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

**5-й Международной
научно-практической конференции**

26-27 ноября 2025г.

Краснодар 2025

УДК 664
ББК 36

Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: Сборник материалов 5-й Международной научно-практической конференции (26-27 ноября 2025г., г.Краснодар) /Кубанский филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. – Краснодар, 2025. – 332с.

Ответственные за выпуск: к.т.н. Черкасов С.В., Ересько Л.Г.

Компьютерная вёрстка: Великая Т.С.

В электронном сборнике представлены материалы 5-й Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности», проходившей 26-27 ноября 2025г. в г. Краснодаре. Включает 68 статей ученых, преподавателей и специалистов из научных, образовательных и производственных 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. **КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ЖИРА – ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ВЫРАБОТАННЫХ ИЗ НЕГО ЗЕРНОПРОДУКТОВ** 6
2. **КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ЖИРА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ** 11
3. **УРОВЕНЬ КИСЛОТНОГО ЧИСЛА ЖИРА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ** 17
4. **ТОКСИГЕННЫЕ ВИДЫ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ** 24
5. **ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МЯСНОГО ПРОДУКТА** 29
6. **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ В АЛЬГИНАТНОЙ ОБОЛОЧКЕ** 33
7. **БУДУЩЕЕ ПИЩЕВОЙ УПАКОВКИ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ОТВЕТ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ** 38
8. **АНАЛИЗ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА ЗАМОРОЖЕННЫХ МЯСНЫХ И МЯСОСОДЕРЖАЩИХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ** 43
9. **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО КОНТЕЙНЕРА ПРИ ИМИТАЦИИ РАЗРЫВА ХОЛОДИЛЬНОЙ ЦЕПИ** 47
10. **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ПРИ РАЗМОРАЖИВАНИИ** 53
11. **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМОЧЕХЛОВ ДЛЯ УКРЫТИЯ ПАЛЛЕТ С ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИЕЙ** 57
12. **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ РЕГИОНОВ КУБАНИ И КРЫМА НА ЗНАЧЕНИЯ ИЗОТОПНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭТАНОЛА В ВИНАХ** 61
13. **ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ВОДЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗОТОПНОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ** 66
14. **РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ГРЕЧИХИ ПРИ ПОМОЩИ МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ** 69
15. **СОВРЕМЕННАЯ НОРМАТИВНАЯ БАЗА И АКТУАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ** 79
16. **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР И ИХ ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ** 83
17. **СЕЛЕКЦИЯ ВЫСОКООЛЕИНОВОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ** 88
18. **РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЯЙЦА** 93
19. **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХРАНЕНИЯ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЯИЧНОЙ СКОРЛУПЫ С ПОДСКОРЛУПНОЙ ОБОЛОЧКОЙ** 99
20. **ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕДОВОЙ КОМПОЗИЦИИ С ГОМОГЕНАТОМ ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА** 103
21. **СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В ПЫЛЬЦЕВОЙ ОБНОЖКЕ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ВЫСУШИВАНИЯ** 107
22. **ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБНОГО КОНСОРЦИУМА НА ОСНОВЕ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПШЕНИЧНОЙ ЗАКВАСКИ** 110
23. **НАУЧНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ МИКРОБНЫХ КОНСОРЦИУМОВ ДЛЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ЗАКВАСОК** 114

24. **МИКРОБНАЯ ФЕРМЕНТАЦИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СРОКОВ ГОДНОСТИ ХЛЕБА** 118

25. **РАЗРАБОТКА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ** 122

26. **ЦЕТРАРИЯ В ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СМЕСЯХ** 129

27. **ОЛЕИНОВАЯ ФРАКЦИЯ МАСЛА ЧИА В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ МОРОЖЕНОМ** 133

28. **СУБЛИМИРОВАННЫЕ ЯГОДЫ В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: РЕВОЛЮЦИЯ ВКУСА, ЦВЕТА, ТЕКСТУРЫ** 138

29. **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ ЖЕЛЕЗОМ** 143

30. **ДВУХЭТАПНОЕ ГРАНУЛИРОВАНИЕ САХАРА: МЕХАНИЗМЫ И ПРКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ** 147

31. **ПОДБОР РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ** 150

32. **ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В РЕЦЕПТУРЕ СЛОЁНЫХ ВАФЕЛЬ** 153

33. **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАРТОВЫХ КУЛЬТУР НА ДИНАМИКУ ВЕЛИЧИНЫ РН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС** 162

34. **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ЗЕФИРА НА ОСНОВЕ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ L-КАРНИТИНА** 165

35. **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ** 169

36. **ОНТОГЕНЕЗ ВИРУСА ЯДЕРНОГО ПОЛИЭДРОЗА У ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА ПРИ СТРЕССФАКТОРАХ** 172

37. **ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АРОМАТНОГО СПИРТА ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД ЧЁРНОЙ СМОРОДИНЫ** 176

38. **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ В РАЦИОН ПИТАНИЯ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ СОЕВОГО СЫРЬЯ** 184

39. **ИДЕНТИФИКАЦИЯ РУТИНА МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ В СЫРЬЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТА СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** 188

40. **БИОТЕХНОЛОГИЯ ЛАКТОФЕРМЕНТАЦИИ В СОЗДАНИИ СПОРТИВНЫХ НУТРИЦЕВТИКОВ ИЗ РАСТЕНИЙ** 192

41. **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЕЦЕПТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ** 197

42. **ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ КАРТОФЕЛЯ К ПАТОГЕННЫМ ГРИБАМ** 202

43. **ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ПОВРЕЖДЕННОГО КРАХМАЛА В ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ МУКЕ ИЗ КРУПЫ ГРЕЧНЕВОЙ ПРОРОЩЕННОЙ** 205

44. **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИКОМПОНЕНТНОГО КУЛИНАРНОГО РЫБНОГО ПРОДУКТА – «БАСАЛЕТ» С ДОБАВЛЕНИЕМ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ С КАМЧАТСКОГО КРАЯ** 209

45. **ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПАСТБИЩ С ТРАВОСМЕСЯМИ И МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ АПШЕРОНСКОГО РАЙОНА** 217

46. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ТЕСТА ДЛЯ ЗАВАРНЫХ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ НЕДОПЕЧЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ** 222

47. **ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ СУБЛИМИРОВАННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕННЫХ СОКОВ** 227

48. **КОМБИНАТОРНЫЙ АЛГОРИТМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СЛАДОСТИ СМЕСЕЙ ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНО САХАРОЗЫ** 231

49. **FORMATION OF ORGANOPHOSPHORUS OF DEALCOOLATED RED WINE THROUGH SPONTANEOUS LOW-LACTIC FERMENTATION** 244

50. **СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ РЖАНО-ПШЕНИЧНОЙ И ПШЕНИЧНО-РЖАНОЙ ОБОЙНОЙ МУКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОБНОЙ ВЫПЕЧКИ** 251

51. **СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНОЙ ВЫПЕЧКИ** 260

52. **ЭКСТРУДИРОВАНИЕ КОМБИКОРМОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПТИЦ БРОЙЛЕРНЫХ КРОССОВ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ** 269

53. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ПТИЦ БРОЙЛЕРНЫХ КРОССОВ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ** 273

54. **ПРОИЗВОДСТВО КРАХМАЛОПРОДУКТОВ ИЗ МАНИОКИ И СОРГО В АФРИКЕ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИИ** 277

55. **ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ РОТОСПРЕЯ В ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КОМБИКОРМА ДЛЯ АКВАКУЛЬТУР** 280

56. **ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОРМЛЕНИЯ ЦЕННЫХ ПОРОД РЫБ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ** 284

57. **ИНУЛИН В РЕЦЕПТУРНОМ СОСТАВЕ НИЗКОКАЛОРИЙНОГО МАРМЕЛАДА** 288

58. **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО АССОРТИМЕНТА МУКИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ РЫНКЕ** 290

59. **ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ ПРИМЕЛЬНИЧНОГО ЭЛЕВАТОРА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 250 Т/СУТКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСА ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ** 294

60. **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЛИНИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО САХАРА НА САХАРНОМ ЗАВОДЕ** 297

61. **ТЕХНОЛОГИЯ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ГЛЮКОЗНО-ФРУКТОЗНЫХ СИРОПОВ НА САХАРНОМ ЗАВОДЕ** 303

62. **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОВАРНЫХ И ПОМОЛЬНЫХ ПАРТИЙ НА ПРИМЕЛЬНИЧНОМ ЭЛЕВАТОРЕ** 307

63. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕЦИТИНА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ** 310

64. **УПРАВЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТЬЮ ХРАНЕНИЯ КОНДИТЕРСКОЙ ГЛАЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ** 314

65. **АЛЬТ-МУКА: КАК НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЗЛАКИ И БОБОВЫЕ ЗАВОЕВЫВАЮТ РЫНОК ЗОЖ-ПРОДУКТОВ** 318

66. **ЗАМОРОЗКА КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ** 322

67. **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КРУАССАНОВ НА ИХ КАЧЕСТВО** 324

68. **СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСПАНДИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ** 328

УДК 664.76.03

КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ЖИРА – ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ВЫРАБОТАННЫХ ИЗ НЕГО ЗЕРНОПРОДУКТОВ

К.В. Синецкий, врио директора, С.В. Черкасов, старш. научный сотрудник, Л.Г. Ересько, младш. науч. сотрудник, Ю.Б. Стручалина, младш. науч. сотрудник

КФ ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Краснодар
email: kuban@fncps.ru

Аннотация

В процессе переработки зерна в различную продукцию следует учитывать такой показатель, как кислотное число жира (КЧЖ). Установлено, что он кратно возрастает при выработке зернопродуктов различной крупности. Из этого следует, что для переработки следует брать зерно с наименьшим показателем КЧЖ, что позволит установить для выработанной продукции более длительные сроки годности.

Ключевые слова: зерно, крупа, мука, хранение, кислотное число жира, нормы свежести и годности, температура 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 [1].

Целью исследования является установление прослеживаемости изменения показателя КЧЖ при переработке зернового сырья. Для чего был выбран следующий порядок работ:

Получено на нескольких зерноперерабатывающих предприятиях пробы из партий зерна и пробы зернопродуктов, выработанных из этих же партий зерна. Виды зерновых культур: кукуруза, ячмень, рис. Исследованы полученные пробы. Количество проб зерна от каждой зерновой культуры составило не менее трех, с различающимися значениями КЧЖ.

Для контроля значений КЧЖ в получаемых пробах они были доставлены в лабораторию, где сделан соответствующий анализ и отобраны пробы с различающимся КЧЖ. Размер каждой из проб зерна составил не менее 10 кг.

Определены виды зернопродуктов: крупа, мука. Количество проб каждого из зернопродуктов — по одной пробе от каждой из зерновых проб. Размер каждой из проб зернопродукта не менее 3 кг.

В полученных и отобранных пробах зерна и зернопродуктов определена влажность, КЧЖ, содержание жира, белка.

Выбраны из имеющегося набора отобранных зерновых проб по каждой из культур - пробы с наибольшими значениями КЧЖ и помещены в климатическую камеру при температуре 40ºС и 70 - 75% влажности для создания провокационных условий, обеспечивающих нарастание КЧЖ. Далее пробы были исследованы. Не реже одного раза в месяц проводился отбор субпроб от хранящихся в провокационных условиях зерновых проб и определялось КЧЖ и влажность.

На завершающей стадии проведения работы зерновые пробы были переработаны в зернопродукты на лабораторных стендах. Проведены анализы на КЧЖ и влажность.

Выбраны из имеющегося полученного набора зерновых продуктов пробы с наибольшими значениями КЧЖ и помещены в условия хранения с умеренной (20ºС) и повышенной (40ºС) температурой. Не реже одного раза в месяц отбирались субпробы от хранящихся проб в условиях повышенной температуры и не реже одного раза в квартал в условиях умеренной температуры и проводились анализы на КЧЖ и влажность.

Для сравнения, проведены в лабораторных условиях несколько циклов искусственного

экспресс старения нескольких зерновых проб с достижением в них значительных значений КЧЖ.

Материалом для исследований являлись партии зерна риса, кукурузы, ячменя и зернопродукты, выработанные из этих партий зерна как в производственных, так и лабораторных условиях. Выработанная продукция соответствует нормативной документации.

Источниками получения зерна и выработанных из него зернопродуктов являются преимущественно предприятия, расположенные в Краснодарском крае и Юге России.

Пробы исследуемого материала были предоставлены АО «Агрокомплекс», ООО «Кубанская крупяная компания», ООО «Марьянский рисозавод», а также индивидуальными предпринимателями и крестьянско-фермерскими хозяйствами.

За первое полугодие 2025 г. исследовано 8 партий зернового сырья, а также произведенных из него зернопродуктов в условиях реального производства. Кроме того, в лабораторных условиях из зернового сырья, находящегося на хранении выработано еще 8 партий зернопродуктов. В настоящее время набор материала для исследований продолжается. Особый интерес представляют высокопродуктивные сорта риса новой селекции, урожая 2025 г и выработанная из него стандартизированная продукция.

В таблице 1 представлены выборочные данные из исследуемых партий зерна и произведенных из него зернопродуктов.

Таблица 1 – Выборочные показатели КЧЖ зерна и зернопродуктов, изготовленных из него производственных условиях

№ пробы	Наименование пробы	Влажность, %	КЧЖ, мг КОН на 1 г жира
	Партия 2		
2з	Зерно кукурузы	12,2±0,3	6,4±0,6
2к	Крупа кукурузная №4	11,0±0,3	16,9±1,7
2м	Мука кукурузная	11,2±0,3	53,8±5,4
	Партия 4		
4з	Зерно риса	10,8±0,3	9,2±0,9
4к	Крупа рис шлифованный 1с	13,9±0,3	23,8±2,4
4м	Мука рисовая	14,6±0,3	63,5±6,4
	Партия 5		
5з	Зерно ячменя	11,6±0,3	9,2±0,9
5к (перл)	Крупа ячменная перловая №1	12,1±0,3	13,8±1,4
5 к(ячн)	Крупа ячменная ячневая	10,9±0,3	21,1±2,1

Как видно из представленных данных, величина КЧЖ при переработке зерна в крупу и муку существенно возрастает. Это явление связано с тем, что в процессе измельчения зерна площадь соприкосновения поверхности с воздухом многократно возрастает [4,5].

Кроме того, согласно методике проведения исследований пробы зерна с наибольшим значением КЧЖ заложены в климатическую камеру с установленным режимом хранения (влажность 75% и температура 40оС) с целью ускорения возрастания этого показателя для последующей переработки в зернопродукты [2]. Так же заложены на хранение аналогичные пробы зерна при температуре 20оС и естественной влажности, что соответствует естественным условиям хранения [3,4].

В таблицах 2-3 представлено изменение КЧЖ при хранении отдельных партий зерна и выработанных из него зернопродуктов в установленных температурных режимах.

Таблица 2 – Изменение КЧЖ в зерне и продуктах его переработки при хранении в климатической камере (t=40±2ºС, φ =70-75%)

Шифр пробы	Шифр субпробы	Наименование пробы	Срок хранения, мес.	КЧЖ, мг КОН на 1г жира	Влажность, %
Партия 2					
2з	4	Зерно кукурузы	0	6,4±0,6	12,2±0,3
	69		4	10,3±1,0	12,0±0,3
2к	5	Крупа кукурузная №4	0	16,9±1,7	11,0±0,3
	86		4	53,8±5,4	12, 0±0,3
2м	6	Мука кукурузная	0	53,5±5,4	11,2±0,3
	87		4	165,0±16,5	12,0±0,3
Партия 4					
4з	10	Зерно риса	0	9,2±0,9	10,8±0,3
	71		4	14,8±1,5	11,4±0,3
4 к	11	Крупа рисовая шлифованная 1с	0	23,8±2,4	13,9±0,3
	79		4	58,1±5,8	13,6±0,3
4м	12	Мука рисовая	0	63,5±6,4	14,6±0,3
	91		4	166,5±16,7	14,2±0,3
Партия 5					
5з	13	Зерно ячменя	0	9,2±0,9	11,6±0,3
	72		4	19,7±1,9	11,8±0,3
5к пер.	15	Крупа ячменная перловая №1	0	13,8±1,4	12,1±0,3
	93		4	49,3±4,9	11,0±0,3
5 к ячн.	14	Крупа ячменная ячневая	0	21,1±2,1	10,9±0,3
	92		4	48,3±4,8	11,1±0,3

При хранении зерна и выработанных из него зернопродуктов в условиях, ускоряющих снижение их качества в течение 4-х месяцев прирост КЧЖ (мг КОН на 1г жира) составил для риса-зерна – 5,6; крупы рисовой – 34,3; муки рисовой – 103,0. Для зерна кукурузы – 3,9; кукурузной крупы – 36,9; муки кукурузной – 111,5. Для зерна ячменя – 10,5; крупы перловой – 35,5; крупы ячневой – 27,2.

Таблица 3 – Изменение КЧЖ в зерне и продуктах его переработки, хранящихся при температуре 20±2ºС и естественной влажности воздуха

Шифр пробы	Шифр субпробы	Наименование пробы	Срок хранения, мес.	КЧЖ, мг КОН на 1г жира	Влажность, %
Партия 1					
1з	1	Зерно кукурузы	0	6,1±0,6	11,3±0,3
	40		2	6,7±0,7	10,9±0,3
1к	2	Крупа кукурузная №4	0	17,5±1,8	11,8±0,3
	41		2	34,5±3,4	11,4±0,3
1м	3	Мука кукурузная	0	45,3±4,5	9,8±0,3
	42		2	96,2±9,6	11,0±0,3
Партия 2					
2з	4	Зерно кукурузы	0	6,4±0,6	12,2±0,3
			2	10,8±1,1	12,2±0,3
2к	5	Крупа кукурузная №4	0	16,9±,7	11,0±0,3
	30		2	38,2±3,8	11,8±0,3
	86		4	53,8±5,4	12, 0±0,3
2м	6	Мука кукурузная	0	53,5±5,4	11,2±0,3
	45		2	101,4±10,1	11,4±0,3
Партия 3					
3з	7	Зерно риса	0	9,9±0,9	12,4±0,3
	46		2	12,7±1,3	11,4±0,3
3к	8	Крупа рис шлифованный 1 с	0	33,9±3,4	14,0±0,3
	47		2	45,3±4,5	11,9±0,3
3д	9	Крупа рис дробленый шлифованный	0	30,4±3,0	13,6±0,3
	48		2	43,6±4,4	12,0±0,3
Партия 4					
4з	10	Зерно риса	0	9,2±0,9	10,8±0,3
	49		2	8,7±0,9	11,4±0,3
4 к	11	Крупа рисовая шлифованная 1с	0	23,8±2,4	13,9±0,3
	50		2	35,4±3,5	11,9±0,3
4м	12	Мука рисовая	0	63,5±6,4	14,6±0,3
	51		2	82,6±8,3	12,2±0,3

Хранение зерна и зернопродуктов при 20°С в течение 4-х месяцев показало, что прирост КЧЖ (мг КОН на 1г жира) для риса-зерна – без изменений; крупы рисовой – 12,8; муки рисовой – 25,6. Для зерна кукурузы – 0,8; кукурузной крупы – 13,5; муки кукурузной – 114,3. Для зерна ячменя – 2,0; крупы перловой – 11,9; крупы ячневой – 9,0.

Из этого следует, что для переработки следует выбирать сырье с минимальным значением КЧЖ, что позволит установить более длительный срок хранения выработанной продукции, применив методику хранения зерна и зернопродуктов при повышенной температуре и влажности.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы производителями при передаче зерна из хранения в производство, что позволит получать продукцию более высокого качества.

Литература

1. Черкасов С.В. Уровень кислотного числа жира как показатель хранимоспособности кукурузной крупы / С.В. Черкасов, Ю.Ф. Марков, Л.Г. Ересько, А.Н., Буряк, Ю.Б. Стручалина. - Текст: непосредственный // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. –2024 – № 4. – С. 40-46.
2. Марков Ю.Ф. Изменение уровня кислотного числа жира в кукурузной крупе при различных, искусственно созданных условиях ее хранения / Ю.Ф. Марков, Л.Г. Ересько, А.Н. Буряк. - Текст: непосредственный // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. –2022 – № 4 – С. 179-184.
3. Приезжева, Л.Г. Уточнённые нормы безопасного хранения и годности пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта по кислотному числу жира / Л.Г. Приезжева, Е.П. Мелешкина. - Текст: непосредственный //Хлебопродукты. – 2018 – № 6 – С. 44-47.
4. Волкова О.В. Кислотное число жира как индикатор свежести и годности манной крупы / О.В. Волкова, Л.В. Ванина. - Текст: непосредственный // Пищевая промышленность. – 2022 – № 5 –С. 53-54.
5. Савченко Д.А., Мацакова Н.В. Влияние технологии производства кукурузной крупы на срок хранения готовой продукции // Инновации в индустрии питания и сервисе: материалов V Международной научно-практической конференции. – Краснодар: ФГОУ ВО «КубГТУ», 2022. – С. 417-419.

КИСЛОТНОЕ ЧИСЛО ЖИРА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Черкасов С.В., старший научный сотрудник, Ересько Л. Г., младший научный сотрудник, Стручалина Ю.Б., младший научный сотрудник

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

Аннотация

Проведено исследование уровня кислотного числа жира в свежеубранном зерне продовольственной пшеницы, выращенной в различных районах юга России, и в зерне пшеницы, подвергнутому глазированию пищевым подсолнечным маслом. Далее пробы зерна были заложены на хранение в различные условия, как естественные - с различной степенью инсоляции, так и хранились в лабораторных условиях с поддержанием постоянной температуры 35°С. Периодически определялись отдельные показатели их товарной классификации и показатель «кислотное число жира» по ГОСТ 31700-2012 Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира. Целью исследования является выявление наиболее оптимальных условий хранения, которые не приводят к существенному его увеличению в зерне пшеницы и определение влияния на этот показатель процесса глазирования зерна пищевым подсолнечным маслом с целью пылеподавления. Установлено, что показатель КЧЖ имеет тенденцию к увеличению и ее степень зависит от условий хранения.

Зерно является национальным достоянием Российской Федерации, одним из основных факторов устойчивости ее экономики [1]. Продовольственная независимость определяется как уровень самообеспечения в процентах, рассчитываемый как отношение объема отечественного производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия к объему их внутреннего потребления и для зерна составляющий наибольшее значение, равное 95% [2].

Кроме того, зерно является основным компонентом при производстве комбикормов и его производство, хранение и реализация оказывает существенное влияние на рынок пищевых продуктов в целом.

Основными задачами в области хранения зерна является сокращение его потерь, повышение качества и снижение себестоимости хранения на единицу веса хранимого продукта.

Сложность организации хранения больших масс зерна заключается в их биологических и физико-химических особенностях. Зерно является живым организмом, в котором протекают разнообразные физиологические и биохимические процессы, интенсивность которых зависит от его состояния и условий окружающей среды.

В нашей стране достаточно глубоко разработаны теоретические основы и техника хранения больших масс зерна. Однако развитие техники и технологий в области хранения и переработки зерна требуют введения новых норм и методов определений свойств сохранности зерновой массы. Поэтому совершенствование процессов хранения зерна и продуктов его переработки является одним из приоритетных направлений исследований в современной науке.

Кубанским филиалом ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН с 2018 года проводится мониторинг такого показателя как «кислотное число жира» в свежеубранном и хранящемся зерне пшеницы 3 и 4 классов с целью установления закономерностей его изменения в процессе хранения в зависимости от внешних факторов.

При хранении опытных образцов обеспечиваются следующие условия, характерные для юга России:

- хранение зерна пшеницы в естественных условиях окружающей среды, которая обеспечивает регулярные и эффективные ежесуточные инсоляционные воздействия на стенки хранилища, что воспроизводит условия хранения зерна в металлических зернохранилищах, которые в настоящее время получили довольно широкое распространение.

- хранение зерна пшеницы в естественных условиях окружающей среды с минимальными инсоляционными воздействиями.

Кроме того, производилось хранение зерна пшеницы в активно термостатируемой зоне с поддерживаемой температурой 35ºС - в термостате с подогреваемой водяной рубашкой.

Данные, полученные при хранении представлены в нижеприведенных таблицах.

Таблица 1 – Хранение зерна мягкой пшеницы урожая 2018 года в естественных условиях окружающей среды (Бокс №1 - регулярное воздействие прямых солнечных лучей)

Срок хранения, мес.	КЧЖ, мг КОН 1 г жира	Клейковина		Влажность, %	Стекловидность, %	Всхожесть, %
		Количество, %	Качество, у.е. ИДК			
Пшеница 3 класса						
Исх.	11,5	25,6	62,5	13,4	68	92
3	10,1	25,6	65	12,0	73	95
6	11,0	25,4	65	11,6	70	94
9	12,1	25,0	60	11,1	62	90
12	12,9	25,0	60	10,8	66	92
Пшеница 4 класса						
Исх.	7,3	22,0	85	11,8	60	97
1	7,2	22,2	85	10,8	60	96
3	7,9	22,0	80	9,8	58	94
6	9,8	21,4	75	11,0	68	96
9	9,0	22,0	75	10,4	62	95
12	9,4	21,6	70	10,3	64	88
15	10,4	22,0	70	10,1	60	90

Из данных таблицы 1 следует, что показатели товарной классификации проб пшеницы урожая 2018 года, хранящихся в естественных условиях окружающей среды при регулярном воздействии прямых солнечных лучей, не претерпели существенных изменений в процессе хранения. Что касается показателя «кислотное число жира» - следует отметить некоторую тенденцию к его увеличению. В частности, для пшеницы 3 класса после 12 месяцев хранения, изменение КЧЖ составило 1,4 мг КОН на 1 г жира (с 11,5 мг КОН на 1 жира до 12,9 мг КОН на 1 жира), а для пшеницы 4 класса (период хранения -15 месяцев) - 3,1 мг КОН на 1 г жира (с 7,3 КОН на 1 г жира до 10,4 КОН на 1г жира). Изменения КЧЖ для пшеницы 3 класса укладываются в пределы воспроизводимости метода измерения, поэтому их можно считать незначительными, а для пшеницы 4 класса эти изменения значимы.

Таблица 2 – Хранение зерна мягкой пшеницы урожая 2018 года в естественных условиях окружающей среды (Бокс №2- нет воздействия прямых солнечных лучей)

Срок хранения, мес.	КЧЖ мг КОН, 1 г жира	Клейковина		Влажность, %	Стекловидность, %	Всхожесть, %
		Количество, %	Качество, у.е. ИДК			
Пшеница 3 класса						
Исх.	11,5	25,6	62,5	13,4	68	92
3	12,9	25,8	62,5	11,5	69	95
6	13,3	25,6	65	11,6	67	93
9	13,4	25,6	65	11,2	64	88
12	12,4	25,4	60	11,0	66	90
Пшеница 4 класса						
Исх.	7,3	22,0	85	11,8	60	97
1	7,2	22,4	85	11,4	62	97
3	8,1	22,0	80	10,9	63	95
6	10,9	22,0	70	11,2	59	96
9	9,4	22,2	75	10,4	60	97
12	9,1	22,0	70	10,6	62	97
15	9,8	22,0	70	10,4	58	94

Анализ таблицы 2 показал, что хранение проб пшеницы урожая 2018 года в условиях окружающей среды с минимальными инсоляционными воздействиями не привело к существенным изменениям показателей товарной классификации. Кислотное число жира в пробе пшеницы 3 класса за 12 месяцев хранение увеличилось незначительно с 11,5 до 12,4 мг КОН на 1г жира, что составило 0,9 мг КОН на 1г жира и укладывается в пределы воспроизводимости метода измерения. Для пробы пшеницы 4 класса, хранившейся 15 месяцев в тех же условиях, кислотное число жира возросло с 7,3 до 9,8 мг КОН на 1 г жира. Увеличение при хранении величины КЧЖ на 2,5 мг КОН на 1г жира является значимым.

Таблица 3 – Хранение зерна мягкой пшеницы урожая 2018 года в активно термостатируемой зоне с поддерживаемой температурой 35ºС

Срок хранения, мес.	КЧЖ, мг КОН 1 г жира	Клейковина		Влажность, %	Стекловидность, %	Всхожесть, %
		Количество, %	Качество, у.е. ИДК			
Пшеница 3 класса						
Исх.	11,5	25,6	62,5	13,4	68	92
3	10,9	25,8	60	8,8	68	94
6	11,5	25,4	60	7,8	67	93
9	12,3	25,0	65	8,1	64	89
12	12,0	25,0	65	7,8	63	90

Пшеница 4 класса						
Исх.	7,3	22,0	85	11,8	60	97
1	7,8	22,0	85	11,3	60	96
3	8,2	22,2	80	10,8	61	94
6	8,5	21,6	60	8,0	61	97
9	8,5	21,8	65	7,6	62	96
12	9,5	22,0	70	8,0	52	94
15	10,2	22,0	65	7,8	56	92
Пшеница 4 класса (глазированное)						
Исх	7,3	22,0	85	11,8	60	97
1	7,4	22,2	85	10,6	59	95
2	7,4	22,4	80	9,9	60	95
4	8,6	22,0	75	9,0	60	94
7	8,8	22,0	80	8,2	61	94
10	8,9	22,1	75	8,0	58	93
12	9,4	22,0	75	7,6	59	95

Данные по изменению показателей качества пшеницы представлены нарастающим итогом в таблице 3. Во всех пробах пшеницы, хранившихся в активно термостатируемой зоне (35ºС), показатели товарной классификации практически не изменились.

КЧЖ в пробе пшеницы 3 класса за период хранения (12 месяцев) возросло незначительно - с 11,5 до 12,0 мг КОН на 1г жира, то есть на 0,5 мг КОН на 1г жира.

В пробе пшеницы 4 класса рост значения КЧЖ за 15 месяцев хранения составил 2,9 мг КОН на 1г жира (с 7,3 до 10,2 мг КОН на 1г жира).

В настоящее время в России получает распространение технология пылеподавления при перемещениях зерна путем глазирования его масляным аэрозолем, с расходом масла около 200 грамм на одну тонну зерна. Глазирователем является пищевое дезодорированное, рафинированное подсолнечное масло, однако технология позволяет применять для этих целей и белое минеральное масло высокой вязкости – пищевую добавку Е 905, с нормой ввода до 800 грамм на одну тонну зерна [3].

В активно термостатируемой зоне бокса (35ºС) дополнительно хранится проба пшеницы 4 класса урожая 2018 года, подвергнутая обработке масляным глазирователем из расчета 100 г масла подсолнечного на 1 тонну зерна.

Следует отметить, что величина КЧЖ в исходной и глазированной пробах пшеницы за 12 месяцев хранения изменилась практически одинаково и составила соответственно 2,1 мг КОН на 1 г жира (с 7,3 до 9,5 мг КОН на 1г жира) и 2,2 мг КОН на 1г жира (с 7,3 до 9,4 мг КОН на 1 г).

Кроме того, целью проведения исследований являлось определение влияния введения глазирователя - подсолнечного масла, на рост значения показателя КЧЖ и установление такой возможной зависимости. Соответственно, при выявлении такой зависимости было бы необходимо принимать корректирующие решения, поскольку такое масляное пылеподавляющее глазирование зерна осуществляется на ряде предприятий Юга России в промышленных масштабах. Для исследования влияния пылеподавляющей технологии на безопасное хранение зерна на Новороссийском терминале была отобрана проба зерна пшеницы урожая 2019 года, подвергнутая промышленному глазированию пищевым подсолнечным маслом и заложена на хранение в активно термостатируемой зоне с поддерживаемой температурой 35ºС и в металлическом боксе, не

подверженном воздействию прямых солнечных лучей. В эти же условия помещена проба пшеницы 3 класса урожая 2019 года для мониторинга изменений показателей качества в процессе хранения.

Отдельно изучено влияние обработки проб зерна пшеницы масляным глазированием на физико-химические показатели зерна и на изменение этих показателей в процессе продолжительного хранения в модельных условиях. Пробы зерна подвергались обработке масляным глазированием в лабораторных условиях и также отбирались с технологических линий после такой обработки, проведенной в производственных условиях на Новороссийском зерновом терминале.

Таблица 4 – Хранение зерна озимой мягкой пшеницы, урожая 2019 года, отобранного на Новороссийском зерновом терминале, в активно термостатируемой зоне с поддерживаемой температурой 35ºС

Срок хранения, мес.	Влажность, %	Клейковина		Всхожесть, %	Стекловидность,%	Натура, г/л	КЧЖ, мг КОН на 1 г
		Количество, %	Качество, у.е. ИДК				
Зерно не глазированное							
Исходное	10,8	24,0	85	81	58	810	8,0
3	9,4	24,0	80	94	63	807	8,9
Зерно глазированное							
Исходное	12,0	23,2	85	75	72	818	8,3
3	9,2	23,0	80	97	69	814	8,9

Таблица 5 – Хранение зерна озимой мягкой пшеницы урожая 2019 года, отобранного на Новороссийском зерновом терминале, в естественных условиях окружающей среды (Бокс №2 - нет воздействия прямых солнечных лучей)

Срок хранения, мес.	Влажность, %	Клейковина		Всхожесть, %	Стекловидность,%	Натура, г/л	КЧЖ, мг КОН на 1 г
		Количество, %	Качество, у.е. ИДК				
Зерно не глазированное							
Исходное	10,8	24,0	85	81	58	810	8,0
3	11,5	24,2	80	98	65	808	9,8
Зерно глазированное							
Исходное	12,0	23,2	85	75	72	818	8,3
3	11,6	23,0	80	95	66	816	9,1

Анализ таблиц 4 и 5 показал, что хранение зерна пшеницы в течение 3 месяцев не привело к существенным изменениям физико-химических показателей и величины КЧЖ, как в не глазированных пробах, так и в пробах, отобранных с технологических линий после масляной обработки, проведенной в производственных условиях на Новороссийском зерновом терминале. Кроме того, в процессе глазирования зерна в лабораторных условиях выявлено, что отклонение показателя КЧЖ, в сравнении с исходными значениями укладываются в пределы воспроизводимости метода измерения при установленной норме ввода глазирователя 200 грамм на одну тонну зерна.

Лабораторное моделирование условий хранения не может в полной мере воспроизвести условия хранения в зерновой насыпи промышленного объема. Это связано с недостаточной изученностью распределенных и совмещенных физических процессов, протекающих в зерновой насыпи большого объема под воздействием переменных внешних условий при неоднородности

начальных условий, и вследствие этого, сложностью их полного формализованного описания. В этой связи, в дальнейшем предполагается разработка методик, подготовка инструментов и проведение аналогичного рода исследований на промышленных объемах хранения зерна [4].

В целом, установлено, что значение такого показателя как «кислотное число жира» растет в процессе хранения зерна и интенсивность его роста зависит от условий хранения. Это позволяет сделать вывод о том, что необходимо в дальнейшем установить пороговые значения КЧЖ, при достижении которых дальнейшее хранение зерна может негативно сказаться на его качестве.

Ключевые слова: хранение зерна, кислотное число жира, пшеница, пылеподавление.

Литература

1. Федеральный закон РФ от 14 мая 1993 г. N 4973-I "О зерне" (с изменениями на 18 июля 2011 года) // «Российская газета», 1993, N 102;
2. 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;
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (с изменениями на 18 сентября 2014 года) // Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 г. N 58;
4. EQUIPMENT AND SCIENTIFIC STUDIES OF EXPERIMENTAL DATA ON STORAGE OF WHEAT GRAIN Yuri F. Markov, Alexandra N. Buriak, Larisa G. Eresko Журнал «Пищевые системы», 2019, том 2, №4. С. 25-30

УДК 664.76.03

УРОВЕНЬ КИСЛОТНОГО ЧИСЛА ЖИРА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ

Черкасов С.В., старший научный сотрудник, Ересько Л. Г., младший научный сотрудник, Окара Е.И., младший научный сотрудник

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

Аннотация

В настоящее время нет научно обоснованных сроков хранения и годности 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 (10ºС, 20ºС, 30ºС, 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 (10ºС, 20ºС, 30ºС, 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.

КЧЖ (10ºС) = 1,19x +14,9; (1)
КОО (10ºС) = -0,56x+101,24; (2)

КЧЖ (20ºС) = 1,69x+14,53; (3)
КОО (20ºС) = -0,47x+102,05; (4)

КЧЖ (30ºС) = 2,88x+13,37; (5)
КОО (30ºС) = -1,82 x+107,63; (6)

КЧЖ (склад) = 1,55x+19,13; (7)
КОО (склад) = -0,62x+102,47; (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(xнорм) -b)/a.

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

x (10ºC) = (80-14,9)/1,19 = 54 мес.

x (20ºC) = (80-14,53)/1,69 = 38 мес.

x (30ºC) = (80-13,37)/2,88 = 23 мес.

