью, ориентированные на определённую группу потребителей, что способствует расширению ассортимента готовой продукции. В данной научной статье предложена схема производства продуктов питания на основе растительного сырья – лен масленичный, данная технология является альтернативой арахисовой пасты. Растительная паста «Льняная сладость» ориентирована для населения Крайнего Севера и имеет длительный срок годности. В лабораторных условиях произведены опытные образцы. Пищевая ценность данного продукта составляет 534 ккал на 100 гр. продукции.

В структуру рационального питания человека должны входить жиры и белки не только животного происхождения, но и растительного. Поскольку основным источником витаминов являются злаки, овощи и фрукты.

Крайний Север (КС) — часть территории Земли, расположенная главным образом к северу от Северного полярного круга. Климат в некоторых районах чрезвычайно суровый. Территория Крайнего Севера — это арктическая зона, тундра, лесотундра и районы северной тайги. Понятие «Крайний Север» в России представляет собой группу концепций с сложной пространственной локализацией, зависящей от цели рассмотрения.

Районы Крайнего Севера имеют свои границы как на площади основного континента, так и на островной части. Есть регионы которые частично входят в границы КС (Республика Коми, Республика Карелия, Красноярский край, Сахалинская область, Республика Тыва, Тюменская область и др.), а есть территории которые полностью относятся к КС, такие как Чукотский автономный округ, Республика Саха (Якутия), Магаданская область и Мурманская область [7, 10].

В связи с суровый климатом ведение сельского хозяйства имеет свои особенности. Основное направление агропромышленного комплекса составляет животноводство, не смотря на то, что все районы КС относятся к рискованному земледелию, ведется и производство растениеводческой продукции. Растениеводство ограничивается выращиванием кормовых культур и трав для производства грубых кормов на нужны животноводства, а так же корнеплодов (картофель) и зерновых культур (пшеница, овес, ячмень).

Население КС на начало 2024 г составляет 9350,0 тыс. человек. Республика Саха (Якутия) имеет 3-е место по численности население КС, и составляет 1001,7 тыс. человек [10].

В связи с этим мы решили проанализировать аграрные ресурсы и производственные мощности данного региона.

В структуре сельского хозяйства Якутии на долю производства продукции растениеводства приходится 32,2%, а на долю животноводства - 67,8%. Валовые сборы пшеницы в Якутии варьируют на уровне 2,1 тыс. тонн (посевные площади заняли 2,4 тыс. га), ячменя - 2,3 тыс. тонн (3,9 тыс. га), овса - 3,7 тыс. тонн (4,4 тыс. га), картофеля - 19,1 тыс. тонн (2,7 тыс. га), овощей открытого грунта - 10,8 тыс. тонн (0,8 тыс. га), овощей защищенного грунта - 0,9 тыс. тонн, бахчевых продовольственных культур - 0,3 тыс. тонн (0,02 тыс. га) [7, 9].

Из-за особенностей климата Якутии в структуру севооборота не включены масленичные и бобовые сельскохозяйственные культуры.

Посевные площади в Якутии составляют 46,5 тыс. га. Производство злаков ориентировано на кормовые цели для нужд животноводства. Это 0,1% от всех посевных площадей России (71-е место в рейтинге регионов). Значительную долю площадей региона занимает выращивание кормовых трав, прочих кормовых культур.

Ведущее место в АПК региона занимает скотоводство, обеспечивающее до 70 % валовой продукции животноводства. Традиционные направления животноводства Якутии – это скотоводство, коневодство, а на севере – оленеводство, так же развивается промышленное птицеводство, свиноводство и иные скороспелые отрасли.

На пищевые цели практически всё растениеводческое сырьё и продукция ввозится из других регионов России и стран Таможенного союза.

Для формирования дополнительного запаса социально значимых продовольственных товаров, к которым относится мука, растительное масло, крупы, сахар и другие продукты, созданы торгово-логистические центры с современными складами, овощехранилищами. Объём запасов в районах Якутии покрывает потребность населения до 180 дней [7].

Следовательно, продукты переработки данного сырья необходимо доставлять уже в виде готовых продуктов питания с длительным сроком годности ввиду длинной логистической цепочки.

В России представителями пищевой промышленности, разработаны и введены в серийное производство новые виды сырья (полуфабрикаты) и продукты питания, потребление которых должно не только удовлетворять пищевые потребности человека, но и укреплять здоровье населения.

Технические решения по переработке растениеводческого сырья (злаковых культур, цельносмолотой муки из зерна пшеницы, ржи и семян масличных культур (амарант, лен и др.); продукты переработки корнеклубнеплодов (цикорий, батат, морковь, свекла и др.), позволили использовать продукты их переработки в рецептурах продуктов народного потребления. Это хлеб, мучные кондитерские и сахаристые изделия, крупы и др., тем самым выпускать продукцию с заданными свойствами и обогащенную витаминами [2, 4].

На рынке потребителей представлены отдельные виды мучной продукции: мука «экзотическая» - расторопши, черёмуховая, тыквенная, кокосовая, из зеленых бананов, соевая, льняная. Мучные кондитерские изделия – кексы «банановые», куварики и пряничные изделия, произведенные из нетрадиционного сырья и др.; снеки – батончики энергетические, мюсли-батончики, батончики протеиновые «спорт»; веганские протеиновые батончики, сушеные овощи и фрукты в лазури и т.д. Так же используют порошки из лекарственных трав (корень валерианы, листья мяты, трава пустырника, трава чабреца и др. [2, 5].

Стоит отметить, что данный ассортимент продукции доступен центральным регионам нашей страны, в то время как районы, отнесенные к КС, не имеют такого ассортимента продовольственных товаров по причине затруднённой логистики, короткого срока годности готовой продукции и высокой стоимости товарной продукции.

Можно отметить, что для районов КС неотъемлемой частью питания являются жиры, именно они расходуются в процессе жизнедеятельности человека, а в условиях особо суровых климатических условий расход энергии увеличивается.

Продукты питания на основе масленичного растительного сырья имеют повышенную калорийность готовой продукции.

А поскольку растительное сырье имеет длительные сроки годности, то и произведенная товарная продукция также будет иметь длительный срок хранения, что позволит произведенный продукт транспортировать и реализовывать в районы Крайнего Севера.

Поэтому мы предлагаем включать в рацион питания человека КС пищу на основе масличного сырья – семена льна. За основу экспериментального изделия взяты сухие семена льна, к которым добавлен протеин пищевой для повышения энергетической и пищевой ценности продукта.

Выбор сырья был проведён исходя из биохимического состава семян льна, включающего все незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты (Омега – 3 и Омега – 6), витамины Е, К, С, В1, В2, В4, В5, В6, В9, РР, а также макро- и микроэлементы, такие как калий, кальций, магний, натрий, фосфор, железо, марганец, медь, селен и цинк при е ё невысокой себестоимости сырья [1, 6, 8].

Нами предложена рецептура растительной пасты «Льняная восточная сладость» в состав которой входят продукты: семена льна 80 %, мед 15%, протеин 5%. Технология производства растительной пасты представлена на рисунке 1.

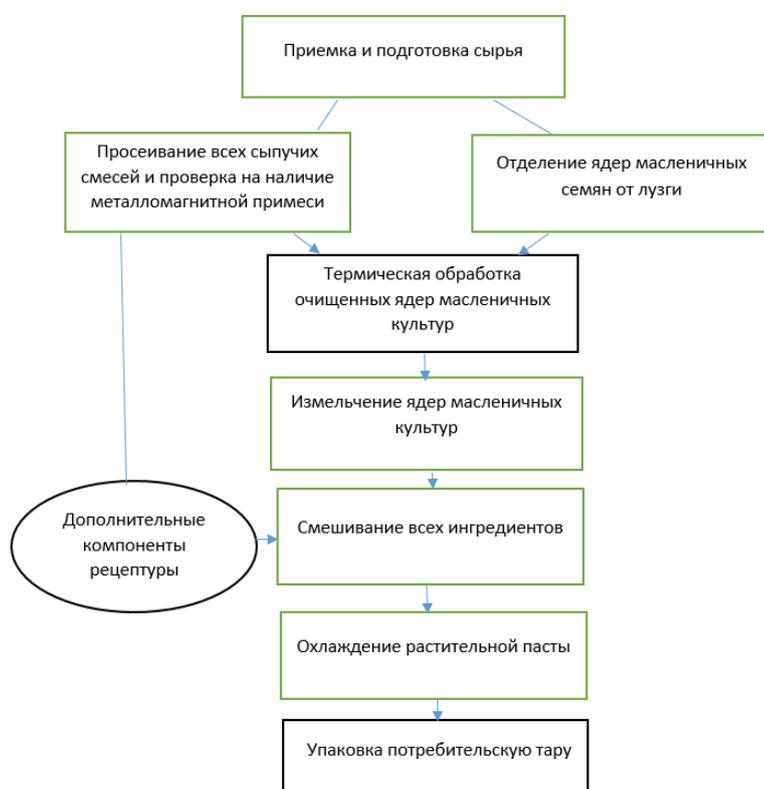


Рисунок – 1. Технология серийного производства растительной пасты «Льняная восточная сладость»

Схема производства нового продукта отличается от классической введением дополнительных ингредиентов - протеин и мед.