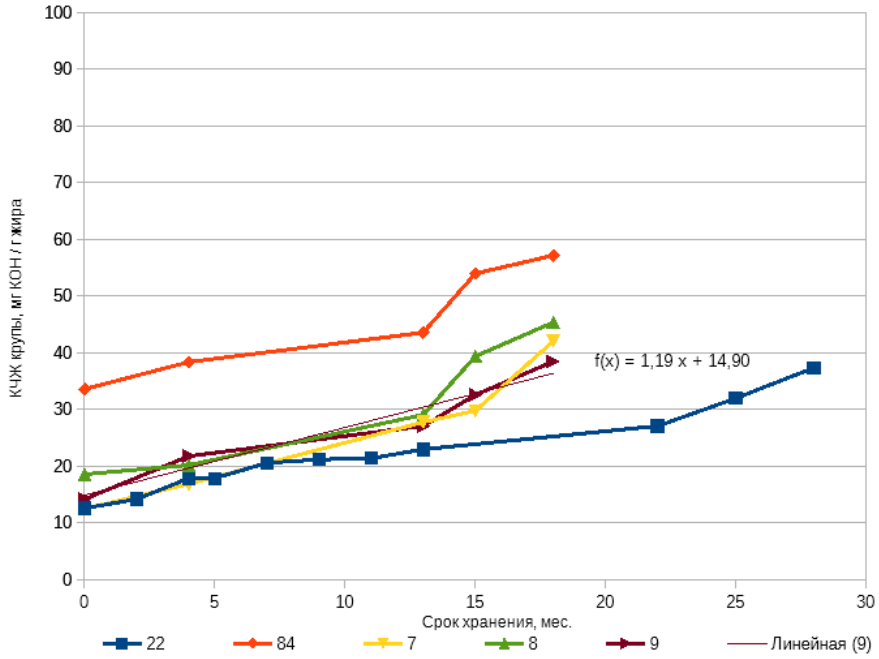


Рис. 1 Изменения в крупе при 10 ºС

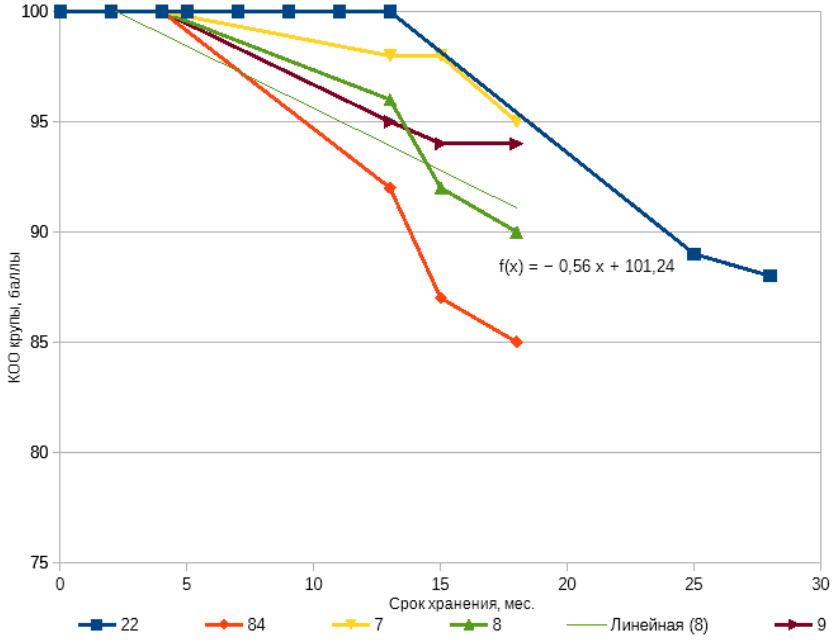


Рис. 2 Изменения в крупе при 10 ºС

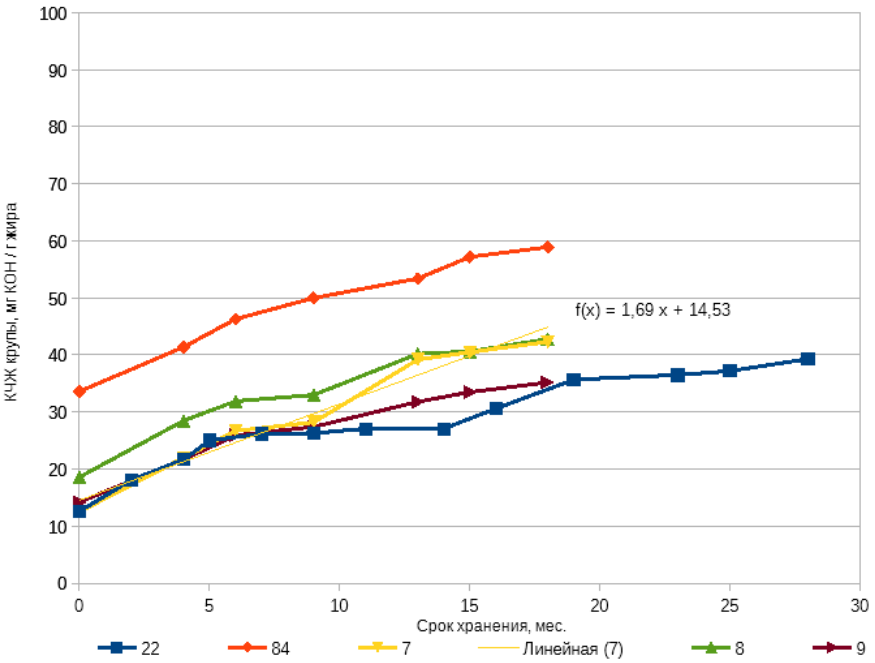


Рис. 3 Изменения в крупе при 20 ºС

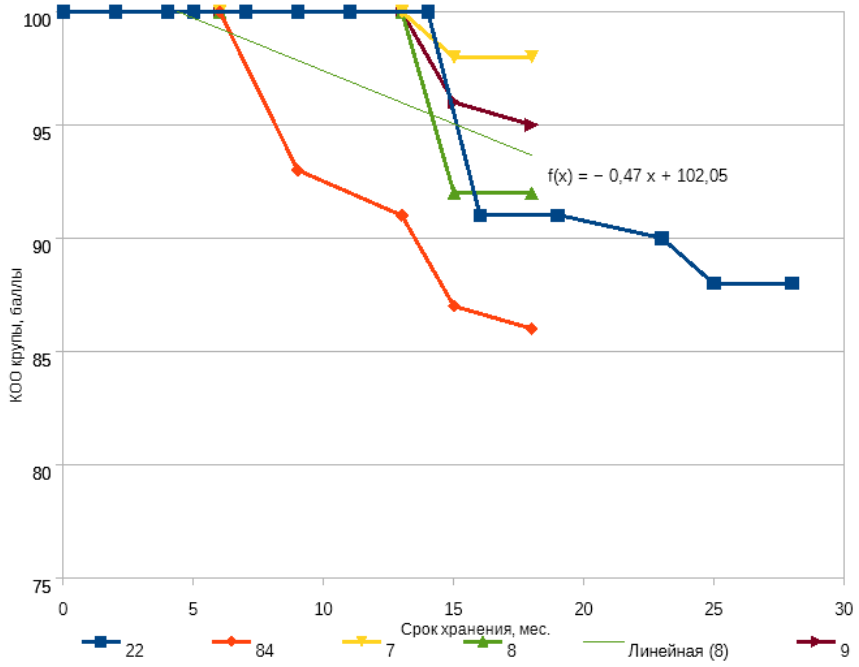


Рис. 4 Изменения в крупе при 20 ºС

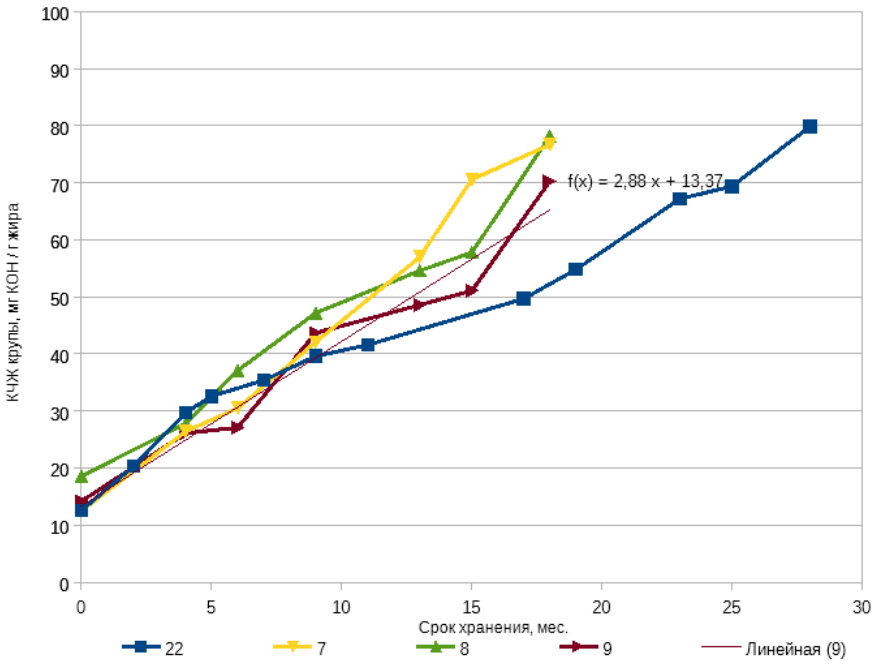


Рис. 5 Изменения в крупе при 30 ºС

ºС

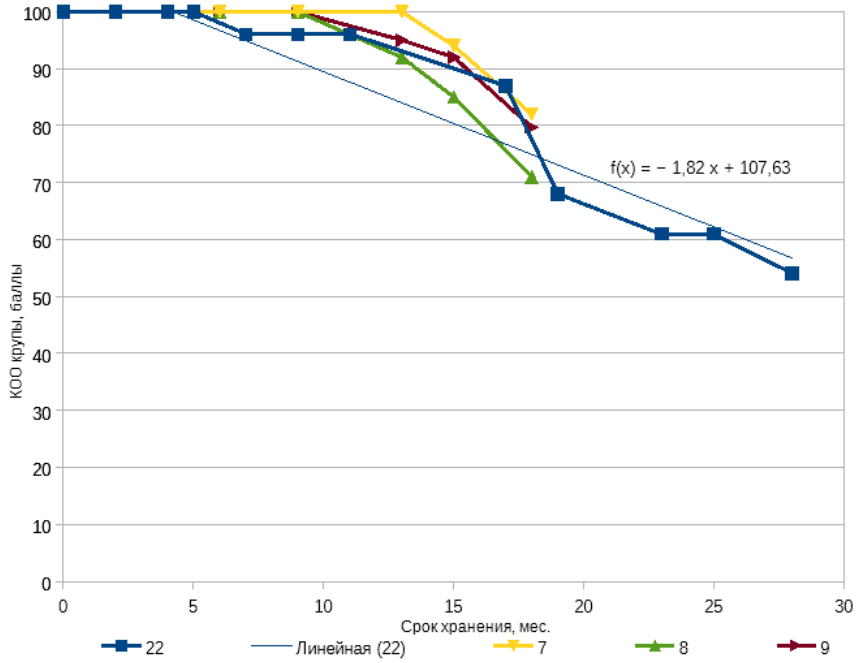


Рис. 6 Изменения в крупе при 30 ºС

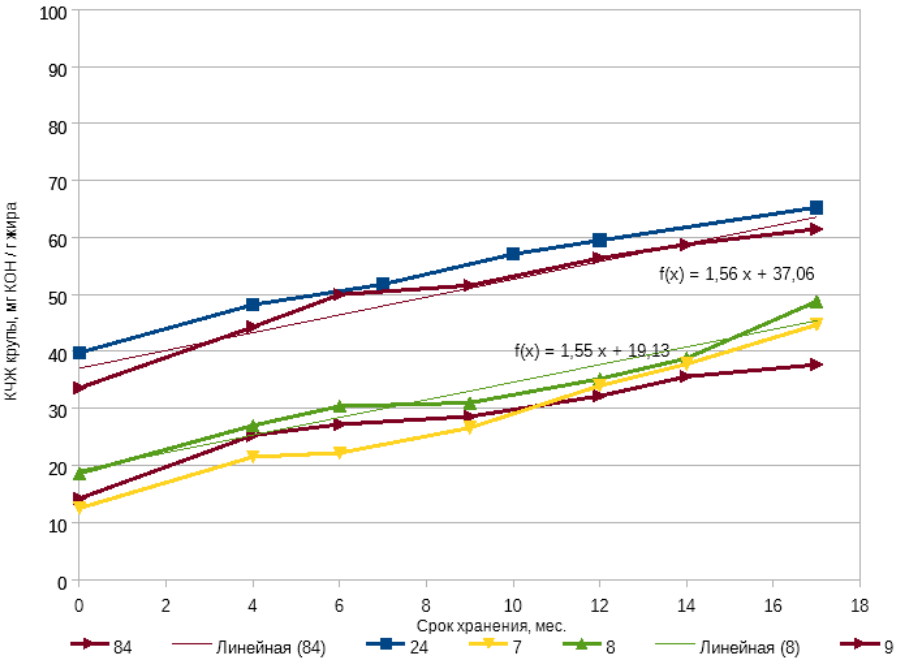


Рис. 7 Изменения в крупе в складе

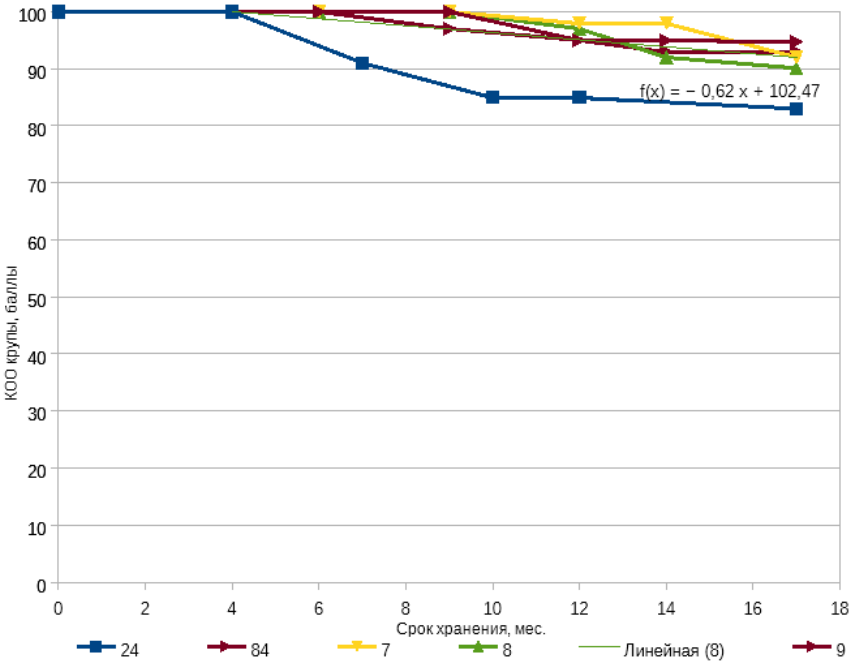


Рис. 8 Изменения в крупе в складе

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. QUIPMENT 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.

ТОКСИГЕННЫЕ ВИДЫ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

Цыгаркина А.С., Яицких А.В., кандидат технических наук

ВНИИЗ - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва
e-mail: a.cygarkina@fncps.ru

Аннотация

В статье представлен литературный обзор данных об оценке токсигенности различных штаммов грибов рода *Fusarium*. Многочисленные представители микроскопических грибов рассматриваемого вида способны продуцировать вещества, обладающие высокой токсичностью для растений, животных и человека – микотоксины. Анализ разработанных современных методов тестирования токсичности штаммов *Fusarium* позволяет выявлять уровни патогенности и потенциальные риски для сельскохозяйственных культур. Особое внимание уделяется многообразию свойств грибов *Fusarium*, включая выявление непатогенных штаммов, что открывает перспективы для использования таких микроорганизмов в биотехнологиях. Оценка токсигенности штаммов *Fusarium* является ключевым этапом для разработки безопасных и эффективных микробиологических препаратов для защиты растений, улучшения безопасности кормов и повышения устойчивости современных агросистем. Результаты тематических исследований, обзор которых представлен в данной статье, способствуют развитию устойчивого сельского хозяйства и снижению потерь и порчи урожая, обусловленных жизнедеятельностью грибов рода *Fusarium*.

В РФ согласно данным Министерства сельского хозяйства и отчетам отраслевых организаций, урожай зерновых в 2025 году ожидается рекордным – около 135 млн тонн, с ростом урожайности примерно на 10-15% по сравнению с прошлым годом. Однако фузариоз, вызываемый микроскопическими грибами рода *Fusarium*, остается одной из основных фитопатологий, вызывающей значительные потери урожая и снижение качества зерна. Потери урожая от фузариоза в отдельные годы могут достигать 15-20%, а при сильной пораженности посевов и неблагоприятных условиях – еще выше, что влияет как на количество, так и на качество продукции посредством выделения вторичных метаболитов – микотоксинов [1,4,13, 14].

Поскольку поражение фузариозом напрямую связано с продуцированием микотоксинов, актуальна постоянная оценка токсигенности различных видов грибов *Fusarium*, что помогает минимизировать риски для пищевой безопасности.

Основными токсичными метаболитами *Fusarium* в РФ являются дезоксиниваленол (ДОН), зеараленон, НТ-2, Т-2 токсины, ниваленол и фумонизины. Далее рассмотрим их чуть подробнее относительно их потенциального вреда для человека и животных. ДОН (дезоксиниваленол) биохимически является ингибитором трансляции, запускает каскад стрессовых сигналов и приводит к разрушению и гибели белков [5, 6, 14, 17, 21]. Со временем и при тепловой обработке не разрушается, подавляет иммунитет. Зеараленон влияет на гормональную систему, встраиваясь в рецепторы эстрогена, при потреблении вызывает гормональные сбои, нарушая репродуктивную функцию. НТ-2 и Т-2 токсины являются ингибиторами трансляции и митоза, действуют аналогично механизму ДОНа, но агрессивнее. Вызывают быструю и массовую гибель клеток барьерных тканей, даже в малых количествах в корме и пище вызывают тяжелейшие поражения слизистых оболочек и иммунодефицит. Ниваленол, как и дезоксиниваленол, подавляет активность рибосом, но при этом сильнее провоцирует образование токсичных свободных радикалов, повреждающих клетки, более активен и токсичен, что делает его особо опасным контаминантом. Считается "эмерджентным"

микотоксином, чье значение недооценивали ранее. У фумонизинов основной механизм токсического действия заключается в ингибировании ферментов, что приводит к накоплению токсичных промежуточных соединений, являются химически стабильными и термоустойчивыми веществами, предположительно, канцерогены [2, 3, 6, 7, 10, 11, 16, 20, 21].

Ниже приведены усредненные данные по распространенности фузариоза среди зерновых культур в России за последние годы [1, 4, 5, 8, 11, 14]:

Таблица – Основные токсинопродуцирующие виды *Fusarium* в России

Вид	Продуцируемые микотоксины	Поражаемые культуры	Распространенноть
Fusarium graminearum	Дезоксиниваленол (ДОН) Зеараленон Ниваленол	Пшеница, ячмень, рожь, овес	**Главный возбудитель фузариоза в РФ,** наиболее экономически значимый вид; выявляется повсеместно
Fusarium sporotrichioides	Т-2 токсин НТ-2 токсин ДОН	Пшеница, ячмень, овес	Повсеместно, но чаще в регионах с умеренным климатом
Fusarium poae	Ниваленол ДОН Боверицин	Пшеница, ячмень, овес	Повсеместно
Fusarium moniliforme (F. verticillioides)	Фумонинизы ДОН Зеараленон	Кукуруза, рис, сорго	Повсеместно
Fusarium avenaceum	**Монилиформин** Энниатины	Пшеница, ячмень, овес, картофель	Повсеместно, но редко, часто в сообществе с другими видами
Fusarium culmorum	ДОН Зеараленон Ниваленол	Пшеница, ячмень	**Европейская часть России**

Как показано в Таблице, *F. graminearum* является доминирующим возбудителем фузариоза зерновых со значительными сопутствующими экономическими потерями на территории РФ. Различия по регионам связаны в первую очередь с климатическими и агротехническими условиями. Также необходимо отметить, что из-за изменений климата (более мягкие и влажные зимы, теплая весна, обратные заморозки) наблюдается постепенное смещение ареала *F. graminearum* на север [1, 11]. Это приводит к изменению спектра обнаруживаемых микотоксинов в зерне: увеличивается риск загрязнения ДОНом и зеараленоном в регионах, где ранее эта проблема была не столь острой.

Столь обширное как по территории, так и по поражаемым видам зерновых распространение *Fusarium* и смена ареалов обнаружения его видов ставит вопрос об эффективных методах его идентификации и контроля. Нормы по содержанию определенных микотоксинов в зависимости от вида зерновой продукции прописаны в техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности зерна» (ТР ТС 015/2011) для РФ. Также существует несколько основных общепринятых методов обнаружения и количественной оценки фузариозного зерна и микотоксинов, выделяемых грибами рода *Fusarium*. Нельзя не отметить, что совместное загрязнение – часто встречающееся явление, так, одна партия зерна может содержать, например, ДОН, Т-2 токсин и зеараленон одновременно, что усиливает их токсический эффект [2, 4, 7, 20].

В целом, все методы по количественному определению и идентификации рассматриваемого патогенного гриба можно разделить на 2 категории. Во-первых, это прямые методы. Они отвечают на вопрос, какие токсины и в каком количестве продуцирует конкретный образец в разных условиях.

Данная категория включает в себя в первую очередь хроматографические методы, из которых самым эффективным является, безусловно, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Метод обеспечивает точную количественную идентификацию и детекцию широкого спектра микотоксинов, высокочувствителен и надежен. Также, к данной категории методов следует отнести иммуноферментный анализ (ИФА) [10, 14, 17, 18]. Это быстрый, относительно дешевый и удобный способ для оценки большого количества образцов (например, партий зерна). ИФА позволяет определить концентрацию конкретного токсина (например, ДОН), но при анализе возможны перекрестные качественные реакции, и, в целом, метод считается менее точным, чем любой из видов хроматографии.

Ко второй категории следует отнести «косвенные» методы. Они выявляют не сам микотоксин, а идентифицируют конкретный вид *Fusarium* и указывают на молекулярные механизмы и процессы, ответственные за синтез токсичных метаболитов. Они отвечают на вопрос, обладает ли отдельный штамм потенциалом для производства конкретного микотоксина. Для идентификации вида может использоваться классическая визуально-морфологическая диагностика с использованием микроскопии, но для более детальной молекулярной оценки патогена широко используется полимеразная цепная реакция (ПЦР) в ее различных форматах – стандартная, комплексная, а также ПЦР в реальном времени. [8, 12, 15, 19]. В зависимости от вида анализа мы способны узнать, может ли данный вид *Fusarium* продуцировать конкретный микотоксин или микотоксины и оценить уровень его экспрессии (активности) в разных условиях. Эти методы важны в первую очередь для понимания, когда и при каких условиях активируется синтез микотоксина у конкретного вида гриба.

Современная стратегия в области сельскохозяйственной биотехнологии все чаще предполагает сочетание всех описанных выше методов. Так, генотипирование посредством ПЦР обеспечивает быструю оценку большой коллекции штаммов гриба на наличие ключевых генов токсигенности, а последующее подтверждение для отобранных штаммов, что они действительно продуцируют токсины, и количественная оценка их способности к этому производится за счет методов хроматографии, например, ВЭЖХ. Также необходимо отметить, что наличие гена не всегда означает активное производство токсина. Экспрессия генов зависит от условий среды (субстрат, температура, pH, влажность). Поэтому самый надежный результат дает именно комбинация методов [4, 7, 12, 18].

Обобщая все вышесказанное, важно отметить, что для эффективной защиты урожая и обеспечения продовольственной безопасности в России критически важен региональный мониторинг видового состава *Fusarium*, поражающего важные сельскохозяйственные культуры, в первую очередь, зерновые. Также необходима токсикологическая оценка не только ДОН, но и на Т-2/НТ-2 токсинов, зеараленона, ниваленола и фумонизинов, особенно в регионах Нечерноземья ввиду изменяющегося климата. Наблюдается повсеместное увеличение видового разнообразия *Fusarium* и смещение ареалов в сторону более северных регионов. Усиливается встречаемость *F. graminearum* при стабильно высоком уровне зараженности *F.poae* и *F. sporotrichioides* среди зерновых культур.

Несмотря на свою патогенность, грибы рода *Fusarium* имеют перспективы и потенциальное практическое значение. Оценка токсигенности вторичных метаболитов этого гриба открывает путь к разработке эффективных биопрепаратов, включая непатогенные штаммы *Fusarium*, способные конкурировать с другими патогенами, например, с *Alternaria* [9, 19]. Рассматриваемый вектор научных исследований критически важен для обеспечения продовольственной безопасности в РФ за счет контроля за микотоксинами, продуцируемыми *Fusarium*.

Литература

1. Арабина Е. П. и др. Микотоксикологическая характеристика зерна озимой пшеницы урожая 2023 года из Краснодарского края // Вестник защиты растений. – 2024. – Т. 107. – №. 3. – 108-120 с.
2. Вафин Ф. Р. и др. Оценка токсичности корма, контаминированного грибами рода *Fusarium* // Ветеринарный врач. – 2025. – №. 3. – 15-19 с.
3. Гаврилова О. П. и др. Токсинопродуцирующая способность штаммов гриба *Fusarium proliferatum*, выделенных из зерна // Acta Naturae (русскоязычная версия). – 2025. – Т. 17. – №. 1. – 20-28 с.
4. Гаврилова О. П., Гагкаева Т. Ю. Новые сведения о распространении на территории России гриба *Fusarium langsethiae*, продуцирующего Т-2 и НТ-2 токсины // Вестник защиты растений. – 2020. – Т. 103. – №. 3. – 201-206 с.
5. Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М. Биоразнообразие и ареалы основных токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium* // Биосфера. – 2014. – Т. 6. – №. 1. – 36-45 с. DOI:10.24855/biosfera.v6i1.202.
6. Грушко Г. В., Линченко С. И., Хан В. В. Биохимические и токсикологические особенности микотоксинов, продуцируемых грибами-патогенами озимой пшеницы // Успехи современного естествознания. – 2005. – №. 8. – 74-78 с.
7. Ефимочкина Н. Р. и др. Токсигенные свойства микроскопических грибов // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2019. – №. 45. – 6-33 с.
8. Литовка Ю. А. и др. Гетерогенность сибирских популяций фузариоидных грибов по фитопатогенным свойствам // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2023. – №. 10 (199). – 62-69 с. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-62-69
9. Нугманова Т.А., Кабаргина М.В. Грибы рода *Fusarium* – многообразие свойств, значение как объектов промышленной биотехнологии // Вестник российской академии естественных наук. – Москва: БИОИН-НОВО, 2024. – №3. – 123-139 с. DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-123-139
10. Попова И.С. Оценка толерантности грибов *Fusarium* и *Penicillium* к тяжелым металлам (Pb, Cd) // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – №4 (154). DOI: 10.60797/IRJ.2025.154.32
11. Потехина Р.М., Габдуллина С.Р., Семёнов Э.И. и др. Токсигенность изолятов *Fusarium Sporotrichioides* в зависимости от их климатогеографической приуроченности // Казанский федеральный университет (КФУ). – 2017. – 178-180 с.
12. Соколова Л.М., Егорова А.А., Ховрин А.Н. Определение видовой принадлежности грибов рода *Fusarium* молекулярным методом // Аграрная наука. – 2021. –№9. – 118-124 с. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-352-9-118-124
13. Тареев А. И. и др. Мировой рынок химических средств защиты растений: потенциальные потери урожая, тренды и перспективы производства пестицидов для экономики России // Техника и технология пищевых производств. – 2024. – Т. 54. – №. 1. – 310-329 с.
14. Торопова Е. Ю. и др. Мониторинг грибов рода *Fusarium* и их микотоксинов на зерне пшеницы в Западной Сибири // Агрохимия. – 2019. – №. 5. – 76-82 с. DOI: 10.1134/S0002188119050119
15. Яицких А.В., Львова, Л. С. Метод определения фузариозных зерен ржи и ячменя // Защита и карантин растений. – 2014. – № 2. – 42-44 с.
16. Agyei G. D. et al. Occurrence Fusarium species, mycotoxins on cereal crops and their health implication // Journal of Applied Science. – 2018. – Т. 19. – 118 с.
17. Ferrigo D., Raiola A., Causin R. Fusarium toxins in cereals: Occurrence, legislation, factors promoting the appearance and their management // Molecules. – 2016. – Т. 21. – №. 5. – 627 с. DOI: 10.3390/molecules21050627.
18. Glynn N. C. et al. Quantitative *Fusarium spp*. and *Microdochium spp*. PCR assays to

evaluate seed treatments for the control of Fusarium seedling blight of wheat // Journal of Applied Microbiology. – 2007. – T. 102. – №. 6. – 1645-1653 c.

19. Müller M. E. H. et al. Mycotoxins as antagonistic or supporting agents in the interaction between phytopathogenic *Fusarium* and *Alternaria* fungi // World mycotoxin journal. – 2015. – T. 8. – №. 3. – 311-322 c.

20. Munkvold G. P., Proctor R. H., Moretti A. Mycotoxin production in *Fusarium* according to contemporary species concepts // Annual Review of Phytopathology. – 2021. – T. 59. – №. 1. – 373-402 c. DOI: 10.1146/annurev-phyto-020620-102825

21. Nordkvist E., Häggblom P. Fusarium mycotoxin contamination of cereals and bedding straw at Swedish pig farms // Animal Feed Science and Technology. – 2014. – T. 198. – 231-237 c. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2014.10.002

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МЯСНОГО ПРОДУКТА

Асланова М.А., кандидат технических наук, Ильина М.А., аспирант

ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, г. Москва
e-mail: maria.nutritionista@gmail.com

Аннотация

Существенную роль в формировании функциональных свойств специализированных пищевых продуктов играют не только ингредиенты, обуславливающие их пищевую ценность, но и ингредиенты, обеспечивающие вязкость продукта. Оптимизация вязкости пищи особенно важна для людей, страдающих нарушениями функции глотания – дисфагией. В статье рассмотрен подбор концентрации загустителя для оптимизации динамической вязкости эмульгированного мясного продукта, предназначенного для людей с затруднением глотания. Такой продукт позволяет облегчить процесс приема пищи людям с дисфагией, при этом способствуя сохранению привычного способа питания с помощью ложки.

Нарушение функции глотания (дисфагия) часто сопровождает людей, страдающих хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ), людей, перенесших инсульт, а также может развиваться в результате неврологических расстройств или как побочный эффект фармакотерапии. По данным Всемирной Гастроэнтерологической ассоциации, у одного из 17 человек в мире в течение жизни развивается какая-либо форма дисфагии [1]. Затруднение глотания приводит к невозможности употреблять привычную пищу, осложняет процесс приема пищи, в следствие чего могут развиваться различные формы недостаточности питания, что у больных может ухудшать тяжесть течения основного заболевания. В клинических исследованиях [2] показано, что правильный подбор вязкости специализированной смеси способствует восстановлению функции глотания у людей с дисфагией и улучшению клинического прогноза. В связи с этим при разработке функциональных продуктов питания целесообразно адаптировать вязкость продукта в соответствии с возможностями и потребностями людей, нуждающихся в нутритивной поддержке. Оптимальная вязкость продукта и отсутствие прилипания к небу способствует лучшему контролю болюса в ротовой полости, тем самым снижая риск попадания пищи в дыхательные пути.

Цель эксперимента: подобрать оптимальную концентрацию загустителя для внесения в разработанный эмульгированный мясной продукт для придания ему характеристик вязкости, соответствующих специализированным продуктам для людей с нарушениями функции глотания.

Задачи эксперимента: изучить влияние концентрации загустителя на вязкость продукта, сравнить динамическую вязкость разработанного мясного эмульгированного продукта с вязкостью специализированного продукта для людей с затруднением глотания. В качестве загустителя был выбран альгинат натрия, так как он сохраняет вязкостные характеристики при консервировании, обладает нейтральным вкусом, обеспечивает вязкость структуры в небольших концентрациях

Объекты исследования:

- загущенный высокобелковый продукт специализированного питания Fresubin YoCreme
- эмульгированный мясной продукт без добавления альгината натрия
- эмульгированный мясной продукт с добавлением альгината натрия в концентрациях от 0,5% до 2%

Оборудование для проведения исследования: вискозиметр роторный Rheomat R180 (ProRheo, Германия).

В качестве объекта сравнения для оптимизации динамической вязкости эмульгированного мясного продукта был выбран специализированный высокобелковый продукт с модифицированной вязкостью Fresubin YoCreme (Фрезубин йогурт, производитель Fresenius Kabi Deutschland GmbH), образец FY. Он предназначен для питания людей с нарушениями глотания (дисфагией). Продукт прошел клинические исследования, и параметры его вязкости соответствуют оптимальным для

снижения риска аспирации у людей, испытывающих затруднения при глотании, но при этом употребляющих пищу с помощью ложки.

Рецептуры исследованных образцов эмульгированного мясного продукта с различными концентрациями альгината натрия (АН) приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Состав образцов исследованного продукта (г на 100 г).

	Образец 1 (АН 0)	Образец 2 (АН 0,5)	Образец 3 (АН 0,75)	Образец 4 (АН 1,0)	Образец 5 (АН 1,5)	Образец 6 (АН 2,0)
Говядина	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Мясо птицы	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Легкое говяжье	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Концентрат сывороточного белка	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Масло растительное рыжиковое	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Вода	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0
Альгинат натрия	-	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0

Динамическая вязкость продуктов меняется при изменении температуры, поэтому измерения проводились при температуре образцов 35±1,5°С, что соответствует температуре в ротовой полости человека и позволяет оценить вязкость пищевого продукта в процессе жевания.

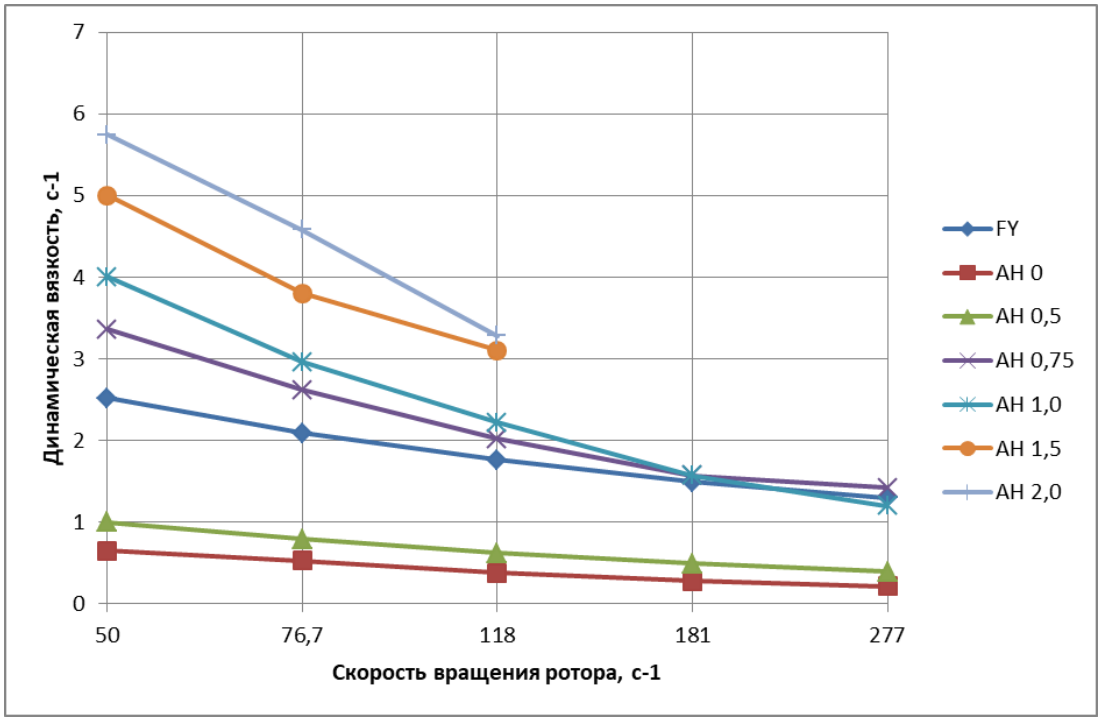


*Рисунок 1 – Динамическая вязкость исследованных образцов, Па*с. В образцах АН 1,5 и АН 2,0 на скоростях выше 118 $с^{-1}$ значения вышли за диапазон измерения вискозиметра*

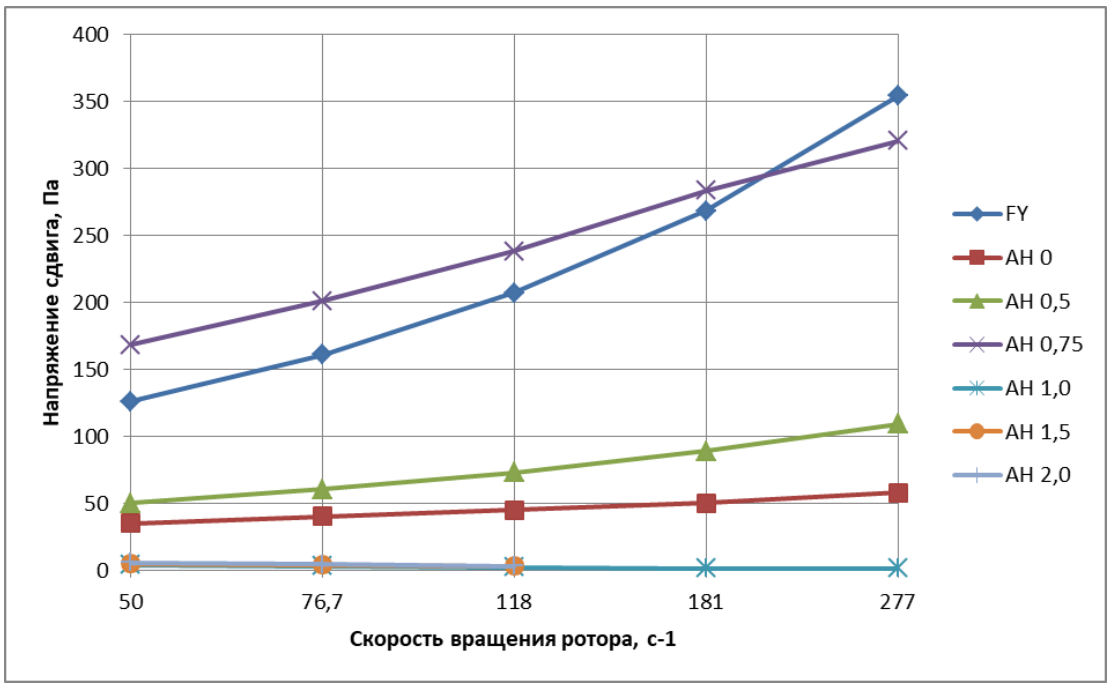
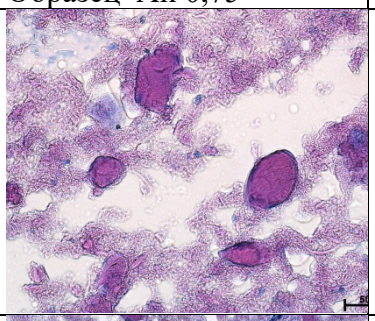
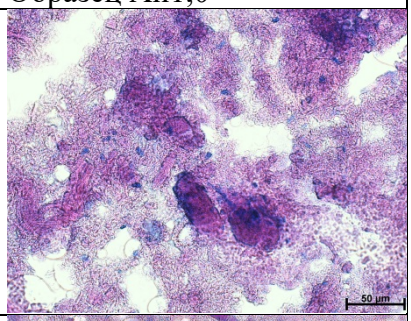
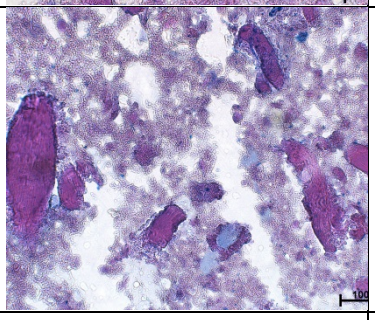


Рисунок 2 – Напряжение сдвига исследованных образцов, Па. В образцах АН 1,5 и АН 2,0 на скоростях выше 118 $с^{-1}$ значения вышли за диапазон измерения вискозиметра

Из результатов исследования можно сделать вывод, что динамическая вязкость продукта без добавления альгината натрия (АН 0) ниже, чем вязкость продукта промышленного производства (FY). Таким образом, добавление загустителя является необходимым для придания продукту оптимальной текстуры и снижения риска аспирации при употреблении продукта людьми с нарушениями функции глотания. По характеристикам вязкости образцу специализированного продукта лучше всего соответствует образец эмульгированного мясного продукта с концентрацией альгината натрия 0,75%.

Было проведено исследование микроструктурных свойств образцов консервов с концентрацией альгината натрия 0,75% и 1,0%, которое показало однотипность структуры и высокую степень измельчения компонентов. В обоих образцах мышечная ткань являлась основным компонентом, обеспечивающим высокую пищевую и биологическую ценность. Мелкозернистая белковая масса, сформированная в процессе технологической обработки, способствовала образованию компактной структуры, что позволило достичь оптимальных характеристик вязкости. В составе выявлялись отдельные фрагменты мышечных волокон (поперечно-полосатая мышечная ткань птицы), соединительной ткани, а также жировые капли, равномерно распределенные по объему образца. В обоих образцах присутствовали структурно-функциональные компоненты (гелеобразователи).

Таблица 2 – Результаты микроскопического исследования образцов

	Образец Ан 0,75	Образец Ан1,0
Репрезентативное фото структуры: об. х40, масштаб 50 мкм		
об. х20, масштаб 10 мкм		
Дисперсность, мкм (M±SD [Min-Max])	31,22±7,36 [9,97-1362,67]	28,72±5,88 [9,46-851,45]

Выводы: При разработке специализированных пищевых продуктов для людей с нарушениями функции глотания необходимо оптимизировать вязкость продукта для облегчения процесса приема пищи и снижения риска асфиксии. Исследованный образец разработанного эмульгированного продукта с концентрацией альгината натрия 0,75% по динамической вязкости оптимальным образом соответствует образцу Fresubin YoCreme.

Литература

1. Дисфагия. Глобальные практические рекомендации и каскады. – URL: https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/dysphagia/dysphagia-russian (дата обращения: 21.11.2025)
2. Ершов В.И. Эффективность специализированных питательных смесей повышенной вязкости в восстановлении функции глотания у пациентов с дисфагией в остром периоде ишемического инсульта // Клиническое питание и метаболизм. 2024 Т. 5, № 2 С. 71–76. DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr641834
3. ГОСТ 33768-2015 Метод определения кинематической вязкости и расчет динамической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей
4. Measuring Viscosity and Consistency in Thickened Liquids for Dysphagia: Is There a Correlation Between Different Methods? – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12248840/ (дата обращения: 21.11.2025)
5. Shear-Viscosity-Dependent Effect of a Gum-Based Thickening Product on the Safety of Swallowing in Older Patients with Severe Oropharyngeal Dysphagia https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37513697/ (дата обращения: 21.11.2025)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ В АЛЬГИНАТНОЙ ОБОЛОЧКЕ

Зудин Т. И., аспирант. ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

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

t.zudin@profi.bio

Аннотация

В статье анализируется внедрение альгинатных покрытий в производство охлаждённых мясных полуфабрикатов (купат и колбасок для жарки) как ответ на вызовы современного рынка: стагнацию сегмента и снижение покупательной способности населения. Описан механизм формирования оболочки методом коэкструзии — взаимодействие альгината натрия с хлоридом кальция, приводящее к образованию съедобной термостабильной плёнки. Приведены ключевые преимущества технологии: экономическая эффективность (стоимость 8–10 руб./кг продукта), высокая производительность (до 2000 кг/час), точность дозирования (≤ 1 г), гибкость формования (диаметр 8–32 мм), экологичность (биоразлагаемость, возобновляемое сырьё). На основе данных «N.tech» показана динамика проникновения технологии на рынок: в 2023 г. три позиции в топ-5 SKU заняли производители с альгинатными покрытиями; за первые два квартала 2025 г. их доля достигла 65 % от объёма производства. Сделан вывод о значимом влиянии альгинатных покрытий на реструктуризацию сегмента и формирование новых потребительских предпочтений.

Введение

Современная пищевая промышленность стремится разнообразить ассортимент продуктов питания, представленный на потребительском рынке, за счет инноваций. При этом, сферы инноваций в области создания новых продуктов можно разделить на три основных направления - 1) применение новых вкусовых и ароматических добавок; 2) разработка и внедление прогрессивных технологий; 3) использование инновационных вспомогательных материалов. Каждое из представленных направлений в той или иной мере позволяют расширять ассортимент выпускаемой продукции, меняя товарные линейки, представленные на полках торговых сетей [3].

Не маловажным фактором в создании новых продуктов является не только привлекательный внешний вид и вкусовые характеристики, но и привлекательная цена. Производители стараются различными методами снизить и оптимизировать затраты на производство продуктов в том числе и за счет используемых вспомогательных материалов. При этом, для производителя важно, сохранять потребительские свойства продукта и производить высококачественные и безопасные продукты, не уступающие по качеству конкурентам на полках торговых сетей. Безусловно, для каждого производителя так же важно сохранять собственную репутацию, заработанную многолетним трудом. Все это характерно и для производства мясной продукции [11].

Не смотря на общую стагнацию рынка мясной продукции, сегмент охлаждённых мясных полуфабрикатов продолжает развиваться, в том числе за счет инновационных технологий. Одной из них является замена традиционных видов оболочек таких, как натуральная кишечная и съедобная коллагеновая на применение жидкого альгинаного геля [5].

Альгинатный гель — это вязко-упругая субстанция, которую получают путём перемешивания сухого порошка альгината натрия - полисахарида, получаемогого при переработке бурых водорослей, с деионизированной водой. Гели из альгината натрия способны вступать в ионную реакцию с солями двухвалентных металлов таких, как хлорид-кальция, образуя нерастворимые соединения альгината кальция [10]. Получение таких соединения становятся основой для использования альгинатных покрытий – инновационных съедобных биоразлагаемых оболочек - в производстве мясных полуфабрикатов [11].

В последние годы, альгинатные покрытия всё чаще рассматриваются в качестве современной альтернативы традиционным видам оболочек в мясопереработке. Нерастворимые пленки на основе

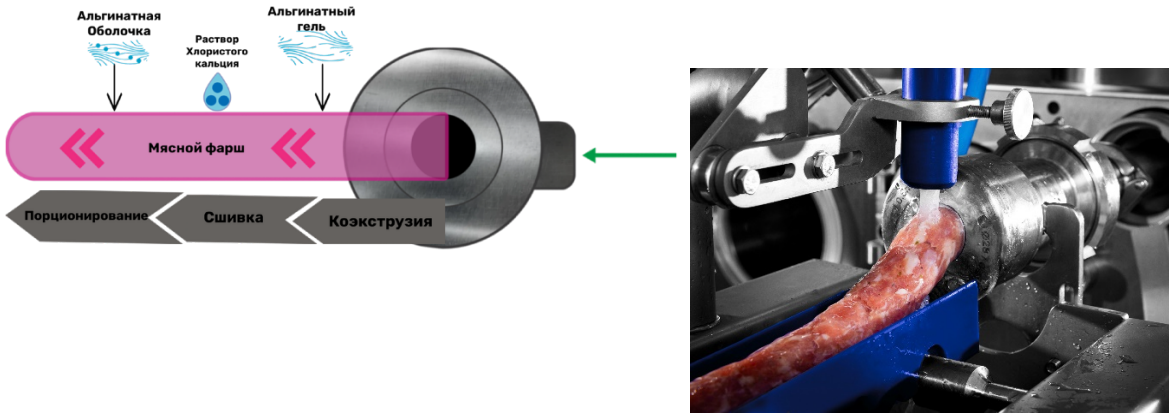
альгинатного геля обеспечивают существенную экономию средств предприятий за счёт низкой стоимости (8–10 руб./кг продукта) и возможности высокой степени автоматизации процесса формования. При этом, производительность формования может достигать до 2000 кг/час, а точность дозирования – менее 1 г. Возможность формования изделий разного диаметра варьируется от 8 до 32 мм.

Основными функциональными свойствами альгинатных покрытий являются съедобность, термостабильность, барьерные характеристики и защита продукта от механических повреждений. В плане экологических аспектов следует отметить биоразлагаемость и использование возобновляемого сырья.

Отмечено, что продукты, выработанные с использованием альгинатных покрытий, имеют повышенную маркетинговую ценность для создания продуктовых линеек «эко», «веган», «халяль», с улучшенной визуальной привлекательностью (например, за счёт внесения красителей в состав оболочки или придания естественного глянца на поверхности мясного продукта) [7].

Технология

Формование мясного продукта с использованием альгинатного геля происходит с применением инновационной технологии - коэкструзии. В процессе коэкструзии гель альгината натрия тонким слоем наносят на поверхность продукта. Сверху слой геля покрывается раствором хлорида кальция. Мгновенно протекающая ионная реакция способствует формированию на поверхности фарша механически устойчивой съедобной пленки [1]. Схематично это процесс представлен на схеме 1.



а) б)

Рисунок 3 - Процесс формирования нерастворимой альгинатной пленки: а) схематичное представление, б) фотография.

В последнее время альгинатные покрытия стали широко применяться для изготовления купат и колбасок для жарки.

По данным исследований 2023 года, проведенных компании «N.tech», был отмечен рост количества производителей продуктов, использующих жидкие аьгинатные покрытия в сегменте «купаты и колбаски для жарки» (таблица 1).

Таблица 2 - Топ-10 SKU в 2023 г. в сегменте «Купаты/колбаски для жарки».

№ п/п	SKU	Производ.	2023				Прирост продаж в кг YOY, %	Прирост срвз. цены YOY, %
			Продажи (кг)	Доля продаж (кг/год)	Продажи, млн. руб.	Срвз. цена, руб./кг		
1	МАГНИТ СВЕЖЕСТЬ купаты свиные н/о	NO NAME-СТМ_MAGNIT	3 364 612	13,22%	997	296,33	4,97%	-4,78%
2	ЧЕРКИЗОВО колбаски свиные по-домашнему с чесноком н/о	ЧЕРКИЗОВО АПК	2 806 218	11,03%	1085,6	386,85	16,66%	1,16%
3	RESTORIA купаты свиные фирменные н/о	NO NAME-СТМ_X5	2 669 841	10,49%	964,1	361,12	-3,22%	-2,85%
4	МИРАТОРГ колбаски из говядины и свинины для жарки н/о	МИРАТОРГ АПХ	2 431 156	9,55%	1021,6	420,22	3,02%	5,21%
5	АТЯШЕВО купаты свиные гриль н/о	ТАЛИНА ГК	1 767 171	6,95%	528,9	299,3	24,04%	2,50%
6	МИРАТОРГ купаты свиные экстра н/о	МИРАТОРГ АПХ	1 324 383	5,21%	489	369,22	35,88%	1,66%
7	GLOBUS колбаски свиные для жарки н/о	NO NAME-СТМ_GLOBUS	1 037 771	4,08%	387,1	372,99	8,84%	-0,78%
8	ОХОТНО купаты свиные пикантные н/о	ОХОТНО АГРОХОЛДИНГ	860 363	3,38%	352,5	409,76	4,34%	4,32%
9	ОХОТНО колбаса свиная по-домашнему н/о	ОХОТНО АГРОХОЛДИНГ	506 288	1,99%	175,4	346,46	-0,72%	7,03%
10	ЧЕРКИЗОВО ассорти колбасок свиные баварские чоризо	ЧЕРКИЗОВО АПК	505 558	1,99%	214,4	424,07	42,87%	-1,52%
Итого:			25 444 203	100,00%	9333,3	366,82	11,30%	1,18%

ТОП производителей был рассчитан на базе ранжирования полочных продаж в натуральном выражении. На момент окончания года. В топ пять три позиции были заняты производителями колбасок, использующих в качестве оболочки жидкие аьгинатные покрытия [13].

Данные за январь-июнь 2024-2025 гг. по каналу Modern trade с учетом новых точек. Источник «NTech» по запросу от компании «Профессиональные Биотехнологии» предоставленные на коммерческой основе (таблица 2) свидетельствуют о динамике роста продаж и объема выпуска продуктов с использованием альгинатных покрытий.

Таблица 3 – Топ-10 SKU с января 2024 по июнь 2025 г. в сегменте «купаты и колбаски для жарки».

№ п/п	SKU	Производ.	2024 январь - 2025 Июнь				Прирост продаж в кг YOY, %	Прирост срвз. цены YOY, %
			Продажи (кг)	Доля продаж (кг/год)	Продажи, тыс. руб.	Срвз. цена, руб./кг		
1	АТЯШЕВО купаты свинина гриль н/о	ТАЛИНА ГК	2128000	13,80%	761085	358	77,40%	12,10%
2	М СВЕЖЕСТЬ купаты свинина н/о лоток мгс охл	СТМ	1892000	12,30%	633563	335	7,60%	8,00%
3	RESTORIA купаты свинина фирменные н/о	СТМ	1046000	6,80%	406953	389	-24,20%	3,50%
4	МИРАТОРГ колбаски	МИРАТОРГ АПХ	953000	6,20%	459836	482	-19,70%	4,70%

	говядина/свинина для жарки н/о							
5	ЧЕРКИЗОВО колбаски свинина по-домашнему с чесноком н/о	ЧЕРКИЗОВО АПК	938000	6,10%	502027	535	-24,00%	19,00%
6	ВЕРНЕР колбаски свинина шашлычные н/о	СТМ	736000	4,80%	274159	373	16,30%	4,60%
7	ОХОТНО купаты свинина пикантные н/о	ОХОТНО АГРОХОЛДИНГ	572000	3,70%	268416	469	0,90%	4,90%
8	GLOBUS колбаски свинина для жарки н/о	СТМ	473000	3,10%	217140	459	-9,10%	12,90%
9	МИРАТОРГ купаты свинина экстра н/о	МИРАТОРГ АПХ	459000	3,00%	191686	418	-28,10%	8,40%
10	ОХОТНО купаты свинина французские с сыром н/о	ОХОТНО АГРОХОЛДИНГ	394000	2,60%	188510	478	68,80%	4,10%

Экономическую эффективность рассматриваемой технологии подтверждают и данные по продажам – за 2024 и 1 квартал 2025 г. Доля продукции в альгинатном покрытии достигла прироста в разрезе общего объёма производства в сегменте «купаты, колбаски для жарки». Продукты с использованием альгинатной оболочки заняли три лидирующие позиции в сегменте. Это свидетельствовало о том, что технология не только отвечает текущим запросам рынка (снижение затрат, повышение качества), но и формирует новые потребительские предпочтения [8].

Таким образом, сегодня альгинатные покрытия стали системным инструментом, позволяющим производителям оптимизировать издержки, расширить ассортимент, укрепить конкурентные позиции и соответствовать современным стандартам эффективности и устойчивости производства.

Литература

1. Вафина, Л. Х. Обоснование комплексной технологии переработки бурых водорослей (Phaeophyta) при получении функциональных пищевых продуктов : дис. … канд. техн. наук / Л. Х. Вафина. — М., 2010. — 290 с.
2. Грикшас, С. А. Общая технология отрасли / С. А. Грикшас, П. А. Кореневская, Г. А. Фуников. — М. : РГАУ−МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 142 с.
3. Жаринов, А. И. Научно-практические основы процесса структурирования мясных систем / А. И. Жаринов, О. В. Кузнецова, Л. А. Текутьева // Мясная индустрия. — 2022. — № 6. — С. 20–23. — DOI: 10.37861/2618-8252-2022-06-20-23.
4. Ипатова, Л. Г. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон / Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова, О. Г. Шубина, Т. А. Духу, М. А. Левачева // Пищевые ингредиенты: сырьё и добавки. — 2004. — № 1. — С. 14–17.
5. Ишевский, А. Л. Направления использования альгинатов в пищевой промышленности (обзор) / А. Л. Ишевский, М. В. Успенская, П. И. Гунькова, И. А. Давыдов, И. А. Василевская // Университет ИТМО. — СПб., 2019.
6. Коченкова, И. И. Комплексное использование альгинатов в технологии мясных рубленых изделий / И. И. Коченкова. — 2002. — URL: [https://lib.dm-centre.ru/lib/document/gpntb/ESVODT/d781d81049d9cc32b12f3fcd732e0fb1/] (дата обращения: 29.11.2022).
7. Неверова, О. П. Использование альгинатов в производстве мясных продуктов / О. П. Неверова, Е. В. Акхямова // Уральский государственный аграрный университет. — Екатеринбург, 2023.
8. Новожилов, М. П. Обзор направлений использования структурообразующих добавок и перспективы их применения в технологии кулинарной желированной продукции /

М. П. Новожилов, В. А. Гроховский, А. Ю. Глухарев, М. М. Попов // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. — 2021. — № 1. — С. 21–25.
9. Сафронова, Т. Н. Способы повышения пищевой ценности мясных кулинарных изделий / Т. Н. Сафронова, Л. Г. Ермош, О. М. Евтухова, Т. Л. Камоза. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. — 144 с.
10. Справочник по гидроколлоидам / под ред. Г. О. Филипс, П. А. Вильямс ; пер. с англ. ; под ред. А. А. Кочетковой, Л. А. Сарафановой. — СПб. : ГИОРД, 2006. — 536 с.
11. Шувариков, А. С. Научные основы переработки продукции животноводства / А. С. Шувариков [и др.]. — М. : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2021. — 198 с. — ISBN 978-5-6046183-4-9.
12. ГОСТ Р 52499-2005. Добавки пищевые. Термины и определения. — М. : Стандартинформ, 2020. — 7 с.
13. Кучерук Д. И. Полуфабрикаты для гриля: исследование рынка и новинки Профи.Био // Мясная Индустрия. — 2025. — № 3. — С. 12.

БУДУЩЕЕ ПИЩЕВОЙ УПАКОВКИ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ОТВЕТ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ

Ревуцкая Н.М., кандидат технических наук

ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
e-mail: n.revuckaya@fncps.ru

Аннотация

Современная пищевая упаковка является предметом серьезных дискуссий с точки зрения негативного воздействия на окружающую среду ввиду использования синтетических полимеров. Сегодня на мировом уровне широко обсуждается возможность рационального подхода, который бы обеспечивал надежную защиту продукта и минимизацию экологического загрязнения. В этой связи ключевой задачей является сокращение объема пищевых отходов и упаковочных материалов, попадающих в окружающую среду. В статье обсуждается вопрос целесообразности применения биоразлагаемых материалов и традиционных барьерных технологий (вакуум и модифицированная газовая атмосфера) с точки зрения принятия наиболее эффективного решения для создания устойчивой системы, отвечающей глобальным экологическим вызовам.

Растущее мировое потребление пищевой продукции, меняющиеся потребительские предпочтения, обеспечение продовольственной безопасности и минимизация пищевых отходов является одним из наиболее острых вызовов современного мира. Ежегодно 1/3 часть пищевой продукции пропадает на различных этапах жизненного цикла, что влечет за собой большие экономические, социальные и, прежде всего, экологические потери [1]. В этом отношении упаковка играет важную роль, выполняя защитную функцию, в том числе продлевает срок годности, сохраняет пищевую ценность, обеспечивает гигиену и удобство транспортирования, тем самым минимизирует риски преждевременной порчи и сокращает объемы пищевых отходов.

Наряду с этим, парадоксально, что сама упаковка, призванная решать одну экологическую проблему, может стать причиной возникновения другой, не менее масштабной [2]. Огромное количество полимерных и комбинированных упаковочных материалов ежегодно попадает на свалки или, что еще хуже, в природные экосистемы, приводя к загрязнению почвы, воды и воздуха, тем самым усугубляя проблему загрязнения микропластиком [3]. Этот диссонанс между жизненно важной функцией упаковки и ее негативным воздействием на окружающую среду ставит перед научным сообществом, промышленностью и регуляторами закономерный вопрос: как найти баланс между эффективным сохранением пищевой продукции и достижением экологической устойчивости?

Будущее упаковки неразрывно связано с поиском и внедрением рациональных решений, которые учитывают весь жизненный цикл продукта и обеспечивают необходимую защиту [4]. Это требует переосмысления существующих подходов, оценки потенциала «зеленых» технологий, таких как разработка биоразлагаемых материалов, сокращение расхода материала (уменьшение толщины, геометрии упаковки) без ущерба для его функциональности, применение моно-материалов, а также объективного признания роли и совершенствования традиционных, но высокоэффективных барьерных упаковочных технологий, таких как вакуумная упаковка и модифицированная газовая атмосфера (МГА).

Настоящая статья посвящена обсуждению комплексного вопроса, касающегося возможностей и ограничения применения современных упаковочных решений и поиска перспективных направлений, где упаковка может выступать не только в качестве надежной защиты, но и ключевым элементом устойчивого развития.

Современные биоразлагаемые материалы для пищевой упаковки

Стремление к сокращению объемов пластиковых отходов привело к появлению биоразлагаемых материалов [5]. Такие биополимеры способны подвергаться разложению под воздействием микроорганизмов и являются более экологически безопасными. Источником

получения биополимеров служат компоненты растительного происхождения: целлюлоза, крахмал, натуральный каучук, а также полимеры, полученные в процессе жизнедеятельности микроорганизмов или химической полимеризации: полигидроксиалканоаты (PHA) и полимолочная кислота (PLA). Каждый из этих материалов обладает уникальными свойствами, что обуславливает перспективность их практического применения.

Полилактид (PLA) является одним из наиболее широко известных и применяемых биополимеров [6]. Его получают путем ферментации сахаров из возобновляемых растительных источников, чаще всего кукурузного крахмала, сахарного тростника или тапиоки. Материал по прозрачности, блеску и жесткости напоминает полистирол (PS) и полиэтилентерефталат (PET). В связи с этим PLA выступает хорошей альтернативой для замены традиционных пластиков.

PLA обладает высокой прочностью на разрыв и модулем упругости, что позволяет формировать из него жесткие контейнеры, стаканчики для напитков, лотки для свежих продуктов (салатов, ягод). Биоразлагаемость материалов из PLA достигается в условиях промышленного компостирования, где при высокой температуре и влажности он полностью распадается на воду, углекислый газ и биомассу [7]. Однако, несмотря на свои преимущества, PLA имеет некоторые ограничения. В первую очередь это касается барьерных свойств биополимера по отношению к кислороду и водяным парам, что не подходит для продуктов с длительным сроком хранения и требует модификации или создания многослойной структуры. В связи с этим, проводятся постоянные исследования, которые направлены на улучшения его барьерных свойств.

Полигидроксиалканоаты (PHA) являются биополимерами, которые получают методом прямой ферментации различными микроорганизмами [8]. Сырьем для синтеза PHA могут служить сахара, органические кислоты, спирты, продукты гидролиза растительного сырья, а также включая сельскохозяйственные отходы, что делает их производство потенциально устойчивым.

Главным преимуществом PHA является их биоразлагаемость в самых разнообразных средах – в почве, пресной и морской воде, а также в компосте. По механическим свойствам PHA могут варьировать от хрупких и жестких до эластичных и гибких, напоминая полипропилен (PP) и полиэтилен (PE). В связи с этим, открывается возможность использования PHA в широком спектре упаковки: от бутылок и контейнеров до гибких пленок и пакетов. PHA также обладают достаточно хорошими барьерными свойствами, что делает их перспективными для создания упаковки, требующей защиты продукта от влаги и кислорода. Основной преградой к широкому внедрению PHA остается их относительно высокая стоимость производства по сравнению с традиционными пластиками. Однако активные исследования в области биотехнологий направлены на оптимизацию процессов ферментации и снижение затрат, что в будущем позволит PHA выступать в качестве конкурентного материала [9].

Крахмал является одним из самых доступных и известных полисахаридов [10]. Биополимеры на основе крахмала получают из кукурузы, картофеля, пшеницы и риса путем пластификации крахмала с добавлением воды и других добавок, что придает им термопластичные свойства. Из биополимера производят широкий ассортимент упаковочных материалов, включая лотки для пищевых продуктов, наполнители для упаковки (например, вместо пенополистирола), одноразовую посуду, а также гибкие пленки для упаковки хлеба, конфет или сухих продуктов [11]. Основными недостатками крахмальных полимеров является их чувствительность к влаге, низкие барьерные свойства к водяным рпарам и газам, а также низкая механическая прочность. Для улучшения этих характеристик крахмал часто смешивают с другими биополимерами (например, PLA или PHA) или покрывают защитными слоями, создавая композитные материалы.

Целлюлоза – самый распространенный природный полимер, получаемый из различных растительных источников: древесины, хлопка, льна, бамбука и т.д. [12]. Помимо традиционных видов изделий из целлюлозы - бумаги и картона, активно развиваются технологии формованной целлюлозы (например, яичные лотки, подносы для фруктов), а также целлюлозные пленки (целлофан, наноцеллюлоза). Последние обладают высокими барьерными свойствами к кислороду и жирам, прозрачностью и механической прочностью, что позволяет их применять для производства гибкой упаковки. Ключевым преимуществом является биоразлагаемость в большинстве природных сред.

Однако материалы на основе целлюлозы имеют низкие барьерные свойства к влаге, что не позволяет их применять для многих пищевых продуктов без дополнительных комбинаций с другими биополимерами [13]. В связи с этим, активно разрабатываются биоразлагаемые барьерные покрытия (на основе PLA, восков) для целлюлозных материалов, чтобы сохранить экологичность и улучшить функциональность материала.

На сегодняшний день особое внимание уделено разработке съедобных покрытий и пленок, которые занимают определенную нишу в области «зеленых» технологий, представляющую собой концепцию упаковки, которая употребляется вместе с продуктом или подвергается разложению в окружающей среде. Такая упаковка создается из природных биополимеров (альгтнаты, пектин, хитозан, коллаген и т.д.), наносимых непосредственно на поверхность пищевого продукта или формируемых в тонкие пленки. Основная функция таких покрытий – не только защита продукта от влаги, кислорода, микроорганизмов и механических повреждений, но и увеличение его срока годности (при использовании «активных» компонентов). Несмотря на неоспоримые преимущества с экологической точки зрения, съедобные пленки и покрытия имеют свои ограничения. Их барьерные свойства не всегда сравнимы с синтетическими полимерами, т.к. они более чувствительны к влаге, а их применение ограничено определенными видами продуктов. Также важным вопросом является безопасность и приемлемость для потребителей. Тем не менее, активные исследования в этой области обещают радикальное изменение подхода к упаковке свежих продуктов, сделав упаковку их неотъемлемой частью.

Область применения биоразлагаемой упаковки

Наиболее рациональным решением применения биоразлагаемой упаковки является оценка ее преимуществ и недостатков, а также целесообразность использования в зависимости от группы продукции. Рациональным применением такой упаковки считается, если:

- продукт имеет изначально короткий срок годности и предназначен для быстрого потребления;
- не требуются высокие барьерные свойства материала;
- имеется доступность к промышленному компостированию или утилизации;
- ключевым конкурентным преимуществом является экологический имидж продукта или бренда.

Очевидным сегментом для биоразлагаемой упаковки являются свежие продукты с коротким сроком годности и высоким риском их порчи и последующей утилизации вместе с упаковкой. Это свежие фрукты, овощи, зелень, готовые салаты, сэндвичи, выпечка, а также еда на вынос из торговых сетей, кафе и ресторанов. В таких случаях упаковка часто выбрасывается вместе с остатками пищи, что делает традиционную переработку затруднительной. Биоразлагаемая упаковка, способная компостироваться вместе с пищевыми отходами, становится идеальным решением, упрощая раздельный сбор мусора.

С каждым годом растет объем одноразовой посуды: стаканчики для кофе «на ходу», тарелки и приборы для пикников. Это огромный источник неперерабатываемых пластиковых отходов. В этом отношении биоразлагаемые материалы из PLA, крахмала или целлюлозы служат хорошей альтернативой традиционным пластикам. Переход на компостируемые стаканчики, крышки и столовые приборы не только снижает экологическую нагрузку, но и формирует у потребителей более ответственное отношение к окружающей среде.

Некоторые продукты не требуют высоких барьерных свойств к кислороду или влаге, или же такие свойства могут быть достигнуты за счет многослойных биоразлагаемых структур. К нам можно отнести упаковку для сухих продуктов (макароны, крупы, некоторые снеки), упаковку для хлебобулочных изделий, а также гибкие пленки для упаковки кондитерских изделий или свежие фрукты и овощи. Биоразлагаемые материалы из PLA или целлюлозы могут заменить традиционные полиэтиленовые пакеты, имея сравнимые функциональные свойства, но с доступностью к экологической утилизации.

Отдельный, но очень важный сегмент — это упаковка, которая изначально предназначена для компостирования вместе с содержимым. Примером могут служить компостируемые капсулы для кофе или чая, которые решают проблему переработки многокомпонентных капсул. Также сюда

относятся биоразлагаемые пакеты для сбора органических отходов, которые не только удобны, но и обеспечивают гигиеничное хранение пищевых остатков до их компостирования, подвергаясь разложению вместе с ними.

Традиционные барьерные технологии (вакуум и МГА)

Среди наиболее эффективных и широко применяемых барьерных технологий является вакуумная упаковка и упаковка в модифицированной газовой атмосфере (МГА). На сегодняшний день их применение глубоко внедрено в пищевой отрасли ввиду высоких барьерных свойств материалов, которые являются ключевым фактором сохранения качества, безопасности и срока годности пищевой продукции. Эти технологии были разработаны для одной главной цели: создать надежную защиту для продукта от внешних факторов, способных вызвать порчу.

Наибольшую распространенность традиционная упаковка получила для свежего мяса, птицы, рыбы, готовых салатов, нарезанных овощей и фруктов, выпечки, готовых блюд и многих других скоропортящихся продуктов.

В современном мире полимерная упаковка оказалась на стыке двух противоречивых требований: обеспечить максимальное сохранение качества и безопасности продуктов питания и при этом минимизировать экологический след. Это сложная задача, требующая баланса и рационального подхода. Неоспоримыми преимуществами применения барьерных технологий являются:

- увеличение срока годности пищевой продукции за счет замедления окислительных процессов (за исключением применения газовой среды с высокой концентрацией O_2) и ингибирования роста микроорганизмов;
- сохранение органолептических свойств и пищевой ценности продукции;
- большой опыт применения технологий в пищевой отрасли;
- доступность для массового производства;
- уменьшение пищевых отходов за счет длительного хранения.

Таким образом, развитие и внедрение традиционных технологий привело к созданию упаковки, способной гарантировать безопасность продуктов, минимизировать потери и обеспечить доступность широкого продуктового ассортимента. Однако, их недостаток – отсутствие биоразлагаемости и сложность к утилизации [14], что стало стимулом для поиска устойчивых альтернатив.

Заключение

Развитие биоразлагаемых, компостируемых и перерабатываемых упаковочных материалов, сокращение использования одноразового пластика и поиск альтернатив является одним из самых обсуждаемых вопросов в науке и пищевой отрасли. Выбор упаковки должен основываться на жизненном цикле продукта, поскольку предотвращение порчи пищевой продукции и снижение пищевых отходов является первостепенной задачей в решении экологической проблемы. В этом отношении традиционная упаковка (вакуум, МГА), способная эффективно сохранять продукт длительное время, остается незаменимой. Вместе с этим, рациональное применение биоразлагаемой упаковки пока ограничено определенными группами продуктов и сегментами рынка. Если биоразлагаемая упаковка приводит к значительному увеличению пищевых отходов, то ее экологическая выгода может быть нивелирована. Сегодня одним из перспективных решений является применение активной и интеллектуальной упаковки (в том числе биоразлагаемой), которая будет не только защищать продукт, но и контролировать его состояние, сокращая отходы, тем самым минимизировав негативное воздействие на окружающую среду.

Литература

1. González N., Marquès M., Nadal M., Domingo J.L. Meat consumption: Which are the current global risks? A review of recent (2010–2020) evidences // Food Research International. – 2020. – Vol. 137. – P. 109341.

2. Wiesinger H., Wang Z., Hellweg S. Deep Dive into Plastic Monomers, Additives, and Processing Aids // Environmental Science & Technology. – 2021. – Vol. 55, № 13. – P. 9339–9351.

3. Danopoulos, E., Jenner, L. C., Twiddy, M., & Rotchell, J. M. (2020). Microplastic contamination of seafood intended for human consumption: a systematic review and meta-analysis. Environmental Health Perspectives, 128(12), 126002.

4. Pascall M.A. The role and importance of packaging and labeling in assuring food safety, quality & compliance with regulations I: Packaging basics // Food Safety and Quality Systems in Developing Countries. – Elsevier, 2020. – P. 261–283.

5. Sharma C. et al. From concept to shelf: engineering biopolymer-based food packaging for sustainability // RSC Sustainability. – 2025.

6. Taib, N. A. A. B., Rahman, M. R., Huda, D., Kuok, K. K., Hamdan, S., Bakri, M. K. B., ... & Khan, A. (2023). A review on poly lactic acid (PLA) as a biodegradable polymer. Polymer Bulletin, 80(2), 1179-1213.

7. Pérez-Fonseca, A. A., González-López, M. E., & Robledo-Ortíz, J. R. (2023). Reprocessing and recycling of poly (lactic acid): a review. Journal of Polymers and the Environment, 31(10), 4143-4159.

8. Bugnicourt, E., Cinelli, P., Lazzeri, A., & Alvarez, V. A. (2014). Polyhydroxyalkanoate (PHA): Review of synthesis, characteristics, processing and potential applications in packaging.

9. Park, H., He, H., Yan, X., Liu, X., Scrutton, N. S., & Chen, G. Q. (2024). PHA is not just a bioplastic!. Biotechnology Advances, 71, 108320.

10. Thakur, R. Starch-based films: Major factors affecting their properties / R. Thakur, P. Pristijono, C.J. Scarlett, M. Bowyer, S.P. Singh, Q.V. Vuong // International journal of biological macromolecules. – 2019. – V. 132. – P. 1079–1089. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.190

11. Gironès, J. Natural fiber-reinforced thermoplastic starch composites obtained by melt processing / J. Gironès, J.P. López, P. Mutjé, A.J.F. Carvalho, A.A.S. Curvelo, F. Vilaseca // Composites Science and Technology. – 2012. – V. 72 (7). – P. 858–863. https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2012.02.019

12. Azeredo, H.M.C. Bacterial cellulose as a raw material for food and food packaging applications / H.M.C. Azeredo, H. Barud, C.S. Farinas, V.M. Vasconcellos, A.M. Claro // Frontiers in Sustainable Food Systems. – 2019. – V. 3. – P. 7. https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00007

13. Malhotra, B. Natural polymer based cling films for food packaging / B. Malhotra, A. Keshwani, H. Kharkwal //International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2015. – V. 7 (4). – P. 10-18.

14. Lahl U., Zeschmar-Lahl B. Material Recycling of Plastics—A Challenge for Sustainability // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, № 15. – P. 6630.

АНАЛИЗ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА ЗАМОРОЖЕННЫХ МЯСНЫХ И МЯСОСОДЕРЖАЩИХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Куткин В.А, аспирант

ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова», Москва
e-mail: kutkinvladimir@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена анализу научных исследований и инноваций в быстроразвивающемся сегменте замороженных мясных и мясосодержащих кулинарных изделий. Рассмотрены особенности формирования ассортимента и качества этой пищевой продукции, включая факторы, влияющие на долговременную стабилизацию органолептических и физиолого-биохимических свойств продукции. Особое внимание уделено важности роли инновационных подходов в развитии упаковки и снижении рисков, обусловленных особенностями хранения замороженных продуктов. Представлены выводы о важности разработки конкретных биотехнологических и организационно-экономических мероприятий, направленных на дальнейшее повышение качества данной группы продуктов питания.

Современный рынок характеризуется значительным многообразием мясных и мясосодержащих, в том числе мясорастительных, кулинарных изделий [1-3], представленных различными брендами и производителями. Исследование конъюнктуры рынка замороженных кулинарных изделий свидетельствует о выраженно высоком уровне их востребованности преимущественно в городской среде по всем субъектам Российской Федерации. Объясняется этот факт целым рядом преимуществ рассматриваемых продуктов: быстрой готовностью к употреблению, значительной продолжительностью хранения, логистическими преимуществами при транспортировании.

Прогностические расчеты свидетельствуют о стабильно положительном приросте производства указанной категории продукции в размере около 9-10 % ежегодно. В частности, по результатам аналитического доклада BusinesStat за 2020-2024 гг. производство замороженных мясных кулинарных изделий в России выросло на 11,2 %: с 1,63 до 1,81 млн т [4].

Кроме того, детализированный анализ ассортимента показывает преобладание в торговом обороте отдельных категорий рубленых мясных и мясорастительных кулинарных изделий, среди которых наибольшее распространение получили котлеты, наггетсы, бифштексы, шницели, голубцы, фрикадельки, тефтели, биточки, зразы и люля-кебаб [6]. Большой потенциал имеют научные разработки технологий мясорастительных кулинарных изделий. Так, в последние годы были предложены технологии производства и новый ассортимент мясных кулинарных изделий с применением овощных и злаковых порошков, рапсового жмыха, амаранта, кукурузной клетчатки и др. [7-12].

Значительную роль в продвижении замороженной продукции играет правильная организация её упаковки. Первостепенным требованием здесь выступает эффективная защита содержимого от негативных факторов окружающей среды, что обеспечивается использованием герметичных оболочек и материалов, обладающих высокими газо- и влагонепроницаемыми свойствами. Помимо основной защитной функции, упаковка выполняет и важную коммуникативную роль, становясь инструментом маркетинга. Именно поэтому в последнее время наблюдается тенденция активного использования дизайна и функционала упаковки для привлечения внимания потребителей и усиления конкурентных позиций продукта на рынке [6].

Органолептические свойства замороженных мясных кулинарных изделий представляют собой совокупность визуальных, вкусовых, ароматических и текстурных характеристик. Данные признаки непосредственно определяют потребительскую ценность продукции и оказывают решающее влияние на принятие покупателями решения о приобретении товара.

Одним из распространенных дефектов органолептических свойств рубленых мясных кулинарных изделий является проявление признаков окислительной деградации, которая проявляется в

изменении оттенка флейвора, появлении прогорклого вкуса и несвойственного аромата. Эти явления вызваны процессами окисления липидных фракций, ведущим к накоплению альдегидов, кетонов и пероксидов, отрицательно воздействующим на сенсорику и пищевую ценность продукта.

Во избежание ускоренного накопления вторичных продуктов окисления и уменьшения интенсивности деградации органических молекул рекомендуется целенаправленное введение в рецептуру антиоксидантов. Наиболее предпочтительными являются природные соединения, полученные из растительного сырья, поскольку они не только эффективно подавляют активность свободных радикалов, замедляя окислительные процессы, но и дополнительно вносят вклад в профилактику заболеваний, обладая биоактивными функциями.

Применение природных антиоксидантов способствует снижению активности ферментов и эндогенных каталитических реакций, уменьшает скорость полимеризации белков и обеспечивает стабилизацию цвета и аромата продукта, что повышает продолжительность хранения и улучшает потребительские качества мясных кулинарных изделий. Таким образом, правильный подбор и дозировка естественных антиоксидантов становятся важными элементами проектирования рецептур и ключевой мерой повышения конкурентоспособности продукции на рынке [6, 9, 10].

В последние годы мясоперерабатывающая отрасль всё чаще прибегает к применению антиоксидантных агентов естественного происхождения, полученных из растений. Среди них выделяют широкий спектр фитодобавок, таких как свежие зелёные части растений, пряности и пряно-ароматические экстракты. Для дополнительного обогащение нутриентами используют плодоовощные компоненты, продукты переработки зерновых и бобовых культур. Известны технологии рубленых мясных кулинарных изделий многокомпонентных составов, включающих тыкву, льняную муку, листья петрушки и укропа, дигидрокверцитин и горчичный порошок и др. [6, 13].

Напротив, присутствие в рецептурах искусственно синтезированных антиоксидантов способно вызывать определённую степень токсикологического риска и отказ потребителей от покупки по причине возможного негативного влияния на здоровье.

Микробиологическое качество и безопасность мясных кулинарных изделий определяются совокупностью факторов, среди которых ключевое значение имеют соблюдение санитарно-гигиенических норм на предприятиях, техническое оснащение производства, адекватные технологические параметры переработки, надлежащее исполнение процедур упаковки и хранения, а также регулярный контроль на всех этапах производственного цикла [14]. При этом следует учитывать, что отдельные виды мясных кулинарных изделий характеризуются индивидуальными показателями микробиологической безопасности, зависящими от типа используемого сырья, продолжительности тепловой обработки, уровня кислотности среды, наличия соли и иных компонентов, оказывающих антимикробное действие. Контроль вышеуказанных критериев необходим для гарантирования эпидемиологической безопасности и соответствия установленным регламентам качества пищевых продуктов.

Для решения проблемы сохранения качества и безопасности применяются различные современные технологии. Так, например, известен способ применения метода близкриоскопического охлаждения (–2 ± 0,5 °С). На основе исследования динамики изменения физико-химических показателей, перекисного, кислотного, бензидинового, тиобарбитурового чисел, микробиологических, органолептических показателей показан достаточный уровень безопасности мясных рубленых кулинарных изделий (тефтелей) на этапе хранения при близкриоскопических температурах. Определено, что мясные кулинарные изделия, хранящиеся при близкриоскопической температуре, остаются пригодными к употреблению без перехода в замороженное состояние в течение длительного периода хранения – до 30 сут [15].

Современные производственные технологии предоставляют значительные возможности для интенсификации процессов изготовления замороженных мясных, мясорастительных и мясосодержащих кулинарных изделий, позволяя существенно повышать производительность и улучшать показатели качества продукции. Тем не менее, несмотря на имеющиеся достижения, сохраняется обширный запас для дальнейшей оптимизации производственных циклов и расширения спектра используемых решений.

Постоянный мониторинг предпочтений целевой аудитории, своевременная реакция на изменения рыночной конъюнктуры и адаптация продукции к вновь вводимым нормативным актам,

международным техническим регламентам и стандартам качества являются необходимыми условиями успешного функционирования организаций, работающих в данной сфере.

Следовательно, последовательное внедрение новейших достижений науки и техники, систематический анализ рынка и поддержка регулярного взаимодействия с потребителем позволят производственным компаниям сохранять конкурентоспособность, поддерживать высокие стандарты качества продукции и отвечать возросшим ожиданиям конечного покупателя.

Литература

1. Полозова Т. В. Расширение ассортимента мясных изделий с использованием тыквы // Научно-технологическое развитие агропромышленного комплекса: приоритеты и вызовы: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, Улан-Удэ, 03–07 февраля 2025 года. – Улан-Удэ: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова», 2025. – С. 216-223.
2. Кобыляцкий П.С. Ильдер Е. В., Рубашкин Д. А. Использование амарантовой муки в мясных изделиях // Инновационные аспекты технологий производства, экспертизы качества и безопасности сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов : Материалы международной научно-практической конференции посвященной 90-летнему юбилею биотехнологического факультета, пос. Персиановский, 28–29 ноября 2019 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2019. – С. 234-237.
3. Патент № 2679359 C1 Российская Федерация, МПК A23L 13/40, A23L 13/60. Способ производства рубленых мясорастительных кулинарных изделий из мяса кролика механической обвалки: № 2018114507: заявл. 19.04.2018: опубл. 07.02.2019 / С. В. Полянских, Е.С. Мавродина, О.А. Липчанская, Н. Н. Соколова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»).
4. Анализ рынка мясных полуфабрикатов в России в 2020-2024 гг., прогноз на 2025-2029 гг. Структура розничной торговли // BusinesStat. – 2024. – С. 3-17
5. Васюкова А.Т., Макаров М.Г., Эдварс Р.А., Махмадалиев Э.Ш., and Бражников М.Е. Разработка технологии и рецептур мясных фаршевых изделий с БАД // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – Воронеж, 2020. – № 1 (83). – С. 124-128.
6. Каухчешвили Н.Э. Мониторинг показателей качества и безопасности замороженных мясных и мясорастительных рубленых полуфабрикатов // Мясная индустрия. – 2019. – № 12. – С. 36-39.
7. Ветрова О.Н., Демина Е.Н. Применение овощных и злаковых порошков в производстве мясных полуфабрикатов // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства. – 2020. – С. 146-149.
8. Кобыляцкий П.С. Обогащение мясных кулинарных изделий белковых добавок на основе рапсового жмыха // Совершенствование технологий производства, переработки и экспертизы качества пищевой продукции : материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, пос. Персиановский, 20 декабря 2019 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2019. – С. 143-146.
9. Кобыляцкий П.С. Органолептическая оценка мясных кулинарных изделий с амарантом // Совершенствование технологий производства, переработки и экспертизы качества пищевой продукции : материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, пос. Персиановский, 20 декабря 2019 года. – пос. Персиановский: Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет", 2019. – С. 140-143.

10. Лубянов Д.С. Потребительские характеристики мясных кулинарных изделий с использованием кукурузной клетчатки // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, пос. Персиановский, 28 апреля 2021 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2021. – С. 82-85.

11. Кобыляцкий П.С. и др. Повышение потребительских свойств кулинарных изделий на основе мясорастительных фаршей //Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения. – 2019. – С. 176-183.

12. Поминарнев А.И. Использование пищевых волокон в биотехнологии мясопродуктов //Мир в эпоху глобализации экономики и правовой сферы: роль биотехнологий и цифровых технологий. – 2021. – С. 149.

13. Юрикова Е.В., Савватеев Е.В., and Савватеева Л.Ю. Антиоксидантные свойства добавок для мясных полуфабрикатов // Пищевая промышленность. – 2013. - №. 11. – С. 60-62.

14. Самойлов А.В. и др. Оценка безопасности мясных и рыбных продуктов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – №. 3 (144). – С. 167-174.

15. Масанский С.Л. Стабилизация качества и пролонгирование сроков хранения мясной кулинарной продукции методом близкриоскопического охлаждения // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов, Минск, 17 июня 2021 года. – Минск: Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Белорусская наука»», 2021. – С. 364-373.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО КОНТЕЙНЕРА ПРИ ИМИТАЦИИ РАЗРЫВА ХОЛОДИЛЬНОЙ ЦЕПИ

Сучков А.Н., Никитин В.В., Белозеров А.Г. кандидат технических наук, Онацкий И.Т.

ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, г. Москва
e-mail: a.suchkov@fncps.ru

Аннотация

В работе представлено комплексное экспериментальное исследование изотермического контейнера КС-1000П в условиях имитации нарушения непрерывной холодильной цепи. В качестве модельного продукта использована варёная гречневая крупа, охлаждённая до 4±1 °С и упакованная в стандартную транспортную тару. Исследование проводилось при трёх уровнях температуры окружающей среды (20, 25 и 30 °С) с регистрацией температурного поля в 12 точках внутри контейнера (по 2 точки в каждом из трёх ярусов – нижнем, среднем и верхнем, как в центральном сечении, так и у двери) и 2 точках снаружи. Установлено, что время достижения критической температуры 6 °С (верхний допустимый предел для охлаждённой готовой пищевой продукции) существенно зависит как от внешней температуры, так и от положения образцов в контейнере: при 30 °С наиболее уязвимыми являются образцы в верхнем ярусе у двери (критическая температура достигается через 4 ч), в то время как в нижнем ярусе за 12 ч критическая температура не достигнута. Показано, что применение аккумуляторов холода, размещённых в верхней части контейнера, увеличивает время сохранения температуры ниже 6 °С с 4 до 9 ч при температуре окружающей среды 30 °С.

Введение

Непрерывная холодильная цепь (НХЦ) играет ключевую роль в обеспечении минимизации потерь и поддержании качества и безопасности скоропортящихся пищевых продуктов на всём пути их обращения (от производителя до потребителя). Научная литература уделяет большое внимание развитию и улучшению отдельных звеньев НХЦ, таким как хранение пищевого сырья, холодильный транспорт для транспортирования, производственное холодильное оборудование, объекты торговли, но редко охватывает изучение и анализ всей цепи доставки охлажденного или замороженного продукта [1-4].

Объекты и методы экспериментальных исследований

Объектом исследования являлся термоконтейнер КС-1000П (рисунок 1), произведенный ООО «ТД ЗИП» (Россия, г. Владимир) 01.2025 г. Основные технические характеристики изотермического контейнера представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики изотермического контейнера

Модель	Основание	Габариты внешние, мм	Габариты внутренние, мм	Вес, кг	Емкость, л	Полезная нагрузка, кг
КС-1000П	паллет	800×1200×1885	620×1027×1570	155	1000	700

Рисунок 1 – Термоконтейнер КС-1000П

Контроль и регистрацию температуры охлажденных продуктов и окружающей среды (воздух) при проведении исследования производили с помощью 2-х 12-канальных измерителей-регистраторов ТЕРМОДАТ 25М5 (ООО НПП «Системы контроля», Россия, г. Пермь) с преобразователями термоэлектрическими ТПК011 (ООО «КИП Сервис», Россия) в количестве 14 шт. Частота регистрации температуры составляла 5 мин.

Исследования проводили с использованием имитаторов продукции (модельных образцов), теплофизические свойства которых соответствуют готовой пищевой продукции. Объем загружаемой продукции составлял 80% от вместимости изотермического контейнера.

В качестве имитаторов продукции использовали вареную гречневую крупу, охлажденную до 4±1 °С.

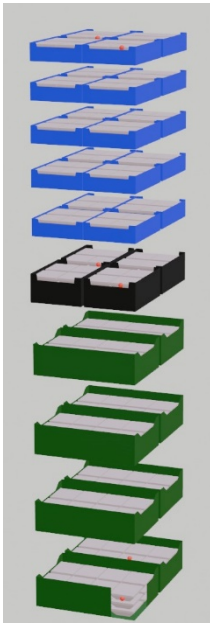
Вареную гречневую крупу компоновали по 500 г, упаковывали в пластиковые одноразовые контейнеры объемом 750 мл (рисунок 2), которые в свою очередь размещали в транспортные тары. Упакованные образцы гречневой крупы (рисунок 3) помещали в холодильную камеру при температуре воздуха от 0 до 2,0 °С для последующего охлаждения до достижения температуры в центре продукции 4±1 °С.

Рисунок 2 – Модельный образец

Рисунок 3 – Охлаждение и термостатирование модельных образцов

На следующем этапе экспериментального исследования проводили размещение модельных образцов в соответствии со схемой (рисунок 4 а). На рисунке 4 б представлен общий вид укомплектованной экспериментальной паллеты.

На рисунках 5 а, б, в, представлены: нижний ярус, состоящий из 4 х ящиков по 15 модельных образцов в каждом; центральный ярус – из 4 х ящиков по 12 модельных образцов в каждом; верхний ярус – из 4 ящиков по 8 модельных образцов в каждом. Количество точек регистрации температуры: 2 в толще продукта и 2 над поверхностью упаковки измеряемого продукта в каждом из рассматриваемых ярусов; 2 снаружи контейнера для контроля и регулирования температуры окружающего воздуха.



а)

б)

Рисунок 4 – Размещение модельных образцов в изотермическом контейнере:
а – схема; б – общий вид загруженного термоконтейнера

а)

б)

в)

Рисунок 5 – Размещение модельных образцов и температурных датчиков:
а – нижний ярус; б – центральный ярус; в – верхний ярус

Результаты экспериментальных исследований

Динамика температуры модельных образцов продукта при различной температуре окружающей среды в центральном сечении и у двери термоконтейнера в верхнем, среднем и нижнем местах размещения образцов продукта представлена на рисунках 6-8. Температура 6 °С принята как предельная для холодильной цепи готовой пищевой продукции.