На рисунке 2 представлены выработанные образцы растительной пасты:

1. контрольный образец – произведён по унифицированной рецептуре пасты «Арахисовая»;
2. опытный образец №1 – произведён на основе белосемянного льна сорт «Санлин»;
3. опытный образец №2 – произведён с основе темnoseмянного льна сорт «Уральский».



Рисунок – 2. контрольный образец    опытный образец №1    опытный образец №2

Рисунок 1 – Образцы растительной пасты: «Арахисовая» - контроль и «Льняная восточная сладость» - опытные.

Как видно на рисунке 2 цвет опытных образцов отличается из-за использования семян льна темно-семянных и светло-семянных сортов: «Санлин» и «Уральский». На консистенцию продукта разновидность сырья не сказалось. По нашему мнению цвет приятный в обоих опытных образцах, что не влияет на эстетическое восприятие органолептических свойств товарной продукции.

Для оценки содержания белка, жира и углеводов в растительной пасте опытных образцов проведены исследования в научных целях в лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ» г. Москва по ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка», а также на содержание жира в соответствии с ГОСТ 29033-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира». Расчет пищевой и энергетической ценности экспериментальных образцов выполнен в соответствии с рецептурой и количественным содержанием основного и дополнительного сырья на 100 г продукта [3]. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические показатели опытных образцов растительной пасты.

Наименование образцов	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Контрольный	25	49	16	567
Образец №1	18	42	8	534
Образец №2	18	40	9	534

Не смотря на то, что произведённые опытные образцы №1 и №2 имеют сниженное содержание по всем исследуемым показателям качества и пищевой ценности, стоит отметить, что снижение общей пищевой ценности и содержания жира не значительны, следовательно, такой продукт может быть достойной альтернативой «Арахисовой пасты». Энергетическую ценность (534 ккал) можно оценить как высокую.

Обращаем внимание, что арахисовое сырье импортируется в Россию, что влияет на ценообразование конечного продукта. В тоже время семена льна являются растениеводческой

продукцией, которая произрастает на территории России, ее стоимость составляет 55 рублей за 1 кг, а стоимость арахиса за 1 кг - 520 рублей. Следовательно, цена сырья будет значительно влиять на потребительские цены товарной продукции.

### **Заключение**

По нашему мнению, к преимуществам опытных образцов произведенной растительной пасты «Льняная восточная сладость» можно отнести высокоэнергетическую ценность продукции (534 ккал), длительный срок годности (180 дней), удобство транспортировки, возможность разнообразить продовольственный ассортимент продуктов для населения КС.

Возможности производства продуктов с высокой энергетической ценностью на основе растительного сырья с длительным сроком годности позволят обеспечить, сбалансировать и разнообразить рацион питания населения Крайнего Севера. Поскольку растительная паста имеет срок годности до 180 дней и компактную упаковку это позволит снизить расходы на транспортировку и предоставит доступ населения КС к новым продуктам питания в самых отдаленных регионах Российской Федерации.

Предложенная технология производства может использоваться для открытия производственной площадки в местности с населением более 1000 человек непосредственно в Якутии, что позволит уменьшить себестоимость продукции за счет снижения логистического маршрута и создаст новые рабочих мест для населения.

При организации мелкосерийного производства рекомендуем использовать результаты интеллектуальной собственности (патенты) и профильную научную литературу (учебные пособия), что оптимизирует процесс производства готовой продукции [3,6].

### **Литература**

1. Виноградов, Д.В. Жирнокислотный состав семян льна масличного сорта Санлин / Д.В. Виноградов, А.А. Кунцевич, А.В. Поляков // Международный технико-экономический журнал. - 2012. - №3. - С. 71-75. EDN: PFRLMJ
2. Новикова, А. В. Перспективы возделывания масличных культур в условиях Нечерноземной зоны РФ / А. В. Новикова, Д. В. Виноградов // От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение производства и переработки продукции растениеводства. Ресурсосберегающие технологии, технические средства и цифровая платформа АПК: Сборник материалов международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 18–19 февраля 2020 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2020. – С. 63-65. – EDN UJGSYR.
3. Типсина, Н. Н. Расчет пищевой ценности хлебобулочных и кондитерских изделий: Методические указания / Н. Н. Типсина, Т. Ф. Варфоломеева. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – 41 с. – EDN BZJPPH.
4. Типсина, Н. Н. Разработка технологии производства снеков с использованием растительного сырья / Н. Н. Типсина, С. Л. Белоухов, Т. А. Толмачева // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 12(177). – С. 275-281. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-12-275-281. – EDN PMJZLQ.
5. Толмачева, Т. А. Растительное сырьё, его полезность, обработка и сохранение его качества / Т. А. Толмачева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2014. – Т. 8, № 2. – С. 189-194. – EDN SGMJPT.
6. Толмачева, Т. А. Технология отрасли: технология сахаристых и мучных кондитерских изделий: Учебное пособие для СПО / Т. А. Толмачева, А. В. Новикова. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 128 с. – ISBN 978-5-8114-7753-1. – EDN JIMPKO.
7. Тараканов М. А. Эволюция пространственной локализации понятий «Крайний Север» и «Север» в России. Архивировано 31 марта 2017 года. // Национальные интересы: Приоритеты и безопасность. — 2010. — № 26. — С. 32—41.
8. Урожайность и химический состав семян льна масличного сорта Санлин / Е. И. Лупова, А. В. Новикова, А. В. Поляков, Д. В. Виноградов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 6. – С. 110-119. – DOI 10.34677/0021-342x-2019-6-110-119. – EDN EOCLPO.6. Lupova E. I. Assessment of oilseed raw materials for industrial crops, taking into account the demand by

vegetable oil producers / E. I. Lupova, A. V. Novikova, D. V. Vinogradov // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00015. – EDN TFMQLT.

9. Издательский дом САХА ПАРЛАМЕНТ официальный сайт. - Якутск. - Обновляется в течение суток. – <https://www.sakharparliament.ru/> (дата обращения: 10.11.2024). - Текст: <https://www.sakharparliament.ru/ekonomika/selskoe-khozyajstvo/2747-v-yakutii-temp-uborki-zerna-v-tekushchem-godu-znachitelno-prevyshaet-proshlogodnij>

10. Федеральная служба государственной статистики официальный сайт. - Москва. - Обновляется в течение суток. – <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 10.11.2024). - Текст: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Pokaz\\_KS\\_2000-2023.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Pokaz_KS_2000-2023.pdf)

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ФРАКЦИОНИРОВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА

Крылова И.В.

Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург  
e-mail: irinakrylova1987@gmail.com

## Аннотация

Подсолнечный шрот – побочный продукт переработки подсолнечника, который в настоящее время недостаточно используется в промышленности. Пищевое применение подсолнечного шрота ограничено из-за высокого уровня клетчатки и фенольных соединений. Уровень клетчатки можно снизить методом механического фракционирования, что позволяет получить высокобелковые препараты подсолнечника. Поэтому необходимо определить влияние данного метода переработки на содержание фенольных соединений. Целью данной статьи было изучение состава продуктов фракционирования подсолнечного шрота. Содержание фенольных соединений определяли методом с применением реактива Фолина-Чокалтеу. При этом была выявлена взаимосвязь содержания сырого протеина и фенольных соединений во фракциях.

## Введение

При переработке подсолнечника на масло образуется большое количество побочных продуктов, что негативно сказывается на окружающей среде. При переработке прессовым способом их количество составляет до 75%, а при экстракционном способе до 60% от массы сырья. Хотя значительная часть этих побочных продуктов направляется на производство кормов для сельскохозяйственных животных, такое использование недостаточно эффективно [1].

Подсолнечный шрот отличается ценным составом, экономической доступностью и экологичностью, поэтому существуют перспективы использования его как источника пищевого белка. При уровне белка до 40% шрот содержит до 23% сырой клетчатки, полиненасыщенные жирные кислоты (олеиновую, линолевую), витамины, микроэлементы [2, 3].

Одним из ограничений для пищевого применения подсолнечного шрота является высокий уровень фенольных соединений. Фенольные соединения - вторичные метаболиты растений, биологически активные вещества. Подсолнечный шрот содержит 1-4% фенольных соединений в сухом веществе, до 70% которых составляет хлорогеновая кислота и ее производные [4, 5]. Фенольные соединения подсолнечника обладают высоким антиоксидантным потенциалом, однако могут отрицательно влиять на белковую часть сырья. При переработке подсолнечного шрота в белковые продукты, в частности при щелочной экстракции, фенольные соединения взаимодействуют с белком и образуют соединения с зеленоватой окраской [6, 7]. Взаимодействие фенольных соединений с белками вызывает разнообразные изменения их структуры. Это приводит, в свою очередь, к изменению поведения белка во время его извлечения, переработки, хранения и включения в пищевые системы. Эти изменения вызваны образованием дополнительных связей внутри белковой молекулы с последующим изменением ее заряда [8]. Таким образом, для пищевого использования подсолнечного белка содержание в нем фенольных соединений необходимо снижать.

Для получения белковых продуктов из подсолнечного шрота был использован метод механического фракционирования. Это способ разделения сыпучего сырья путем механического измельчения и классификации. Механическое фракционирование не требует применения воды или растворителей. Это позволяет избежать затрат как на реагенты, так и на высушивание готового продукта, а также снизить количество отходов. Получение белковых продуктов методом механического фракционирования изучалось на примере бобовых растений [9, 10], а в данном исследовании оно было применено для масличного сырья.