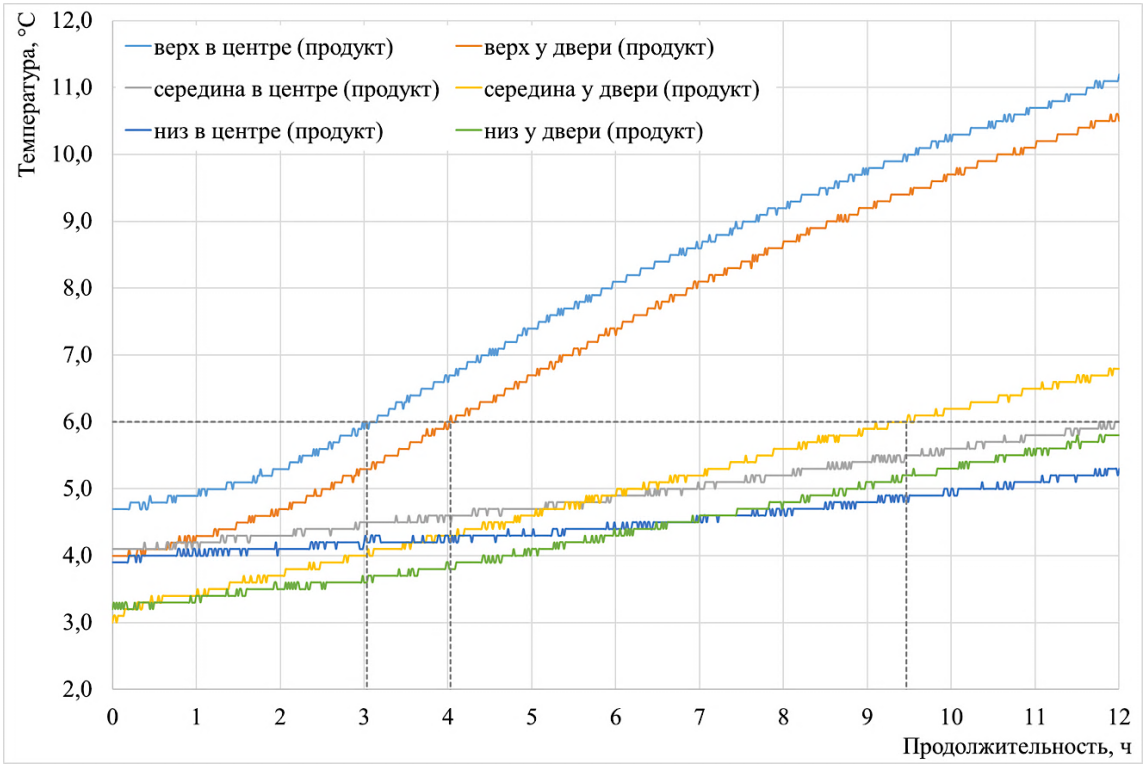


Рисунок 6 – Термограммы модельных образцов продукта при температуре окружающей среды 30 °С

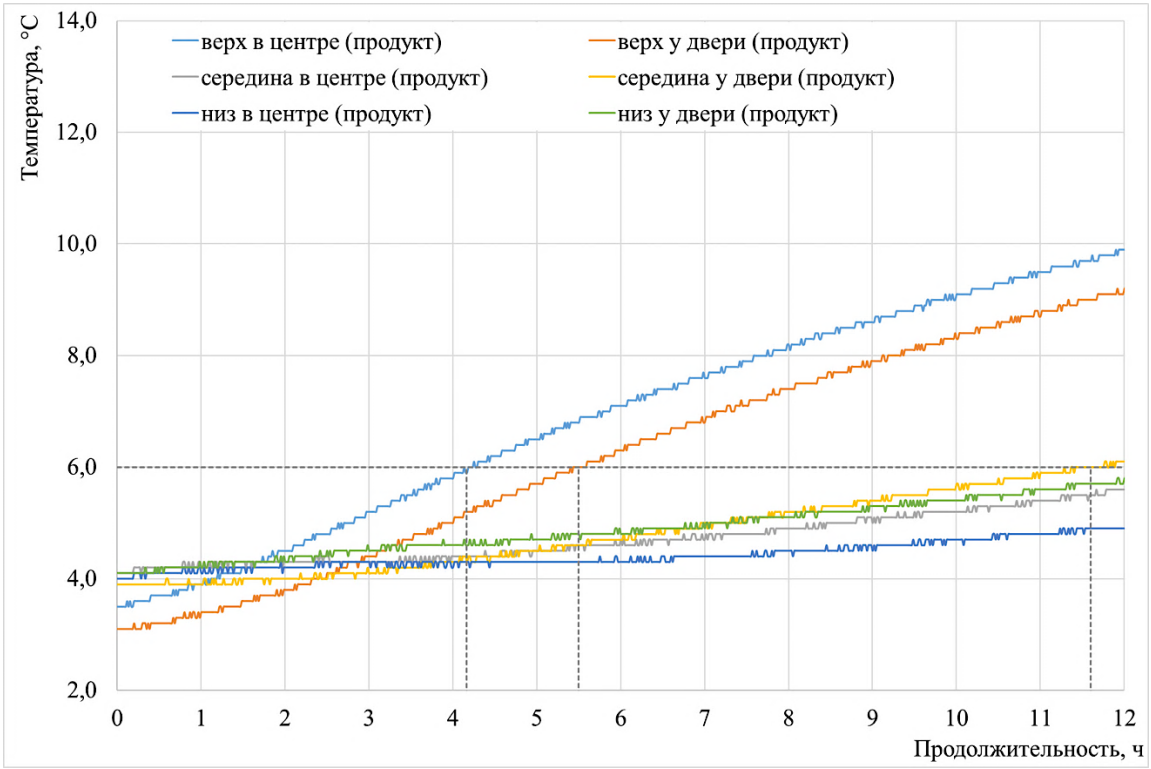


Рисунок 7 – Термограммы модельных образцов продукта при температуре окружающей среды 25 °С

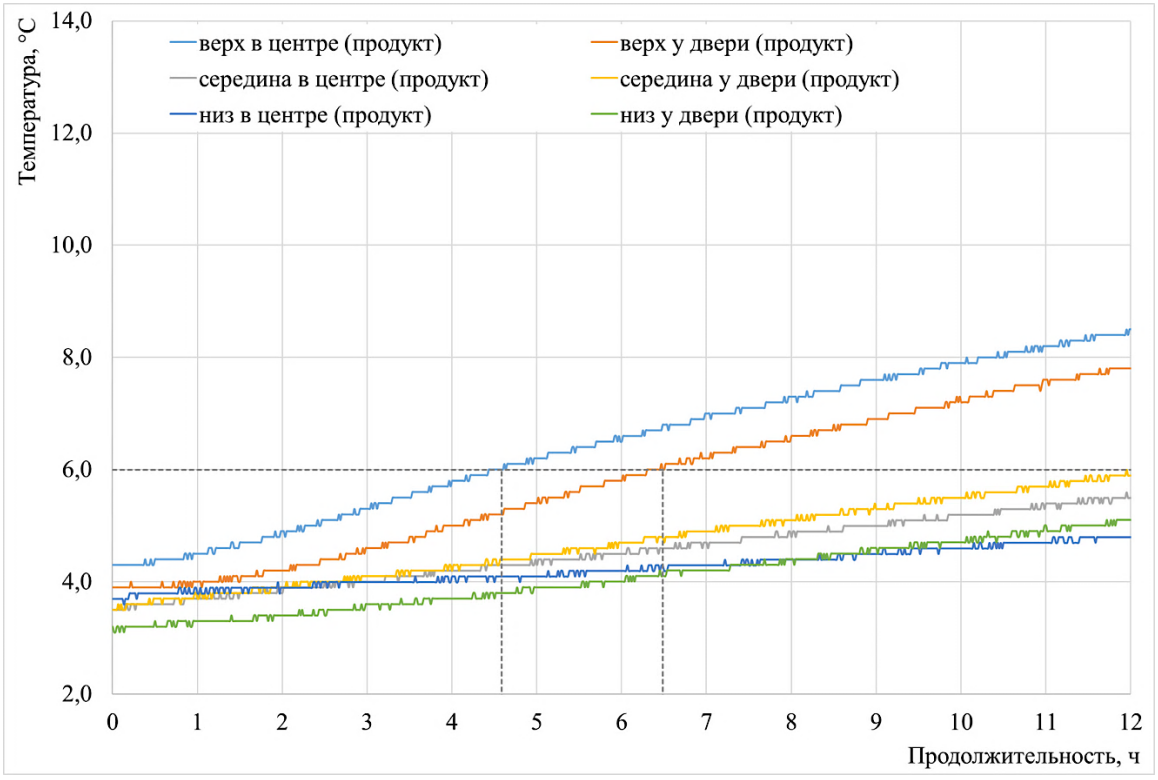


Рисунок 8 – Термограммы модельных образцов продукта при температуре окружающей среды 20 °С

Динамика температуры модельных образцов продукта при температуре окружающей среды 30 °С в верхнем месте размещения у двери термоконтейнера образцов продукта без/с применением аккумуляторов холода, расположенных в верхней части контейнера с продукцией представлена на рисунке 9.

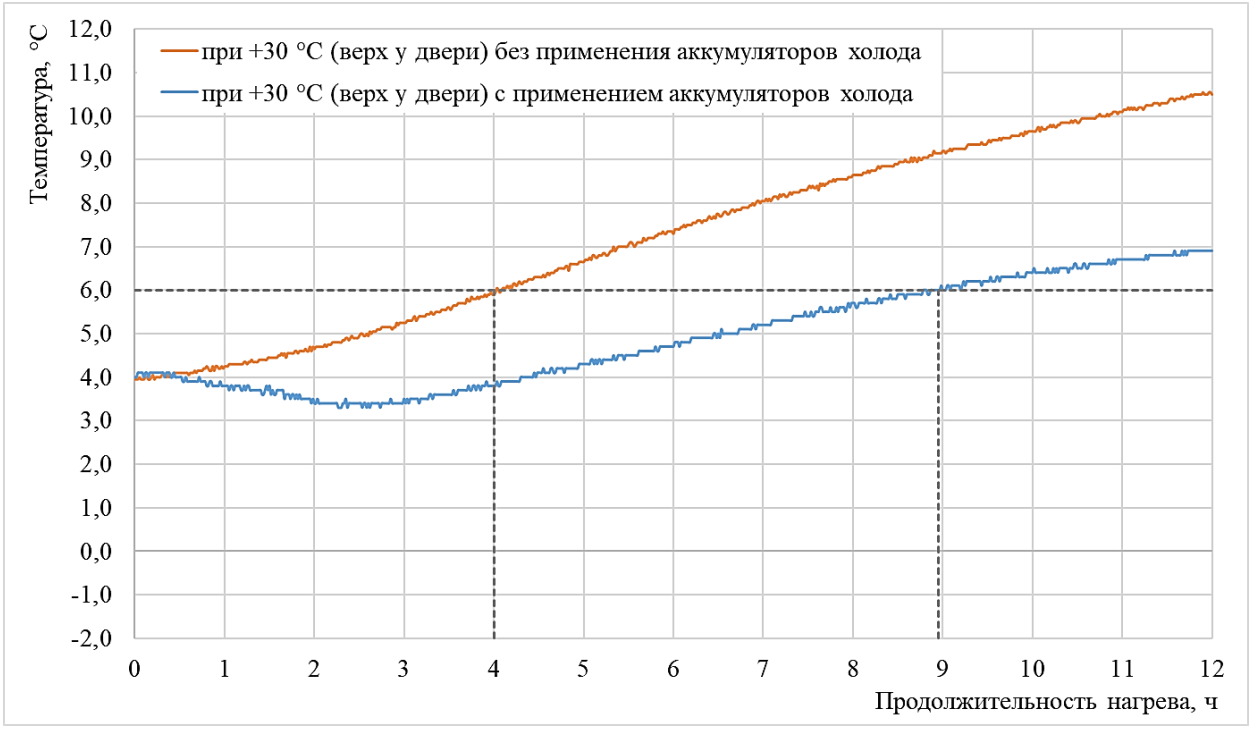


Рисунок 9 – Термограммы модельных образцов продукта без/с применением аккумуляторов холода

Выводы

При анализе термограмм модельных образцов продукта в верхнем месте их размещения в термоконтейнере установлено, что критическая температура (6 °С) достигалась:

- при температуре нагрева 20 °С в центральном сечении термоконтейнера через 4,6 ч, у двери термоконтейнера через 6,5 ч;
- при температуре нагрева 25 °С в центральном сечении термоконтейнера через 4,2 ч, у двери термоконтейнера через 5,5 ч;
- при температуре нагрева 30 °С в центральном сечении термоконтейнера через 3,0 ч, у двери термоконтейнера через 4,0 ч;

При анализе термограмм модельных образцов продукта в среднем месте их размещения в термоконтейнере установлено, что критическая температура (6 °С) достигалась:

- при температуре нагрева 25 °С у двери термоконтейнера через 11,6 ч;
- при температуре нагрева 30 °С у двери термоконтейнера через 9,5 ч;

При анализе термограмм модельных образцов продукта в нижнем месте их размещения в термоконтейнере установлено, что критическая температура (6 °С) не достигалась в течение 12 ч.

Дополнительные исследования влияния аккумуляторов холода в термоконтейнере при температуре окружающей среды 30 °С показали, что критическая температура (6 °С) продукции в верхнем месте их размещения достигалась через 9 часов.

Литература

1. Белозеров Г. А., Большаков О. В. Системный анализ непрерывной холодильной цепи // Пищевая промышленность. 2007. №4. С. 40–42.
2. Белозеров, Г. А. Непрерывная холодильная цепь // Мясные технологии. 2012. № 5(113). С. 47–49.
3. Бараненко А. В., Белозеров Г. А. Непрерывная холодильная цепь – основа стратегии ресурсосбережения и обеспечения качества продовольствия // Холодильная техника. 2010. № 3. С. 9–12.
4. Настасиевич И., Лакицевич Б., Петрович З. Управление холодильной цепью при поставках мяса: «старые» и новые стратегии // Теория и практика переработки мяса. 2017. Т. 2. № 4. С. 20–34.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ПРИ РАЗМОРАЖИВАНИИ

Онацкий И.Т., младший научный сотрудник, Сотсков В.А., ведущий инженер, Савицкий Р.Б., инженер, Минин Т.А., лаборант-исследователь

ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, г. Москва
e-mail: i.onatskiy@fncps.ru

Аннотация

В работе рассмотрены различные методы размораживания пищевых продуктов с целью интенсификации процесса с обоснованием выбора наиболее эффективного – радиочастотного. Описан принцип действия специально разработанной экспериментальной установки для измерения диэлектрических свойств пищевых продуктов в электромагнитном поле. Полученные результаты диэлектрической проницаемости коррелируют с данными других авторов. Подтверждена адекватность методик обработки экспериментальных данных и измерения температуры, однако вторая требует доработки.

Введение

Стратегия повышения качества пищевой продукции является приоритетной задачей нашей страны. Холодильная обработка представляет собой эффективный метод продления срока годности продуктов питания без значительной потери их питательных свойств и органолептических характеристик. Метод не требует применения добавок искусственных консервантов, что соответствует современным тенденциям производства чистых продуктов. Для повышения эффективности процессов холодильной обработки, снижения потерь используются дополнительные к холоду средства, в том числе в виде различных электрофизических воздействий.

В России значительные объемы пищевого сырья резервируются путем замораживания и хранения в замороженном состоянии. В процессах замораживания-размораживания в продуктах протекают значительные необратимые изменения их нативных свойств, приводящие к снижению показателей качества и увеличению потерь массы готовой продукции. Для минимизации влияния негативных последствий необходимо не только обеспечивать высокие скорости замораживания, но применять эффективные способы размораживания с равномерным распределением теплоты по объему изделий.

В настоящее время в обращение поступает около 2,8 млн т замороженной рыбы и рыбной продукции, и около 125 тыс т замороженного мяса, поставляемого по импорту. Практически для всех этих объемов сырья необходим процесс размораживания для его последующей технологической переработки. В связи с этим, размораживание приобретает все большую значимость как технологический процесс, влияющий на качество пищевого продукта вследствие неизбежных физико-химических изменений.

Изменения показателей качества мяса при его оттаивании зависят от многих факторов: метода размораживания, продолжительности и температурных режимов. При этом необходимо подобрать такие режимы и методы подвода теплоты, при которых, должны быть максимально сохранены первоначальные свойства продукта.

По способу подвода энергии процессы размораживания можно разделить на две большие группы [2, 4]. Первая – классические способы, основанные на подводе теплоты к продукту с помощью теплого воздуха, орошения или погружения в жидкую среду [3, 4]. Они достаточно экономичны, просты в эксплуатации, однако имеют ряд существенных недостатков. Наиболее современными способами данной группы являются: размораживание в воде, в конденсирующемся насыщенном водяном паре под вакуумом или при повышенном гидростатическом давлении. Классические методы размораживания предусматривают передачу теплоты к поверхности пищевых продуктов от воздушной или водной среды и внутреннее распределение теплоты в продукте за счет

его теплопроводности. Однако, эти методы размораживания, несмотря на их простоту и экономическую доступность, имеют значительные ограничения, которые влияют как на качество продуктов, так и на безопасность их потребления.

Вторая группа – способы подвода энергии за счет использования физических полей: переменного электрического поля, электромагнитного поля определенной частоты, с помощью инфразвука или ультразвука [5].

Наибольший интерес вызывает радиочастотное размораживание. Механизм действия радиочастот заключается в дипольном вращении полярных молекул в переменном электромагнитном поле, что приводит к преобразованию электромагнитной энергии в тепловую непосредственно в пищевом продукте, тем самым ускоряя процесс размораживания [1, 6, 7].

Преимущества использования радиочастотного размораживания при промышленном применении: ускорение процесса за счет объемного нагрева, что особенно актуально для больших партий мяса, рыбы и морепродуктов; равномерное распределение температуры, снижающее риск локального перегрева и потерь качества. Технологии реализованы во многих станах (Франция, Турция, Италия, Япония), и подтверждена их эффективность по сравнению с классическими и СВЧ технологиями.

Для эффективного применения радиочастотного размораживания необходимо знать диэлектрические параметры замороженных пищевых продуктов. Диэлектрическая проницаемость пищевых продуктов характеризует способность диэлектрика поляризоваться под воздействием внешнего электромагнитного поля, а диэлектрические потери характеризуют ту часть энергии поля, которая переходит в тепло. Диэлектрическая проницаемость зависит от температуры, частоты внешнего поля и состава продукта.

Исследования литературы различных авторов показывают, что частотные зависимости комплексной диэлектрической проницаемости пищевых продуктов в значительной степени определяются поведением их водной составляющей. В мясе и рыбе содержится до 75% воды, до 1,5% солей и микроэлементов, поэтому они в охлажденном состоянии обладают определенной электропроводностью и представляют собой условные диэлектрики. В замороженном состоянии их диэлектрическая проницаемость существенно снижается за счет перехода воды в лед, однако, даже при низких температурах (от минус 20,0 до минус 18,0 °С) в продукте до 10% остается незамерзшей связанной воды, поэтому диэлектрическая проницаемость замороженного мяса или рыбы всегда будет выше, чем у чистого льда.

Объекты и методы экспериментальных исследований

Объектом исследования являлся говяжий огузок, максимально очищенный от жирных волокон, с массовой долей влаги 74,1% в замороженном состоянии.

Методы исследования: аналитический, термометрический, резонансный.

Проводился анализ научной и технической информации.

Метод измерения диэлектрической проницаемости состоит в сравнении резонансных частот эталонов и измеряемого образца.

Для математической обработки данных использовали программное обеспечение Microsoft Excel.

Экспериментальная часть

Для исследования диэлектрических параметров замороженных пищевых продуктов в процессе размораживания была разработана лабораторная установка на основе резонансного метода. Принцип измерения диэлектрической проницаемости заключается в сравнении длин волн, возбуждаемых в резонаторе, при пустом и заполненной измеряемым образцом ячейке. В качестве переменных параметров выступали: геометрические размеры ячейки, высота и диаметр измеряемого образца.

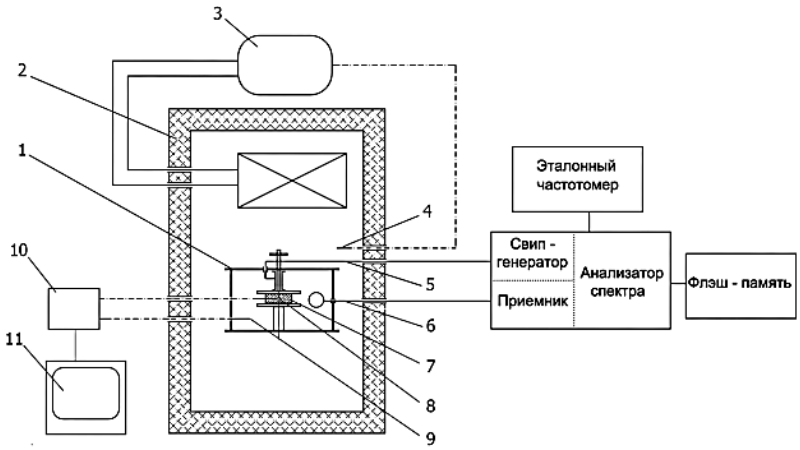


Рисунок 1 – Структурная схема лабораторной установки: 1 – измерительная ячейка; 2 – холодильная камера; 3 – холодильная машина камеры; 4 – датчик температуры холодильной машины; 5 – кабель входного сигнала; 6 – кабель выходного сигнала; 7 – исследуемый образец; 8 – датчик температуры, вводимый в продукт; 9 – датчик температуры воздуха в измерительной ячейке; 10 – регистратор температуры; 11 – контролирующий ПК

Описание лабораторной установки

Установка включает в себя: измерительную ячейку, помещенную в холодильную камеру, в которой с помощью холодильной машины поддерживается температура до минус 20 °С. Контроль температуры осуществляется в 3 местах: воздуха в холодильной камере, воздуха внутри измерительной ячейки и измеряемого образца. От генератора качающейся частоты, входящего в состав анализатора спектра, подается радиочастотный сигнал на вход измерительной ячейки, а с ее выхода сигнал поступает на вход приемника анализатора спектра.

Получение и обработка экспериментальных данных

На лабораторной установке были определены диэлектрические параметры образца замороженной говядины в процессе размораживания в измерительной ячейке в диапазоне температур от минус 15,0 °С до минус 1,0 °С.

Таблица 1 – Экспериментальные данные измерения диэлектрических параметров говядины

Характеристика образца	Содержание влаги, %	Температура образца, °С	Резонансная частота, МГц	Диэлектрическая проницаемость ε′
Говядина	74,1	-15,3	186,67	4,660
		-9,8	178,12	5,926
		-7,9	173,05	6,843
		-5,2	164,99	8,448
		-3,5	133,81	18,548
		-1,5	127,89	21,655

Для корректного измерения диэлектрических свойств, образец должен быть плоским. Необходимую форму вырезали из куска замороженной говядины, при температуре минус 20,0 °С. Для контроля температуры в образце, помещенного в измерительную ячейку, высверливали отверстие для введения термометра сопротивления. Датчик температуры помещали в геометрический центр образца, плотно прилегая всей поверхностью чувствительного элемента к объекту исследования. Для измерения температуры использовали термометры сопротивления ДТС034-РТ100.В3.25/2, подключенные к регистратору температуры Термодат – 25М5. Для контроля температуры была разработана методика измерения температуры. Измерения резонансной частоты проводили через 30 мин после выхода образца на необходимую температуру для наиболее равномерного нагрева по всему объему. Для снятия параметров электромагнитного поля использовали анализатор спектра со встроенным трекинг-генератором RIGOL DSA815-TG. Для определения диэлектрической проницаемости результат измерения обрабатывали по методике для дальнейшего сравнения с данными, полученными другими авторами.

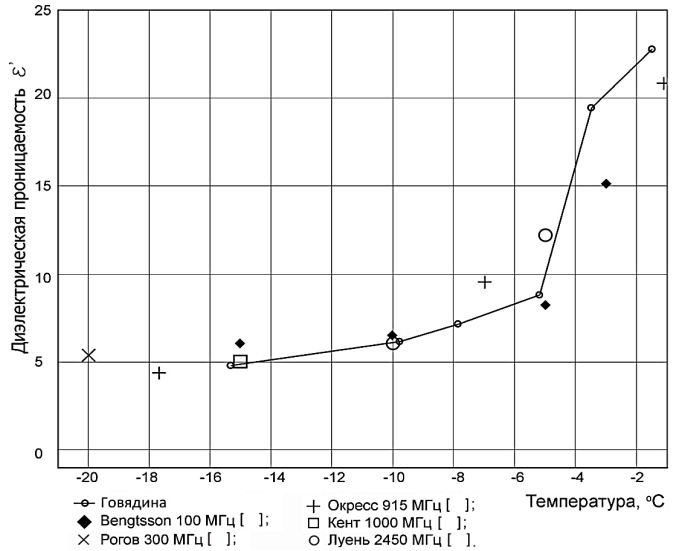


Рисунок 2 – Диэлектрическая проницаемость говядины в диапазоне частот 150±40 МГц

Экспериментальные данные подтверждают работоспособность выбранного метода измерения диэлектрических свойств мясных продуктов. Обработка результатов по разрабатываемой методике демонстрирует результаты, близкие к результатам других авторов.

Выводы

В результате проведенного анализа литературных данных по вопросу определения диэлектрических свойств мясного сырья в замороженном состоянии была разработана методика измерения диэлектрических свойств говядины. Подтверждена адекватность методики обработки результатов и определения диэлектрической проницаемости говядины. Полученные результаты коррелируют с результатами других авторов.

Литература

1. ГОСТ 24375–80. Радиосвязь: термины и определения. – Издание официальное. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 60 с.

2. Ивашов, В.И. Современная практика переработки замороженного мясного сырья / В.И. Ивашов, А.Н. Захаров, А.Б. Лисицын, Б.Р. Каповский, О.Е. Кожевникова, // Все о мясе. – 2014. – № 2. – С. 24-29.

3. Akhtar, S. Effect of thawing on frozen meat quality: a comprehensive review / S. Akhtar, M.I., Khan, F. Faiz // Pakistan Journal of Food Science. – 2013. – 23. – P. 198-211.

4. Энциклопедия «Пищевые технологии». (2019). Том 16 «Технологии холодильной обработки и хранения пищевой продукции», книга 1. Углич: ООО «ИД «Углич»». 339 с.

5. Wu, G. Effects of alternating electric field during freezing and thawing on beef quality / G. Wu, C. Yang, H. L. Bruce, B. C. Roy, X. Li, C. Zhang, // Food Chemistry. – 2023. – 419. – 135987. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.13598

6. Huang, Z. A novel strategy for improving radio frequency heating uniformity of dry food products using computational modeling / Z. Huang, F. Marra, S. Wang, // Innovative Food Science and Emerging Technologies. – 2016. – 34. – P. 100-111. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.01.005

7. Ramírez-Rojas, N.Z. Radio frequency heating against Sitophilus zeamais Motschulsky in white maize / N.Z. Ramírez-Rojas, A. Cerón-García, M.D. Salas-Araiza, H.J. EstradaGarcía, R. Rojas-Laguna, M.E. Sosa-Morales // Journal of Stored Products Research. – 2020. – 89. – 101730.https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМОЧЕХЛОВ ДЛЯ УКРЫТИЯ ПАЛЛЕТ С ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИЕЙ

Савицкий Р.Б., инженер, Никитин В.В., научный сотрудник, Минин Т.А., лаборант-исследователь, Онацкий И.Т., младший научный сотрудник.

ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва
e-mail: r.savickiy@fncps.ru

Аннотация

В работе представлены результаты проведенных измерений теплового потока и рассчитан коэффициент теплопередачи для каждого чехла, что позволило сравнить теплоизоляционные свойства и оценить эффективность их использования в условиях температуры воздуха в летний период времени. Полученные данные могут быть использованы при подборе термочехла для укрытия паллетов со скоропортящейся пищевой продукцией с целью ее сохранения от нагрева во время погрузо-разгрузочных работ.

Введение

Одним из уязвимых этапов непрерывной холодильной цепи являются погрузо-разгрузочные работы, нарушение температурного режима которых сопровождается замещением холодного воздуха горячим в открытом термоизолированном кузове авторефрижератора с последующим повышением температуры всего груза [1]. Для решения этой проблемы используются различные средства, защищающие пищевые продукты от нагрева или препятствующие замещению горячего воздуха в кузове [2, 3]. В первом случае предпочтение отдается термоизоляции для каждого паллета. Ко вторым способам относятся различные передвижные стенки, жалюзи и воздушные завесы.

Одним из наиболее эффективных вариантов защиты пищевых продуктов от нагрева является использование термочехлов, выполненных из мягкого теплоизоляционного материала. Он надевается на готовый паллет с продукцией (рисунок 1) и не допускает быстрого повышения температуры, а также препятствует воздушной конвекции на поверхности паллета под чехлом.

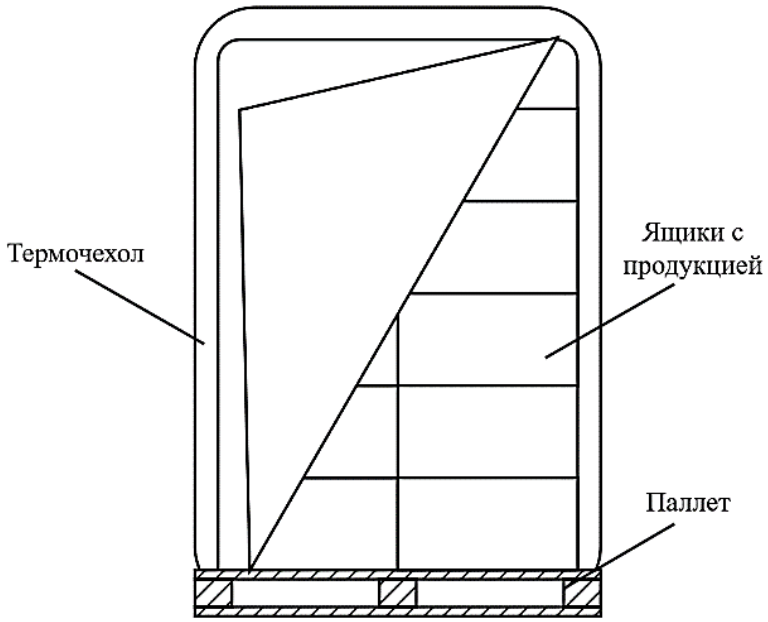


Рисунок 1 – Схематичный вид установленного термочехла на паллет

В рамках данного исследования были проведены измерения теплового потока через различные образцы термочехлов при фиксированных температурных условиях. На основе полученных данных рассчитан коэффициент теплопередачи и представлена сравнительная оценка теплоизоляционных свойств каждого образца.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись шесть образцов термочехлов: «Чехол 1», «Чехол 2»,

«Чехол 3», «Чехол 4», «Чехол 5» и «Чехол 6».

Методика измерений

Замеры теплового потока проводили с помощью измерителя плотности тепловых потоков ИТП-МГ4.03 «Поток», представленном на рисунке 2.

Рисунок 2 – ИТП-МГ4.03 «Поток»

Разница температур между внутренним и внешним воздухом составляла 15 °С, 20 °С и 25 °С. Замеры проводили в трёх повторностях для каждой точки измерения.

Образцы термочехлов закрепляли на холодильный ларь, после чего туго натягивались во избежание образования складок. На внутренней поверхности с помощью термопасты КПТ-8 закрепляли датчик температуры и один из датчиков теплового потока. Аналогичные датчики закрепляли снаружи таким образом, чтобы внешний датчик теплового потока располагался напротив внутреннего (рисунок 3).

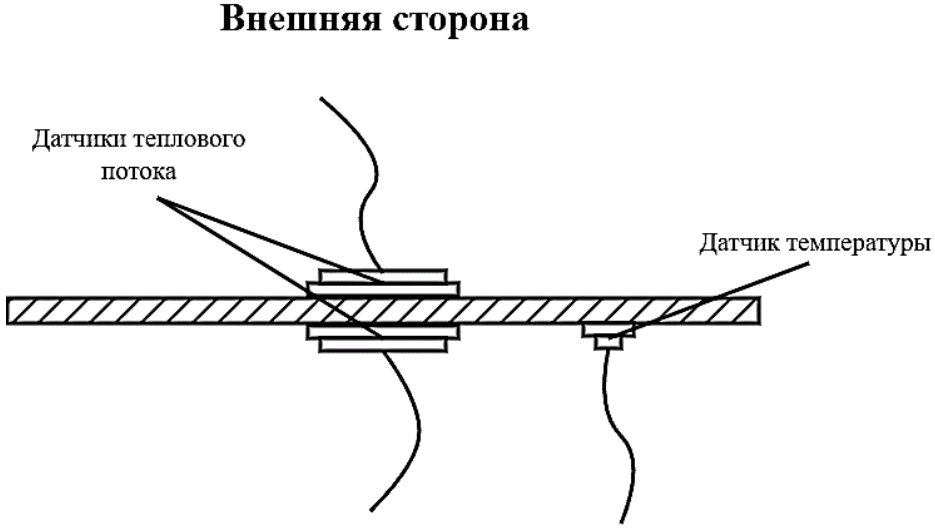


Рисунок 3 – Расположение датчиков на полотне чехла

Место для размещения датчика подбирали на каждой из граней термочехла, ближе к геометрическому ее центру – в месте отсутствия серьезных замятий, складок, швов, и нехарактерных уплотнений термоизоляционного материала.

Коэффициент теплопередачи рассчитывали по формуле:

$$k = \frac{q}{\Delta T}$$

где k – коэффициент теплопередачи (Вт/(м²·К));

q – плотность теплового потока (Вт/м²);

ΔТ – разность температур между внутренней и внешней средой (К).

Результаты исследований

Плотность теплового потока

На основе проведённых замеров были определены средние значения плотности теплового потока для каждого из образцов термочехлов при разных Δt

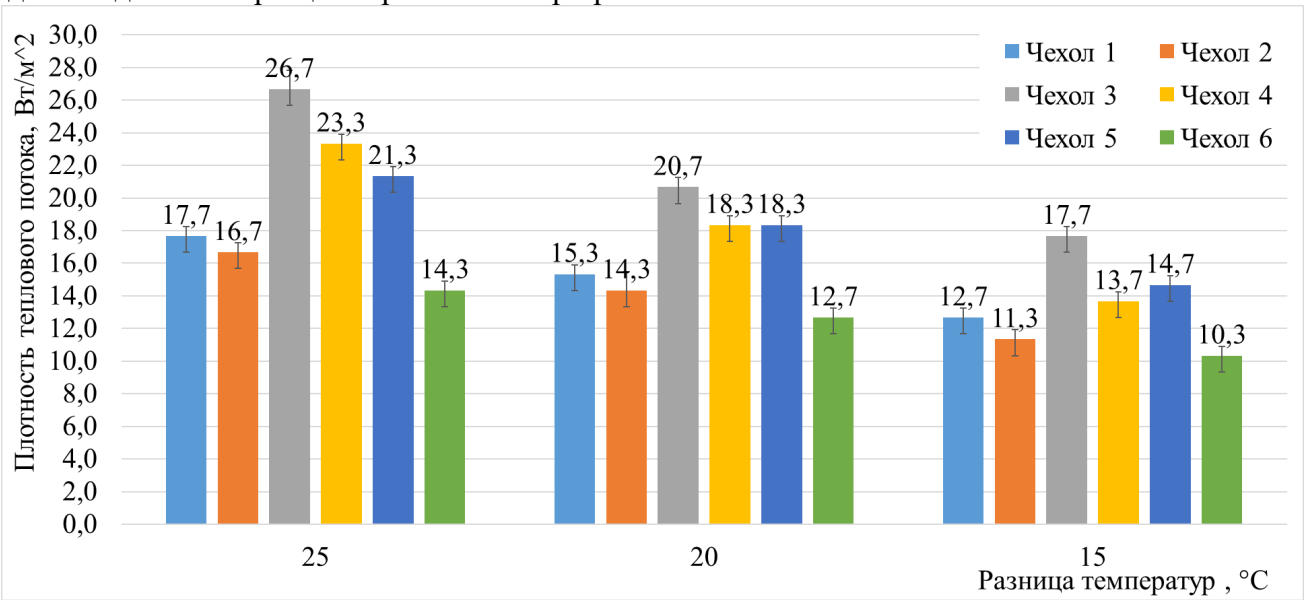


Рисунок 4 – Значения измерений теплового потока

При анализе рисунка 4 установлено, что минимальные значения плотности теплового потока наблюдаются у «Чехол 6», что указывает на его высокую теплоизоляционную способность, в то время как «Чехол 3» продемонстрировал самую низкую теплоизоляционную способность.

Коэффициент теплопередачи

Рассчитанные средние значения коэффициентов теплопередачи для каждого из образцов термочехлов представлены на рисунке 5.

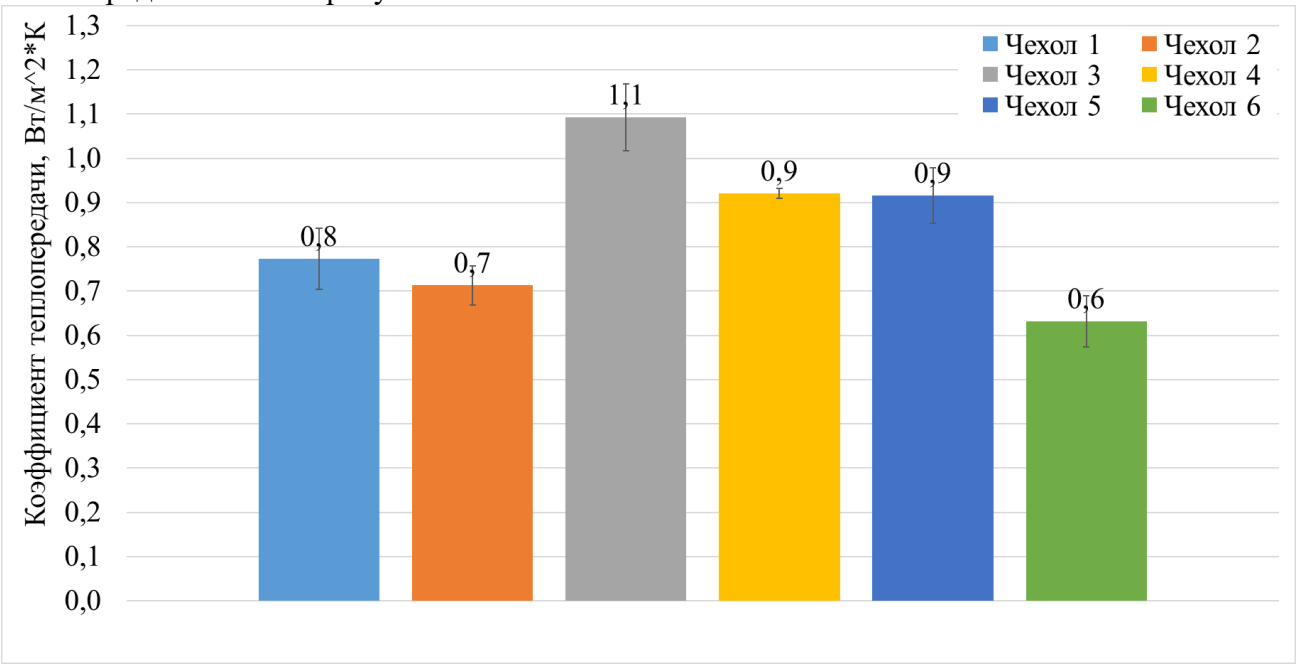


Рисунок 5 – Средние значения коэффициента теплопередачи

При анализе рисунка 5 установлено, что «Чехол 3» обладает самым высоким коэффициентом теплопередачи (1,18 Вт/(м2 К)). «Чехол 6» продемонстрировал наименьший коэффициент (0,69 Вт/(м2 К)).

Дополнительно проводились исследования, нацеленные на определение продолжительности хранения, за которое температура продукта, расположенного на паллете под термочехлом, достигала критических значений (7 °С). Исследования проводились при исходной температуре

продукции под термочехлом (2 °С), а также различных температурах окружающей среды (20 °С, 25 °С и 30 °С).

Выводы

В результате проведенного исследования установлено, что:

- «Чехол 3» имеет максимальное значение коэффициента теплопередачи (1,18 Вт/(м2 К)), что говорит о его низкой теплоизоляционной способности;

- «Чехол 6» продемонстрировал самое низкое значение коэффициента теплопередачи (0,69 Вт/(м2 К)), что в свою очередь характеризует высокую теплоизоляцию его материала.

На основании дополнительных исследований по определению продолжительности достижения критической температуры охлажденной продукции на паллете под термочехлом, наиболее эффективные теплоизолирующие свойства продемонстрировал «Чехол 6», при котором критическая температура достигалась через 6 часов. «Чехол 3» характеризовался наихудшими теплофизическими характеристиками, поскольку критическая температура продукта в нём фиксировалась уже через 3,4 часа. Результаты дополнительных исследований коррелируют с данными теплового потока и коэффициента теплопередачи.

Проведённое исследование позволяет классифицировать термочехлы по уровню их теплоизоляционных свойств. Данные важны при выборе теплоизоляционных материалов для создания термочехлов для непрерывной холодильной цепи.

Рекомендуется дальнейшее исследование долгосрочных свойств этих материалов, включая изменение коэффициента теплопередачи после длительного воздействия климатических факторов, а также тестирование их в реальных условиях эксплуатации.

Список литературы

Никитин, В. В. Динамика сохранности свежего перца в условиях, имитирующих холодильную цепь / В. В. Никитин, А. Н. Сучков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2025. – Т. 33, № 2. – С. 57-75. – DOI 10.36107/spfp.2025.2.640.

Моделирование реальных условий холодильной цепи и ее влияние на микробиологическую безопасность мяса птицы / А. Г. Белозеров, А. Н. Сучков, В. В. Никитин [и др.] // Пищевая промышленность. – 2025. – № 6. – С. 26-33. – DOI 10.52653/PPI.2025.6.6.006.

Белозеров, Г. А. Системный анализ непрерывной холодильной цепи / Г. А. Белозеров, О. В. Большаков // Пищевая промышленность. – 2007. – № 4. – С. 40-45.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ РЕГИОНОВ КУБАНИ И КРЫМА НА ЗНАЧЕНИЯ ИЗОТОПНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭТАНОЛА В ВИНАХ

Ганин М.Ю[1] *, Акбулатова Д.Р[1], Шилкин А.А[1], Ионов Д.Р[1].

[1]Всероссийский научно – исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *идентификация, вино, отношение изотопов углерода, кислорода, водорода, критериальные значения, место географического происхождения.*

Аннотация

В настоящее время виноградарство и виноделие являются одной из развивающихся отраслей сельского хозяйства России. К производству вин с контролируемым местом происхождения ЗГУ и ЗНМП предъявляются более строгие требования, соответственно они имеют более высокую стоимость. Такие вина могут подвергаться фальсификации путем их подмены винами из других регионов. В связи с этим, разработка способа подтверждения места происхождения вин является важным этапом в рамках контроля рынка алкогольной продукции.

Анализ подготовленных образцов вин проводилось на изотопном масс-спектрометре Thermo Delta V Advantage. Исследование было направлено на выявление потенциальной связи между изотопными характеристиками (углерод, кислород, водород) этанола в вине и климатическими факторами. Проведено исследование изотопного состава углерода, кислорода и водорода в этаноле вин, произведенных в 2023 году из винограда, выращенного в различных виноградо-винодельческих зонах России. Статистический анализ полученных данных выявил значимые корреляции между изотопными характеристиками винограда и метеорологическими параметрами, характерными для мест его произрастания.

Виноград – довольно пластичная культура, способная адаптироваться, произрастать и давать урожаи в широком диапазоне природных условий. В то же время агроклиматические условия территории возделывания винограда оказывают существенное влияние на качественные характеристики получаемого урожая. Развитие виноградной лозы, урожайность и технологические характеристики винограда в период созревания варьируются в зависимости от набора доступных природных ресурсов в конкретном географическом регионе [1-4].

Также в рамках проводимого исследования особое значение имеют процессы, приводящие к фракционированию изотопов кислорода и водорода воды и 3х элементов сахаров в составе виноградной ягоды [5-11]. Анализ и обобщение научных данных, опубликованных зарубежными учеными по теме фракционирования изотопов легких элементов в растениях, показывают, что на этот процесс фракционирования углерода 13C/12C кислорода 18O/16O и водорода D/2H из окружающей среды влияют не только биохимические механизмы метаболизма растений, но и климатические условия их произрастания. Так, например, вина из более теплых и влажных регионов будут иметь высокие значения $\delta^{13}C$ и δD, что свидетельствует о более интенсивном фотосинтезе и транспирации. А вина из региона с более сухим климатом будут иметь более низкие значения $\delta^{18}O$, что указывает на более высокую скорость испарения воды из листьев [12-14].

Мониторинг таких параметров, как среднегодовая температура воздуха, годовая сумма осадков является важным этапом в рамках исследования закономерностей изменения и прогнозирования значений изотопных характеристик «легких» элементов этанола в винах. Помимо этого, важным этапом в жизнедеятельности растений является вегетационный период. Для большинства сортов винограда, произрастающих в винодельческих регионах Российской Федерации, вегетационный период длится с мая по сентябрь. Погодные и климатические условия в

этот период в наибольшей степени оказывают влияние на формирование физико-химических особенностей растений, включая значения изотопных характеристик «легких» элементов структурных компонентов. Таким образом, целесообразно дополнительно включить в ежегодный мониторинг такие показатели, как сумма осадков в период с мая по сентябрь, а также сумму активных температур в период с мая по сентябрь. С использованием системы СИНОП были собраны данные метеорологических характеристик в двух винодельческих районах России за 2023 г. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метеорологические характеристики основных винодельческих регионов России за 2023 г.

Наименование виноградо-винодельческой зоны / виноградо-винодельческого района	Расположение метеостанции	Среднего довая температура воздуха, °С	Сумма активных температур ,°С	Годовая сумма осадков, мм	Сумма осадков май-сентябрь, мм
Кубань. Таманский полуостров	г. Тамань	14,2	3407,4	441,0	143,0
Кубань. Новороссийск	г. Новороссийск	15,8	3549,4	726,0	127,0
Кубань. Анапа	г. Анапа	14,9	3419,6	610,0	118,6
Кубань. Геленджик	г. Геленджик	15,9	3525,2	784,0	202,0
Кубань. Крымск	г. Крымск	13,7	3235,7	784,0	237,3
Горно-долинный район	г. Алушта	15,4	3481,7	523,0	157,0
Горно-долинно-приморский район	г. Судак	14,7	3433,1	461,5	140,5
Южный берег Крыма	г. Ялта	15,4	3435,9	669,0	170,0
Восточно-предгорный район	г. Феодосия	14,1	3384,6	400,0	124,0
Западный приморско-степной район	г. Евпатория	14,4	3418,0	437,0	104,4
Западный возвышенно-степной район	г. Симферополь	13,2	3165,6	521,0	194,0
Севастополь	г. Севастополь	15,1	3311,1	428,0	121,0

В рамках ежегодно проводимого ВНИИПБиВП мониторинга были изучены значения изотопных характеристик легких элементов (углерода, водорода, кислорода) в этаноле 27 образцов сброженного винограда, произрастающего в различных винодельческих регионах России, включая Республику Крым и г. Севастополь, 2023 г. урожая. Значения изотопных характеристик углерода, кислорода и водорода определяли путем сбраживания сусла и анализа выделенного из виноматериала этанола. Для получения виноматериалов проводили брожение сусла белых сортов

винограда, красные сорта винограда сбраживали на мезге. Брожение проводили при температуре 22 ± 2 °С, для брожения применяли сухие дрожжи, используемые в промышленном производстве вин. Пробоподготовку исследуемых образцов вин проводили следующим образом. В колбу вместимостью 50 см3 помещали 25 см3 пробы и осуществляли экстракцию этанола при температуре не выше 78,5 °С. Собирали дистиллят при температуре 78,0 – 78,5 °С. Если температура превышала 78,5 °С, перегонку останавливали на 5 минут. Когда температура снижалась до 78,0 °С, снова продолжали отбор дистиллята до очередного повышения температуры. Полная дистилляция длилась примерно 1 час. Такой способ позволяет рекуперировать до 98 – 98,5 % общего спирта из пробы. В выделенном из образцов этаноле были измерены значения $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$, δD. Измерения значений $\delta^{13}C$ проводили с использованием окислительно-восстановительного реактора. Образцы сжигали в окислительно-восстановительном реакторе при температуре 1000 °С в потоке кислорода и газа-носителя (гелия) до диоксида углерода. Значения $\delta^{13}C$ рассчитывались в промилле (‰) для каждого образца. Калибровку проводили при помощи международного стандартного образца BCR656. Измерение значений δD, $\delta^{18}O$ проводили при использовании пиролитического реактора с графитовым наполнителем. Образцы подвергались пиролизу в реакторе при температуре 1400 °С. При измерении значений $\delta^{18}O$ в качестве газа сравнения применяется химически чистый CO, при измерении значений δD – химически чистый H_2. Анализ изотопных отношений и обработка данных проходит аналогичным образом. Калибровку проводили при помощи международных стандартных образцов VSMOW2, SLAP2 и USGS47.

Для анализа полученного массива данных были рассчитаны основные статистические значения – среднее значение, среднеквадратичное отклонение, медианное значение, минимальные и максимальные значения. Расчет проводили отдельно для каждой виноградо-винодельческой зоны. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные статистические данные измеренных значений изотопных характеристик углерода, кислорода и водорода выделенного этанола

Год	Виноградо-винодельческая зона	Среднее значение, ‰	Среднеквадратичное отклонение	Медианное значение, ‰	Минимальное значение, ‰	Максимальное значение, ‰
Изотопные характеристик углерода этанола						
2023	Кубань	-26,21	0,86	-25,86	-28,18	-25,39
2023	Крым	-25,59	0,47	-25,52	-26,64	-25,00
Изотопные характеристик кислорода этанола						
2023	Кубань	18,68	2,35	18,40	15,64	22,39
2023	Крым	20,51	1,58	20,45	17,69	23,85
Изотопные характеристик водорода этанола						
2023	Кубань	-207,71	3,58	-207,09	-215,40	-201,30
2023	Крым	-205,71	5,66	-203,36	-214,55	-197,33

Для выявления возможной зависимости изотопных характеристик углерода, кислорода и водорода этанола вин от погодных условий была рассчитана корреляция измеренных значений с метеорологическими характеристиками региона произрастания винограда. Для расчёта корреляции была использована ранговая корреляция Спирмена. Для коррекции p-value из-за множественности сравнений была использована поправка Сидака. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Корреляция значений $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$, δD с метеорологическими характеристиками

Наименование показателя	$\delta^{13}C$, ‰ этанол		$\delta^{18}O$, ‰ этанол		δD, ‰ этанол	
	Корре-ляция	Значение p-value	Корре-ляция	Значение p-value	Корре-ляция	Значение p-value
Среднегодовая температура воздуха, °С	0,48	0,0000	-0,01	0,8672	0,08	0,4124
Сумма активных температур, °С	0,31	0,0012	-0,19	0,047	0,12	0,1969
Годовая сумма осадков, мм	-0,40	0,0000	0,10	0,2793	0,04	0,6351
Сумма осадков май-сентябрь, мм	-0,54	0,0000	-0,22	0,0214	-0,05	0,5650

Были определены корреляционные зависимости между всеми исследуемыми параметрами: изотопные характеристики углерода, кислорода и водорода этанола, географические и метеорологические характеристики региона произрастания винограда. Значения $\delta^{13}C$ положительно коррелирует с показателями «среднегодовая температура воздуха» и «сумма активных температур» и отрицательно коррелирует с показателями «годовая сумма осадков» и «сумма осадков май-сентябрь». Значения $\delta^{18}O$ этанола имеет отрицательную корреляцию с показателями «сумма активных температур» и «сумма осадков май-сентябрь», при этом коэффициенты корреляции невелики (минус 0,19 и минус 0,22 соответственно). Что касается значений изотопных характеристик водорода этанола исследуемых вин, было установлено, что у этого показателя отсутствуют значимые корреляции с погодными и географическими характеристиками места культивирования винограда.

В результате проведенной работы, показана взаимосвязь значений изотопных характеристик «легких» элементов в составе винограда и метеорологических характеристик места его произрастания, что подчеркивает важность проведения мониторинга этих показателей с целью подтверждения места производства.

Таким образом, Мониторинг метеорологических характеристик винодельческих регионов позволит получить дополнительные данные, что увеличит точность статистической модели оценки подлинности вин по их географическому месту происхождения, и позволит проводить идентификацию с более высокой степенью достоверности.

Литература

1. Karlik L., Marián G., Falťan V., Havlíček M. Vineyard zonation based on natural terroir factors using multivariate statistics // OENO One. 2018. Vol. 52, no. 2. Pp. 105-117. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.2.1907

2. Van Leeuwen C., Bois B. Update in unified terroir zoning methodologies // E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 50. Article 01044. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185001044

3. Рыбалко Е.А., Червяк С.Н., Ермихина М.В. Оценка виноградо-винодельческих районов Крыма по климатическим факторам, а также их влияния на качественные характеристики винограда // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. Vol. 15(5). P. 246-263. https://doi.org/10.12731/2658-6649-2023-15-5-936

4. Novikova L.Y., Naumova L. G. Dependence of Fresh Grapes and Wine Taste Scores on the Origin of Varieties and Weather Conditions of the Harvest Year in the Northern Zone of Industrial Viticulture in Russia // Agronomy. 2020. No. 10. P. 1613. https://doi.org/10.3390/agronomy10101613

5. Семёнов А. Изотопная «Дактилоскопия» для Шерлока Холмса // Наука и жизнь. 2011. № 5. С. 62-65.

6. Кретович В.А. Основы биохимии растений. М.: Высшая школа, 1964. 584 с.
7. Ферронский В.И., Поляков В.А. Изотопия гидросферы. М.: Наука, 1983. 277 с.
8. Sobotovich E.V., Florinsky I.V., Lysenko O.B., Grodzinsky D.M. Role of isotopes in the biosphere. In book: Man and the Geosphere. New York: Nova Science Publishers, 2010. P. 33-68.
9. Никаноров А.М., Федоров Ю.А. Стабильные изотопы в гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 246 с.
10. Фор Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. 590 с.
11. Галимов Э.М. Природа биологического фракционирования изотопов. М.: Наука, 1981. 247 с.
12. Vyshkvarkova E., Rybalko E. Forecast of changes in air temperatures and heat indices in the Sevastopol region in the 21st century and their impacts on viticulture // Agronomy. 2021. Vol. 11, no. 5. Article 954. https://doi.org/10.3390/ agronomy11050954.
13. Pomarici E., Seccia A. Economic and Social Impacts of Climate Change on Wine Production. In book: Sustainable Food Science - A Comprehensive Approach. Elsevier Inc., 2023. P. 128-135. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823960-5.00075-5.
14. Irimia L.M., Patriche C.V., Murariu O.C. The impact of climate change on viticultural potential and wine grape varieties of a temperate wine growing region // Applied Ecology and Environmental Research. 2018. Vol. 16(3). P. 2663-2680. https://doi.org/10.15666/aeer/1603_26632680.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ВОДЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗОТОПНОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Шилкин А.А[1], Ганин М.Ю[1] *, Акбулатова Д.Р[1], Ионов Д.Р[1].

[1]Всероссийский научно – исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *идентификация, вода, Байкал, отношение изотопов, кислорода, водорода, место географического происхождения.*

Аннотация

Исследование питьевой воды требует строгого контроля и точной идентификации, поскольку качество и состав воды напрямую влияют на безопасность продукции и здоровье потребителей.

Идентификация питьевой воды представляет собой комплексную задачу, включающую установление ее происхождения, состава и соответствия нормативным требованиям. Современные методы идентификации основаны на сравнительном анализе минерализации, химического и биологического состава, а также особенностей биологически активных компонентов, которые могут варьироваться в зависимости от источника воды и способа ее обработки.

Основными методами являются физико-химический и инструментальный анализы, включающие спектроскопические, хроматографические и масс-спектрометрические. Важным элементом идентификации является стандартизация процедур отбора проб, подготовки и проведения испытаний, что способствует получению воспроизводимых и достоверных результатов, позволяющих производить квалифицированный контроль и экспертную оценку.

Проблематика идентификации питьевой воды озера Байкал связана с необходимостью подтверждения подлинности, качества и происхождения уникального природного ресурса, обладающего одной из самых высоких степеней прозрачности и чистоты в мире.

Озеро Байкал, это самое глубокое озеро на земном шаре, крайняя отметка глубины озера достигает 1637 метров, водосборный бассейн Байкала занимает площадь примерно равную 540 тыс. км^2, озеро является национальным достоянием и гордостью России, объектом всемирного природного наследия ЮНЕСКО.

Вода озера Байкал, может разливаться в бутылки без применения консервантов. С 1992 года начат промышленный разлив глубинной байкальской воды в индивидуальную упаковку (пластиковые и стеклянные бутылки). Вода берется с глубины 400 метров, где сохраняется постоянная температура 4,2°С, и где она защищена водной толщей от поверхностных загрязнений. В настоящее время разливается большое количество марок упакованной воды, содержащей слово «Байкал», так например: «Байкал», «Родники Байкала», «Легенда Байкала», «Жемчужина Байкала», «Чистый Байкал», «Волна Байкала» и т.д. [1-4].

Для определения аутентичности упакованных вод, включая географическое происхождение, в настоящее время применяется совокупность аналитических методов, макро- и микроэлементный состав и состав редкоземельных элементов, а также изотопный анализ.

Используемые подходы включают органолептические методы, хроматографический и спектроскопический анализ, а также изотопную масс-спектрометрию, что позволяет выделить уникальные метки, присущие глубинной воде Байкала из разных источников. Однако сложности возникают из-за вариабельности природных показателей, временной изменчивости состава воды и неточностей в традиционных аналитических методиках, что требует применения методов высокой чувствительности и стандартизации процедур.

Развитие крупномасштабного производства упакованной байкальской воды требует разработки идентификационных показателей для защиты от всех видов фальсификации. Метод

изотопной масс-спектрометрии, современный высокоточный инструмент для исследования изотопного состава позволяющий выявлять фальсификацию воды озера Байкал, путем исследования ее уникального изотопного состава. Исследования изотопного состава воды проводились на изотопном масс-спектрометре Delta V Advantage с модулем GasBench II, позволяющим определять изотопные отношения кислорода и водорода в исследуемых образцах воды.

Исследованы 11 образцов питьевой воды: 4 образца глубинной байкальской воды (с глубины 400 м) вблизи населённых пунктов: г. Байкальск, п. Сухой Ручей, п. Култук, п. Листвянка, 1 образец глубинной байкальской воды (с глубины 500 м, п. Листвянка, насосная), 2 образца воды из реки Ангары и 4 образца водопроводной воды г. Иркутска и г. Шелехов (Иркутское водохранилище). Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изотопные характеристики исследуемых образцов воды.

№ шифр	Наименование образца, место отбора	Наименование показателя	
		$\delta^{18}O$, ‰	δD, ‰
1/9	Вода, п.Листвянка, глубинный разрез, 400 м	-15.34 ± 0.28	-126.08 ± 0.88
2/27	Вода, п.Сухой ручей, глубинный разрез, 400 м	-15.37 ± 0.48	-126.88 ± 0.48
3/36	Вода, п. Култук, глубинный разрез, 400 м	-15.88±0.17	-126.21±0.08
4/38	Вода, п. Листвянка, насосная глубинной воды (500 м)	-16.00±0.01	-128.22±0.62
-	Глубинная вода, среднее	**-15.65±0.24**	**-126,85±0,51**
5/41	Вода, р. Ангара, водохранилище до плотины	-15.2±0.12	-126.24±0.5
6/42	Вода, р. Ангара, после плотины	-14.64±0.04	-126.47±0.06
-	Вода, р. Ангара. среднее	**-14.92±0.08**	**-126.36±0.28**
7/43	Водопроводная вода, г. Иркутск	-15.68±0.01	-126.48±0.5
8/44	Водопроводная вода, г. Иркутск	-14.75±0.03	-124.48±0.28
9/45	Водопроводная вода, г. Иркутск	-14.51±0.11	-124.8±0.34
1046	Водопроводная вода, г. Шелехов	-15.1±0.16	-124.98±0.25
-	Водопроводная вода, среднее	**-15.01±0.08**	**-125.19±0.34**

Измерение значений δD, $\delta^{18}O$ проводили при использовании пиролитического реактора с графитовым наполнителем. Образцы подвергались пиролизу в реакторе при температуре 1400 °C. При измерении значений $\delta^{18}O$ в качестве газа сравнения применяется химически чистый CO, при измерении значений δD – химически чистый H_2. Анализ изотопных отношений и обработка данных проходит аналогичным образом. Калибровку проводили при помощи международных стандартных образцов VSMOW2, SLAP2 и USGS47.

Анализ полученных результатов показал, что изотопные характеристики исследуемых образцов сопоставимы, вместе с тем по средним значениям глубинная вода озера Байкал была несколько «легче», как по соотношению изотопов кислорода δ18O - на 0,73 ‰, так и водорода δD - на 0,49 ‰ по сравнению с изотопными характеристиками реки Ангара. Водопроводная вода г. Иркутск и г. Шелехов характеризовалась более высоким содержанием дейтерия, δD (-125.19±0.34‰). По содержанию изотопов кислорода (δ18O) водопроводная вода близка к образцам из р. Ангара.

Проблема определения качества упакованной воды, представленной на рынке, и главное - подтверждение ее подлинности, выявление фальсифицированных минеральных и питьевых вод является особенно актуальной, поскольку эта продукция потребляется всеми группами населениями. Современные методы, такие как изотопная масс-спектрометрия позволяют выявлять случаи фальсификации природных и минеральных вод. Таким образом, эффективная

идентификация питьевой воды Байкала требует интегрированного подхода, включающего современные аналитические технологии, нормативно-правовое регулирование и систему мониторинга, что обеспечит сохранение уникальных качеств и прозрачности этого важного природного объекта.

Литература

1. Грачев М.А. Глубинная вода озера Байкал- природный стандарт пресной воды / Грачев М.А., Домышева В.М., Ходжер Т.В., Коровякова Н.В., Голобокова Л.П., Погодаева Т.В., Верещагин А.Л., Гранин Н.Г., Гнатовский Р.Ю., Косторнова Т.Я. // Химия в интересах устойчивого развития. - 2004.- № 12. - С. 417-429.

2. Эпов В.Н. Определение микроэлементов в Байкальской воде методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой / В.Н.Эпов, И.Е.Васильева, А.Н.Сутурин, В.И.Ложкин, Е.Н.Эпова//Аналитическая химия.- 1999.- Т.54.- №11.- С.1170-1175.

3. Семенов, М.Ю. Исследование происхождения микроэлементов в речных водах западного побережья озера Байкал/Семенов М.Ю., Семенов Ю.М., Силаев А.В.//Естественные и технические науки. - 2021. - № 1 (152). - С. 76-81. DOI: 10.25633/ETN.2021.01.10

4. Гребенщикова В.И. Мониторинговые исследования ионного состава воды истока р. Ангары (озеро Байкал)/ Гребенщикова В.И., Загорулько Н.А., Пастухов М.В.// Вода: химия и экология.- 2011. - № 4 (34). - С. 2-8. DOI: 10.25136/2644-5514.2020.4.34727

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ГРЕЧИХИ ПРИ ПОМОЩИ МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

Тарасова Е.А., кандидат техн. наук, Желудков А.Г., кандидат физ.-мат. наук

ФГБУ Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, г. Москва
ООО "Беамр Имэджинг Ру", г. Санкт-Петербург
e-mail: TarasovaEA@niipkh.rosrezerv.gov.ru; alex_spb7@hotmail.com

Аннотация

Исследованы возможности применения микрофокусной рентгенографии при оценке качественного состояния зерна гречихи. По результатам анализа 12000 рентгенообразов зерен гречихи скрытые установлены основные скрытые дефекты: недоразвитое (невыполенное) зерно, поврежденное ядро (трещиноватость), поврежденное ядро (разрушение), зерно с поврежденной оболочкой Представлен разработанный метод определения скрытых дефектов (травмированности) зерна гречихи, основанный на применение метода микрофокусной рентгенографии и компьютерной программы «Агротест-Гречиха», вычисляющей количественные и качественные характеристики зерна гречихи на основе рентгеновских изображений. На практических примерах показана применимость рентгеногорафического метода в качестве инструментального метода неразрушающего контроля зерна гречихи на этапах приемки, хранения и переработки.

Введение

В настоящее время контроль доброкачественности зерна гречихи предусматривает применение органолептических и физико-химических методов. Органолептически определяют цвет, состояние и запах, присутствие сорной и зерновой примеси. Для количественного выражения содержания фракций сорной и зерновой примеси применяют гравиметрический метод. На основании результатов ручного отделения пленок от ядер гречихи с применением гравиметрического метода для вычисления процентного содержания устанавливают ее пленчатость. Содержание ядра определяют расчетным путем с использованием данных по пленчатости, сорной и зерновой примесей. К физико-химическим показателям качества зерна гречихи, регламентируемым ГОСТ 19092-2021 «Гречиха. Технические условия», относятся влажность и кислотность, определяемые гравиметрическим и титриметрическим методами. Дополнительно, для оценки технологических свойств, зерно гречихи оценивают по следующим показателям: масса 1000 зерен, натуру, крупность, выравненность. Контроль технологических характеристик также основан на использовании гравиметрического метода с применением сит.

Применение комплексного контроля качества зерна гречихи, включающего показатели безопасности зерна, установленные техническим регламентом ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», и вышеперечисленные показатели, характеризующие доброкачественность и технологические свойства, позволяет достаточно объективно оценивать качественное состояние зерновой массы гречихи. В тоже время, ни один из методов испытаний, установленных действующей нормативной документацией, не определяет такой дефект зерна гречихи, как трещиноватость ядра. Присутствие зерен с трещиноватым ядром в навеске здорового зерна искажает точность оценки зерна гречихи вследствие его низкой механической прочности и вероятности разрушения на технологических этапах обработки и переработки. Единственный метод испытания, направленный на исследование ядра в соответствии с ГОСТ 30483-97 «Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси» предусматривает надрезание или разрезание зерна гречихи для визуального осмотра состояния его ядра. Такое испытание относится к разрушающим методам контроля, не исключает механического воздействия на ядро, и, следовательно, не позволяет достоверно оценить его трещиноватость. Принимая во внимание хрупкость ядра гречихи, для

определения внутреннего состояния зерна, в том числе и трещиноватости ядра, предпочтительно использовать неразрушающие методы контроля, к которым относят мультиспектральную визуализацию, лазерную фотометрию, микрофокусную рентгенографию, компьютерную микротомографию, магнитно-резонансную микротомографию, газоразрядную визуализацию, терагерцовую визуализацию [1-4].

Рентгенографическое исследование зерен гречихи

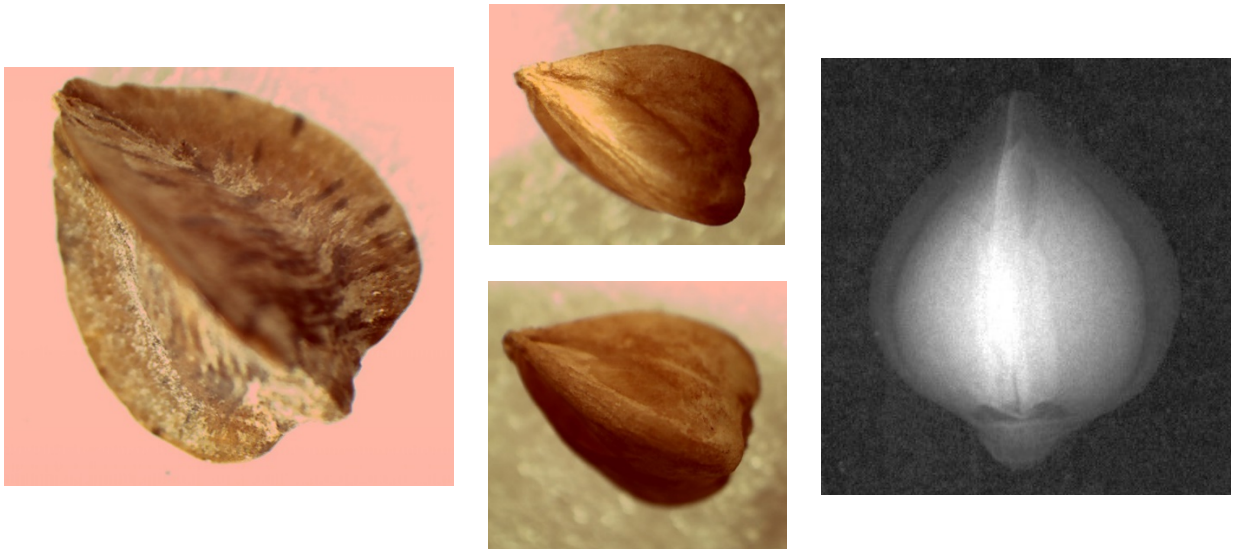
Одним из активно развивающихся методов определения скрытых дефектов зерна, и в том числе трещиноватости/травмированности ядра, является инструментальный метод с применением микрофокусной рентгенографии.

На основании положительного опыта применения рентгенографии при исследованиях внутреннего состояния зерна пшеницы и ржи [5] в ФГБУ НИИПХ Росрезерва проведена исследовательская работа по разработке метода определения скрытых дефектов (травмированности) зерна гречихи с применением рентгеновской установки ПРДУ.

Объектами исследования являлись 6 партий зерна гречихи 2 класса урожая 2020 и 2022 гг. Опытные партии по показателям безопасности и качества соответствовали требованиям технического регламента ТР ТС 015/2011 и ГОСТ 19092.

Рентгенографическое исследование проводили с использованием передвижной рентгенодиагностической установки ПРДУ-02, многоразовой фоточувствительной пластины типа Digora PCT Imaging Plat с размером сторон 24×30 см, цифрового считывающего устройства (сканер Digora PCT) и компьютера, совместимого с цифровым устройством. Для рентгеновской съемки использовали очищенное от сорной и зерновой примеси зерно, которое располагали на специальные карточки в виде рамок из картона толщиной 2…3 мм с наклеенной тонкой клеящейся лентой на бумажной основе. Одна подготовленная карточка включала 100 зерен. Всего было подготовлено и отснято 120 карточек с зерном гречихи. Полученные электронные фотографии с разрешением 2400×3000 точек изучали на предмет скрытых дефектов.

С целью наглядной демонстрации возможностей микрофокусной рентгенографии проведена серия исследования зерна гречихи одновременно методами рентгенографии и электронной микроскопии (рис. 1-3).

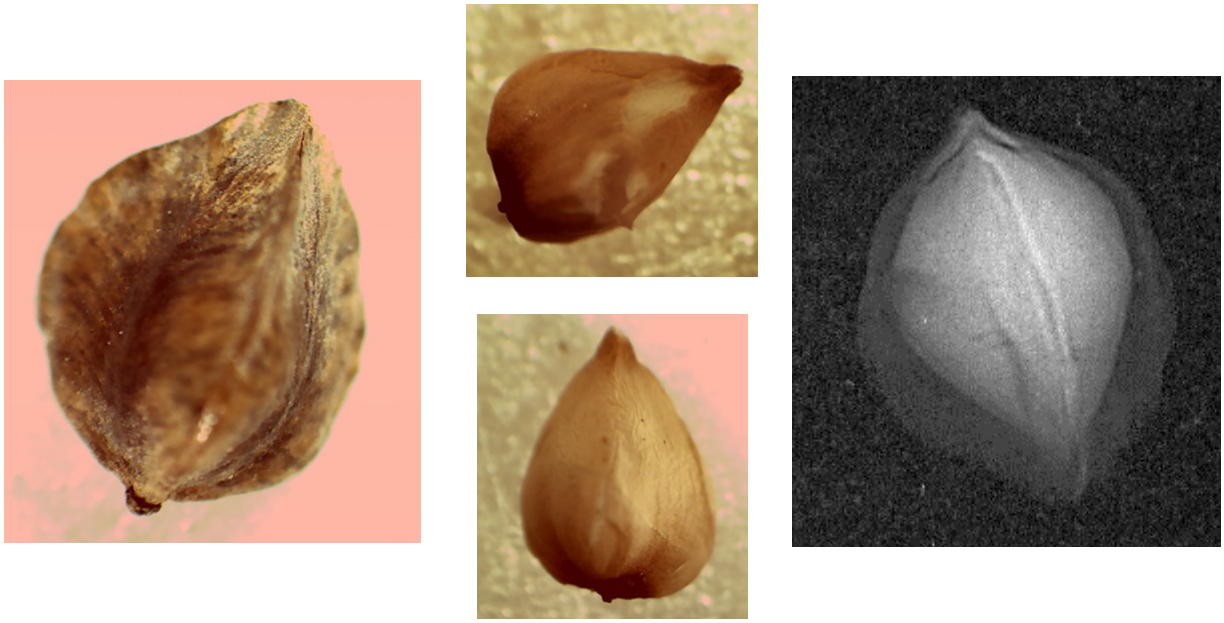


а б в

Рисунок 1 – Снимки здорового зерна гречихи: а – микрофотография целого зерна в плодовой оболочке, б – микрофотографии ядра, в – рентгенограмма целого зерна в плодовой оболочке

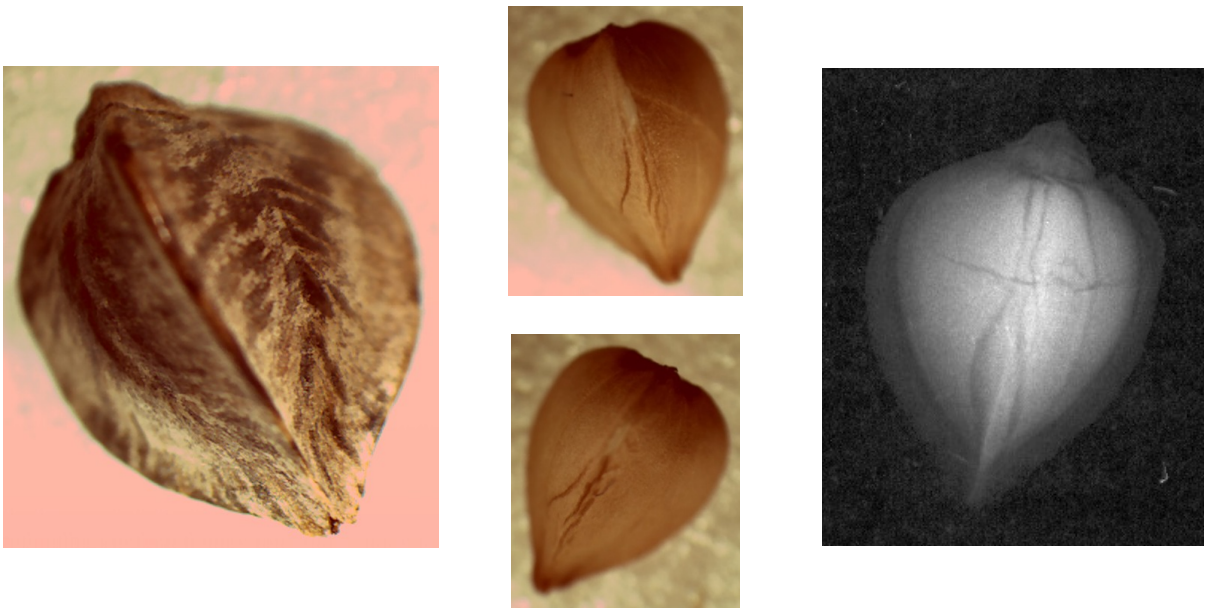
Для получения микрофотографий поверхности зерна и ядра использовали стереоскопический микроскоп Motic SMZ-171T, оснащенный тринокулярной системой. Для исследования ядра, зерно после рентген- и микросъемки очищали от плодовой оболочки.

Здоровое целое зерно гречихи характеризуется плотным сцеплением лепестков плодовой оболочки по ребру и у основания (рис. 1а). Ядро здорового зерна выполненное, покрытое семенной оболочкой, на рельефной поверхности присутствуют продольные бороздки, открытых участков эндосперма ядра нет (рис. 1б). Рентгенограмма подтверждает отсутствие у исследуемого зерна гречихи признаков внутренних повреждений (рис. 1в).



а б в

Рисунок 2 – Снимки зерна гречихи с поврежденным ядром: а – микрофотография целого зерна в плодовой оболочке, б – микрофотографии ядра, в – рентгенограмма целого зерна в плодовой оболочке



а б в

Рисунок 3 – Снимки зерна гречихи с поврежденным ядром: а – микрофотография целого зерна в

плодовой оболочке, б – микрофотографии ядра, в – рентгенограмма целого зерна в плодовой оболочке

Наличие повреждения ядра на микрофотографии определяется как нарушение целостности семенной оболочки, слабо заметные трещины и фиксирование открытых участков эндосперма ядра (рис. 2б, 3б). При сохранении целостности плодовой оболочки (рис. 2а, 3а), для получения достоверной информации по состоянию ядра требуется проведение сьемки ядра в нескольких проекциях при помощи стереоскопического микроскопа (рис. 2б, 3б). Результат продолжительного исследования ядра методом электронной микроскопии подтверждает и более наглядно демонстрирует рентгенографический снимок (рис. 2в, 3в).

Параллельные исследования состояния зерна гречихи методами рентгенографии и электронной микроскопии хорошо представляют преимущества микрофокусной рентгенографии: точность и достоверность, продолжительность, возможность исследования каждого образца в динамике.

Для систематизации выявленных при анализе рентгенограмм повреждений зерна гречихи разработана классификация скрытых дефектов, включающая следующие группы: недоразвитое (невыполенное) зерно, поврежденное ядро (трещиноватость), поврежденное ядро (разрушение), зерно с поврежденной оболочкой [6].

Применимость метода микрофокусной рентгенографии и разработанной классификации скрытых дефектов апробированы при проведении комплексной оценке качества зерна гречихи.

В таблице 1 представлены результаты испытаний образцов зерна на соответствие требованиям ГОСТ 19092, а также по показателям, характеризующим его технологические качества и скрытые дефекты. Исследуемое зерно соответствовало требованиям безопасности, установленным техническим регламентом ТР ТС 015/2011. По результатам оценки на соответствие требованиям ГОСТ 19092 образцы отнесены ко 2 классу зерна. Несмотря на высокую оценку по качественным и технологическим показателям исследуемые образцы содержали в среднем около 10 % зерен со скрытыми дефектами. Согласно примененной классификации на рентген снимках идентифицированы недовыполненные зерна, зерна с трещиноватостью ядра и поврежденной оболочкой. Разрушение ядра в анализируемых образцах не обнаружено.

Таблица 1 – Комплексная оценка качества зерна гречихи

№ обр.	ГОСТ 19092	Крупность, %	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Натура, г	Недовыполненное зерно	Трещиноватость ядра	Разрушение ядра	Повреждение оболочки
1	соответсвует 2 класс	87,3	30,7	21,8	632,8	3	3	-	2
2	соответсвует 2 класс	98,9	29,9	23,3	617,4	5	5	-	2
3	соответсвует 2 класс	99,2	29,1	24,4	654,5	2	13	-	3
4	соответсвует 2 класс	98,9	29,1	21,37	657,4	-	7	-	4
5	соответсвует 2 класс	99,5	32,6	22,36	659,6	2	5	-	6
6	соответсвует 2 класс	99,6	32,9	22,20	669,2	1	5	-	3
7	соответсвует 2 класс	98,7	29,0	20,53	684,6	1	6	-	2
8	соответсвует 2 класс	99,8	29,6	21,39	652,7	2	7	-	3
9	соответсвует 2 класс	99,3	30,5	21,48	636,7	3	2	-	5
10	соответсвует 2 класс	99,6	30,3	21,24	672,2	-	1	-	3

По нашим наблюдениям, разрушение ядра с неразрушенной оболочкой встречается не часто, поскольку в основном разрушение ядра сопровождается одновременным разрушением оболочки и при очистке от примесей такое зерно удаляется.

Таким образом, обработка данных комплексной оценки показала целесообразность применения метода микрофокусной рентгенографии для выявления скрытых дефектов зерна гречихи и повышения точности информации о качественном состоянии зерновой массы.

Для повышения объективности оценки качества зерна гречихи с помощью метода рентгенографии разработана компьютерная программа «Агротест-Гречиха», вычисляющая количественные и качественные характеристики зерна гречихи на основе рентгеновских изображений [7].

Для идентификации скрытых дефектов данная программа осуществляет пространственное дифференцирование функции яркости рентгенообразов зерен гречихи, устраняет оптическое искажение ренгенообраза. Распознавание геометрического образа дефекта происходит путем сравнения с имеющимся математическим описанием дефекта в соответствии с разработанной классификацией. На заключительном этапе выявленные зерна со скрытыми дефектами определяются в количественном и процентном соотношении. Дополнительно устанавливается средний размер и средняя площадь исследуемых зерен гречихи.

На рис. 4-9 представлены примеры обработки рентгеновской проекции зерна гречихи.

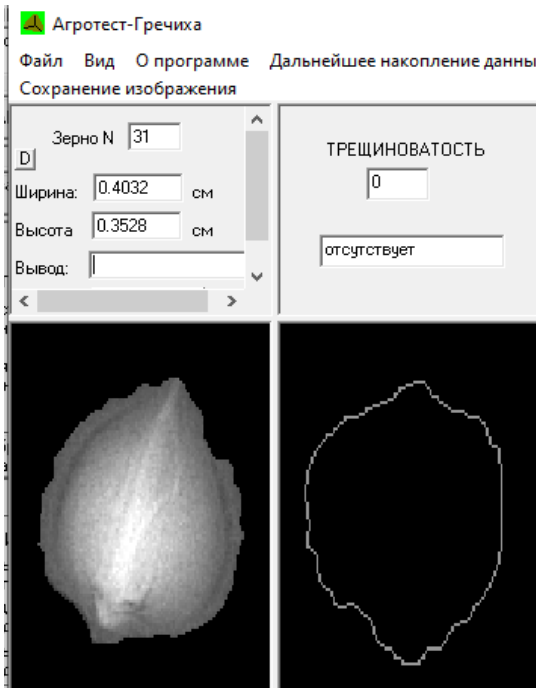


Рисунок 4 –Здоровое неповрежденное зерно

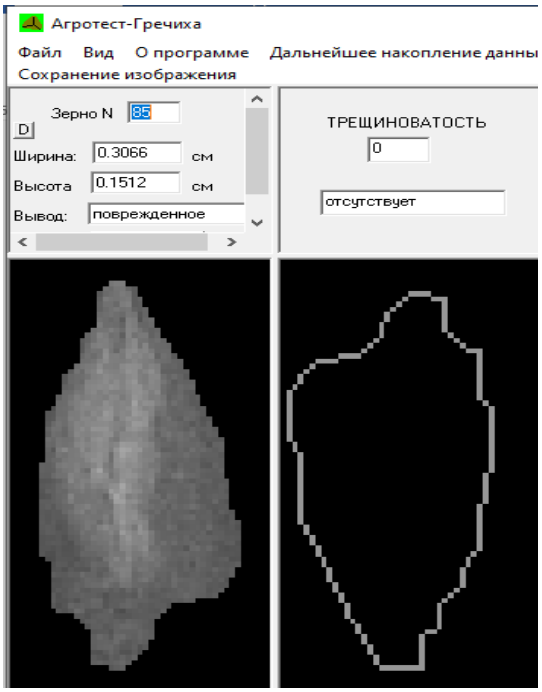


Рисунок 5 – Недоразвитое (недовыполненное) зерно

Степень повреждения ядра компьютерная программы устанавливает автоматически на основании информации по площади полос, яркости, границ светлых и темных участков проекции.

В программе «Агротест-Гречиха» предусмотрена возможность выбора обработки и анализа единичных рентген снимков или пакетной обработки, включающей накопление и анализ данных десяти полученных электронных изображений.

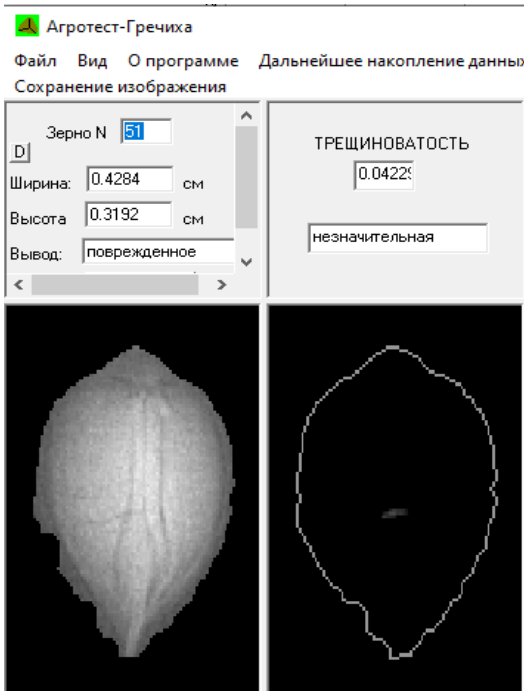


Рисунок 6 – Поврежденное ядро (трещиноватость), степень – незначительная

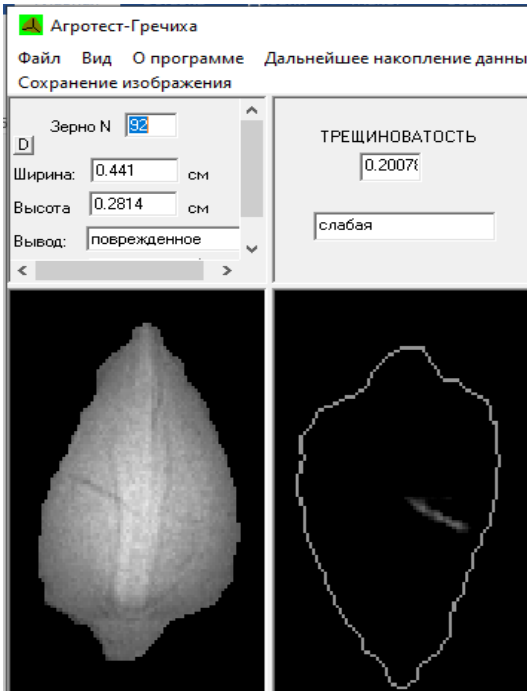


Рисунок 7 – Поврежденное ядро (трещиноватость), степень – слабая

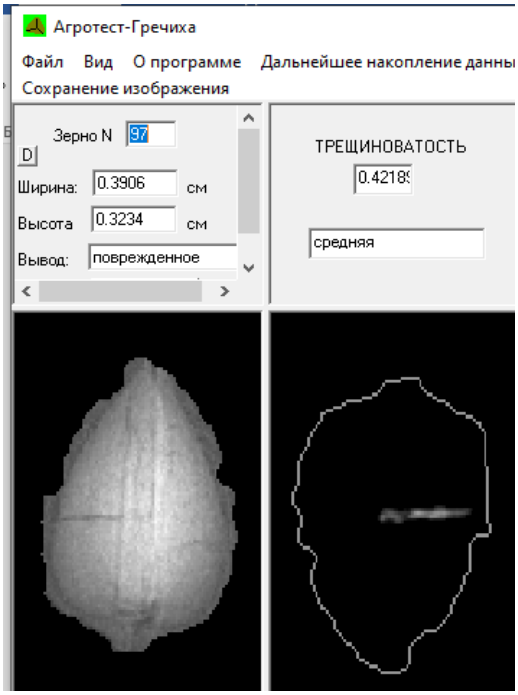


Рисунок 8 – Поврежденное ядро (трещиноватость), степень – средняя

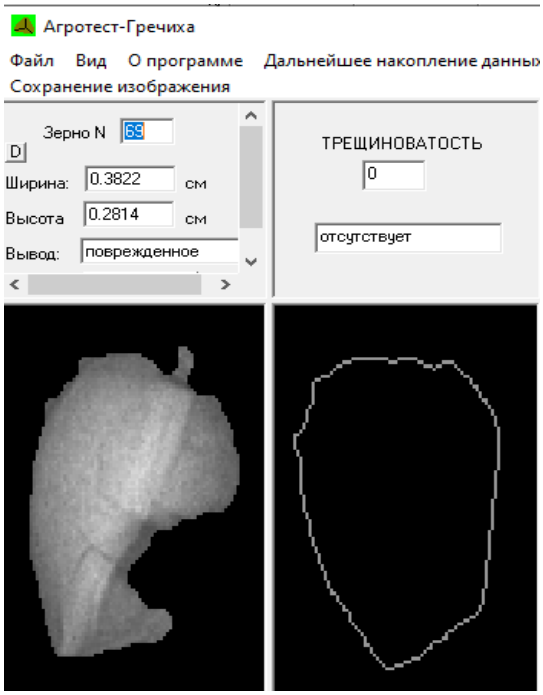


Рисунок 9 – Поврежденное ядро (разрушение)

В процессе работы компьютерная программа сохраняет обработанные изображения с повышением резкости и графической нумерацией обнаруженных зерен. Также предусмотрена

возможность визуализации обнаруженных программой зерен и маркировки дефектных зерен на снимке (рис. 10).

Для установления порядка определения скрытых дефектов (травмированности) зерна гречихи с применением рентгеновской установки ПРДУ и компьютерной программы «Агротест-Гречиха» разработана Методика определения скрытых дефектов (травмированности) зерна гречихи с применением рентгеновской установки ПРДУ.

Разработанная методология рентгенографического определения скрытых дефектов (травмированности) зерна гречихи может быть использована в качестве инструментального неразрушающего метода контроля для оценки физического состояния ядра и целостности оболочки зерна.