Целью данного исследования было изучение уровня фенольных соединений в белковых продуктах подсолнечника после механического фракционирования. Для этого было проведено

фракционирование подсолнечного шрота и определено содержание фенольных соединений, а также сырого протеина в полученных фракциях.

### Материалы и методы

В качестве исходного сырья для фракционирования был выбран подсолнечный шрот российского производства с содержанием сырого протеина 39,44% и фенольных соединений 2,81% на абсолютно сухое вещество (массовая доля влаги 9,91%). Механическое фракционирование подсолнечного шрота включало стадии измельчения и отсева на ситах. Образец шрота измельчали на роторно-ножевой мельнице до прохождения через сито 2,00 мм. Измельченный шрот фракционировали с помощью набора сит с размерами ячеек 0,25, и 1,00 мм с получением трех фракций.

В полученных белковых фракциях определяли массовую долю сырого протеина методом Кьельдаля. Полученные показатели содержания сырого протеина пересчитывали на абсолютно сухое вещество. Для этого во фракциях определяли массовую долю влаги методом высушивания до постоянного веса при 105°C. Содержание фенольных соединений определяли с использованием реактива Фолина-Чокалтеу и измерением коэффициента поглощения на спектрофотометре при длине волны 540 нм.

### Результаты и обсуждение

В результате фракционирования были получены фракции с размерами частиц менее 0,25 мм, от 0,25 до 1,00 мм и от 1,00 до 2,00 мм (Рисунок 1).

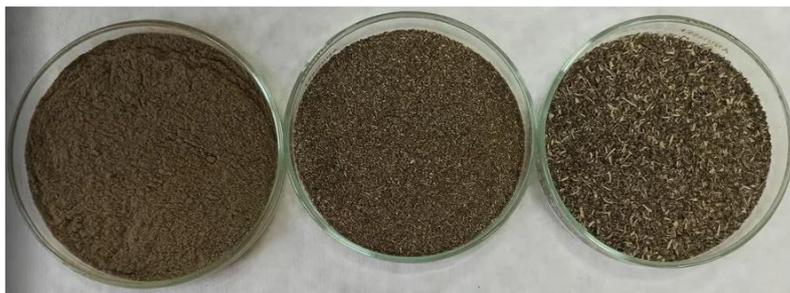


Рисунок 1 – Фракции с размерами частиц <0,25, 0,25-1,00 и 1,00-2,00 мм

Как видно из внешнего вида фракций (Рисунок 1), крупная фракция включает в себя большое количество частиц оболочки семян. В отличие от нее, мелкая фракция содержит однородные частицы без включений оболочки. Средняя фракция по внешнему виду наиболее близка к исходному шроту.

Во всех полученных фракциях было изучено содержание сырого протеина (Таблица 1). При механическом фракционировании растительного сырья белковые компоненты, как правило, концентрируются в мелких фракциях, а небелковые в крупных [9, 10]. Подобное распределение было выявлено и в данном случае.

Таблица 1 – Состав полученных фракций

Размер частиц, мм	Влага, %	Сырой протеин, % а.с.в.
Менее 0,25	8,30	42,75
0,25-1,00	8,32	41,84
1,00-2,00	8,78	27,67

Как показано в Таблице 1, максимальное содержание сырого протеина было получено во фракции с размером частиц менее 0,25 мм. Кроме того, достаточно высокое содержание сырого протеина было получено и во фракции с размерами частиц от 0,25 до 1,00 мм. Это объясняется тем, что небелковые компоненты, у подсолнечника представленные в основном клетчаткой, были сосредоточены в крупной фракции.

Также было изучено распределение фенольных соединений по фракциям (Рисунок 2). Как было показано предыдущими исследователями [4, 5], фенольные соединения подсолнечника ассоциированы с белками и находятся преимущественно в белковой части семян. Поэтому при фракционировании значительная часть фенольных соединений вместе с белком сосредотачивается в мелкой фракции.

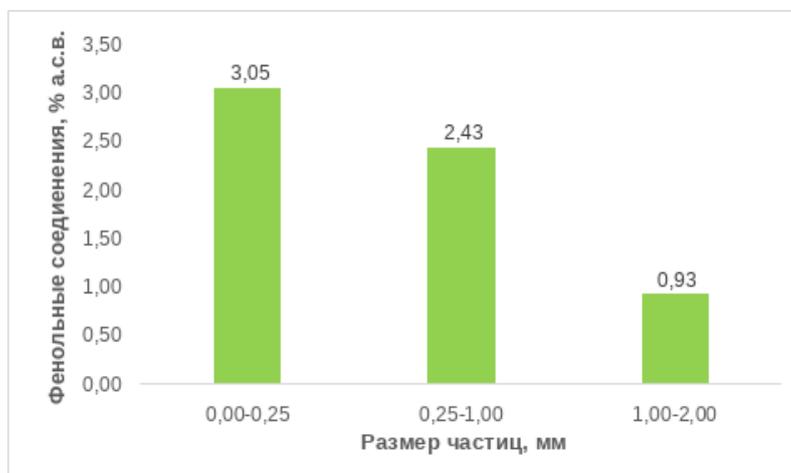


Рисунок 2 – Распределение фенольных соединений по фракциям

Как видно из представленных на Рисунке 2 данных, содержание фенольных соединений заметно возросло во фракции с размерами частиц менее 0,25 мм, где составило 3,05%. Фракция с размерами частиц 0,25-1,00 мм, несмотря на схожее содержание сырого протеина отличалась более низким уровнем фенольных соединений. Для сравнения, исходный шрот содержал (на исходное вещество) 2,53% фенольных соединений. Таким образом, их содержание во фракции с размером частиц менее 0,25 мм повысилось в 1,2 раза.

### Выводы

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

- 1) Вследствие фракционирования частицы оболочки семян были сосредоточены в крупной фракции, частицы ядра семян – в мелкой фракции.
- 2) В мелкой и средней фракциях содержание сырого протеина было повышено по сравнению с исходным шротом.
- 3) В мелкой высокобелковой фракции также было повышено содержание фенольных соединений, ассоциированных с белковыми компонентами семян.

Таким образом, показана взаимосвязь содержания фенольных соединений и сырого протеина в продуктах фракционирования подсолнечника. При получении высокобелковых продуктов фракционирования содержание в них фенольных соединений также повышается. Поэтому направлением дальнейших исследований должно быть снижение содержания фенольных соединений в получаемых белковых продуктах.

### Литература

1. Egea, M.B. Bioactive Phytochemicals from Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Oil Processing Byproducts / M.B. Egea, J.G. Oliveira, M.R.V. Bertolo et al. // Reference Series in Phytochemistry. - Springer, Cham. - 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63961-7\\_4-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63961-7_4-1)
2. Giarola, R.C. Effect of sunflower protein meal and electrostatic complexes of sunflower meal-pectin on the cake crumb structure and color / R.C. Giarola, E.H. Nabeshima, M. Campopiano, et al. // J Food Sci Technol. - 2022. – №59. – С. 1419–1428. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05151-z>
3. Blicharz-Kania A. Sunflower seed cake as a source of nutrients in gluten-free bread / A. Blicharz-Kania, A. Pecyna, B. Zdybel // Sci Rep. - 2023. – №13. – Ст. №10864. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38094-w>

4. Slabi, A.S. A new SE-HPLC method for simultaneous quantification of proteins and main phenolic compounds from sunflower meal aqueous extracts / A.S. Slabi, C. Mathe, X. Framboisier et al. // *Anal Bioanal Chem.* - 2019. - №411. - C. 2089–2099. <https://doi.org/10.1007/s00216-019-01635-2>
5. Mehryar, L. Evaluation of thermal stability of confectionary sunflower protein isolate and its effect on nanoparticulation and particle size of the produced nanoparticles / L. Mehryar, M. Esmaili, F. Zeynali et al. // *Food Sci Biotechnol.* - 2017. - №26. - C. 653–662. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0101-7>
6. Shahidi, F. Phenolic-protein interactions: insight from in-silico analyses – a review / F. Shahidi, C.S. Dissanayaka // *Food Prod Process and Nutr.* - 2023. - №5. - Ст. №2. <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00121-0>
7. Pickardt, C. Isoelectric protein precipitation from mild-acidic extracts of de-oiled sunflower (*Helianthus annuus* L.) press cake / C. Pickardt, T. Hager, P. Eisner et al. // *Eur Food Res Technol.* - 2011. - №233. - C. 31–44. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1489-6>
8. Malik, M.A. Effect of removal of phenolic compounds on structural and thermal properties of sunflower protein isolate / M.A. Malik, H.K. Sharma, C.S. Saini // *J Food Sci Technol.* – №53. – C. 3455–3464. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2320-y>
9. Pelgrom P.J.M. Method Development to Increase Protein Enrichment During Dry Fractionation of Starch-Rich Legumes / P.J.M. Pelgrom, R.M. Boom, M.A.I. Schutyser // *Food Bioprocess Technol.* - 2015. - №8. - C. 1495–1502. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1513-0>
10. Silventoinen, P. Biochemical and Techno-Functional Properties of Protein- and Fibre-Rich Hybrid Ingredients Produced by Dry Fractionation from Rice Bran / P. Silventoinen, K. Rommi, U. Holopainen-Mantila // *Food Bioprocess Technol.* - 2019. - №12. - C. 1487–1499. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02307-w>

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В СИЛОСАХ ЭЛЕВАТОРА НА ЕГО ТРАВМИРОВАНИЕ**

**Тарасова Е.А., кандидат технических наук, Хаба Н.А.**

*ФГБУ Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, г. Москва  
e-mail: TarasovaEA@niipkh.rosrezerv.gov.ru*

## ***Аннотация***

Силосное хранение зерна гречихи имеет некоторые особенности, поэтому не распространено. Основной причиной отказа от силосного хранения считается травмирование зерна гречихи. Изучение технологии хранения в силосах элеватора позволило выявить технологические этапы, сопровождающиеся наибольшим травмиранием зерна гречихи и разработать модуль эффективного хранения зерна гречихи в силосах элеватора, включающий причины и факторы, влияющие на травмирование зерна гречихи, а также предложения, направленные на снижение степени повреждения зерна гречихи в процессе хранения.

## **Введение**

Сохранность качественных показателей зерна гречихи и размеры потерь при хранении в значительной степени зависят от способа и технологии хранения, которая включает очистку, сушку, перемещения с целью размещения и подработки зерна [1-4]. В нашей стране хранение зерна гречихи осуществляют в складских помещениях. Выбор данного способа хранения связан с анатомическими особенностями строения зерна гречихи. Ядро гречихи заключено в оболочки, которые срастаются в одной точке, а между ядром и оболочкой находится воздушная прослойка. Отсутствие плотного прилегания оболочки к ядру является основной причиной высокой травмированности зерна гречихи по сравнению с другими зерновыми культурами. Под действием нагрузки целостность плодовой оболочки зерна гречихи может нарушиться, что приводит к частичному или полному обрушиванию. По результатам наших исследований напольное хранение с высотой насыпи в среднем 4 – 5 метров позволяет сохранять зерно гречихи без значительных разрушений в течение 7 лет [5]. Вместе с тем, эффективность хранения необходимо рассматривать в совокупности с процессами загрузки и выгрузки зерна из зернохранилища, которые зачастую сопровождаются повреждением оболочки и ядра зерна гречихи в результате механического воздействия рабочих органов зернопогрузчика (скрепки, шнек, ковши) и складского инвентаря (лопаты). Следствием травмирования зерна гречихи является увеличение массовой доли сорной и зерновой примеси и уменьшение содержания ядра. Снизить потери зерна гречихи в результате травмирования позволяют механизированные склады, оборудованные транспортерами ленточного и ковшового типа.

Альтернативой складских хранилищ являются элеваторы, однако до настоящего времени опыт хранения зерна гречихи в силосах элеватора отсутствует. Для эффективного использования силосов элеватора для хранения необходимо знание основных факторов, влияющих на сохранность зерна гречихи, и разработка предложений, направленных на снижение его травмированности.

## **Изучение влияния технологии хранения на травмирование зерна гречихи**

Для изучения возможности хранения зерна гречихи в силосах элеваторов в ФГБУ НИИПХ Росрезерва проводятся исследования, включающие наблюдения за опытными партиями,

хранящимися в силосах элеватора, контроль качественного состояния зерна гречихи, изучение воздействия отдельных технологических этапов на сохранность зерна гречихи.

Аналитическая проработка научно-технических работ [6] и результатов двухлетнего исследования позволили нам выделить технологические этапы, которые сопровождаются наибольшим травмированием зерна гречихи: перемещение, загрузка и выгрузка силоса, сушка и охлаждение.

### **Оценка влияния технологического оборудования при перемещениях**

Перемещение зерна гречихи при загрузке и выгрузке силосов, а также с целью его подработки (очистки, сушки, охлаждения) неизбежно сопровождается травмированием зерен гречихи, которое может проявляться в виде повреждения оболочки (раскрытие лепестков оболочки, частичное или полное обрушивание зерен) или ядра (трещиноватость или разрушение).

Главным связующим звеном технологической линии при хранении зерна в силосах является ковшовый элеватор (нория). Согласно результатам многочисленных исследований, основными причинами травмирования зерновых культур при транспортировании ковшовыми элеваторами являются: низкая загруженность, высокая скорость движения ленты, взаимодействие зерна с рабочими органами (в большой степени при динамическом сжатии зерен в нижней головке и соударения со скольжением в верхней головке), «обратная сыпь» [7-11]. Увеличение производительности ковшового элеватора за счет загрузки позволяет сократить число прямых соприкосновений зерна с его поверхностями и тем самым снизить механические повреждения зерен. Поэтому производительность в процессе работы ковшового элеватора по отношению к паспортной следует поддерживать не ниже 60 %, но не выше 90 %. В тоже время не рекомендуется увеличивать производительность путем повышения скорости движения ленты, так как между скоростью движения ленты и количеством поврежденных зерен определена прямая зависимость [9, 11]. С возрастанием скорости движения ленты увеличивается механическое воздействие на зерно рабочих органов ковшового элеватора, при разгрузке ковшей в результате соударения зерен друг с другом и рабочими поверхностями последующего оборудования усиливается их травмированность, а также повышается количество обратно ссыпавшегося в зону загрузки зерна. Доказано, что увеличение скорости движения ленты с 0,92 м/с до 2,0 м/с приводит к повышению в 2,3 раза количества «обратной сыпи» [11], а снижение скорости движения ленты на 1 м/с позволяет снизить повреждение зерна на 1 % [9]. Для снижения травмирования зерновых культур, в том числе и зерна гречихи, рекомендуется использовать тихоходные ковшовые элеваторы со скоростью ленты до 1 м/с. При работе с быстроходными ковшовыми элеваторами предлагается снижать скорость движения ленты относительно паспортной. Обеспечить более мягкий режим работы возможно, применяя способы усовершенствования ковшового элеватора. Использование полимерных ковшей, благодаря высокой эластичности и меньшей твердости кромки по сравнению с металлическими ковшами, позволяет сократить в среднем в 4 раза травмирование зерна при транспортировании его ковшовым элеватором [11]. Повреждение зерен в большей степени происходит в результате динамических нагрузок при свободном ударе зерна о поверхность, поэтому для совершенствования ковшового элеватора рекомендуется использовать способы, направленные на снижения травмирования от удара [8, 12, 13, 14].

Кроме ковшовых элеваторов для перемещения зерновой массы применяют транспортеры (ленточные, винтовые, цепные с погружными скребками) и самотечные устройства (зернопроводы, гибкие и поворотные трубы).

Наименее травмируемым транспортом для зерновых культур являются ленточные транспортеры и самотечные устройства. Степень повреждения зерна пшеницы транспортерами с

погружными скребками в четыре, шесть и двадцать раз больше, чем винтовыми транспортерами, самотечными устройствами и ленточным транспортером соответственно [15]. Принимая во внимание анатомическое строение зерна гречихи, перемещение его при помощи транспортеров с погружными скребками не рекомендуется. В винтовых транспортерах зерно во время движения соприкасается с винтом и стенками желоба, попадает в зазор между винтом и стенкой желоба, в результате трения и сжатия происходит разрушение оболочки и ядра [7, 16]. У оболочки зерна гречихи предельная величина сжимающей силы составляет от 25 до 16 Н, что гораздо ниже, чем у самого ядра гречихи (38 – 30 Н) [17], поэтому на практике обрушивание вследствие разрушения оболочки встречается гораздо чаще, чем разрушение ядра гречихи. Повреждение зерна при перемещении по самотечным устройствам связано с трением его о внутреннюю поверхность самотечной трубы и ударной нагрузкой на зерно, которая зависит от скорости движения зерновой массы и угла удара. При прохождении мест изменения направления движения (колесо, отвод, тройник) зерно подвергается ударной нагрузке при взаимодействии с поверхностью поворотного участка. Предельная скорость удара о поверхность при которой происходит повреждение зерна (трещиноватость или разрушение ядра) зависит от вида зерновых. В отношении зерна гречихи установлено, что скорость удара о поверхность рабочего органа оборудования не должна быть выше 9 м/с при условии, что влажность зерна гречихи находится в пределах от 14 до 20 % [17]. Для регулирования скорости движения зерновой массы можно использовать устройства для снижения скорости (расширители, задвижки, перегородки). Снижение ударной нагрузки на зерно достигается увеличением радиуса кривизны поворотных участков, установкой на внутренних стенках самотечных труб и поворотных кругах футеровочных листов [11].

Для снижения травмирования зерна футеровку рекомендуется применять не только в самотечных устройствах, но и в качестве покрытия головок и башмаков ковшовых элеваторов, поворотов, коробов транспортеров, бункеров, выпускных бункеров зерносушилок, смесителей, приемных лотков ленточных транспортеров, промежуточных бункеров и другого оборудования.

При проектировании и модернизации технологической линии для снижения высоты прямых участков падения зерна необходимо применять каскадное расположение оборудования.