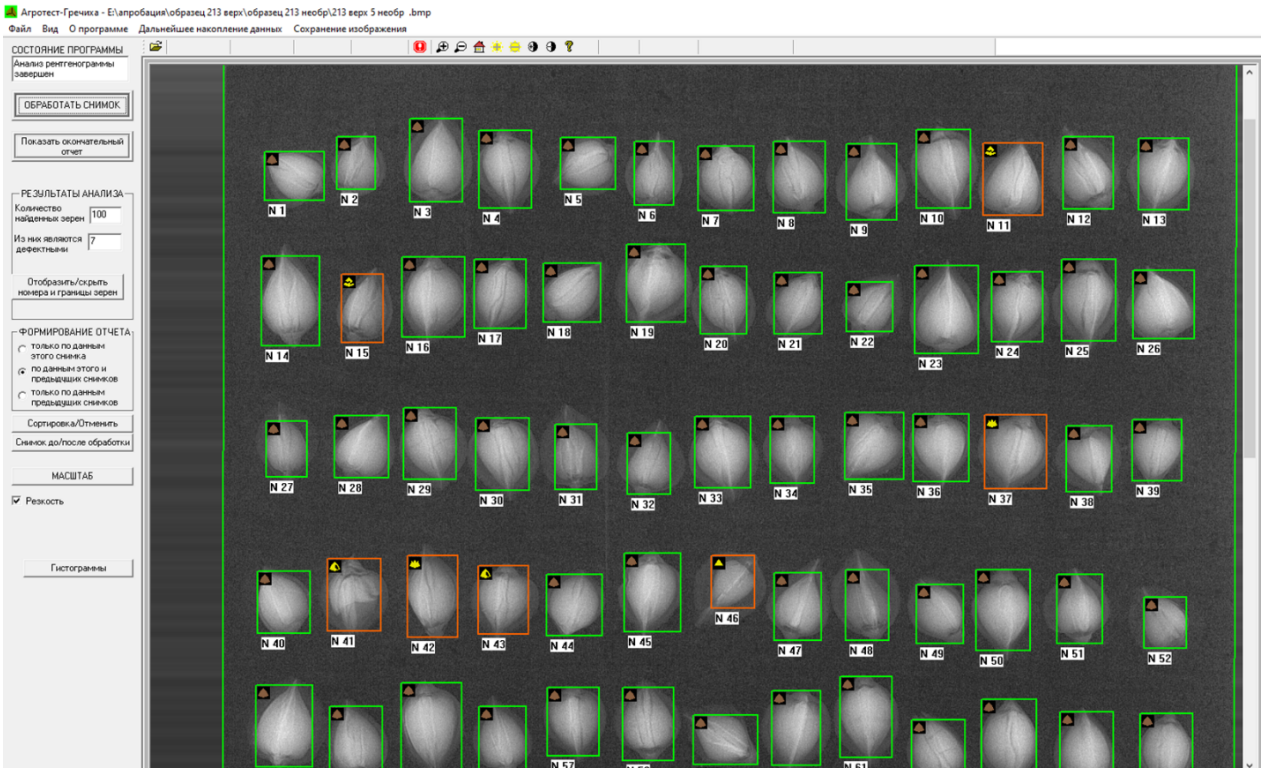


Рисунок 10 – Интерфейс программы «Агротест-Гречиха»

Применение метода определения скрытых дефектов (травмированности) зерна гречихи в условиях хранения зерна гречихи в силосах элеватора

С помощью разработанного метода определения скрытых дефектов зерна гречихи исследовано состояние зерновой массы зерна гречихи, хранящейся в железобетонных силосах элеватора. За наблюдаемый период перемещение и другие технологические операции с зерном гречихи не проводились. Для получения объективной оценки, среднюю пробу зерна гречихи формировали из проб, отобранных из верхнего и нижнего слоя насыпи зерновой массы. Опытные партии зерна гречихи по показателям безопасности соответствовали требованиям ТР ТС 015/2011, а по показателям качества – требованиям ГОСТ 19092 к зерну гречихи 2 класса. Влажность зерновой массы опытных партий в период наблюдения находилась в диапазоне 12,5 – 12,8 %. Идентификацию скрытых дефектов проводили с применением рентгеновской установки ПРДУ согласно Методике определения, при помощи разработанной компьютерной программы «Агротест-гречиха» [7].

Результаты оценки зерна гречихи по содержанию скрытых дефектов представлены на диаграммах (рис. 11, 12).

Из данных диаграмм видно, что зерновая масса опытных партий после очистки от сорной и зерновой примеси в соответствии с ГОСТ 30483-97 содержала от 5,3 до 6,2 % зерен со скрытыми дефектами. В целом, в процессе статического хранения на протяжении 6 месяцев в силосных емкостях, состояние наблюдаемых зерновых масс изменилось незначительно. Учитывая сыпучесть зерна и исключение возможности отбора пробы из одного места зерновой насыпи, отклонение результатов оценки содержания зерен со скрытыми дефектами из одной классификационной группы в пределах 0,5 % следует считать погрешностью.

В исследуемых пробах зерна гречихи не обнаружены зерна с разрушенным ядром, в то время как доля зерен с трещиноватым ядром внесла значительный вклад в общее количество зерен со скрытыми дефектами. В процессе хранения содержание зерен с трещиноватым ядром увеличилось, в опытной партии, хранящейся в силосе № 1 на 1,4 %, а в силосе № 2 – на 0,9 %.

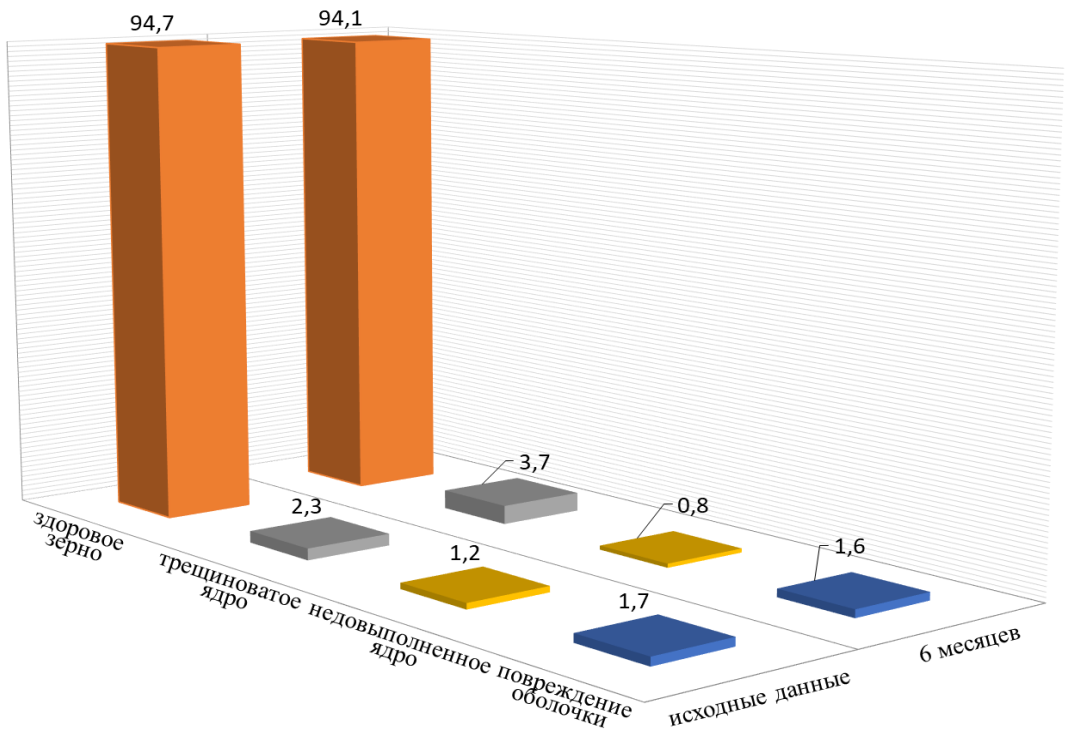


Рисунок 11 – Состояние зерна гречихи в процессе хранения в силосе № 1

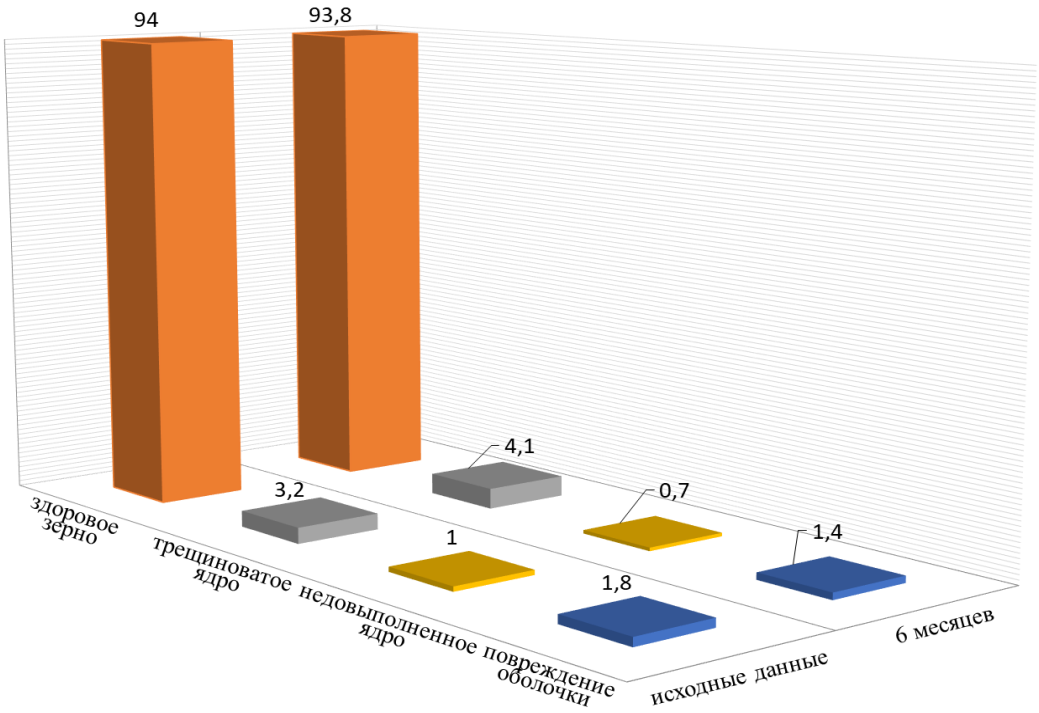


Рисунок 12 - Состояние зерна гречихи в процессе хранения в силосе № 2

Установленное увеличение зерен с трещиноватым ядром может быть связано с наличием в исходном состоянии здоровых зерен, подвергнутых прямому воздействию рабочих органов технологического оборудования, которое привело к уменьшению прочности ядра и при хранении к растрескиванию. На практике, последующее механическое воздействие на зерна с трещиноватостью ядра приводит к их полному разрушению.

Таким образом, проведенный мониторинг содержания зерен со скрытыми дефектами показал, что при отсутствии перемещения зерновой массы в процессе хранения лабильной классификационной группой является группа, включающая зерна с повреждением ядра (трещиноватость). Полученные в ходе исследования результаты наглядно продемонстрировали, что разработанный рентгенографический метод позволяет дополнить информацию по качественному состоянию зерновой массы и тем самым повысить эффективность контроля.

Заключение

В результате проведенной исследовательской работы разработан рентгенографический метод определения скрытых дефектов зерна гречихи с использованием компьютерной программы по определению скрытых дефектов (травмированности) зерна гречихи, позволяющий повысить объективность заключения по качественному состоянию зерна, а также осуществлять научные и производственные исследования по изучению скрытых дефектов зерна гречихи.

Внедрение разработанного метода в систему контроля сырья на крупяных предприятиях позволит более точно спрогнозировать выход крупы гречневой ядрицы, учитывая при расчете в зерновой примеси содержание зерен с повреждением ядра (трещиноватость, разрушение).

В процессе хранения периодический контроль содержания зерен со скрытыми дефектами позволит определить фактическое качественное состояние зерновой массы, установить степень воздействия на зерно гречихи отдельных рабочих органов технологического оборудования и провести мероприятия, направленные на снижение повреждения зерна гречихи по отдельным этапам технологического процесса. Кроме того, применение данных по содержанию зерен со скрытыми дефектами при подготовке заключения об установлении нового срока хранения партии зерна гречихи позволит дополнить информацию по качественному состоянию рассматриваемой партии.

Литература

1. Неразрушающий контроль качества семян: возможности и перспективы / М. В. Архипов, Н. С. Прияткин, Л. П. Гусакова [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 66. – С. 20-27. – DOI 10.21515/1999-1703-66-20-27.

2. Мультиспектральная микроскопия: состояние и тенденции развития / И. А. Каплунов, В. Я. Молчанов, К. Б. Юшков [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2015. – Т. 81, № 8. – С. 41-46.

3. Лискер, И. С. Лазерно-оптические методы ранней диагностики заболеваний растений и семян / И. С. Лискер, А. П. Дмитриев // Полевые эксперименты - для устойчивого землепользования : Труды Третьего Международного Коллоквиума, Санкт-Петербург, 12–17 сентября 1999 года / Международная организация механизации полевых экспериментов и исследований (IAMFE); Агрофизический научно-исследовательский институт, Редакционная коллегия: А.И. Осипов (председатель), В.Б. Минин, Н.Б. Николаев, Технический редактор Я.А. Туде. Том 1. – Санкт-Петербург, 1999. – С. 88-89.

4. Архипов, М. В. Выявление скрытой дефектности семян зерновых культур методом микрофокусной рентгенографии / М. В. Архипов, Н. С. Прияткин, Л. П. Гусакова // Таврический вестник аграрной науки. – 2018. – № 3(15). – С. 8-14.

5. Белецкий С. Л., Потрахов Н. Н., Гурьева К. Б., Хаба Н. А. Методология микрофокусной рентгенографии продовольственного зерна и круп при хранении. М.: ДеЛи, 2023. 124 с.

6. Тарасова, Е. А. Рентгенографическое исследование - неразрушающий метод контроля скрытых дефектов зерна гречихи / Е. А. Тарасова, Н. А. Хаба // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук, Курск, 26–28 июня 2024 года. – Курск: Курский федеральный аграрный научный центр, 2024. – С. 575-579.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025665486 Российская Федерация. «Программа автоматизированного вычисления количественных и качественных характеристик зерна гречихи на основе рентгеновских изображений (Агротест-Гречиха)»: заявл. 05.06.2025: опубл. 17.06.2025 / А. Г. Желудков, Е. А. Тарасова, Н. Н. Потрахов, Н. А. Хаба; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение "Научно-исследовательский институт проблем хранения Федерального агентства по государственным резервам"

СОВРЕМЕННАЯ НОРМАТИВНАЯ БАЗА И АКТУАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

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

Аннотация.

В статье рассмотрены виды фальсификации пищевой продукции и современные подходы и актуальная нормативная база для выявления фальсификации молочных консервов. Приведены основные критерии подлинности для консервов молочных «Молоко цельное сгущенное с сахаром».

Среди множества проблем пищевой промышленности идентификация пищевой продукции является наиболее актуальной и многогранной. Отсутствие четких оценочных критериев и зачастую методологических баз, сложившиеся экономические условия и активно развивающиеся технологии – все это и многое другое содействует усложнению процесса идентификации. Этому также сопутствует увеличение случаев фальсификации, являющихся, по сути, одним из двух возможных результатов идентификации. В этой связи именно разработке принципов и приемов выявления фальсификации следует уделять особое внимание как одному из приоритетных направлений обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов. Априори систематизированные исследования в данном направлении предполагают развитие методологической и приборной баз [1].

Методы фальсификации продукции за долгую историю изменялись и трансформировались, каждый вид фальсификации имеет свои особенности и способы осуществления (рисунок).

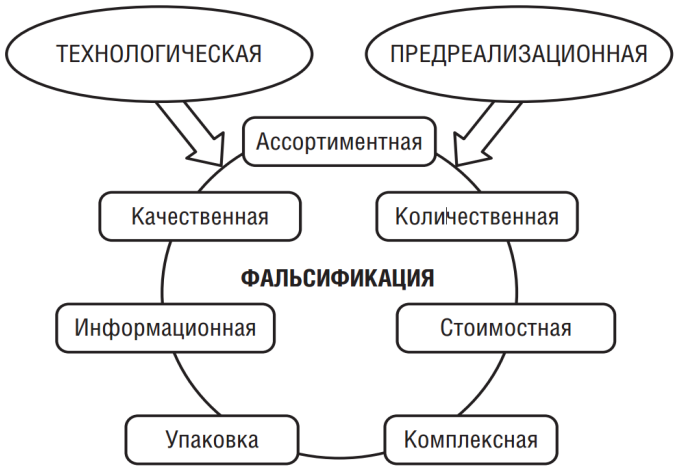


Рисунок – Виды фальсификации

В зависимости от того, на каком этапе произведена фальсификация продукта, ее принято делить на технологическую (производственную) и предреализационную. Исходя из примененных методов и средств, фальсификацию разделяют на ассортиментную, качественную, количественную, информационную, стоимостную и комплексную.

Ассортиментная фальсификация осуществляется путем подмены сырья или продукта требуемого качества другим, например, пищевые продукты, выпускаемые по техническим условиям, выдают за продукцию, изготовленную по ГОСТ.

Качественная фальсификация имеет место при производстве продуктов, в состав которых привнесены и не задекларированы пищевые ингредиенты. Введение консервантов, антиокислителей, антимикробных препаратов, красителей, ароматизаторов, разрыхлителей и других пищевых добавок носит повсеместный характер, и это в определенных рамках допускается. Внесение пищевых добавок, их предельно допустимые содержания регламентированы федеральными законами и нормативными документами. Однако на практике информация об этих

ингредиентах на этикетке и в сопроводительных документах зачастую отсутствует, что нужно расценивать как фальсификацию продукта. В настоящее время практически вся продукция пищевой промышленности страдает от этого вида фальсификации, чему способствует то, что во многих случаях отсутствуют методы обнаружения этих ингредиентов. Качественная фальсификация – наиболее быстро развивающийся сегмент фальсификации, основывающийся на достижениях науки в области химии пищи.

Количественная фальсификация – обман потребителя путем отклонений параметров товара от допустимых норм.

Стоимостная фальсификация – продажа продукта более низкого сорта по цене продукта более высокого сорта.

Информационная фальсификация – сознательное создание ложного представления о составе или свойствах продукта. Объектами информационной фальсификации являются сопроводительная документация, маркировка.

Комплексная фальсификация. Как правило, один вид фальсификации порождает другой, и в результате одновременно присутствует конгломерат правовых нарушений [2].

Одной из ключевых позиций в борьбе с фальсификацией является разработка достоверной нормативной базы, содержащей объективные критерии и нормы для идентификации фальсифицированной продукции. В настоящее время введен в действие ГОСТ Р 72209 [3]. «Молоко и молочные продукты. Критерии подлинности», разработанный Всероссийским научно-исследовательским институтом молочной промышленности. Стандарт устанавливает критерии и методы определения подлинности и выявления фальсификации и распространяется на молоко и молочную продукцию из коровьего молока. В таблице представлены основные критерии, характеризующие подлинность молока сгущенного с сахаром, которые рекомендуется использовать при проведении исследований.

Таблица - Основные критерии характеризующие подлинность молока сгущенного с сахаром

№ п/п	**Оценочные параметры фальсификации**	**Критерии подлинности**
1	Снижение пищевой ценности	М. д. жира, м.д. белка, м.д. сахарозы, м.д. лактозы, м.д. влаги
2	Отклонение по органолептическим показателям	Органолептические показатели
3	Кислотность продукта	Титруемая кислотность
4	Использование немолочных видов сырья, добавление немолочных жиров	Жирно-кислотный состав жировой фазы Триглицеридный состав жировой фазы Наличие фитостеринов
5	Использование немолочных видов сырья, добавление немолочных белков	Идентификация белкового состава, определение белков немолочного происхождения
6	Фальсификация белковой фракции (использование меламина)	Отсутствие меламина
7	Применение добавленных углеводов Использование недекларированных фруктозы, глюкозы	Состав моно- и дисахаридов
8	Применение фосфатов, цитратов	Содержание фосфатов, цитратов
9	Использование низина	Содержание низина
10	Использование консервантов	Содержание консервантов

В ГОСТ Р 72209 [3] приведена подробные схемы алгоритмов по выявлению фальсификации жировой фазы и аутентификации для консервов молочных «Молоко цельное сгущенное с сахаром», с которыми удобно сверяться при проведении испытаний.

До сих пор одним из наиболее распространенных методов выявления фальсификата является органолептический метод, что обусловлено его доступностью. Несмотря на кажущуюся простоту и быстроту, для его применения требуются определенные знания и навыки.

Получение объективных результатов требует соблюдения основных принципов экспертной методологии. Лаборатория, оценивающая подлинность продукта, должна иметь профильных аттестованных экспертов. В противном случае использовать этот инструмент весьма сложно, особенно при разногласиях в оценке качества и судебных разбирательствах. В этом случае аналитические методы выявления фальсификации зачастую более доказательны.

Отклонения в органолептических характеристиках должны натолкнуть испытателей на мысль что с продуктом что-то не в порядке и следует провести ряд аналитических испытаний. Например, излишне сладкий вкус – может объясняться повышенным содержанием сахара, что часто используется для маскировки пониженного содержания молочного жира. Голубоватый цвет может появляться при замене молочного жира на растительный.

Если ранее фальсификаторы зачастую, просто заменяли молочный жир растительным, например пальмовым, или довольно грубой смесью растительных жиров, то последнее время широчайшее распространение получило применение для этих целей заменителей молочного жира (ЗМЖ). ЗМЖ представляют собой смесь растительных жиров, подвергнутых модификации. При этом температура плавления ЗМЖ близка к молочному жиру, что обеспечивает необходимые пластичные свойства и способствует расширению возможности фальсификации. Фальсификацию с использованием ЗМЖ органолептически выявить практически невозможно.

Для выявления фальсификации молочных консервов по составу жировой фазы достоверными являются хроматографические методы определения: жирнокислотного состав, состав стеринов, триглицеридный состав.

Жирнокислотный состав жировой фазы определяется по ГОСТ 31663 [4] «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот». Для каждого жира характерен свой набор и соотношение жирных кислот. Но при содержании растительных добавок в молочных продуктах менее 10% анализом жирнокислотного состава фальсификацию не всегда удается выявить достоверно, что связано с достаточно широкими границами содержания индивидуальных кислот в молочном жире. Эту проблему снимает применение второго метода – определение состава стеринов.

Оценка состава стеринов жировой фазы молочной продукции позволяет оценить наличие или отсутствие только растительных жиров. Однако, в последнее время участилось применение животных жиров (говяжий, свиной и др.) привело к тому, что данный способ идентификации уже не является абсолютно эффективным, получение отрицательного результата (отсутствие фитостеринов) не гарантирует отсутствия фальсификации жирами немолочного происхождения.

В настоящее время наиболее достоверным способом выявления фальсификации жировой фазы является комбинация двух методов – проведение испытаний на выявление фитостеринов по ГОСТ 33490 [5] или ГОСТ 34456 [6] и определение жирнокислотного состава по ГОСТ 31663 [4]. Лишь при наличии положительных результатов этих двух испытаний можно быть в достаточной степени уверенными в отсутствии фальсификации.

Кроме того, все большее распространение получает определение триглицеридного состава по ГОСТ 70238 [7]. или ГОСТ ISO 17678 [8].

Описанные выше особенности оценки качества молочных консервов свидетельствуют о том, что выявление фальсификации – достаточно сложная процедура, требующая знаний и навыков.

Таким образом, для достоверного выявления фальсификации молочных продуктов необходим комплексный подход к проведению испытаний по ряду показателей и системный анализ полученных результатов.

Литература

1. Петров, А.Н. Актуальные аспекты противодействия фальсификации пищевых продуктов / Петров А.Н., Ханферьян Р.А., Галстян А.Г.// Вопросы питания. – 2016. – Том № 85. – С. 86-92.

2. Чепурной, И.П. Идентификация и фальсификация продовольственных товаров. – Москва: Дашков и К. – 2019. – 480 с.
3. ГОСТ Р 72209-2025 «Молоко и молочные продукты. Критерии подлинности».- Москва: Российский институт стандартизации, 2025.-50 с.
4. ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот.- Москва: Стандартинформ, 2013.-8 с.
5. ГОСТ 33490-2015 Молоко и молочная продукция. Обнаружение растительных масел и жиров на растительной основе методом газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. - Москва: Стандартинформ, 2016. -13 с
6. ГОСТ 34456-2018 Молоко и продукция молочная. Определение состава стеринов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. - Москва: Стандартинформ, 2018.-7 с
7. ГОСТ 70238-2022 «Молоко и молочная продукция. Метод идентификации состава жировой фазы и определение массовой доли молочного жира».- Москва: Российский институт стандартизации, 2022.-18 с.
8. ГОСТ ISO 17678-2015 «Молоко и молочная продукция. Определение отсутствия примеси в молочном жире с помощью анализа триглицеридов методом газовой хроматографии (контрольный метод)».- Москва: Стандартинформ, 2020.-19 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР И ИХ ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Полякова Р.С., Кузнецова Г.Н. кандидат с.-х. наук

СОС–филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Омская область, г. Исилькуль,
e-mail: polyakova.raie@yandex.ru, kuznetsovagalina1964@mail.ru

Аннотация

Исследования проводили в 2025 г. в полевых условиях на экспериментальных полях СОС–филиала ВНИИМК. Цель – оценить продуктивность сортов и качество масла капустных культур в южной лесостепи Западной Сибири (Омская область). Объектом исследований послужили рапс, сурепица, горчица и рыжик отечественной селекции. Погодные условия благоприятно отразились на росте и масличных капустных культур. В результате исследований установлено, что средняя урожайность у рапса варьировала от 2,88 до 3,63 т/га, у сурепицы1,46–1,62 т/га, у горчицы сарептской 1,83–1,91 т/га, у горчицы белой 1,84–2,24 т/га и у рыжика 1,66 –1,79 т/га в зависимости от сорта.

Масличные капустные культуры (рапс, сурепица и горчица) – большой и перспективный сегмент рынка сельскохозяйственного производства. В числе первоочередных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом России, особое значение имеет наращивание производства семян масличных культур – основного сырья для выработки растительного масла и важного источника кормового белка [1]. Растительное масло широко используется в качестве салатного масла, для приготовления маргарина, майонеза, комбижира, мороженого, шоколадной массы и других продуктов, а так же при производстве комбикормов с целью повышения энергетической питательности (обменная энергия) и незаменимых жирных кислот, особенно при кормлении сельскохозяйственной птицы [2].

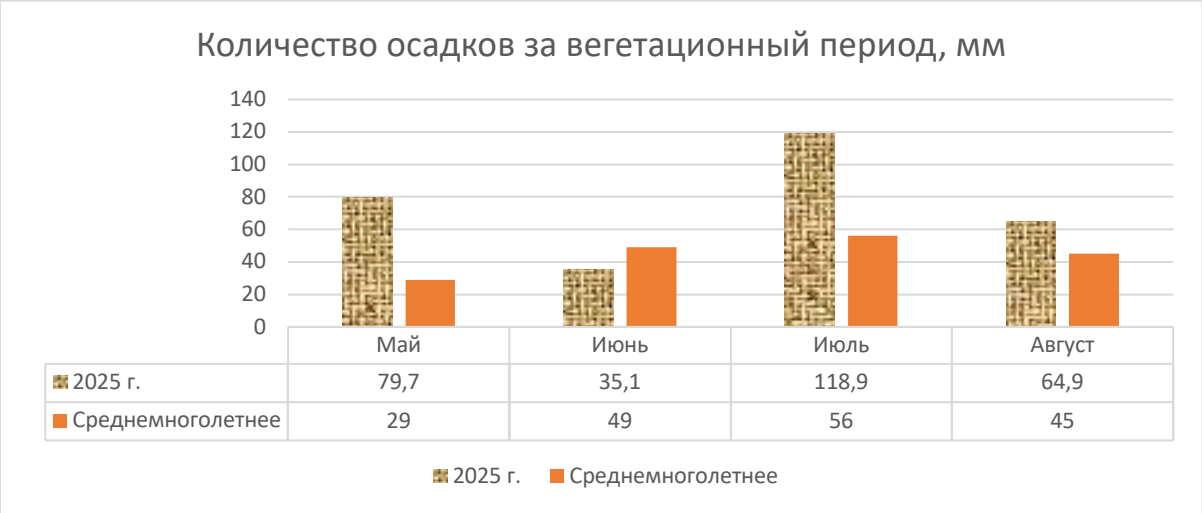
Посевные площади сурепицы, горчицы и рыжика в Омской области незначительны. В отличие от рапса, несмотря на незначительные площади распространения сурепицы и горчицы, эти культуры благодаря своей скороспелости и малозатратности выращивания имеют преимущество над рапсом, в распространении в северных районах Омской области и снижении затрат на сушку семян. Для обеспечения населения растительным маслом, животноводство – высокобелковыми кормами необходимо расширить посевные площади скороспелых капустных культур как в области, так и в России, поднять урожайность и отработать технологию переработки семян на масло и жмых (шрот). Стабильно высокие урожаи семян капустных культур можно получать при правильном подборе сортов, приспособленных к местным условиям возделывания. По пищевым и кормовым достоинствам рапс значительно превосходит многие сельскохозяйственные культуры. В его семенах и муке содержится 40-48 % жира и 22-24 % перевариваемого протеина, что в 1,9-4 раза больше, чем в гороховой, пшеничной, ячменной муке [3]. Рапсовое масло обладает повышенной биологической ценностью по вкусовым и пищевым качествам. Важное значение для характеристики семян капустных культур имеет содержание жирных кислот, которые делятся на *насыщенные* – миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, бегеновая, арахиновая, лигноцериновая; *мононенасыщенные* – олеиновая, эйкозеновая, эруковая, пальмитолеиновая, селахолевая; *полиненасыщенные* – линолевая, линоленовая, эйкозадиеновая [4, 5].

Для Сибири с её специфическими особенностями климата нужны сорта и культуры с вегетационным периодом от 72 до 96 суток, равномерно созревающие, технологичные в уборке, засухоустойчивые, устойчивые к основным патогенам. При этом лучше использовать

высокопродуктивные сорта, проверенные, адаптированные к местным условиям и рекомендованные для возделывания в данной зоне [6].

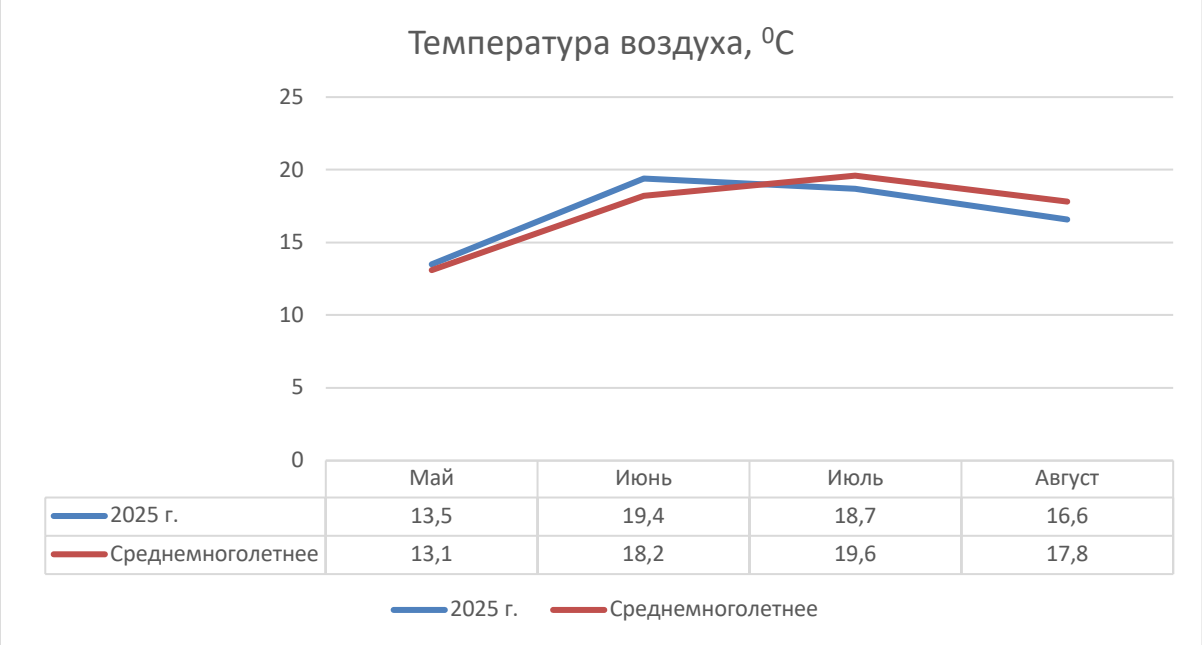
Решение обозначенной цели осуществлялось через проведение полевого опыта, сопровождающегося сопутствующими наблюдениями, учетами и анализами. Закладка опыта проведена в соответствии с требованиями Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и Методики полевого опыта [7, 8].

В мае, июле и в августе (первая и вторая декада месяца) наблюдалось значительное превышение количества выпавших осадков в сравнении с многолетними данными (рис. 1, 2).



	Май	Июнь	Июль	Август
2025 г.	79,7	35,1	118,9	64,9
Среднемноголетнее	29	49	56	45

Рисунок 1 – Количество выпавших осадков за вегетационный период (май–август)



	Май	Июнь	Июль	Август
2025 г.	13,5	19,4	18,7	16,6
Среднемноголетнее	13,1	18,2	19,6	17,8

Рисунок 2 – Среднесуточная температура воздуха (май–август)

Среднесуточная температура воздуха в мае–июне была на уровне среднемноголетней и чуть выше, небольшое понижение наблюдалось в июле на фоне выпавших осадков, в августе температурный режим был несколько ниже в сравнении с многолетними данными.

Таким образом, метеорологические условия 2025 года по количеству выпавших осадков и температурному режиму были благоприятными для роста и развития всех капустных культур, но в большей степени это отразилось на рапсе яровом.

Экологическое сортоиспытание рапса представлено отечественными сортами: Гранит, 55регион, Сибиряк 60, Юбилейный 23, (СОС-филиал, г. Исилькуль), Яркий (НПССС ООО «Сибирские масло-семена», с. Первотаровка), Баланс (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар); Эребус, Форпост КЛ (ЛНИИР-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Липецк).

Опыт заложен по типу конкурсного сортоиспытания. Площадь делянки 23,1 кв.м, повторность трехкратная. Вегетационный период изучаемых сортов рапса ярового составил 91–96 суток (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты экологического сортоиспытания рапса ярового

СОС-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, ЭСИ, 2025 г.

Сорт	Вегета-ционный период, сутки	Урожай-ность семян, т/га	Маслич-ность семян, %	Сбор масла, т/га	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см	Глюкози-нолаты, мкмоль/г
Гранит	95	2,88	48,9	1,27	3,5	138	12,7
55регион	94	3,63	50,0	1,63	3,7	145	12,8
Сибиряк 60	95	3,14	49,4	1,40	3,8	138	12,7
Юбилейный 23	96	3,20	50,2	1,45	3,8	138	13,2
Яркий	96	3,59	50,0	1,62	4,3	146	14,8
Баланс	92	3,30	49,7	1,48	4,1	134	18,7
Эребус	92	3,55	47,5	1,52	3,8	136	14,6
Форпост КЛ	91	3,20	46,3	1,33	3,8	140	15,0
$НСР_{05}$	1,77	0,14	0,73	0,07	0,21	7,5	0,41

В условиях отчётного года урожайность семян сортов рапса составила 2,88–3,63 т/га, где минимальная у сорта Гранит, а максимальная у сорта 55регион. По масличности семян 50,0-50,2 % выделились сорта: 55регион, Юбилейный 23, Яркий. Максимальный сбор масла получен в сортах 55регион (1,63 т/га) и Яркий (1,62 т/га. Высота растений в зависимости от сорта варьировала от 134 до 146 см, а масса 1000 шт. семян от 3,5 до 4,3 г. Низкое содержание масла в семенах 46,3 и 47,5% отмечено соответственно в сортах Форпост КЛ и Эребус. Сорт Баланс имел более высокое содержание глюкозинолатов в семенах 18,7 мкмоль/г.

В экологическом сортоиспытании сурепицы, горчицы и рыжика представлены сорта сибирской селекции.

Условия 2025 года по-разному отразились на урожайности горчицы, сурепицы и рыжика, так, например, минимальная урожайность семян 1,46 т/га отмечена у сурепицы сорт Грация (причиной снижения урожайности послужил град, который прошёл 20 августа в Омской области, а максимальная у горчицы белой Светланка, показав свой максимальный биологический потенциал благодаря наименьшему растрескиванию стручков и увеличению вегетационного периода.

Высокий сбор масла отмечался у горчицы сарептской 845–880 кг/га, при урожайности семян 1,83-1,91 т/га и масличности семян 51,2–51,3 % (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты экологического сортоиспытания сурепицы, горчицы и рыжика

СОС-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, ЭСИ, 2025 г.

Культура сорт,	Вегета-ционный период, сутки	Урожай-ность семян, т/га	Маслич-ность семян, %	Сбор масла, кг/га	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см
Сурепица яровая						
Грация	73	1,46	48,1	631	2,8	135
Алёна	74	1,62	48,5	707	2,7	130
Горчица сарептская						
Валента	80	1,91	51,2	880	3,6	130
Первотаровская	79	1,83	51,3	845	3,7	120
Горчица белая						
Бэлла	81	1,84	31,4	520	7,8	118
Светланка	82	2,24	31,6	637	8,0	120
Рыжик яровой						
Омич	72	1,66	37,9	547	1,1	87
Крепыш	74	1,79	39,0	607	2,1	90
$НСР_{05}$	1,54	0,14	0,45	95	0,19	3,4

Высота растений у культур варьировала от 87 у рыжика Омич до 135 см у сурепицы Грация, горчица сарептская Валента (130 см) и горчица белая Светланка (120 см) также показали свой потенциал по высоте растений.

При создании сортов капустных культур селекционерами особое внимание уделяется увеличению масла в семенах и улучшению его качества. (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели основных жирных кислот масла капустных культур, %

Культура / Жирные кислоты	Рапс	Сурепица	Горчица сарептская	Горчица белая	Рыжик
Насыщенные:	*6,04*	*4,92*	*5,1*	*5,27*	*9,08*
Миристиновая	0,08	0,04	0,06	0,03	0,05
Пальмитиновая	3,80	2,87	2,99	3,13	5,19
Бегеновая	0,37	0,26	0,26	0,26	0,38
Стеариновая	1,03	1,14	1,09	1,08	1,25
Арахиновая	0,64	0,50	0,53	0,62	1,97
Лигноцериновая	0,12	0,11	0,18	0,15	0,24
Мононенасыщенные:	*63,22*	*63,24*	*49,88*	*69,29*	*31,77*
Олеиновая	61,53	61,46	48,04	64,97	15,76
Эйкозеновая	1,37	1,17	1,34	2,56	12,50
Эруковая	0,02	0,23	0,03	0,91	2,73
Пальмитолеиновая	0,15	0,16	0,13	0,14	0,09
Селахолевая	0,15	0,22	0,34	0,70	0,69
Полиненасыщенные кислоты	*27,6*	*32,41*	*42,56*	*22,71*	*57,07*
Линолевая	18,22	20,45	28,49	10,7	17,38
Линоленовая	9,36	11,87	13,93	11,93	37,61
Эйкозадиеновая	0,02	0,09	0,14	0,08	2,08

Рапсовое масло, сурепное и горчицы белой содержит высокое количество 61,46-64,9 % полезной олеиновой кислоты при этом содержание линоленовой находится в допустимых пределах 9,36-11,93 %, содержание эруковой кислоты минимально у рапса, сурепицы и горчицы сарептской и составило 0,02-0,03 %. Горчица сарептская выделяется по максимальному количеству полезной полиненасыщенной линолевой кислоты в масле 28,49 %. Из приведенных данных видно, что по сумме насыщенных кислот выделяется рыжик с количеством пальмитиновой кислоты – 5,19 %, при этом в семенах рыжика находится наименьшее содержание олеиновой кислоты (15,76 %) и допустимое содержание эруковой кислоты (2,72 %).

Современные сорта рапса, сурепицы и горчицы, созданные для условий Сибири с ее специфическими особенностями климата, имеют высокий потенциал урожайности и высокое содержание масла в семенах. Вегетационный период, которых составляет в зависимости от погодный условий и сорта у рапса 91–96 суток, у сурепицы 73–74 суток, горчицы 79–82, рыжика 72–74 суток. Сорта сибирской селекции приспособлены к местным сибирским условиям, сочетают в себе надежность созревания семян, что обеспечивает стабильную урожайность семенного материала, а полученное из семян масло капустных культур можно использовать в питании людей без опасения за их здоровье, а жмыхи (шроты) как высоко протеиновые и энергоемкие ингредиенты в комбикормах сельскохозяйственных животных и птиц.

Литература

1. Артемов, И.В. Пути увеличения производства кормов и растительного масла / И.В. Артемов, А.М. Киселев // Кормопроизводство. – 1997. – № 4. – С. 20-23.
2. Масличные культуры: биологические особенности, технология производства, сорта, состав, питательность и использование при кормлении крупного рогатого скота / П.Ф. Шмаков, И.А. Лошкомойников, А.Н. Пузиков, Г.Н. Кузнецова, Р.С. Полякова и др. – Омск: Изд-во ООО «Омскбланкиздат», 2013. – 300 с.
3. Шмаков, П.Ф. Протеиновые ресурсы и их рациональное использование при кормлении сельскохозяйственных животных и птиц / П.Ф. Шмаков, А. П. Булатов, Н.А. Мальцева и др. – Омск: Вариант-Омск, 2008. – 488 с.
4. Артемов, И.В. Рапс масличная и кормовая культура / И.В. Артемов, В.В Карпачев. – Липецк, 2005. – 144 с.
5. Леонидова, Т.В. Антипитальные вещества рапса в зависимости от сортовых и погодных условий / Т.В. Леонидова, Л.М. Коровина // Научное обеспечение отрасли рапсосеяния и пути реализации биологического потенциала рапса. Липецк, 2000. – С. 56-57.
6. Кузнецова, Г.Н. Масличные капустные культуры в Западной Сибири / Г.Н. Кузнецова, Р.С. Полякова, И.А. Лошкомойников, С.В. Рабканов // Монография. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2023. – 130 с.
7. Методика проведения агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов и др. / Под общей редакцией В.М. Лукомца. – Краснодар, 2007. – 112 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

СЕЛЕКЦИЯ ВЫСОКООЛЕИНОВОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Суворова Ю.Н., кандидат сельскохозяйственных наук

Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ «ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта», г. Исилькуль
suv0rova1u@yandex.ru

Аннотация

В Омской области занимаются селекцией высокоолеинового подсолнечника. В результате многолетней работы из сорта Круиз (Ol) выделен сортообразец № 4122, показавший в 2025 г., в районе исследований, период вегетации 98 суток, высоту растения 163 см, массу 1000 семян 56,5 г, урожайность 2,44 т/га и масличность семян 52,3%. По данным 2024 г. в его масле содержалось 88,5% олеиновой кислоты.

Введение. Мировым лидером среди растительных масел по объему производства является пальмовое (36%), затем соевое, рапсовое и подсолнечное. В 2023 г. мировой объем производства масличной пальмы составил 79,4 млн. т (Демурин Я.Н., Чебанова Ю.В., Земцева Т.А. и др., 2024). В 2025 г. по данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса «АБ-Центр», в РФ под масличными культурами занято 21064,9 тыс. га площадей, что является рекордом. Это обусловлено увеличивающимися мировыми потребностями в растительных маслах и кормах (жмыхи, шрот) для животных. По отношению к 2024 г. рост площадей по подсолнечнику составил 12,6%, льну (кудряш и масличный) – 16,7%, сое – 9,1% и рапсу – 8,1% (Площади…, 2025). В РФ 56% потребляемого масла – подсолнечное, на втором месте – пальмовое, которое в последние годы ежегодно импортируют около 1 млн. т. Его преимущества – полутвердое состояние при комнатной температуре, что удобно для пищевой промышленности. Недостатки – по данным ВОЗ, потребление пальмитиновой кислоты повышает риск атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний, приводит к дефициту кальция у младенцев. Однако отказаться от него и найти замену сложно. Альтернативой может стать высокостеариновое высокоолеиновое подсолнечное масло. Повышенная стеариновая кислота устранит необходимость гидрогенизации, а высокая олеиновая повысит окислительную стабильность. Олеиновая кислота у человека снижает липопротеины низкой плотности («плохой» холестерин) и способствует ингибированию роста раковых клеток. В ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК создан уникальный сорт Стеарин (масло полутвердое при температуре ниже 10^0С и твердое – ниже 5^0С) (Crupkin M., Zambelli A., 2008; Каталог…, 2015; Демурин Я.Н. и др., 2024).