### **Оценка влияния загрузки и выгрузки в элеваторах разных типов**

Для хранения зерна используют силосы из монолитного или сборного железобетона с плоским или коническим дном. Этапы загрузки и выгрузки силоса также сопровождаются механическими повреждениями зерна. При загрузке количество травмируемых зерен зависит от объема и высоты силоса, конструкции и поверхности дна. Зерно, падающее при загрузке непосредственно на дно силоса, получает наибольшие повреждения, следовательно, для хранения зерна, в том числе и зерна гречихи, лучшим вариантом хранилища будет силос с коническим дном. Использование для хранения силоса с коническим дном позволит снизить процент травмированных зерен от удара о поверхность в среднем на 0,22 % по сравнению с силосом, имеющим плоское дно [18, 19]. Кроме того, сократить процент травмированных зерен к общей массе позволяет применение для хранения силосов большой вместимости (не менее 500 т). Соответственно загрузка зерна гречихи на хранение в силосные емкости, образованные в результате соединения цилиндрических силосов, не рекомендуется. Существующие в настоящее время силосы из монолитного или сборного железобетона в среднем высотой около 30 м и практически изменить высоту загрузки невозможно. Одним из вариантов снижения механических повреждений зерна от удара является применение ограничителей скорости падения зерна, однако установка их в действующие силосы затруднительна. В целом, существенное влияние на содержание травмируемых зерен оказывает только многократная загрузка зерна в пустой силос элеватора. В результате 4 – 5 перемещений зерновой массы гречихи из одного силоса в другой транспортным оборудованием (ковшовый

элеватор, ленточный транспортер) количество зерен с поврежденной оболочкой и ядром увеличивается в среднем в 2 – 3 раза по сравнению с исходным значением [4]. При этом необходимо учитывать, что травмирование зерен при перемещении зерновой массы происходит не только при загрузке силоса, но и при выгрузке, а также взаимодействии зерна с рабочими органами транспортного оборудования. Величина потерь зерна от механических повреждений при выгрузке из силоса определяется его конструкцией. Выгрузка из силоса осуществляется самотеком, только в плоскодонном силосе дополнительно используют шнековое устройство, которое зачищает зерно на дне силоса и подает его к выпускному отверстию. Вследствие воздействия шнекового устройства на зерно гречихи количество поврежденных зерен увеличивается в среднем на 2,5 % [19]. Положительные результаты использования полимерных лопастей в шнековых устройствах (травмирование зерна пшеницы снижается с 2,5 % до 0,1 %, кукурузы – с 3,0 % до 0,1 %) [11] позволяют предложить к применению полимерных материалов в шнековых устройствах для выгрузки зерна гречихи из плоскодонного силоса. Для исключения ухудшения качества зерна гречихи при выгрузке с использованием шнекового устройства рекомендуется выгруженное после зачистки силоса зерно направлять перед смешиванием с общей массой на очистку.

### **Влияние условий хранения**

В условиях многолетнего хранения перемещения зерновой массы осуществляют при переводе зерна на зимние условия хранения, а также с целью подработки при обнаружении увлажнения или самосогревания. Основной целью перевода зерна на зимние условия хранения является доведение температуры зерновой массы до оптимальной температуры – не более 10 °С. Мониторинг температуры зерновой массы гречихи на протяжении двух лет показал, что большему влиянию температуры окружающего воздуха подвержено зерно гречихи, хранящееся в наружных силосах элеватора. Хранение зерна гречихи во внутренних силосах элеватора позволяет поддерживать зерно гречихи в охлажденном состоянии в течение года по всей высоте силоса. Следовательно, размещение зерна гречихи во внутренние силосы позволит исключить ежегодные перемещения при переводе зерна на зимние условия хранения, и тем самым уменьшить травмирование зерна гречихи.

На хранение рекомендуется направлять зерно гречихи сухое (массовая доля влаги не более 13 %), предварительно очищенное, охлажденное (температура зерновой массы не более 10 °С) и обработанное в профилактических целях одним из пестицидов контактного действия. Следование данным рекомендациям обеспечивает отсутствие интенсивного дыхания самого зерна, замедления процессов обмена веществ в клетках зерна, а также отсутствия благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов.

Элеваторы, предназначенные для хранения зерновых культур, должны надёжно защищать зерно от атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод, резких перепадов температур, вредителей зерна, в том числе птиц и грызунов. Стены силосов из сборного железобетона не должны иметь не заделанных вертикальных и горизонтальных стыков, а внутренние поверхности стен и дна силосов должны быть гладкими (без выступов, ребер, поясов, впадин, шероховатостей). Силосы и бункеры элеваторов должны закрываться сплошным перекрытием с устройством в них плотно закрывающихся люков с предохранительными решетками, запираемыми на замок. Для профилактики зараженности вредителями хлебных запасов, подготовка к размещению зерна на хранение должна включать механическую очистку и дезинсекцию ёмкостей, поточных линий, оборудования, инвентаря. Соблюдение всех требований к качественному состоянию зерна гречихи и эффективная подготовка элеватора обеспечит доброкачественность зерна гречихи и сведет к минимуму увлажнение или самосогревание зерновой массы.

В случае повышения температуры зерновой массы, свидетельствующей о риске развития самосогревания, зерно направляется на охлаждение, при обнаружении признаков увлажнения на сушку. На элеваторах для этих целей могут использовать оборудование для очистки, сушки и активного вентилирования зерна. Очень часто для охлаждения или подсушивания зерновую массу пропускают через зерносушилку используя холодный или подогретый воздух. При выборе режима сушки необходимо учитывать термоустойчивость зерна гречихи по выходу ядрицы. В результате высокой температуры может наблюдаться травмирование зерна в виде трещиноватости ядра без разрушения оболочки. При хранении зерна в силосах элеватора для сушки используют шахтные прямоточные и рециркуляционные сушилки. Максимальным пределом температуры нагрева зерна гречихи в прямоточных (шахтных) зерносушилках считается 40 °С, в рециркуляционных сушилках – до 60 °С в зависимости от влажности зерна и конструкции сушилки. Более высокая допустимая температура нагрева зерна гречихи при рециркуляционной сушке связана с отсутствием явления пересушивания оболочки, которое приводит к дальнейшему обрушиванию при перемещении и загрузки зерна гречихи в силос. Поэтому важно соблюдать рекомендуемый температурный режим для сохранения целостности ядра и оболочки.

Альтернативой пропускания зерна гречихи через сушильную установку с целью охлаждения или снижения влажности является активное вентилирование в силосах элеватора. Преимуществом активного вентилирования в силосах является отсутствие перемещения зерна, позволяющее избежать его травмирование. Существующие варианты установок активного вентилирования классифицируют по направлению продувки зерна: горизонтальные и вертикальные [1]. Учитывая высоту продуваемого слоя зерна (около 30 м), наиболее эффективной считается горизонтальная продувка зерна. Предлагаемые варианты установок монтируются не только в строящихся, но и в действующих силосах. В настоящее время применение установок активного вентилирования в силосах из сборного или монолитного железобетона не распространено вследствие сложности ее конструкции. Тем не менее при планировании хранения зерна гречихи в силосных емкостях оснащение их вентиляционными установками является рациональным решением, позволяющим обеспечить оптимальные условия хранения и снизить травмирование зерна гречихи вследствие взаимодействия его с рабочими органами транспортного оборудования, а также при выгрузке и загрузке силоса.

В процессе изучения воздействия отдельных технологических процессов на сохранность зерна гречихи нами разработан модуль эффективного хранения зерна гречихи в силосах элеватора, в котором сформированы факторы и причины травмирования зерна гречихи при хранении, а также подготовлены предложения, направленные на снижение травмирования зерна гречихи по отдельным этапам технологического процесса (таблица).

Таблица – Модуль эффективного хранения зерна гречихи в силосах элеватора

№	Технологический процесс	Факторы, причины травмирования	Предложения
1	Перемещение зерновой массы с помощью ковшového элеватора (нории)	Механическое воздействие рабочими органами (ковшами, башмаками, головками).	Обеспечение за счет загрузки ковшей производительности ковшového элеватора по отношению к паспортной не ниже 60 %, но не выше 90 %. Использование тихоходных ковшových элеваторов со скоростью ленты до 1 м/с. При работе с быстроходными

		Низкая или избыточная наполненность ковшей.  Высокая скорость ленты.  Наличие «обратной сыпи».	ковшовыми элеваторами снижать скорость движения ленты относительно паспортной.  Установка полимерных ковшей, футеровка головок и башмаков полимерными материалами.  Снижение «обратной сыпи» и ударов зерна о рабочие органы оборудования за счет усовершенствования зоны выгрузки ковшей.
2	Перемещение зерновой массы с помощью транспортера	Механическое воздействие рабочими органами (винтом, скребками).	Исключение транспортеров с погружными скребками из технологической линии.  Исключение винтовых транспортеров из технологической линии или установка винта с полимерными лопастями.  Футеровка полимерными материалами коробов транспортеров, бункеров, приемных лотков транспортеров.  Переход на ленточные транспортеры.  Сокращение протяженности транспортера.
3	Перемещение зерновой массы с помощью самотечных устройств	Механическое воздействие вследствие трения и ударов зерна о внутреннюю поверхность самотечной трубы.  Высокая скорость движения зерновой массы.	Регулирование скорости движения зерновой массы устройствами для снижения скорости (расширители, задвижки, перегородки). Снижение ударной нагрузки на зерно достигается, [14].  Увеличение радиуса кривизны поворотных участков.  Установка на внутренних стенках самотечных труб и поворотных кругах футеровочных листов.  Каскадное расположение оборудования.
4	Загрузка и выгрузка силоса	Механическое воздействие рабочими органами.  Прямой контакт зерна с дном силоса.  Скорость падения зерновой массы.	Использование для хранения преимущественно силосы с коническим дном. В силосах с плоским дном для выгрузки зерна устанавливать шнековые устройства с полимерными лопастями.  Использование для хранения внутренних силосов большой вместимости (не менее 500 т).  Ограничение количества перемещений зерна гречихи.
5	Сушка и охлаждение	Температура сушки.  Пересушивание зерна гречихи.	Обеспечение рекомендуемого температурного режима для сохранения целостности ядра и оболочки.  Оснащение силосов вентиляционными установками.

## **Заключение**

По результатам проведенной работы сформулирован принцип рационального хранения зерна гречихи в силосах элеватора: наименьшее воздействие рабочих органов технологического оборудования, наименьшее количество перемещений, наименьшая протяженность технологической линии.

Разработан модуль эффективного хранения зерна гречихи в силосах элеватора, включающий факторы и причины травмирования зерен различным оборудованием и пути снижения травмированности в процессе хранения.

## *Литература*

1. Журавлев А. П. Послеуборочная обработка зерна с основами хранения зернопродуктов / А. П. Журавлев, Л. А. Журавлева. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 365 с.
2. Ваншин В. В. Хранение зерна и пищевых продуктов: Учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья / В. В. Ваншин; Оренбургский государственный университет. Том Часть 3. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2019. – 121 с.
3. Смолянинов Ю. Н. Пути совершенствования технологии послеуборочной обработки зерна / Ю. Н. Смолянинов // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 11(24). – С. 97-102.
4. Разоренова Е. Е. Исследование изменений семенных, биохимических и технологических свойств зерна гречихи при длительном хранении: специальность 05.18.0306.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Разоренова Елена Евгеньевна. – Москва, 1980. – 20 с.
5. Тарасова Е. А. Мониторинг сохранности зерна гречихи при складском хранении / Е. А. Тарасова, К. Б. Гурьева, Н. А. Хаба // Научное обозрение: актуальные вопросы теории и практики: сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 мая 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 32-37.
6. Гурьева К. Б. Травмирование зерна гречихи при послеуборочной обработке и хранении (обзор) / К. Б. Гурьева, Е. А. Тарасова, Н. А. Хаба // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2023. – № 18. – С. 37-48.
7. Фейденгольд В. Б. Причины травмирования зерна и меры по их устранению / В. Б. Фейденгольд, С. Л. Белецкий // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2016. – № 6(6). – С. 204-217.
8. Лобанов В. И. Травмирование семенного зерна в ковшовых элеваторах / В. И. Лобанов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2(172). – С. 167-172.
9. Шатохин И. В. Преимущества и недостатки быстроходных ковшовых элеваторов по сравнению с тихоходными / И. В. Шатохин, А. Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 4(16). – С. 201-205.
10. Оробинский Н.М. Модернизация верхней головки ковшового элеватора / В. И. Оробинский, Н. М. Дерканосова, И. В. Шатохин, А. Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5, № 1(17). – С. 207-214.
11. Тухватуллин М. М. Совершенствование оборудования и улучшение сохранности продуктов зерноперерабатывающих предприятий за счет использования полимерных материалов / М. М. Тухватуллин. – Москва: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет пищевых производств", 2003. – 314 с.

12. Оробинский В.И. Модернизация верхней головки ковшового элеватора / В. И. Оробинский, Н. М. Дерканосова, И. В. Шатохин, А. Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5, № 1(17). – С. 207-214.

13. Шатохин, И. В. Совершенствование ковшовых элеваторов / И. В. Шатохин // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, Воронеж, 25 декабря 2015 года – Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 99-106.

14. Патент № 2770372 С1 Российская Федерация, МПК В65G 17/08, В65G 17/40. Способ снижения травмирования семян в ковшовом элеваторе и ковшовый элеватор для его осуществления: № 2021122828: заявл. 29.07.2021: опубл. 15.04.2022 / Ю. Н. Федоров.

15. Тарасенко А.П. Совершенствование средств механизации для получения качественного зерна / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, А. М. Гиевский, М. Э. Мерчалова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3(34). – С. 109-115.

16. Оробинский В. И. Качественные показатели работы зерноочистительного агрегата / В. И. Оробинский, И. В. Шатохин, А. Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 3(15). – С. 256-262.

17. Троценко В. В. Снижение механических повреждений семян гречихи при послеуборочной обработке: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Троценко Виктор Васильевич. – Омск, 2003. – 159 с.

18. Баскаков И. В. Потери зерна при хранении в зернохранилищах силосного типа / И. В. Баскаков, В. И. Оробинский, Р. Н. Карпенко // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, Воронеж, 01–02 ноября 2017 года. Том Часть 1. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2017. – С. 201-208.

19. Чишко Р. Л. Оценка травмирования семян гречихи при прохождении через хранилище силосного типа / Р. Л. Чишко // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, Воронеж, 25 декабря 2015 года. – Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 127-131.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ, СВЯЗАННОГО С НАРУШЕНИЯМИ БЕЛКОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

**М.Н. Василевская, кандидат технических наук,  
Е.Ф. Тихонович, кандидат технических наук**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь,  
e-mail: Marinavasilevskaya15@yandex.by*

## *Аннотация*

Исследован процесс хранения специализированных пряничных изделий для персонализированного питания, связанного с нарушениями белковой составляющей обмена веществ, изготовленных с использованием нетрадиционного мучного сырья. Использование в рецептурном составе пряничных изделий рисовой муки, в том числе в комбинации с гречневой и кукурузной мукой, позволило обеспечить требуемый уровень содержания белка и, как следствие, целевое назначение разрабатываемой продукции. В работе исследовали изменение органолептических, структурно-механических и физико-химических показателей качества пряничных изделий в процессе хранения. Результаты исследований показали, что существенного изменения показателей качества изделий в процессе хранения не происходит, что позволяет предположить сроки хранения разрабатываемых специализированных пряничных изделий.

В настоящее время мучные кондитерские изделия являются неотъемлемой частью ежедневного рациона питания большинства людей, что обусловлено достаточным уровнем благосостояния населения, доступностью продукции, а также сформированным образом жизни и привычками относительно организации питания.

Наряду с производством и потреблением продукции массового назначения имеется необходимость разработки и производства специализированной продукции для категорий людей, нуждающихся в продуктах питания с измененным химическим составом. Примером такой продукции являются пищевые продукты, используемые в питании людей с различными заболеваниями, связанными с нарушениями белковой составляющей обмена веществ. К таким заболеваниям относятся хроническая почечная недостаточность, фенилкетонурия, целиакия. На кафедре технологии хлебопродуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий разработаны рецептуры пряничных изделий для персонализированного питания, связанного с нарушениями белковой составляющей обмена веществ [1]. В разработанных рецептурных составах взамен пшеничной муки использовали рисовую муку, в том числе в комбинации с гречневой и кукурузной мукой. Контрольный образец изготовлен с использованием рисовой муки, смесь 1 состояла из рисовой, гречневой и кукурузной муки в соотношении 80:5:15, смесь 2 состояла из рисовой, гречневой и кукурузной муки в соотношении 90:5:5, смесь 3 состояла из рисовой, гречневой и кукурузной муки в соотношении 80:10:10. Также рецептурный состав пряников включал сахар, патоку, меланж, структурообразователь, маргарин, яблочное пюре и химические разрыхлители [2].

Использование нетрадиционного мучного сырья, отличающегося по химическому составу от пшеничной муки, в рецептурах специализированных пряничных изделий, может обуславливать

изменение динамики процессов при хранении и, как следствие, изменение сроков годности. В связи с этим для установления сроков годности специализированных пряничных изделий, предназначенных для персонализированного питания при различных нарушениях белковой составляющей обмена веществ, проводили анализ показателей качества готовой продукции в процессе хранения. Хранение образцов осуществлялось в полиэтиленовой упаковке в лабораторных условиях при температуре  $(18\pm 5)^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $65\pm 5\%$ . Продолжительность исследований процесса хранения образцов специализированных пряничных изделий составляла 4 недели. Образцы пряников исследовали по органолептическим, физико-химическим и структурно-механическим показателям качества.

Анализ органолептических показателей качества пряников включал форму, запах, вкус, цвет поверхности и цвет мякиша, структуру, поверхность, вид в изломе, также осуществлялась итоговая бальная оценка органолептических показателей в соответствии с разработанной бальной шкалой оценки образцов. Установлено, что цвет поверхности и мякиша всех образцов пряников при хранении не изменялся, состояние поверхности, которая характеризовалась как сухая с незначительными трещинами без подгорелости, также не изменялось. Структура образцов пряничных изделий, которая изначально характеризовалась как мягкая связанная, не крошащаяся при разламывании, на 4 неделе хранения изменилась и характеризовалась как твердая, рассыпающаяся при разламывании, что свидетельствует о процессе черствения. Изменение вкуса и запаха, формы образцов и вида в изломе в течение 4 недель хранения не наблюдалось. Результаты бальной оценки образцов пряничных изделий показали незначительное снижение суммарной величины анализируемых органолептических показателей качества к окончанию хранения.