В 2019-2020 гг. посевные площади под высокоолеиновым подсолнечником в ключевых странах-производителях выросли почти на 40% и составили 1,3 млн. га (Карабут Т., 2020). В мире растут объемы производства высокоолеинового масла. Это связано с увлечением населения здоровым образом жизни и спросом промышленности. Для пищевой промышленности – это идеальный компонент при производстве маргаринов, замороженных полуфабрикатов, а также снэков, крекеров и сухих завтраков (Децына А.А, Хатнянский В.И., Илларионова И.В., 2022). В мировом производстве существует три типа подсолнечного масла: обычное, высокоолеиновое (high oleic) и среднеолеиновое (mid-oleic). По международной классификации CODEX Stan 210 традиционное содержит 14-39% олеиновой кислоты, среднеолеиновое – 43-72%, высокоолеиновое – 75-91%. Преимущество среднеолеинового – оптимальное сочетание высокой окислительной стабильности и достаточное содержание линолевой кислоты (около 20%), придающей хороший вкус. Среднеолеиновое подсолнечное масло NuSun выпущено в 1999 г. в США и связано со спросом пищевой промышленности. Подсолнечник данного типа занимает более 80% посевных площадей культуры в США и возделывается в Канаде. Во Франции – более 60%. Высокоолеиновый подсолнечник возделывают в Китае. В Европе предпочитают подсолнечное масло с олеиновой кислотой не более 85%. Высокоолеиновые гибриды выращиваются и в нашей стране, а создание и коммерциализация среднеолеиновых находится на начальном этапе (Демурин Я.Н., Борисенко О.М.,

2011; Демурин Я.Н. и др., 2016, 2020; Карабут Т., 2020). Точной статистики по посевам высокоолеинового подсолнечника в РФ нет, но по существующим оценкам он занимает около 2% от общей площади культурой. И связано это со слабым спросом российских потребителей (Хатнянский В.И. и др., 2022).

Материалы и методика исследований. Район исследований – лесостепь Омской области, селекционном поле Сибирской опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Объект исследований – сорта и перспективный сортообразц подсолнечника.

Погодные условия в течение вегетации подсолнечника (май-сентябрь) в изучаемые годы различались. Для оценки влагообеспеченности использовали гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Острозасушливым был 2020 г. (ГТК 0,35), очень засушливым 2021 г. (ГТК 0,52), слабо засушливым 2019 г. (ГТК 1,29), и влажным 2025 г. (ГТК 1,31). Среднемноголетний ГТК – 0,95. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, тяжелосуглинистый. По агрофизическим и агрохимическим свойствам она благоприятна для возделывания подсолнечника.

Подсолнечник возделывали по адаптивной технологии (Рекомендации…, 2019). Он изучался в 5-и пильном зернопаровом севообороте. На прежнее место возвращался через 10 лет. Предшественник – черный пар. Дата посева – II-III декада мая. Густота стояния растений – 40 тыс. шт./га. Уборку осуществляли при достижении семян хозяйственной спелости, когда у 90% растений корзинки желто-бурые, бурые и сухие с влажностью семян не более 12-14%. Семена высушены с помощью сушилки платформенной «СП-12» до кондиционной влажности (не более 10%). Закладка полевых опытов, фенологические наблюдения, биометрические измерения, учет урожая семян и сбор масла определяли по методике ВНИИМК. В опыте показана потенциальная урожайность, где уборка растений проведена вручную (серпом) поделяночно. Массу 1000 семян, процент лузги и натуру определяли по общепринятым методикам. Масличность и влажность семян – методом ядерно-магнитного резонанса на экспрсс-анализаторе АМВ-1006 М по ГОСТу Р 8.620-2006. Жирно-кислотный состав масла – методом газожидкостной хроматографии на приборе «Кристалл-5000». Математическую обработку проводили по методике Доспехов Б.А. (1973).

Результаты исследований. Завозимый в Омскую область подсолнечник с новыми ценными признаками (крупноплодность, качество масла и др.) селекционеры адаптируют к местным условиям, существенно корректируя морфологические и хозяйственные показатели. А созданный собственный оригинальный материал во все возрастающем объеме используют в качестве исходной генетической базы для дальнейшей селекции. Одним из направлений работы является создание адаптированных (скороспелых, продуктивных, технологичных) высокоолеиновых сортообразцов (олеиновая кислота более 85%) в качестве исходного материала для селекции на качество масла в регионе. Экологическое испытание высокоолеинового сорта Круиз селекции ВНИИМК в лесостепи Омской области выявило бесперспективность его возделывания из-за продолжительного периода вегетации (Суворова Ю.Н., Пузиков А.Н., 2019; 2021).

В 2019-2021 гг. в районе исследований сравнили сорт Круиз (Ol) с местным масличным сортом Варяг. Он является сортом-стандартом на ГСУ по Западно-Сибирскому и Уральскому регионам. Сорт Круиз (Ol) отличается, прежде всего, более продолжительным, в среднем на 11 суток периодом от всходов до цветения и на 18 суток периодом от всходов до физиологического созревания. Он в среднем на 44 см выше с менее крупными (на 17,3 г) и менее тяжеловесными (на 44 г/л) семянками. Масличность семян у него на 3,0% ниже, а лузжистость на 1,9% выше. В рассматриваемые годы урожайность его на 0,86 т/га, а сбор масла на 0,47 т/га оказались меньше сорта Варяг. Практика показала, что во влажные годы для сорта Круиз (Ol) характерно полегание (неустойчивая корневая система).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика сортов Круиз (Ol) и Варяг (в среднем за 2019-2021 гг.)

Сорт	Вегетационный период, сутки		Высота растения, см	Масса 1000 семян, г	Натура, г/л	Лузжистость, %	Урожайность, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га
	всходы-75% цветения	всходы-75% физиол. созревания							
Варяг (стандарт)	58	96	144	76,6	405	21,8	3,35	54,1	1,63
Круиз (Ol)	69	111	188	59,3	361	23,7	2,49	51,1	1,16
$НСР_{05}$	-	-	-	-	-	-	0,26	-	0,14
+/- к стандарту	+11	+15	+44	-17,3	-44	+1,9	0,86	-3,0	-0,47

Что касается жирно-кислотного состава масла, то сорт Варяг относится к линолевому типу. Так, в урожае 2023 г. в его масле из насыщенных жирных кислот преобладала пальмитиновая (4,90%) и стеариновая (3,38%). Содержание миристиновой, арахиновой, бегеновой и лигноцериновой кислот было незначительным. Среди мононенасыщенных жирных кислот более высокое содержание олеиновой (16,41%), среди полиненасыщенных – высокое линолевой (70,20%). Жирно-кислотный состав масла сорта Круиз (Ol) принципиально отличается. Для него характерно также пониженное содержание насыщенных жирных кислот – пальмитиновой (2,93%) и стеариновой (3,33%), низкое – полиненасыщенной линолевой кислоты (10,52%) и высокое содержание мононенасыщенной олеиновой кислоты (80,54%).

Таким образом, сорт Круиз (Ol) с улучшенным жирно-кислотным составом масла, созданный на юге, не подходит для широкого и успешного возделывания в Западной Сибири. Здесь необходимы сортообразцы с укороченным периодом вегетации, позволяющие получать стабильно высокие урожаи высококачественных семян.

В результате многолетней многоэтапной селекционной проработки сорта Круиз (Ol) выделен перспективный сортообразец № 4122. По данным конкурсного сортоиспытания 2025 г. у него короче на 10 суток период всходы-массовое цветение и на 15 суток всходы-массовое физиологическое созревание; меньше – на 32 см высота растения, на 21 г/л натура и на 0,7% масличность семян. У него больше масса 1000 семян на 4,0 г и лузжистость на 0,5%. Диаметр корзинки составил 21 см. Он достоверно превысил исходный сорт по урожайности на 0,4 т/га и по сбору масла на 0,18 т/га. Сравнение вели с двумя стандартами – сорт Варяг и сорт Круиз (Ol) (оригинальные семена прислали из головного института).

Таблица 2 – Характеристика перспективного высокоолеинового сортообразца № 4122, СОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, КСИ, 2025 г.

Сорт, сортообразец	Вегетационный период, сутки		Высота растения, см	Масса 1000 семян, г	Натура, г/л	Лузжистость, %	Урожайность, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га
	всходы-75% цветения	всходы-75% физиол. созревания							
Варяг (стандарт)	**55**	**96**	**158**	**65,1**	**357**	**23,9**	**3,09**	**53,3**	**1,48**
Круиз (Ol) (стандарт)	**69**	**113**	**198**	**51,5**	**343**	**21,6**	**2,04**	**53,0**	**0,97**
№ 4122 (Ol)	59	98	163	56,5	322	22,1	2,44	52,3	1,15
$НСР_{05}$	-	-	-	-	-	-	0,29	-	0,14
+/- к сорту Круиз (Ol)	-10	-15	-35	+5,0	-21	+0,5	+0,40	-0,7	+0,18

Анализ вегетационного периода показал, что у высокоолеинового сортообразца № 4122 (по данным 2024 г. в его масле содержалось 88,5% олеиновой кислоты) в сравнении с сортом Круиз (Ol) продолжительность от всходов до начала цветения на 10 суток меньше (рисунок). Период от начала до массового цветения одинаковый и составил 6 суток, а от массового цветения до массового физиологического созревания меньше на 5 суток.

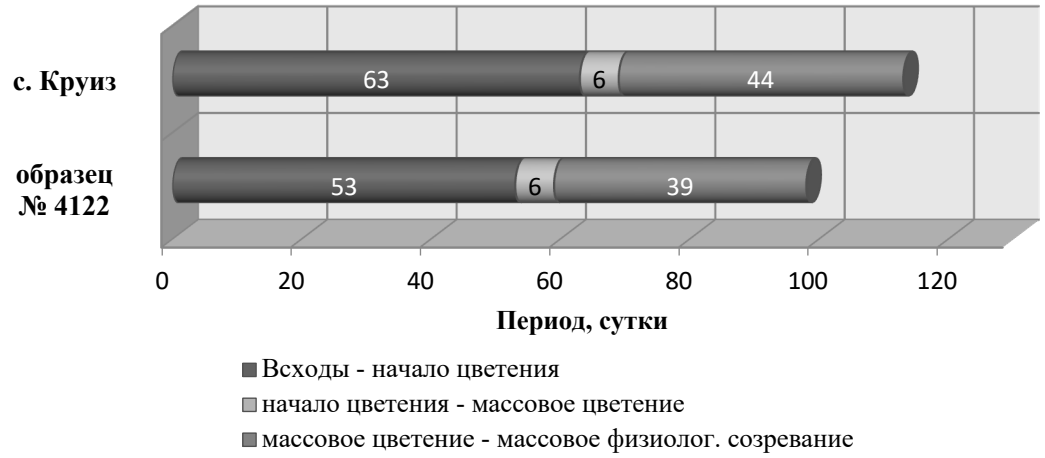


Рисунок – Продолжительность межфазных периодов вегетации высокоолеинового подсолнечника в 2025 г.

Дальнейшая селекция будет направлена на выделение еще более скороспелых и продуктивных биотипов из сортообразца № 4122 с обязательным контролем олеиновой кислоты в масле не менее 85%. А также перевод на гербицидоустойчивость по новым производственных системам с последующей передачей на ГСИ. Этот сортообразец может служить исходным материалом для гетерозисной селекции.

Выводы. Одним из селекционных направлений подсолнечника в Омской области является качество масла, а именно повышенное содержание олеиновой кислоты. В результате многолетней работы из высокоолеинового сорта Круиз выделен более скороспелый продуктивный сортообразец № 4122. Он в 2025 г., в питомнике конкурсного сортоиспытания Сибирской опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК., показал период вегетации 98 суток, высоту растения 163 см, массу 1000 семян 56,5 г, урожайностью 2,44 т/га и масличностью семян 52,3%. По данным 2024 г. в его масле содержалось 88,5% олеиновой кислоты.

Литература

1. Демурин Я.Н., Чебанова Ю.В., Земцева Т.А., Перетягина Т.М., Рубанова О.А., Фролов С.С. Высокостеариновый гибрид подсолнечника Стеарин // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 2 (198). – С. 126–129.

2. Площади масличных культур в 2025 году рекордно выросли. Расчеты АБ-Центр по данным Росстата. АБ-Центр – Экспертно-аналитический центр агробизнеса. [Эл. рес.]. Режим доступа: https://ab-centre.ru. (Дата обращения: 13.11.2025 г.).

3. Crupkin M., Zambelli A. Detrimental impact of trans fats on human health: stearic acid rich fats as possible substitutes // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2008. – No 7. – P. 271-279.

4. Каталог сортов и гибридов масличных кислот, технологий возделывания и средств механизации / ФГБНУ «ВНИИМК им. В.С. Пустовойта». – Краснодар, 2015. – 90 с.

5. Карабут Т. Перспективы высокоолеинового подсолнечника в России // Масло и жиры. – 2020. – № 304. – С. 37-41

6. Децына А.А., Хатнянский В.И., Илларионова И.В. Признак высокоолеиновости в сортах подсолнечника селекции ВНИИМК // Масличные культуры. – 2022. – Вып. 2 (190). –С. 3–9.

7. Демурин Я.Н., Борисенко О.М. Наследование повышенного содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2011. – Вып. 2 (148-149). – С. 72-74.

8. Демурин Я.Н., Борисенко О.М., Чебанова Ю.В., Левуцкая А.Н. Материнский эффект в наследовании признака среднеолеиновости масла в семенах подсолнечника у гибридов первого поколения // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2016. – Вып. 1 (165). – С. 16-21.

9. Демурин Я.Н., Чебанова Ю.В., Борисенко О.М., Гучетль С.З., Савиченко Д.Л., Ефименко С.Г., Рубанова О.А., Широких А.А., Шамрай В.Д. Создание и изучение рекомбинантных инбредных линий подсолнечника с различным содержанием олеиновой кислоты в масле семян // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 3-12.

10. Хатнянский В.И., Децына А.А., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Селекция сортов крупноплодного подсолнечника с высоким содержанием олеиновой кислоты в масле // Масличные культуры. – 2022. – Вып. 3. – С. 3-8.

11. Рекомендации по возделыванию масличных культур в Омской области / И.А. Лошкомойников и др. – Исилькуль. – 2019. – 108 с.

12. Суворова Ю.Н., Пузиков А.Н. Селекция подсолнечника на качество масла в Западной Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (36). – С. 67-75.

13. Суворова Ю.Н., Пузиков А.Н. Новый селекционный материал подсолнечника в СОС – филиале ВНИИМК // Вестник Башкирского государственного аграрного университета – 2021. – № 4 (60). – С. 27-33.

РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЯЙЦА

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 безотходной технологии глубокой переработки яйца. Приведены данные по коагуляции яичного белка и получаемой в процессе яичной сыворотки. В статье приведены результаты исследований состава яичной сыворотки. Разработан способ получения обогащенной яичной сыворотки и обоснована возможность ее использования в белковых композициях для создания функциональных продуктов в том числе на яичной основе. Исследование выполнено в рамках работ по госзаданию № 1024041200043-1

Безотходные и малоотходные технологии представляют одно из современных направлений развития промышленного производства, что связано с необходимостью исключения вредного воздействия отходов промышленности на окружающую среду. Безотходные производства предполагают разработку таких технологических процессов, которые обеспечивают комплексную переработку сырья [1].

Одним из путей интенсификации пищевой промышленности является внедрение новых технологий переработки продукции. Это в свою очередь предполагает повышение степени полноты переработки сельскохозяйственного сырья с более рациональным использованием полезных компонентов [3-5].

Задачей развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ является устойчивое снабжение населения высококачественной пищевой продукцией и обеспечение продовольственной безопасности страны [6].

Совершенствование ассортимента продовольственных товаров — одно из важнейших направлений ассортиментной политики промышленных и торговых организаций, предназначенное для создания потребительских предпочтений и улучшения качества жизни людей за счет повышения пищевой и органолептической ценности, а также безопасности реализуемых продуктов [7].

Наблюдается рост тенденций к использованию в качестве белковой составляющей продуктов переработки вторичного сырья животного, растительного, микробного происхождения, а так же отходы от переработки рыбы, морепродуктов, птицы, животных, бобовых и других растений.

Отечественное яичное птицеводство развивается весьма интенсивно во всех категориях хозяйств. Следует отметить, что в 1990 г. Российская Федерация производила 47,5 млрд яиц. В 1991– 1997 гг. снижение объемов производства яиц составило 15,3 млрд, сокращение — на 32%. С 2000 г. начался подъем яичного производства, который продолжается и сейчас.

Производство яиц в России в 2024 году составило 46,6 млрд штук. За пять лет этот показатель вырос на 3,8%.

Российские производители пищевых яиц постепенно расширяют их промышленную переработку и ассортимент продукции. Так, в 2022 г. ассортимент продукции в яичном птицеводстве был представлен следующим образом: 71,2% — яйца натуральные в скорлупе; 15,1% — функциональные с заданными свойствами, обогащенные витаминами, каротиноидами, органическими микроэлементами (селен, йод, полиненасыщенные жирные кислоты — омега-3); 5,2% — жидкие яичные пастеризованные продукты в асептической упаковке; 6,5% — сухие яичные продукты; 2,0% — готовые к употреблению яичные продукты.

Шагом в будущее для яичного производства является долгосрочная перспектива по глубокой переработке яиц.

Сектор яичного птицеводства в России активно развивается, следуя ключевым мировым тенденциям. Одним из приоритетных направлений становится глубокая переработка яиц и повышение качества конечной продукции.

Ранее во ВНИИПП разработан способ коагуляции яичного белка [8]. В процессе коагуляции яичного белка отсекается до 40% сыворотки от массы исходного яичного белка, в которую переходит часть сухих веществ, в т.ч. белок и минеральные вещества, которыми богато яйцо.

Коагуляция яйцепродуктов (белка, меланжа, желтка) представляет собой формирование сгустка (рассыпчатой или пастообразной структуры) в процессе тепловой обработки, подкисленных раствором пищевых кислот яйцепродуктов за счет денатурационных изменений в белковых молекулах.

Коагулированный яичный белок – рассыпчатый коагулированный яичный продукт, полученный в процессе коагуляции яичного белка.

Яичная сыворотка представляет собой жидкий продукт желтоватого цвета с яичным запахом и солоноватым вкусом, отделяемый при коагуляции яичного белка в качестве побочного продукта

Содержание сухих веществ в сыворотке составляет 6,4-9,2%, основная масса из которых – белок. Так же в сыворотку переходят и минеральные вещества, которыми богато яйцо. Точный состав сыворотки зависит от состава исходного яичного белка и кормления птицы а так же режима коагуляции яичного белка.

Часть белков сыворотки в процессе хранения выпадает в осадок, который равномерно распределяется в продукте при перемешивании.

Данное свойство можно использовать для концентрирования продукта аналогично концентрированию молочной сыворотки.

Применительно к яичной сыворотке возможно концентрирование продукта (рисунок 1) путем отстаивания, повторного нагрева сыворотки, центрифугирования при 5000 об/мин в течении 15 мин, фильтрацией. Возможно применение сублимационной сушки для получения сухого продукта.

Рисунок 1 - Коагулированный яичный белок и концентрированные нагревом белки сыворотки (справа)

Исходя из технологии коагуляции яичного белка обогащенную сыворотку (рисунок 2) можно получить двумя способами:

- путем внесения обогащающих компонентов в реакционную смесь до коагуляции яичного белка;

- путем внесения обогащающих компонентов непосредственно в жидкую сыворотку.

Первый способ хорошо показал себя при обогащении продукта полифенолами в рамках концентрирования полифенольных соединений из ягод клюквы целенаправленной сорбцией в ходе

тепловой обработки в процессе кислотно-солевого гидролиза яичного белка. После сорбции полифенолов на белковой матрице в процессе коагуляции часть антоцианинов остается в сыворотке.

А так же при обогащение сыворотки кальцием, путем внесения его в количестве до 5% к массе яичного белка в реакционную смесь перед коагуляцией.

Внесение обогащающих компонентов непосредственно в жидкую сыворотку целесообразно проводить в жидкой форме («Экоферрин») или хорошо растворимых в воде (лактат магния).

Лактат магния рекомендуется вносить в количестве до 5% к массе сыворотки, «Экоферрин» - до 10%.

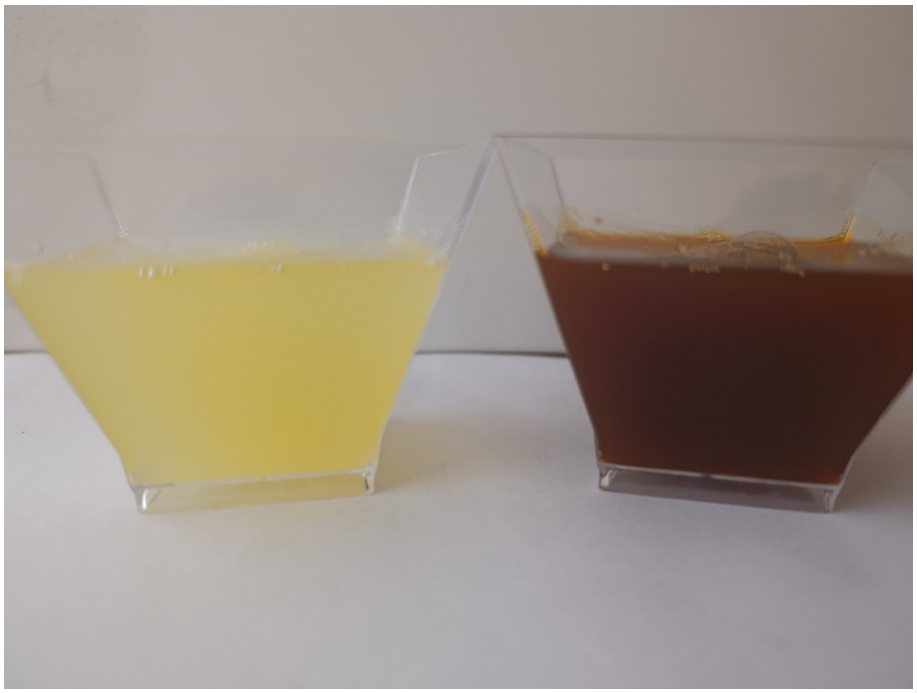


Рисунок 2 - Внешний вид яичной сыворотки до и после обогащения

Была исследована возможность выработки белковых композиций в которых к коагулированному белку вносят от 20 до 60% сыворотки, как в охлажденном, так и в размороженном виде с последующим измельчением.

Композиции с разным соотношением белок/сыворотка различаются в том числе и органолептическими характеристиками (таблица 1), что рекомендуется использовать при разработке продуктов определенной структуры.

Таблица 1 - Органолептическая характеристика композиций с сывороткой

Композиция	Вкус	Цвет	Запах	Консистенция
1.Коагулированный белок + 20% сыворотки	Однородный, яичный	Белый	Присущий яйцу	Однородная, крупитчатая, пастообразная
2.Коагулированный белок + 30% сыворотки	Однородный, яичный, солоноватый	Белый	Присущий яйцу	Однородная, крупитчатая, пастообразная
3.Коагулированный белок + 40% сыворотки	Однородный, яичный, солоноватый	Белый	Присущий яйцу	Однородная, нежная, пастообразная, воздушная
4.Коагулированный белок + 50% сыворотки	Однородный, яичный	Белый	Присущий яйцу	Однородная, нежная, воздушная, пастообразная

5.Коагулированный белок + 60% сыворотки	Однородный, яичный	Белый	Присущий яйцу	Однородная, нежная, жидкая

Стоит отметить, что после охлаждения происходит некая стабилизация композиции, она выравнивается по органолептическим характеристикам. На вкус не ощущается отсекания сыворотки.

Принимая во внимание что сыворотка сама по себе имеет солоноватый привкус, который усиливается в композиции с увеличением доли вводимой сыворотки, рекомендуем уменьшение доли поваренной соли в реакционной смеси, с увеличением доли исходного яичного белка при коагуляции. Технология коагуляции позволяет некоторое варьирование исходного состава в зависимости от необходимых производственных критериев.

Композиции 3 и 4 отличаются взбитой текстурой. После охлаждения и выдержки композиции в течении 48 часов при температуре 0-4°С, в композициях 1,2 и 5 возможно незначительное отсечение сыворотки (1-2%).

Наиболее оптимальным считаем внесение к композиции 40-60% сыворотки. Химический состав таких композиций приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание массовой доли белка и влаги в белковых композициях

Продукт	Массовая доля влаги, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %
Композиция Коагулированный белок + 40% сыворотки	85,6	13,44	0,8
Композиция Коагулированный белок + 50% сыворотки	86,3	13,30	0,4
Композиция Коагулированный белок + 60% сыворотки	87,7	11,65	0,5

Разработана модельная система функционального яичного продукта с внесением к коагулированному белку обогащенной сыворотки в количестве 50%. Полученная композиция отличается приятным бежевым цветом, легким ароматом, нежной воздушной структурой. Обогащенная композиция содержит в 100 г 13,5 г белка, 208,7 мг магния, 668,6 мг кальция, 32,5 мг железа.

На основании проведенных исследований, принимая во внимание опыт предыдущих лет разработана безотходная технология глубокой переработки яйца.

Данная технология (рисунок 3) включает в себя: подготовку яиц, разбивание с последующим разделением на белок и желток, коагуляцию яичного белка (желтка, меланжа), выработку готового продукта.

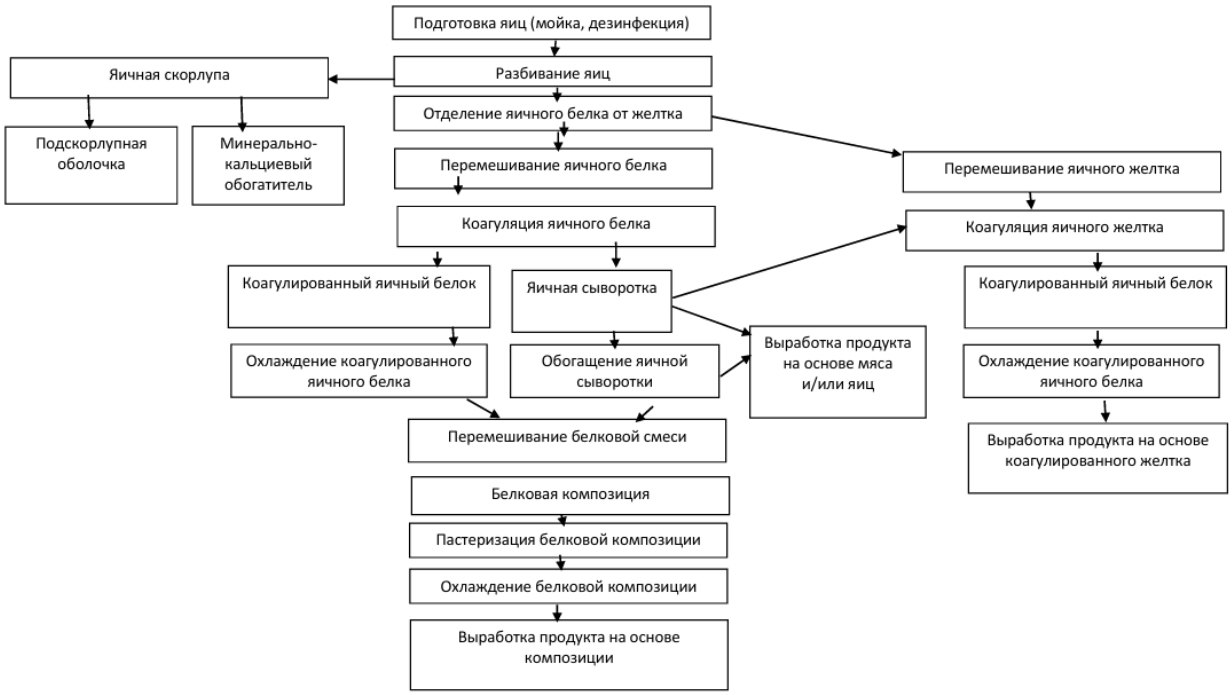


Рисунок 3 - Технологическая схема переработки яйца

Стоит отметить, что яичная скорлупа является не менее ценным продуктом, чем содержимое яйца. В связи с чем считаем наиболее целесообразным направлять ее на дальнейшую переработку, в частности на выделение подскорлупной оболочки и производство минерально-кальциевого обогатителя из скорлупы яиц.

Данное технологическое решение позволит переработать все содержимое яйца на пищевые цели, в том числе для создания функциональных продуктов питания.

Литература

1. Бойко, Н. И. Основные направления безотходных и малоотходных технологий / Н. И. Бойко, В. А. Одарюк, А. В. Сафонов // Технологии гражданской безопасности. – 2015. – Т. 12, № 1(43). – С. 68-72.

2. Красноселова, Е. А. О необходимости и эффективности внедрения безотходных технологий в современную пищевую промышленность / Е. А. Красноселова, М. В. Тайкова // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник статей по материалам III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, 20 марта 2017 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 669-675.

3. Алексеев, Е. Д. Технология производства альбуминного творога с использованием сывороточных белков / Е. Д. Алексеев, Г. Г. Дармаева, М. С. Алексеева // Комплексные вопросы аграрной науки для АПК республики : сборник мате-риалов внутривузовской научно-практической конференции, Якутск, 15 ноября 2019 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2019. – С. 201-205.

4. Мякиньков, А. Г. Ресурсосберегающие технологии переработки вторичного мясного сырья [Получение белково-минерального продукта для производства продуктов лечебно-профилактического питания и кормовой муки] / А. Г. Мякиньков // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2000. – № 4. – С. 1433.

5. Корпачева, С. М. Перспективы использования вторичных сырьевых ресурсов для производства десертов / С. М. Корпачева, А. А. у. Сулдум, И. О. Ломовский // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(70). – С. 99-106. – DOI 10.31563/1684-7628-2024-70-2-99-106.

6. Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.04.2017 г. № 559-р

7. Николаева М.А. Товарная политика: учебник. — М.: Норма. — ИНФРА-М, 2015. — С. 134-151

8. Стефанова И.Л. Разработка технологии функциональных продуктов с использованием коагулированного яичного белка/ И.Л. Стефанова, Л.В. Шахназарова, А.Ю. Клименкова // Птица и птицепродукты – 2020 -№5. – С. 46-49

УДК 621.926, 637.412

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХРАНЕНИЯ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЯИЧНОЙ СКОРЛУПЫ С ПОДСКОРЛУПНОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Михайленко И.Г., мл.н.с., Степанова С.П., мл.н.с.

ВНИИПП – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВНИТИП»
e-mail: migvniipp@mail.ru

Аннотация

В данной статье представлены результаты хранения яичной скорлупы при температуре минус 18^0 С в течение 1 месяца и ее измельчения на экспериментальном стенде на базе волчка при частоте вращения шнека 150, 200 и 250 об/мин. Результаты исследования показывают, что хранение скорлупы-сырья в холодильниках для последующего отделения подскорлупной оболочки при температуре минус 18^0 С в течение 1 месяца обеспечивает микробиологические показатели в пределах нормы. Режим измельчения при частоте 250 об/мин наиболее рациональный, т.к. достигается размер частиц скорлупы от 0,5 до 4,0 мм, необходимый для последующего отделения от подскорлупной оболочки и переработки компонентов на пищевые и фармакологические цели.

Ключевые слова: Куриное яйцо, скорлупа, подскорлупная оболочска, переработка скорлупы фракция, размер частиц.

Введение. Куриные яйца широко используются в пищевой промышленности. Яичная скорлупа обеспечивает защиту от внешней микрофлоры и физических повреждений, одновременно удовлетворяя основные метаболические и пищевые потребности растущего эмбриона птицы. Куриная яичная скорлупа состоит из минерального карбоната кальция (CaCO3) в форме кальцита (94-96,5%) и подскорлупной оболочки (3,5-6%), состоящей из белков, воды, микро- и макроэлементов [1].

Недостаток кальция в организме сопровождается снижением иммунитета, частыми простудными заболеваниями, развитием аллергии, возникают риски осложнений при хронических заболеваниях и др. Природные минералы усваиваются лучше из натуральных продуктов, например, из обычной яичной скорлупы. Медицинские синтетические препараты, гипс, мел, хлористый кальций гораздо хуже усваиваются организмом.

В России птицеводческая отрасль в 2024 году произвела около 46,7 млрд. шт. куриных яиц - примерно 10% из них пошло на переработку для производства бесскорлупных яйцепродуктов, т.е. 4,67 млрд. шт. Яичная скорлупа и связанная с ней подскорлупная оболочка составляют примерно 10% массы яйца и поэтому на предприятиях по переработке яиц образуется значительное количество побочного сырья, около 28,7 тыс. т. ежегодно [2].

Разложение яичной скорлупы и связанного с ней остаточного яичного белка приводит к выделению аммиака (NH_3) и сероводорода (H_2S) с неприятным запахом, привлекающим грызунов и насекомых. При этом европейское агентство по охране окружающей среды считает отходы яичной скорлупы одним из 15 по величине наиболее опасным загрязнителем, производимым пищевой промышленностью [3].

Переработанная яичная скорлупа используется в пищевой промышленности для получения аскорбатов, цитратов, лактатов, для приготовления кормовых добавок для птиц и животных, а также при производстве биологически активных добавок (БАД) [4, 5]. Одним из перспективных направлений использования скорлупы является производство удобрений для растений. Яичная скорлупа для растений является источником кальция, который играет жизненно важную роль в росте растений.

Учеными ВНИИптицеперерабатывающей промышленности проводятся исследования по отделению подскорлупной оболочки от скорлупы для дальнейшей переработки на пищевые и фармацевтические цели.

Одним из решающих факторов, влияющим на качество готовой продукции из яичной скорлупы является условия хранения скорлупы-сырья на начальном этапе переработки. Важным процессом перед отделением подскорлупной оболочки от скорлупы является измельчение. На основании литературного обзора размер измельченного скорлупы-сырья перед ее разделением должен составлять 0,5…4 мм [6].

В связи с этим основой целью данной работы является определение показателей биологической безопасности яичной скорлупы-сырья и определение режимов ее измельчения.

Материалы и методы исследований.

Объектом исследований являлась скорлупа куриных яиц с подскорлупной оболочкой по ГОСТ 57902-2017, полученная после процесса центрифугирования с завода-изготовителя яичной продукции. Сырье представляло собой кусочки подскорлупной оболочки с закрепленной на ней разрушенной скорлупой с размером частиц от 0,1 до 15 мм.

Отбор и подготовку проб проводили по ГОСТу 31720 со следующими дополнениями: проба для проведения анализа должна быть представительной, не поврежденной и не измененной в процессе транспортирования и временного хранения; для проведения микробиологического анализа из объединенной пробы отбирали 100 $см^3$ (г) продукта.

Метод выявления и определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) основан на высеве определенного количества продукта в плотные культуральные среды, аэробном культивировании посевов при температуре (30 ± 1) °С в течение (72 ± 3) ч, подсчете всех выросших видимых колоний и определении количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 см3 (г) продукта.

Метод выявления бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) основан на выявлении БГКП (колиформных бактерий), способных ферментировать лактозу с образованием кислоты и газа.

Метод выявления бактерий рода Salmonella основан на использовании сред обогащения с последующим выделением сальмонелл на дифференциально-диагностических средах, а также на изучении культурально-морфологических, биохимических и серологических свойств культур.

На основании литературного обзора для исследования процесса измельчения скорлупы-сырья выбрано оборудование по типу волчка, создан экспериментальный стенд на базе волчка МИМ-600.

Принцип работы: включали привод шнека на заданную частотным преобразователем частоту, в приемную воронку загружали исследуемое сырье, после измельчения сырье выгружалось в приемную емкость.

Полученные образцы подвергали отделению от подскорлупной оболочки для установления размера измельченных частиц скорлупы методом определения крупности по ГОСТ 27560-87.

Проведены исследования с различной частотой вращения шнека – 150, 200, 250 об/мин. Использование стенда для измельчения при частоте менее 150 об/мин нецелесообразно, т.к. происходит заклинивание шнека с сырьем.

Результаты и их обсуждение

По истечении 1 мес. хранения были взяты образцы скорлупы-сырья для проведения микробиологических исследований 2 образца из партии. Результаты таблицы 1 показывают, что в образцах №1 и №2 содержание КМАФАнМ соответственно составило $2,6*10^4$ и $2,7*10^4$ КОЕ. Следовательно, в образце №2 содержание КМАФАнМ было выше на $0,1*10^4$ КОЕ. Однако, разность по этому показателю незначительна и статистически не достоверна.

Таблица 1 - Микробиологические показатели скорлупы-сырья

№ образца	КМАФАнМ/КОЕ	БГКП	Сальмонеллы
Образец №1	$2,6*10^4$	0,1 не обнаружено	В 25 КОЕ/г не обнаружено
Образец №2	$2,7*10^4$	0,1 не обнаружено	В 25 КОЕ/ г не обнаружено

Проведены исследования измельчения скорлупы яиц с подскорлупной оболочкой на экспериментальном стенде. После измельчения скорлупа отделена от подскорлупной оболочке, определен размер частиц. На основании полученных данных составлена таблица 2 и построена гистограмма (рисунок).

Таблица 2 - Распределение фракций частиц скорлупы образцов №3-5

Размер частиц, мм	**Доля частиц, %**		
	Образец №3	**Образец №4**	**Образец №5**
менее 0,5	5,0	9,7	11,1
0,5-1,0	7,7	15,6	22,4
1,0-2,5	66,3	68,9	64,2
2,5-3,0	11,6	3,0	2,0
3,0-3,5	5,0	1,9	0,2
3,5-5,0	4,1	0,9	0,1
5,0-7,0	0,3	-	-
Итого	100,00	100,00	100,00

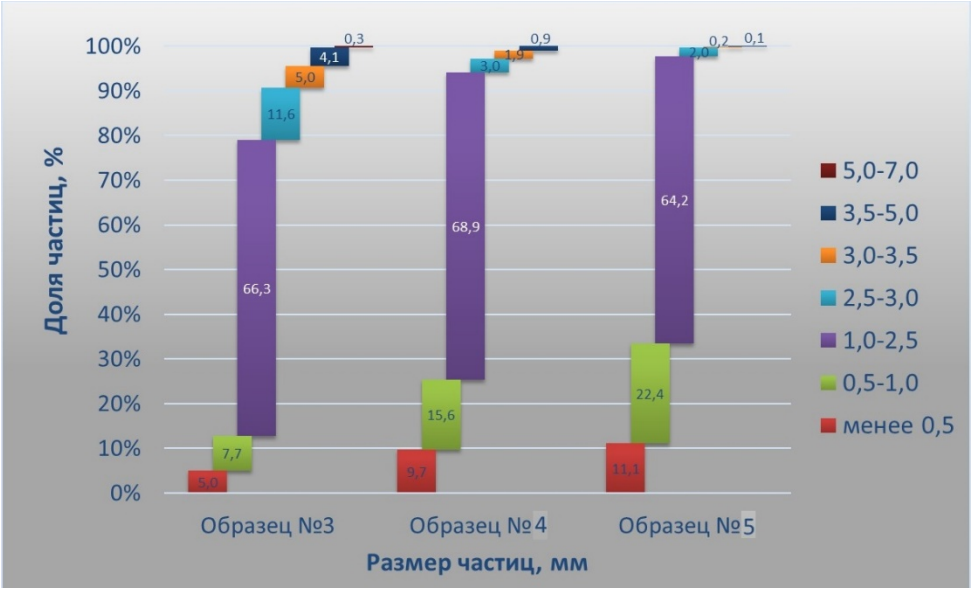


Рисунок – Гистограмма фракций частиц скорлупы в образцах 1-3:
образец №3, 4, 5 – скорлупа с подскорлупной оболочкой, измельченная при частоте вращения ротора 150, 200, 250 об/мин

Образец №3 содержит 4,4 % частиц скорлупы размером более 3,5 мм, образец №4, №5 – 0,9 % и 0,1 % соответственно. Режим измельчения при частоте оборотов шнека 250 об/мин является наиболее рациональным, т.к. он позволяет обеспечить размер частиц скорлупы от 0,5 до 4,0 мм.

Заключение

Результаты исследования показывают, что хранение скорлупы-сырья перед процессом отделения подскорлупной оболочки при температуре минус 18 ^{0}С в течение 1 месяца обеспечивает микробиологические показатели в пределах нормы.

Режим измельчения на экспериментальном стенде на базе волчка МИМ-600 при частоте вращения шнека 250 об/мин является наиболее рациональным для разрушения частиц скорлупы до размера 0,5…4 мм, необходимого для отделения от подскорлупной оболочки.

Литература

1. Гущин В.В., Волик В.Г., Грикшас С.А., Романенко Ю.И. Рациональные технологии утилизации яичной скорлупы: пути к повышению эффективности производства // Труды кубанского государственного аграрного университета, 2025 г, - №5 (119).– С. 209 – 221.
2. Волик, В. Г. Роль побочного сырья птицепереработки в кормлении бройлеров / В. Г. Волик // Птица и птицепродукты. – 2024. – № 2. – С. 15-17. – DOI 10.30975/2073-4999-2024-26-2-15-17.
3. Abdelgalil, S. A. Eggshell waste bioprocessing for sustainable acid phosphatase production and minimizing environmental hazards / S. A. Abdelgalil, M. M. Y. Kaddah, G. A. Abo-Zaid // Journal of Biological Engineering. – 2024. – Vol. 18, No. 1. – P. 26. – DOI 10.1186/s13036-024-00421-8.
4. Волик, В. Г. Инновационные технологии для птицеперерабатывающей отрасли / В. Г. Волик // Птица и птицепродукты. – 2024. – № 5. – С. 11-13.
5. Свойства и технологии переработки яичной скорлупы и подскорлупной оболочки / Д. Ю. Исмаилова, В. Г. Волик, О. Н. Ерохина, С. В. Зиновьев // Птица и птицепродукты. – 2020. – № 3. – С. 56-58. – DOI 10.30975/2073-4999-2020-22-3-56-58.
6. Патент № 2194578 Российская Федерация, МПК B 03 B 5/12, B 02 C 19/12. Способ и устройство для отделения облочки, прикрепленной к скорлупе: № 99120070/13: заявл. 18.03.1998: опубл. 18.03.1998 / Макнейл Джозеф Х. (US); заявитель Дзе Пенн Стейт Рисерч Фаундейшн (US). – 12 с.

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕДОВОЙ КОМПОЗИЦИИ С ГОМОГЕНАТОМ ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА

Будникова Н.В.

ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», г. Рыбное, Рязанская обл.,
e-mail: beenataliya7@mail.ru

Аннотация

Показана целесообразность стабилизации гомогената трутневого расплода медоносных пчел медом. Результаты показали, что добавление в мед более 10% гомогената 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 медовой композиции с содержание гомогената трутневого расплода 5% в процессе хранения до 6 месяцев изменяются в пределах нормы. Установлено, что при более длительном хранении медовой композиции при той же температуре, показатели качества композиции, содержащей нативный гомогенат снижаются уже более значительно.

Abstract

The expediency of stabilizing the homogenate of the drone brood of honey bees with honey is shown. The results showed that adding more than 10% homogenate to honey 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 the honey composition with a drone brood homogenate content of 5% during storage for up to 6 months vary within the normal range. It was found that with longer storage of the honey composition at the same temperature, the quality indicators of the composition containing the native homogenate decrease more significantly.

Расплод насекомых являются не только частью традиционной кухни во многих странах Южной Америки, Африки и Азии, [1], где его применяют для приготовления омлета и покрывают шоколадом, но и используется в качестве лечебного средства в народной медицине. В Японии производство сотов с трутневым расплодом стараются увеличить, так как трутневый расплод считают ценным диетическим продуктом [2, 3], и в активный период пчеловодного сезона его можно получать в достаточном количестве. 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, имено 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 фильтацией полученной массы.

Трутневый расплод представляет большой интерес для употребления его в оздоровительных целях, так как это уникальный по составу и по сбалансированности многогранный, сложный природный источник ценнейших питательных и биохимических веществ. Он содержит насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, дикарбоновые кислоты, моно-, ди- и триоксикислоты, сложные эфиры жирных кислот, глицериды, фосфоглицериды, стерины, гормоны гонадотропной активности, углеводы [4, 5]. Гомогенат полученный из трутневых личинок также как и маточное молочко, подвержен воздействию внешних факторов и быстро теряет свои свойства и пищевую ценность, поэтому его неоходимо как можно быстрее стабилизировать, используя различные способы.