Установлено, что в образцах специализированных пряничных изделий происходит изменение физико-химических показателей качества таких как влажность, плотность, намокаемость и прочность, результаты исследования которых представлены на рисунках 1–2.

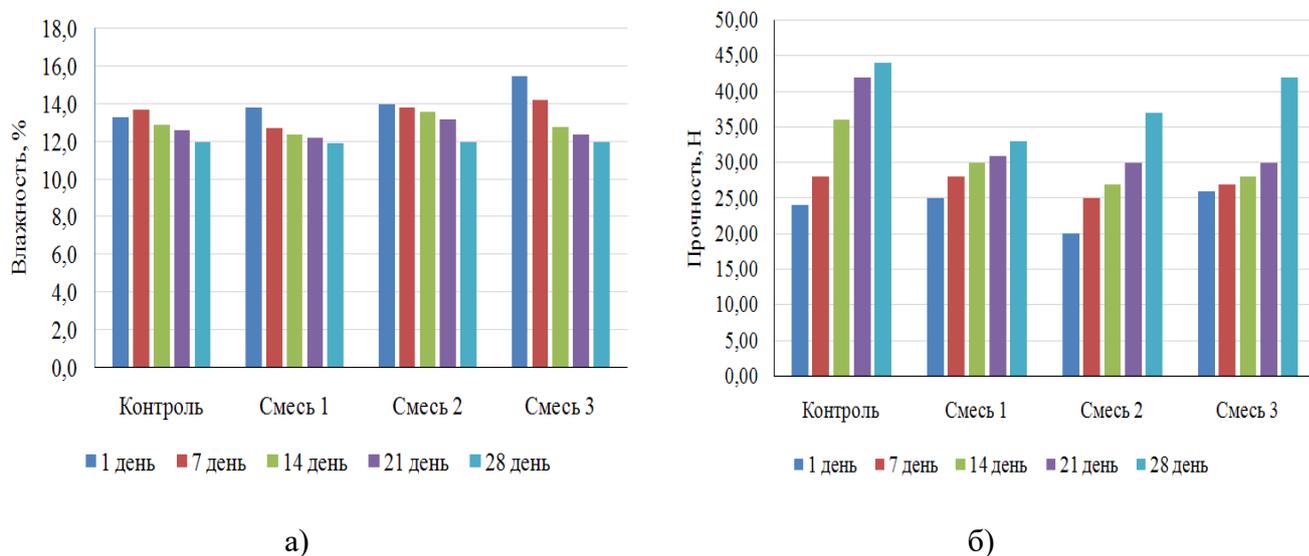
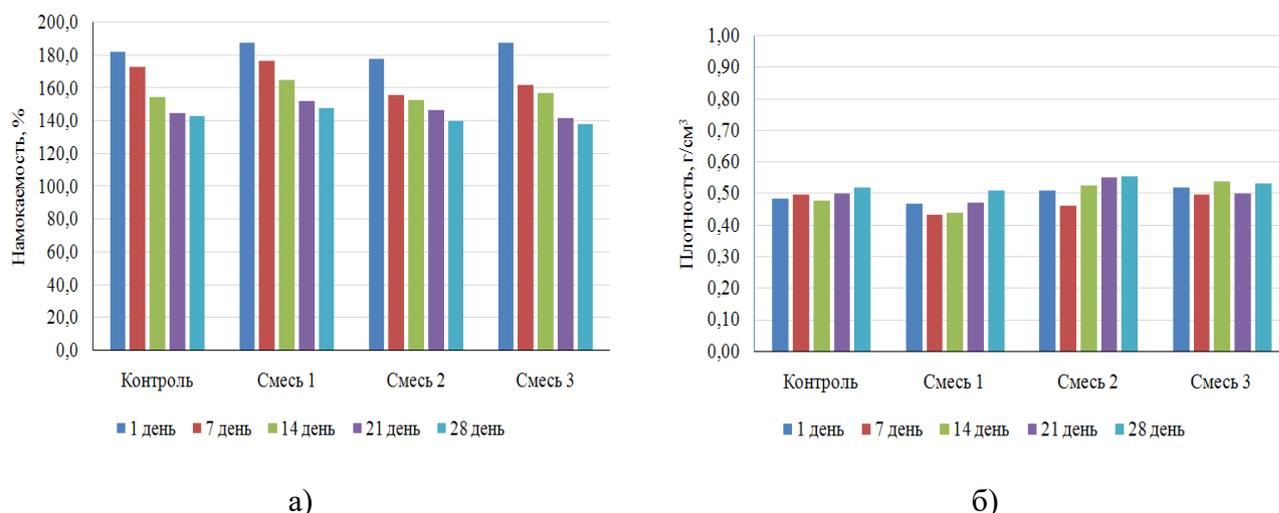


Рисунок 1 – Изменение влажности (а) и прочности (б) специализированных пряничных изделий в процессе хранения

Установлено, что влажность всех образцов пряничных изделий при хранении снижается, что обусловлено удалением влаги из изделий вследствие недостаточно прочной связи ее с полимерами крахмала, входящими в состав используемых видов муки. Следует отметить, что более равномерное удаление влаги происходит в образце пряничных изделий, содержащем наибольшее количество гречневой муки, в которой наряду с крахмалом содержится достаточно высокое

количества белка [1], однако на конечном сроке хранения влажность этого образца приближается к значениям этого показателя, установленных для других образцов пряничных изделий.

Прочность всех образцов пряничных изделий в процессе хранения увеличивалась в 1,5–2,0 раза, что обусловлено уменьшением массовой доли влаги в пряничных изделиях и изменением их структуры вследствие черствением образцов при хранении. Следует отметить, что наиболее равномерно увеличивалась прочность образца, изготовленного из рисовой муки, что объясняется химическим составом, в частности высоким содержанием крахмала[1].



а)

б)

Рисунок 2 – Изменение намокаемости (а) и плотности (б) специализированных пряничных изделий в процессе хранения

Намокаемость всех образцов пряничных изделий в процессе хранения снижалась достаточно значительно. Величина этого показателя на конечном сроке хранения составляла в среднем  $140\pm 3\%$ . Уменьшение этого показателя связано с изменением структуры пряников, и также является следствием процесса черствения.

Плотность образцов пряничных изделий изменяется незначительно в пределах погрешности опыта, однако к окончанию хранения величина этого показателя для всех образцов превышает первоначальное значение.

В целом полученные значения органолептических и физико-химических показателей качества всех исследуемых образцов пряничных изделий на конечном сроке хранения за исключением намокаемости не превышали значений, нормируемых ТНПА [3]. Исследования продолжаются в направлении определения микробиологических показателей специализированных пряничных изделий для персонализированного питания, связанного с нарушениями белковой составляющей обмена веществ, установленных соответствующей нормативной документацией [4].

### Литература

1 Научное обоснование использования пищевого растительного сырья для производства специализированных мучных пищевых продуктов при патологиях белковой составляющей обмена веществ / М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 337-352. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-4>.

2 Разработка пряничных изделий специализированного назначения / Василевская М.Н., Гомонюк М.С. // Цифровая трансформация пищевой и перерабатывающей промышленности: наука, технологии, подготовка кадров: Материалы международной научно-практической конференции, 23 мая 2024 г., г. Липецк / Липецкий казачий институт технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО "Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)". – Липецк, 2024. – С. 16–20.

3 ГОСТ15810-2014. Изделия пряничные. Общие технические условия.– Взамен ГОСТ 15810-96; введ. 01.01.2016. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 11 с.

4 Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы: СанПиН №119 : утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 01.09.2010. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. URL: <https://pravo.by/> (дата обращения: 10.11.2024).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ САХАРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НУТРИЕНТОВ ПО УГЛЕВОДНОМУ ПРОФИЛЮ

**М.Н. Василевская, кандидат технических наук**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь,  
e-mail: Marinavasilevskaya15@yandex.by*

## **Аннотация**

Проведены исследования возможности использования высокоинтенсивных подсластителей и наполнителей при производстве мучных кондитерских изделий в сегменте сдобного печенья. Проведен сбор материала по показателям качества и технологическим свойствам высокоинтенсивных подсластителей и наполнителей. Разработаны рецептурные составы сдобного печенья с заменой сахара на высокоинтенсивные подсластители и наполнители. Исследовано влияние высокоинтенсивных подсластителей и наполнителей на показатели качества тестовых полуфабрикатов и готового печенья. В работе проведен анализ органолептических, структурно-механических и физико-химических показателей качества сдобного печенья, изготовленного с использованием высокоинтенсивных подсластителей и наполнителей.

Мучные кондитерские изделия входят в продуктовую корзину широкого круга потребителей и благодаря высокому содержанию углеводов, жиров и белков, являются высококалорийными, хорошо усвояемыми продуктами, обладающими приятным вкусом и привлекательным внешним видом.

Известно, что избыток сахара в рационе питания потребителей провоцирует ряд заболеваний, связанных с нарушением углеводного обмена: повышение уровня глюкозы в крови, сахарный диабет, сердечно-сосудистые патологии, атеросклероз, ожирение и т.д. [1]. Одним из возможных путей коррекции этих нарушений и профилактики указанных заболеваний является разработка специализированной продукции с низким содержанием сахара или использованием сахарозаменителей, в том числе и в сегменте мучных кондитерских изделий. В настоящее время на сырьевом рынке представлен достаточно большой ассортимент ингредиентов, обладающих сладким вкусом и возможных к использованию для замены сахара в рецептурах кондитерских изделий.

Сахарозаменители – это углеводы или вещества, похожие на них по структуре, имеющие низкий гликемический индекс, сладкий вкус, интенсивность которого отличается от сахарозы. Сахарозаменители также различаются по калорийности: некоторые из них имеют низкую калорийность, а некоторые приближенную к калорийности сахарозы. Однако преимущество сахарозаменителей заключается в том, что усваиваются они медленнее, не провоцируют резких скачков инсулина, потому могут использоваться при разработке и производстве специализированной продукции с низким содержанием сахара.

Подсластитель – это пищевая добавка, предназначенная для придания пищевым продуктам сладкого вкуса или используемая в составе столовых подсластителей [2]. В литературе сахарозаменители и подсластители часто используются как синонимы. Основное отличие сахарозаменителей от подсластителей заключается в том, что сахарозаменители обладают

энергетической ценностью и метаболизируются в организме с меньшей потребностью в инсулине, чем сахароза, а подсластители не обладают энергетической ценностью и метаболизируются в организме без участия инсулина.

На кафедре технологии хлебопродуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий проведены исследования возможности использования сахарозаменителей при производстве мучных кондитерских изделий в сегменте сдобного печенья [3]. Исследованиями установлена возможность и целесообразность использования мальтита в рецептуре сдобного печенья взамен сахара. Однако, необходимо учитывать тот факт, что мальтит хоть и является натуральным низкокалорийным подсластителем, однако при превышении определенной дозировки может вызывать слабительный эффект при употреблении продукции, изготовленной с его использованием. Это ограничивает использование этого заменителя сахара в рецептурах кондитерских изделий.

Исследовали возможность использования высокоинтенсивных подсластителей искусственного происхождения (далее ВИП) при производстве мучных кондитерских изделий в сегменте сдобного печенья. Из этой группы сахарозаменителей были выбраны ацесульфам калия и сукралоза, характеризующиеся высокой степенью сладости и устойчивостью к высоким температурам, что обусловлено процессом выпечки печенья. Необходимо также учитывать тот факт, что сахар, входящий в состав мучных кондитерских изделий, не только обуславливает сладкий вкус, пищевую и энергетическую ценность продукции, но и принимает непосредственное участие в формировании структуры тестовых полуфабрикатов и готовой продукции. В связи с тем, что дозировка ВИП в рецептурах мучных кондитерских изделий вследствие высокой степени сладости в несколько сотен раз меньше дозировки сахара наряду с указанными высокоинтенсивными подсластителями в рецептурный состав печенья включали так называемые наполнители. В качестве наполнителей в исследованиях использовали полидекстрозу, инулин и мальтодекстрин. Применяемые в исследованиях наполнители помимо функции восполнения доли сухих веществ сахара в разрабатываемых рецептурах печенья также участвуют в формировании сладкого вкуса продукции вследствие наличия определенной степени сладости. Характеристика используемых в исследованиях высокоинтенсивных подсластителей и наполнителей, согласно имеющимся в литературе сведениям, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика используемых в исследованиях высокоинтенсивных подсластителей и наполнителей [2, 4]

Наименование образца	Относительная сладость	Энергетический уровень, ккал/г	Температура плавления, °С	Стабильность при хранении и переработке	Допустимая норма ежедневного потребления
Сахароза	1,0	4,0	160–186	хорошая	не регламентировано
Ацесульфам калия	130–200	–	225	высокая	15 мг/кг массы тела
Сукралоза	400–800	–	125	высокая	15 мг/кг массы тела
Инулин	0,3–0,65	1,0–1,5	выше 200	хорошая	20 г/сут*
Полидекстроза	0,5	1,0	110	высокая	50–90 г/сут*
Мальтодекстрин	–	1,2–1,5	–	высокая	10 г/сут*

\* рекомендованная норма потребления, так как нет данных по допустимой норме потребления.

Следует отметить, что используемые в исследованиях наполнители в отличие от ВИП участвуют в реакции Майяра, что является важным условием при производстве мучных

кондитерских изделий, так как обуславливает получение ожидаемой потребителями окраски поверхностей печенья и его привлекательный внешний вид. Кроме того, полидекстроза, инулин и мальтодекстрин являются источником пищевых волокон, что является преимуществом их использования при разработке рецептурных составов мучных кондитерских изделий, но при этом необходимо учитывать суточную норму потребления пищевых волокон, что ограничивает дозировку этих ингредиентов в рецептуре.

При формировании рецептурного состава печенья с заменой сахара на выбранные подсластители, дозировка их определялась с учетом степени сладости и во всех случаях была значительно меньше дозировки сахара в сравнении с контрольным образцом. В рецептурный состав также включали указанные выше наполнители, дозировка которых определялась количеством сухих веществ сахара в рецептуре сдобного печенья. При приготовлении теста подсластители по аналогии с сахаром вносили в состав эмульсии, а наполнители смешивали с мукой и вводили при замесе теста.

Установлено, что существенных отличий показателей качества эмульсий, изготовленных с использованием ВИП не выявлено. Добавление в тесто наполнителей во всех случаях приводило к повышению вязкости и увеличению липкости теста, что требовало подпыла мукой рабочих поверхностей при формовании тестовых заготовок. При этом режимы приготовления теста и выпечки образцов печенья были аналогичны традиционному сдобному печенью на сахаре.

Анализ качества выпеченных образцов печенья с заменой сахара на сукралозу и восполнением сухих веществ сахара пшеничной мукой показал, что готовое печенье имеет бледно желтую окраску, сладкий вкус с длительным послевкусием, рассыпчатую, крошащуюся структуру. Совместное использование этого подсластителя с инулином способствует получению печенья с хорошей рассыпчатой структурой и хрупкостью, достаточной сладостью, цвет поверхности светло-желтый, отмечена мучнистость поверхности. При использовании в качестве наполнителя мальтодекстрина совместно с сукралозой печенье характеризуется рассыпчатой структурой, достаточной сладостью, умеренной хрупкостью и прочностью, при этом поверхность окрашенанадостаточно. Совместное использование полидекстрозы и сукралозы придает печенью очень твердую и прочную структуру, достаточно интенсивную сладость с характерным горьким привкусом и золотистую окраску поверхности.

Анализ качества выпеченных образцов печенья с заменой сахара на ацесульфам калия и восполнением сухих веществ сахара пшеничной мукой показал, что образцы печенья характеризуются бледно желтой окраской, недостаточно сладким вкусом с характерным послевкусием, рассыпчатой, слоистой структурой. При совместном использовании ацесульфома калия с инулином печенье характеризуется хорошей рассыпчатой структурой и достаточной хрупкостью, сладость достаточная с характерным послевкусием, цвет поверхности светло-желтый. При использовании в качестве наполнителя мальтодекстрина совместно с ацесульфамом калия печенье характеризуется рассыпчатой структурой, достаточной сладостью с характерным послевкусием, умеренной хрупкостью и прочностью, при этом поверхность окрашенанадостаточно. Совместное использование полидекстрозы и ацесульфома калия придает печенью рассыпчатую несколько твердую структуру, достаточно интенсивную сладость с характерным послевкусием и выраженной горечью, поверхность имеет золотистую окраску.

По физико-химическим показателям качества выпеченные образцы печенья, изготовленные с добавлением указанных подсластителей и наполнителей, несколько отличались от контрольного образца, что обусловлено как свойствами используемых заменителей сахара и наполнителей, так и их способностью формировать структуру печенья..

Таким образом, замена сахара при производстве мучных кондитерских изделий требует детального подбора вида и дозировок подсластителей и наполнителей. На основании полученных результатов исследований сделали заключение о целесообразности использования сукралозы в качестве заменителя сахара в рецептуре сдобного печенья совместно с инулином, использование мальтодекстрина и полидекстрозы возможно в виде комплексов, составленных с учетом их технологических свойств и органолептических показателей качества. В дальнейшем планируется продолжать исследования с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий с дифференцированным содержанием нутриентов по углеводному профилю.

### *Литература*

- 5 Мелконян Ж.А., Потапова Ю.В. Рациональное питание в лечении сахарного диабета // приоритетные научные направления: от теории к практике. – 2013, № 4. – С. 15–18.
- 6 Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» ТР ТС 029/2012 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lab-ecostar.ru/> – Дата доступа: 05.11.2024.
- 7 Использование натуральных подсластителей при разработке рецептурных составов мучных кондитерских изделий с дифференцированным содержанием нутриентов по углеводному профилю / Василевская М.Н., Машкова И.А., Баталейка Я.А., Толипова А.М. // Цифровая трансформация пищевой и перерабатывающей промышленности: наука, технологии, подготовка кадров: Материалы международной научно-практической конференции, 23 мая 2024 г., г. Липецк / Липецкий казачий институт технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО "Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)". – Липецк, 2024. – С. 21–25.
- 8 Митчелл, Х. Подсластители и сахарозаменители / Х. Митчелл. — Пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2010. — 512 с.