Мёд натуральный – один из сложнейших натуральных продуктов по химическому составу. Растительные компоненты мёда являются ценными источниками пищи не только для пчёл, но и человека [6]. Благодаря богатому содержание углеводов, мёд еще и очень важный энергитический продукт питания, и считается ценным пищевым продуктом, благодаря наличию в нем биологически активных соединений, содержащихся в сбалансированном состоянии [7]. Известно, что мед обладает антимикробными, стабилизирующими свойствами [8, 9] и признан во всём мире как высокопитательный продукт, широко используемый в пищевой промышленности в качестве натурального консерванта. Секрет консервирующей способности меда заключается в его низком содержании влаги и кислой природе, которая создает среду, препятствующую росту бактерий, дрожжей и плесени [10], вызывающих порчу продуктов, таких как кишечная палочка, Clostridium perfringens, золотистый стафилококк и сальмонелла. Это антибактериальное свойство мёда объясняется также высоким содержанием сахаров, образованием перекиси водорода и белковых соединений [11]. Помимо всего мед еще обогащает консервируемый продукт натуральными питательными свойствами.

Пчеловоды-практики и апитерапевты используют стабилизацию медом и для гомогената трутневого расплода. Однако здесь необходимо подобрать соотношение расплода и меда в такой пропорции, чтобы эта композиция хранилась, имела хорошие органолептические характеристики и отвечала требованиям, предъявляемым к биологически активным добавкам.

Целью данного исследования было изучение целесообразности стабилизации гомогената трутневого расплода (ГТР) медом для удобства его применения в пищевых целях.

Соотношение мёда и гомогената подбирали в пропорции, чтобы композиция обладала совокупностью биологически активных соединений и имела стабильные показатели качества в процессе хранения. Для изучения целесообразности стабилизации ГТР медом и расширения ассортимента продукции на его основе мы изучали изменение содержания биологически активных веществ в медовых композициях с содержанием мёда 95, 90 и 70 %, и гомогената трутнёвого расплода 5, 10 и 30 %, соответственнот в процессе хранения. При подготовке компонентов композиции использовали неметаллические ёмкости для смешивания, холодильник, весы электронные. Композиции хранили при температуре +6 в течение 12 месяцев.

Исследования показали, что после приготовления, 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. Добавление в мёд более 10 % гомогената приводило к быстрой порче продукта, о чем свидетельствует значительное ухудшение его химических и органолептических показателей. В течение первого месяца хранения в холодильнике, на поверхности продукта образуется пленка испорченного гомогената серого цвета с неприятным запахом. В дальнейшем эта медовая композиция была изъята из опыта.

Нами проведено исследование показателей качества: окисляемости, содержания водородных ионов (pH), массовой доли воды, деценовых кислот медовых композиций с содержанием в меде ГТР 10, 5 %, 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 трутнёвого расплода, оценивали по срокам хранения: 3, 6 месяцев и 12 месяцев, при температуре хранения +6 ºС, в условиях холодильника. Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2.

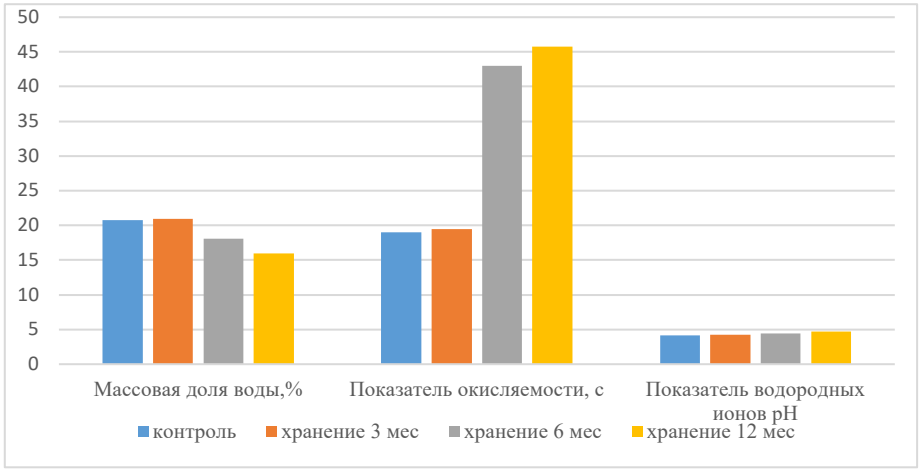


Рисунок 1 - Изменение показателей качества композиции из 5 % ГТР

Существенных изменений химических показателей медовой композиции с содержанием 5-10 % гомогената в процессе хранения 3 мес., не произошло. При хранении 6 месяцев показатели качества 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 %.

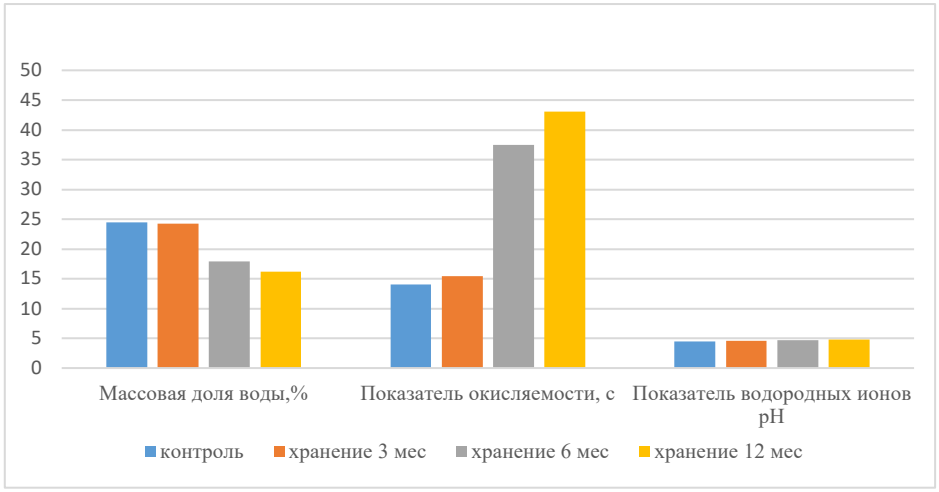


Рисунок 2 - Изменение качества композиции состоящей 10 % ГТР

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 ГТР, что говорит о снижении ненасыщенных соединений. Уменьшается и количество ненасыщенных жирных кислот (деценовых) на 26,7 % (табл. 1). В продукте с 10 %-ным содержанием расплода также характерно уменьшение деценовых кислот на 27,9 %.

Таблица 1 - Изменение ненасыщенных соединений в медовой композиции

Показатель	процент гомогената в меде	Исходный продукт	Срок хранения		
			3 мес	6 мес	12 мес
Массовая доля деценовых кислот,%	5%	0,086±0,001	0,082±0,004	0,074±0,02	0,063±0,001
Массовая доля деценовых кислот,%	10%	0,111±0,0	0,106±0,016	0,0878±0,006	0,080±0,002

Водородный показатель (pH) при хранении композиций продолжает увеличивается 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 активно снижаться.

Таким образом, стабилизация трутнёвого расплода мёдом целесообразна в течение 6 месяцев.

Вывод. Добавление в мёд более 10 % гомогената приводило к быстрой порче продукта. Физико-химические показатели меда с содержанием ГТР менее 10 % в процессе хранения до 6 месяцев изменяются в пределах нормы. При более длительном хранении в температуре +6 °С показатели качества исследуемых композиций, снижаются более значительно, причем особено заметно это у композиции с большим содержанием гомогената трутневого расплода.

Библиографический список

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. Попкова М.А. Влияние ботанического происхождения меда на содержание в нем водорастворимых витаминов. //Сборник научных трудов КНЦЗВ. – 2020. – Т. 9. № 1. С. 299-302. DOI:10.34617/121x-gb63
7. Попкова М.А. Рибофлавин, пантотеновая и фолиевая кислоты в меде натуральном В сборнике: Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности. Сборник материалов 4-й Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2024. С. 302-305.
8. Molan, P.C., 1999. The role of honey in the management of wounds. J. Wound Care, 8: 415-418.
9. Bogdanov, S., 1984. Characterization of antimicrobial substances in honey. Ledensm Wiss. Technol., 17: 74-76.
10. Влияние меда на консервирование продуктов. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.82b9a1d3-672cb296-5f015763-74722d776562/https/thekitchencommunity.org/the-influence-of-honey-in-preserving-food/ (дата обращения 30.10.2024).

11. Himanshu, Khangwal, I. (2024). Honey as a Potential Preservative in the Food Industry. In: Kumar, R., Hajam, Y.A., Bala Dhull, S., Giri, A. (eds) Honey in Food Science and Physiology. P.181-195. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-97-3565-5_8 (дата обращения 05.11.2024).

СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В ПЫЛЬЦЕВОЙ ОБНОЖКЕ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ВЫСУШИВАНИЯ

Попкова М.А.

ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», г. Рыбное, Рязанская обл.,
e-mail: popkovamaria_fncp@mail.ru

Аннотация

В связи с растущим спросом потребителей на натуральные продукты наблюдается значительный интерес к продуктам пчеловодства. Среди продуктов пчеловодства хочется особое внимание уделить пыльцевой обножке, поскольку она является источником белка. В виду того, что пыльцевая обножка собранная пчелами имеет высокий процент влажности и подвергается быстрой порче, то для сохранения ее питательных и лечебных свойств важное значение имеет ее стабилизация. Один из возможных способов ее стабилизации, т.е сохранения ее качества и безопасности – высушивание. В данной работе определено изменение аминокислотного состава пыльцевой обножки после ее высушивания. В результате высушивания пыльцевой обножки в термостате при температуре +36 ºС отмечено в ней снижение аминокислот.

Abstract

Due to the growing consumer demand for natural products, there is a significant interest in bee products. Among the bee products, I would like to pay special attention to bee pollen, since it is a source of protein. Since bee pollen collected by bees has a high percentage of humidity and is subject to rapid deterioration, its stabilization is important to preserve its nutritional and medicinal properties. One of the possible ways to stabilize it, i.e. to preserve its quality and safety, is drying. In this work, the change in the amino acid composition of the bee pollen crop after its drying was determined. As a result of drying the bee pollen crop in a thermostat at a temperature of +36 ° C, a decrease in amino acids was noted in it.

Многочисленные продукты пчеловодства представляют собой природный комплекс биологически активных соединений, обладая многими полезными свойствами [1]. Так, в последнее время растет спрос на натуральные продукты, особенно на продукты пчеловодства. В каждом из продуктов пчеловодства содержатся незаменимые аминокислоты, сахара, ненасыщенные жирные кислоты, минеральные вещества, витамины, ферменты, фенольные соединения [2], [3].

Пыльцевая обножка — один из продуктов пчеловодства, который сегодня вызывает наибольший интерес благодаря своим многочисленным полезным свойствам, что делает пыльцевую обножку все более популярной пищевой добавкой, благодаря содержанию необходимых питательных веществ, таких как витамины, аминокислоты, белки, флавоноиды и другие соединения. Пыльцевая обножка считается самым совершенным природным питательным продуктом, так как содержит практически все жизненно необходимые компоненты [4]. Аминокислоты играют важнейшую роль в жизни человека. В организме аминокислоты делятся на заменимые и незаменимые. Из 20 необходимых организму аминокислот, лишь 12 вырабатываются непосредственно организмом.

Популярность применения человеком пыльцевой обножки заметно возросла в последнее годы. Это связано не только с применением ее в апитерапии, но и с научными данными, показывающими, что пыльцевая обножка является концентратом биологически активных

соединений [5]. Суточную потребность человека в незаменимых аминокислотах покрывает 30 г пыльцы.

Полезные качества обножки способны быстро теряться. Особенно скоротечно утрачиваются аминокислоты и витамины. В свежей пыльцевой обножке с большим содержанием влаги активно происходят биохимические процессы, влияющие на снижение её биологической ценности.

Поэтому в настоящее время в связи с расширением использования ее в качестве лекарственного средства методы консервации обножки приобретают особо важное значение. В настоящее время для стабилизации пыльцевой обножки наиболее часто применяют высушивание. Одни авторы считают, что сушить пыльцу нужно на воздухе, разложив ее в тени тонким слоем на бумаге или фанере [6]. Другие исследователи отдают предпочтение сушке пыльцы в сушильных шкафах с обязательным перемешиванием ее и принудительной вентиляцией или в инфракрасных лучах [7]. Наиболее допустимую температуру сушки обножки обычно рекомендуют не более +36 ºС. Более высокую температуру большинство авторов считают неприемлемой, так как она приводит к потере питательной и биологической ценности пыльцы, а также нарушаются морфологическая структура и органолептические характеристики [8], [9].

Цель исследований заключалась изучении изменения аминокислотного состава пыльцевой обножки при ее высушивании.

Объектом исследования явилась пыльцевая обножка. Свежесобранна пыльцевая обножка была высушена в термостате горячим воздухом с принудительной вентиляцией при температуре 36 ºС.

Исследования проведены в лаборатории отдела химико-биологических исследований продуктов пчеловодства «ФНЦ пчеловодства». Определен аминокислотный состав пыльцевой обножки. Количественное определение аминокислотного состава пыльцевой обножки проводили на системе капиллярного электрофореза «Капель-105». Метод определения аминокислотного состава основан на разложении проб пыльцевой обножки кислотным или щелочным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы и дальнейшим их разделении и количественном определении методом капиллярного электрофореза.

В процессе сушки пыльцевой обножки количество аминокислот резко снизилось 30—35 %, особенно это касается таких аминокислот как — аспарагиновая и глютаминовой кислоты (таблица).

Таблица - Изменение содержания аминокислот при высушивании пыльцевой обножки

№ п/п	Наименование аминокислоты	Пыльцевая обножка	
		Исходная сырая	Сухая
1	Аспарагиновая кислота	2,926±0,026	1,902±0,089
2	Треонин	0,645±0,071	0,568±0,042
3	Серин	0,740±0,057	0,622±0,035
4	Глютаминовая кислота	1,664±0,103	1,165±0,101
5	Пролин	1,301±0,074	1,171±0,065
6	Глицин	0,725±0,061	0,493±0,072
7	Аланин	0,758±0,104	0,607±0,029
8	Валин	0,474±0,069	0,422±0,043
9	Метионин	0,767±0,042	0,683±0,071
10	Лейцин	1,218±0,053	0,925±0,048
11	Тирозин	0,473±0,126	0,407±0,031
12	Фенилаланин	0,581±0,104	0,488±0,035
13	Гистидин	0,361±0,053	0,321±0,022
14	Лизин	1,050±0,059	0,914±0,055
15	Аргинин	1,322±0,085	0,941±0,063
16	Цистеин	1,514±0,036	1,226±0,088

Более стойки к условиям сушки нейтральные аминокислоты – валин, метионин, треонин, серин и основные аминокислоты – гистидин, и лизин (табл.1). Их количество снижается всего на 10—16 %, за исключением лейцина и аргинина, количество которых уменьшается на 24,1 и 28,8 % соответственно.

Общее снижение суммы аминокислот в результате высушивания пыльцевой обножки в термостате с принудительной вентиляцией при температуре +36 ºС составило 22,2% (рисунок).

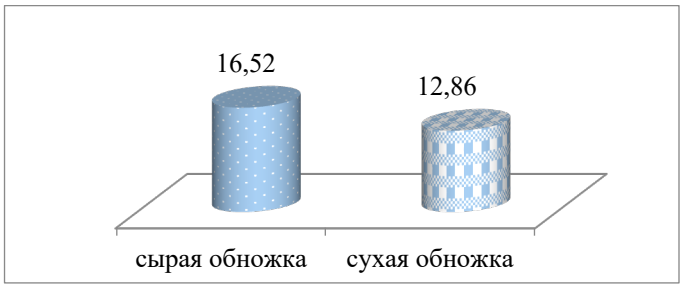


Рисунок - Влияние сушки обножки на общую сумму аминокислот

Вывод.

В процессе высушивания пыльцевой обножки в термостате при температуре +36 ºС происходит значительное снижение суммы аминокислот.

Литература

1. Будникова Н.В., Митрофанов Д.В. Минеральные компоненты в составе трутневого расплода. // Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности». Бийск, 2024. С. 345-348.
2. Кайас А. Пыльца: сбор, свойства, применение. // XXX Международный конгресс по пчеловодству. – Бухарест. – 1985. - С. 43-48.
3. Талпай Б.М. Цветочная пыльца. //Апиакта. – 1978. - № 3. - С. 103-118.
4. Дубцова, Е. А. Состав, биологические свойства меда, пыльцы и маточного молочка, и возможность их применения в лечебном питании / Е. А. Дубцова. // Гастроэнтерология. 2009. – С. 36–41.
5. Присяжная С.П. Перспективы использования цветочной пыльцы (пчелиной обножки) в производстве продуктов. Присяжная С.П., Гартованная Е.А., Уварова Л.М. Дальневосточный аграрный вестник. 2008. № 2 (6). С. 67-69.
6. Шеметков, М.Ф. Продукты пчеловодства и здоровье человека / М.Ф.Шеметков, Д.К.Шапиро, И.К.Данусевич. - Мн.: Ураджай, 1987. - 102 с.
7. Шкендеров, С. В. Пчелиные продукты / С. В. Шкендеров, Ц. Иванов. - София : Земиздат, 1985. - 226 с.
8. Yang K, Wu D, Ye X, Liu D, Chen J, Sun P (2013) Characterization of chemical composition of bee pollen in China. J Agric Food Chem. V. 61(3). 2013. p.708–718. URL:http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf304056b
9. Isik A., Ozdemir M., Doymaz I. Effect of hot air drying on quality characteristics and physicochemical properties of bee pollen. Food Sci. Technol. 2019. V. 39(1). P. 224–231. doi: 10.1590/fst.02818 URL:http://dx.doi.org/10.1590/fst.02818

УДК 664.642.2

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБНОГО КОНСОРЦИУМА НА ОСНОВЕ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПШЕНИЧНОЙ ЗАКВАСКИ

Фролова Ю.М., **Локачук М.Н., Савкина О.А., Парахина О.И., Бурыкина М.С.**

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин
u.frolova@gosniihp.ru

Аннотация

В статье представлены результаты исследований влияния новых штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей на биотехнологические свойства пшеничной закваски влажностью 57% и качество хлеба. Исследовано влияние закваски на физические, химические и сенсорные характеристики готового изделия, а также её способность предотвращать микробную порчу хлеба. Показано, что данная комбинация микроорганизмов в закваске позволила обогатить вкусовой профиль продукта, делая его более привлекательным для потребителя, а также замедлить микробную порчу хлеба.

Введение. Одним из эффективных способов предотвращения микробной порчи хлеба считается применение антимикробных возможностей микробиоты пищевых продуктов либо ее метаболитической активности. За последнее десятилетие проводилось много научных работ, посвящённых применению специальных заквасок для защиты хлебобулочной продукции от патогенной микрофлоры. Было доказано, что хлеб, приготовленный с использованием специализированных заквасок, обладает лучшими структурными свойствами, насыщенным вкусом и ароматом, а также устойчивостью к микробной порче [1].

Интерес к специализированным закваскам обусловлен их способностью улучшать вкус, аромат и текстуру хлебобулочных изделий. Тщательно подобранные комбинации микроорганизмов в закваске могут существенно обогатить вкусовой профиль продукта, делая его более привлекательным для потребителя, а также замедлить микробную порчу хлеба. Поэтому актуальной задачей становится поиск штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей, способствующих созданию высококачественной закваски, обладающей антимикробной активностью в отношении микроорганизмов, вызывающих порчу хлеба.

Основной **целью** исследования стало выявление и характеристика молочнокислых бактерий и дрожжей из пшеничной закваски, а также оценка их воздействия на качественные показатели самой закваски и изготовленного на её основе хлеба.

Объекты исследования. Объектами исследования выступали образцы пшеничной закваски, выведенной с использованием новых штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей, выделенные из неё. Экспериментально проверялась технология приготовления пшеничной закваски влажностью 57%, используя культуры молочнокислых бактерий (*Lactobacillus*) и дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*), выращенные в лабораторных условиях.

При приготовлении пшеничной закваски использовались культуры молочнокислых бактерии *Lactobacillus B195* и дрожжи *S. cerevisiae Y242*. Для стартового этапа процесса выращивания закваски брались 10 мл культуральной жидкости дрожжей и 5 мл молочнокислых бактерий, которые смешивались с 1 кг мучной смеси влажностью 57%. Эта масса подвергалась тщательному перемешиванию и выдерживалась при температуре 28-30 °С. Дозировка микроорганизмов была подобрана исходя из предыдущих разработок института, ориентированных на использование бакконцентрата типа «Грантум».

Разводочный цикл представлял собой одну стадию длительностью около 16-18 часов при поддержании температуры 25-27 °С. По завершении первой стадии получившуюся закваску обновляли свежей питательной средой (соотношение мука : вода = 1:5) и вновь подвергали процессу

брожения сначала при температуре 27 °C в течение трёх часов, затем при 12 °C ещё в течение 21 часа.

Качество закваски оценивали перед непосредственным процессом выпечки, измеряя температуру, уровень влажности, кислотность, показатель pH, подъёмную силу, содержание летучих кислот и спиртов, а также количество молочнокислых бактерий и дрожжей. Контрольную партию хлеба готовили традиционным способом без добавления закваски.

Исследование включало два варианта изготовления пшеничного хлеба высшего сорта: первый (контрольный) производился классическим безопарным способом, второй (экспериментальный) предполагал включение закваски в количестве 15% относительно массы муки. Оценка итоговых качеств хлеба осуществлялась по ряду ключевых показателей: влажность, кислотность, структура пористости, внешний вид и вкусовые качества.

Дополнительно проводились измерения специфических характеристик, таких как объём хлеба, степень упругости мякиша, содержания спирта и летучих кислот. Все замеры были выполнены в строгом соответствии с установленными государственными стандартами:
уровень влажности устанавливался по нормам ГОСТ 21094-75, кислотность измерялась согласно требованиям ГОСТ 5670-96, пористость рассчитывалась по ГОСТ 5669-96.

Содержание спирта в образцах определялось методом Мартена, рекомендованным институтом ВНИИХП. Концентрацию летучих кислот находили полумикроскопическим способом, предложенным ВНИИХП. Объемный вес хлебобулочных изделий фиксировался по ГОСТ 27669-88 с использованием соответствующего оборудования, а механические свойства мякиша оценивались на автоматическом приборе *Labor* (производства ГДР). Количественный состав молочнокислых бактерий и дрожжей выявлялся путем микроскопирования с использованием методики Бургвица [4].

Чтобы установить влияние закваски на устойчивость хлеба к плесени, продукт заражали плесневыми грибами *Penicillium chrysogenum* [5], а эффект ингибирования спор картофельной палочки проверялся методом экспериментальной выпечки [4].

Результаты исследований и их обсуждение. В Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИХП был передан образец пшеничной закваски спонтанного брожения, обладающий хорошими биотехнологическими свойствами. В связи тем, что свойства закваски напрямую зависят от состава ее микробиоты, из нее были выделены доминирущие виды молочнокислых бактерий и дрожжей, обусловливающие ее биотехнологические свойства. Анализ MALDI-TOF MS подтвердил отнесение дрожжевого изолята к виду *Saccharomyces cerevisiae*. Принадлежность изолята молочнокислых бактерий к роду *Lactobacillus.* была подтверждена в соответствии ГОСТ 10444.11-2013. Выделенные микроорганизмы занесены в коллекцию научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности под обозначениями *Lactobacillus sp. B195* и *S.cerevisiae Y242* соответственно.

Анализ показал, что чистая культура молочнокислой бактерии *Lactobacillus sp. B195*, выращиваемая на солодовом сусле (12% сухих веществ), обладала хорошей кислотностью (13,2 градуса), значением pH 3,82 и большим количеством жизнеспособных клеток ($8{,}5\times10^8$ клеток/мл), определённым методом Бургвица. Чистая культура дрожжей *S.cerevisiae Y242* содержала значительное число клеток ($2{,}4\times10^7$ клеток/мл) при росте на сусле с содержанием сухих веществ 8%.

Исследование физико-химических и микробиологических показателей закваски, выведенной с применением новых штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей, показало, что закваска имела оптимальную кислотность – 8,7 град, а также высокий титр молочнокислых бактерий и дрожжей (Таблица 1). Кроме того, закваска имела приятный выраженный аромат с фруктовыми нотами. Это свидетельствует о том, что полученные штаммы могут быть использованы для получения пшеничной закваски.

Таблица 1 - Биотехнологические свойства пшеничной закваски в разводочном и производственном циклах

Наименование показателей	**Значение показателей закваске в цикле**	
	Разводочном	**производственном**
Влажность фактическая, %	57,8	57,4
Температура, °С: - начальная	28	28
- через 3 часа брожения	27	27
- в конце брожения	27	14
Кислотность конечная, град	6,7	10,9
pH, ед. пр.	4,87	3,82
Подъемная сила, мин	124	31
Увеличение объема, %	30	67
Продолжительность брожения, ч - при 27 °С - при 12 °С	 18 0	 3 21
Содержание спирта, % СВ	3,73	2,35
Содержание летучих кислот, - град	3,2	1,88
- % к титруемой кислотности	47,8	17,2
Содержание м/о по методу Бургвица, клеток/г, - дрожжи$*10^6$	28	26
- МКБ$*10^6$	1950	1824
Соотношение дрожжи:МКБ	1:70	1:70

Исследование биотехнологических свойств закваски в производственном цикле (таблица 1), используемой для приготовления теста, показало, что закваска имела кислотность (10,9 град), которая была выше по сравнению с кислотность закваски в разводочном цикле. Также закваска имела высокий титр клеток и 17,2% летучих кислот. Исследования, проводимые в Санкт-Петербургском филиале ФГАНУ НИИХП, показывают, что при содержании летучих кислот менее 20% в закваске, хлеб, как правило, имеет более мягкий вкус, что связано с более высоким содержанием молочной кислоты и меньшим содержанием уксусной, которая придает более резкий кислый вкус.

Исследование воздействия закваски на свойства теста продемонстрировало, что уровень кислотности теста на закваске оказался закономерно выше примерно в 1,4 раза по сравнению с тестом, изготовленным без использования опары. Тем не менее, полученные хлебобулочные изделия полностью удовлетворяли требованиям нормативно-технической документации.

При искусственном заражении стерильных кусочков хлеба чистой культурой плесени *Penicillium chrysogenum* установлено, что колонии плесневых грибов начали развиваться на образцах хлеба, приготовленного безопарным способом, спустя 44 часа, тогда как хлеб, приготовленный на закваске, оставался защищённым от поражения плесневыми грибами на протяжении семи суток. Помимо этого, отмечается, что скорость развития картофельной болезни значительно снижалась именно в хлебе на натуральной закваске относительно аналогичного продукта, приготовленного безопарным методом.

Оценивая качество готовой продукции по внешним признакам и вкусу, установили (Рисунок 2), что хлеб, сделанный на закваске, обладал более насыщенным вкусом и ароматом благодаря веществам, выделяемым молочнокислыми бактериями и дрожжевыми клетками, формирующими уникальный ароматический профиль продукта. Структура мякиша также отличалась большей упругостью и меньшей крошковатостью.

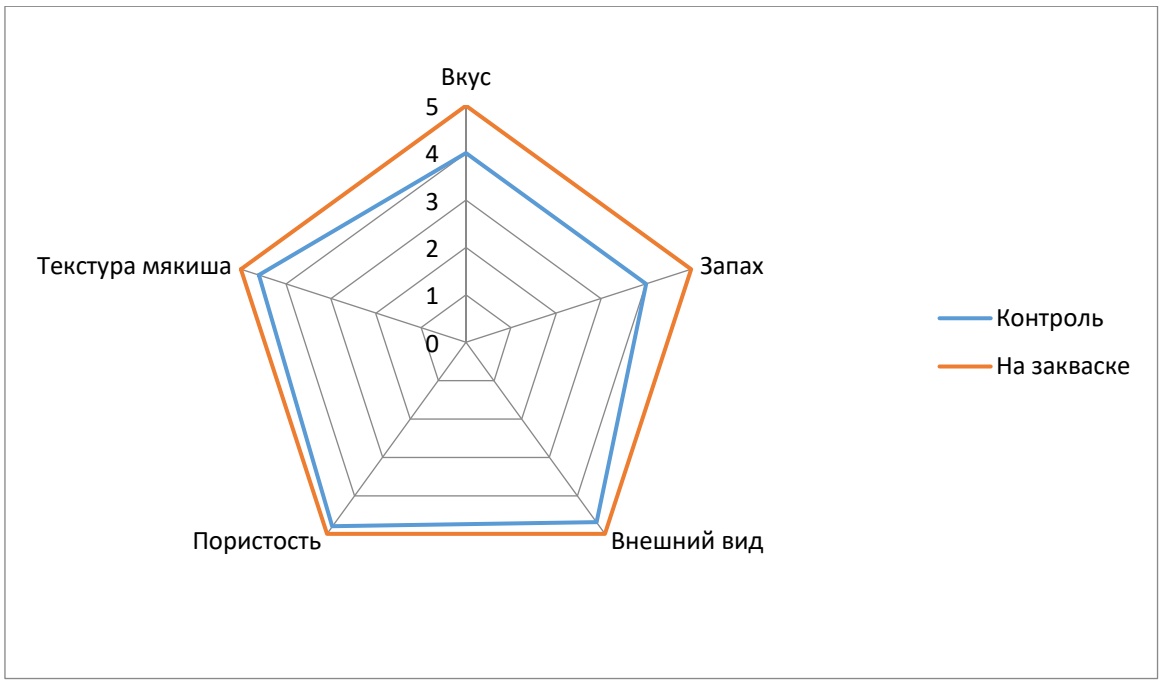


Рисунок 2 – Органолептические показатели хлеба контрольного и приготовленного на закваске

Заключение. Подтверждена перспективность применения изолятов дрожжей *S.cerevisiae Y242* и молочнокислых бактерий *Lactobacillus sp. B195* для получения пшеничной закваски с высокими биотехнологическими показателяями. Установлено, что применение пшеничной закваски на новых штаммах позволяет улучшить органолептические свойства хлеба по сравнению с хлебом, приготовленным безопарным способом. Доказано, что при принудительном заражении стерильных ломтиков хлеба чистой культурой плесневых грибов *Penicillium chrysogenum* было выявлено, что на ломтиках хлеба, приготовленного безопарным способом рост колоний плесневых грибов наблюдался через 44 ч, а образец хлеба, приготовленный на закваске - не заболел в течение 7 суток. В хлебе на биологической закваске замедлялось развитие картофельной болезни по сравнению с хлебом приготовленным безопарным способом. Исследования показали перспективность дальнейших исследований новых штаммов для создания микробной композиции, способствующей улучшению органолептических показателей качества хлебобулочных изделий и их устойчивости к микробной порче.

Литература

1. Савкина, О.А., Кузнецова Л.И., Локачук М.Н., Павловская Е.Н., Парахина О.И. (2018). Научные основы формирования микробных композиций для хлебных заквасок. Хлебопечение России,1,23-25.
2. Savkina O., Parakhina O., Lokachuk M., Pavlovskaya E., Kuznetsova L. (2019). Impact of using the developed starter culture on the quality of sourdough, dough and wheat bread. Agronomy Research. (17)1,1435-1451. https://doi.org/10.15159/AR.19.138.
3. Кузнецова Л.И., Савкина О.А., Парахина О.И., Локачук М.Н., Павловская Е.Н., Усова Л.В. (2018). Разработка биотехнологии пшеничного хлеба высокого качества и микробиологической стойкости для условий дискретного производства. Хлебопродукты, 12,38-41.
4. Афанасьева, О.В. (2003). Микробиология хлебопекарного производства СПб.: Береста, 44-47.
5. Дубровская Н.О., Кузнецова Л.И., Парахина О.И. (2017). Способ повышения микробиологической устойчивости безглютенового хлеба. Хлебопечение России,4,22-24.

УДК 579.674; 664.642.2

НАУЧНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ МИКРОБНЫХ КОНСОРЦИУМОВ ДЛЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ЗАКВАСОК

Савкина О.А., к.т.н.; Локачук М.Н,
Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, г. Санкт-Петербург

Аннотация.

В статье рассмотрены принципы создания микробных консорциумов для заквасок, учитывающие совместимость микроорганизмов, их метаболические взаимодействия и влияние на конечный продукт. Селекция и комбинация микроорганизмов на основе их функциональных свойств и совместимости позволяют создавать закваски с предсказуемыми характеристиками, обеспечивая стабильное качество и улучшенные органолептические свойства хлеба. Показано, что использование автохтонных изолятов из различных пищевых матриц в качестве стартовых композиций для инициации заквасочной ферментации открывает множество возможностей для улучшения физико-химических, органолептических свойств хлеба и его пищевой ценности.

Закваска представляет собой сложную пищевую систему, биотехнологические и микробиологические показатели которой оказывают значительное влияние на качество хлебобулочных изделий. Направленное формирование микробных консорциумов для хлебопекарных заквасок представляет собой перспективный подход к управлению качеством хлеба. Тщательный отбор и комбинация микроорганизмов на основе их функциональных свойств и совместимости позволяют создавать закваски с предсказуемыми характеристиками, обеспечивая стабильное качество и улучшенные органолептические свойства хлеба. Однако подбор микроорганизмов для создания высокоэффективных консорциумов должен основываться на глубоком понимании их физиологических и генетических характеристик, метаболических взаимодействий, способности к синтезу ферментов, расщепляющих крахмал, белки, и утилизации различных сахаров, что будет оказывать влияние на реологические свойства теста, его газоудерживающую способность, накопление органических кислот и ароматических соединений, а также на знании устойчивости к стрессовым условиям заквасочной ферментации, таким как низкий pH и присутствие этанола. Одним из ключевых факторов является выбор автохтонных изолятов, то есть микроорганизмов, выделенных из аналогичных или близких пищевых матриц. Это позволяет увеличить вероятность успешной адаптации микробиоты к условиям закваски и обеспечить стабильное развитие желаемых характеристик хлеба. Использование таких изолятов способствует формированию уникального профиля вкуса и аромата, отражающего особенности используемого сырья и региона производства.

Ферментация закваски протекает в условиях ограниченной аэрации, а состав доминирующей микробиоты характеризуется высоким титром молочнокислых бактерий и дрожжей (10^8 – 10^9 КОЕ/г и 10^6 -10^7 КОЕ/г) [1]. Молочнокислые бактерии способствуют быстрому подкислению теста. Гетероферментативные виды, продуцирующие, помимо молочной кислоты, CO2, уксусную кислоту и этанол, вносят некоторый вклад в процесс разрыхления теста. Соотношение молочной и уксусной кислот является важным показателем, называемым «коэффициент брожения». Оптимальные вкусовые характеристики хлеба достигаются при процентном соотношении молочной и уксусной кислот (60-80): (20-40). Данный параметр напрямую зависит от комбинации гомо-и гетероферментативных молочнокислых бактерий в закваске. Подбор и сочетание данных видов позволяют осуществлять поддержание оптимального коэффициента брожения и являются критически важными для производства хлебобулочных изделий с желаемыми вкусовыми и ароматическими характеристиками [2, 3]. Образование органических кислот не только способствует подкислению теста, но и оказывает антимикробное действие, подавляя рост нежелательной

микрофлоры. Устойчивость молочнокислых бактерий к повышенной кислотности среды позволяет им эффективно конкурировать с другими микроорганизмами, в том числе и плесневыми грибами, что обусловливает ингибирование развития почвенных микроорганизмов в закваскаx с направленных культивированием микроорганизмов [4].

Разработка и применение заквасок, основанных только на молочнокислых бактериях, открывают новые возможности для улучшения потребительских свойств хлебобулочных изделий. Контролируемая ферментация позволяет регулировать кислотность, текстуру и аромат хлеба, делая его более привлекательным для потребителя.

Однако, наиболее часто закваски с направленным культивированием микроорганизмов представляют собой симбиоз молочнокислых бактерий и дрожжей, причем соотношение их может варьироваться в широких пределах(100-120):1 до (5-10):1. Дрожжи синтезируют широкий спектр ароматических соединений, которые в совокупности с кислотами формируют гармоничный вкусовой профиль хлеба. Важно отметить, что дрожжи, присутствующие в закваске, демонстрируют высокую адаптацию к стрессовым условиям, обусловленным низкими значениями pH, высокой концентрацией углеводов и высокой плотностью клеток молочнокислых бактерий [4, 5]. Установлено, что дрожжи оказывают положительное влияние на вкусовые характеристики хлеба за счет синтеза метаболитов, формирующих вкусо-ароматический букет, таких как сложные эфиры, альдегиды и ацетоин. Другие соединения, продуцируемые дрожжами, включая глутатион, глицерин и пировиноградную кислоту, вносят вклад в формирование текстурных свойств хлеба, улучшая структуру клейковинного каркаса [6].

Специфическое сочетание молочнокислых бактерий и дрожжей в закваске обеспечивает уникальный ароматический профиль хлеба. В результате метаболических процессов происходит синтез сложных эфиров, спиртов и карбонильных соединений, которые придают хлебу характерный кисловатый вкус и аромат. Интенсивность и разнообразие ароматических составляющих варьируются в зависимости от штаммового состава закваски, температуры и времени ферментации, а также от используемого сырья.

Закваски с направленным культивированием микроорганизмов гарантируют стабильность технологического процесса за счет обеспечения заданных биотехнологических параметров. Направленность процесса брожения, исключение возможности доминирования спонтанной микрофлоры за счет внесения чистых культур молочнокислых бактерий и дрожжей в достаточном количестве обеспечивает постоянство соотношения микрофлоры закваски, что в свою очередь создает возможность прогнозировать качество и управлять технологическим процессом [7].

Разработка новых микробных композиций для хлебных заквасок невозможна без соблюдения определенных научных основ и принципов формирования биосистем. Отбор культур для создания стартерной биосистемы происходит в несколько стадий. В рамках темы государственного задания № 1025013100006-7-4.4.1 «Разработка технологий стартовых культур и поливидовых заквасочных консорциумов с высокими технологическими свойствами на основе селекции и исследования их биотехнологического потенциала для обеспечения технологического суверенитета хлебопекарной промышленности» в Санкт-Петербургском филиале ФГАНУ НИИХП проводятся исследования по селекции высокоэффективных штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей из заквасок из разных регионов России. В рамках исследований сформулированы принципы формирования видового состава микробных консорциумов для хлебопечения.

Создание микробного консорциума для хлебопекарных заквасок должно основываться на изучении симбиотических взаимодействий между различными видами микроорганизмов в закваскаx. Комбинирование молочнокислых бактерий и дрожжей, обладающих взаимодополняющими метаболическими свойствами, может приводить к синергетическому эффекту, выражающемуся в улучшении ароматического профиля и структурных характеристик хлеба. При этом важно учитывать, что взаимодействие микроорганизмов в закваске – сложный процесс, подверженный влиянию различных факторов, включая состав питательной среды, температуру и аэрацию.

Необходимо отметить важность генотипической и фенотипической характеристики микроорганизмов, используемых в составе заквасок. Полное понимание генетических особенностей

и метаболических путей, которыми обладают штаммы МКБ и дрожжей, позволяет прогнозировать их поведение в процессе ферментации и целенаправленно формировать стартовые культуры с заданными свойствами. Современные методы молекулярной биологии, такие как секвенирование генома, метагеномика и метаболомика, предоставляют мощные инструменты для изучения микробного разнообразия заквасок и выявления перспективных штаммов для использования в хлебопечении.

Особый интерес вызывает применение автохтонных микроорганизмов, выделенных из зрелых заквасочных матриц. Результаты многочисленных исследований позволяют утверждать, что использование автохтонных молочнокислых бактерий (МКБ), формирующихся в зерновой матрице, представляет собой перспективный инструмент для раскрытия потенциала заквасок в хлебопечении. Использование местных микроорганизмов, выделенных из различных пищевых матриц, отличных от традиционной закваски, открывает новые возможности для модификации метаболических свойств заквасок. Как было отмечено ранее, такие микроорганизмы способны существенно влиять на физико-химические и органолептические параметры хлеба, получаемого с использованием соответствующих заквасок [8].

В последние годы сообщается о применении для хлебопекарных заквасок также уксуснокислых бактерий и коагулазоотрицательных стафилококков, обладающие уникальными метаболическими характеристиками и способные вносить вклад в формирование вкусо-ароматического профиля хлебобулочных изделий [9,10].

Использование микроорганизмов, полученных из различных пищевых матриц, таких как ферментированные молочные продукты, како-бобы, фрукты и овощи, мясные полуфабрикаты, для ферментации закваски, повышает антиоксидантную активность хлеба за счёт полифенолов и органических кислот. Кроме того, важным аспектом является адаптация микроорганизмов к условиям хлебопекарного производства. Отбор штаммов, способных выдерживать высокие концентрации соли, перепады температуры и другие стрессовые факторы, позволяет создавать более устойчивые и эффективные закваски.

Различные пищевые матрицы растительного и животного происхождения, ферментированные и неферментированные, обладают большим потенциалом использования в качестве заквасок для производства заквасочного хлеба. Их местные микроорганизмы, в основном молочнокислые бактерии, дрожжи и даже уксуснокислые бактерии, положительно влияют на брожение закваски и качество хлеба. Интерес к заквасочной ферментации постоянно растёт. Использование различных пищевых матриц в качестве источника чистых культур для заквасочной ферментации открывает множество возможностей для улучшения физико-химических, органолептических и питательных свойств заквасочного хлеба.

Учитывая выше изложенное, очевидно, что принципы формирования видового состава микробных консорциумов для хлебопечения должны включать оценку:

- устойчивости и адаптивности микроорганизмов к выбранной среде;
- эффективности симбиотических взаимодействий внутри пищевой матрицы;
- выживаемости культур в процессе производства товарной формы стартера и его хранимоспособности;
- влияние микробного консорциума на биотехнологические качества закваски и стабильность микробиома;
- влияния закваски с новым микробным консорциумом на качество и безопасность хлеба.

Разработка новых микробных композиций для хлебных заквасок требует комплексного подхода, основанного на глубоком понимании микробиологии, биохимии и технологических аспектов хлебопечения. Использование современных методов исследования, а также учет симбиотических взаимодействий и генетических особенностей микроорганизмов откроют новые возможности для создания заквасок с улучшенными характеристиками и получения хлебобулочных изделий высокого качества.

Список литературы.

1. Albagli, G. Toward Sourdough Microbiome Data: A Review of Science and Patents/.; P.V. Finotelli, T.F. Ferreira, P.F.F. Amaral//Foods. – 2023.- № 12 (2):420. https://doi.org/10.3390/foods12020420.
2. Sevgili A. Identification of lactic acid bacteria and yeasts from traditional sourdoughs and sourdough production by enrichment/ Sevgili A., Erkmen O., Koçaslan S //Czech Journal of Food Sciences. – 2021. – Т. 39. – №. 4.
3. dos Santos J. G. et al. Evaluation of the effect of substrates and types of wheat flour on microbiological characteristics, pH values, levels of total phenolic compounds, antioxidant capacity and fermentative capacity of sourdough //Research, Society and Development. – 2022. – Т. 11. – №. 9. – С. e13211932401-e13211932401
4. Arsoy, E.S. Characterization and Selection of Potential Antifungal Lactic Acid Bacteria Isolated From Turkish Spontaneous Sourdough / E.S. Arsoy, L.B. Gül, A.H. Çon,//Current Microbiology.- 2022. - №79, 148.
5. Oshiro M. Mechanistic insight into yeast bloom in a lactic acid bacteria relaying-community in the start of sourdough microbiota evolution/ M. Oshiro, M. Tanaka, R. Momoda, T. Zendo, J. Nakayama, //Microbiology spectrum. – 2021. – Т. 9. – №. 2. – С. e00662-21.
6. Demirgul F., Simsek O., Sagdic O. Amino acid, mineral, vitamin B contents and bioactivities of extracts of yeasts isolated from sourdough //Food Bioscience. – 2022. – Т. 50. – С. 102040
7. Aydın F. Start Codon Targeted (SCoT) markers for the assessment of genetic diversity in yeast isolated from Turkish sourdough/ F. Aydın, , G. Özer, M. Alkan, İ. Çakır //Food Microbiology. – 2022. – Т. 107. – С. 104081
8. Савкина О.А. Научные основы формирования микробных композиций для хлебных заквасок/ Савкина О.А., Кузнецова Л.И., Локачук М.Н., Павловская Е.Н., Парахина О.И. // Хлебопечение России - 2018. - № 1. - С. 23-25
9. Siepmann F. B. et al. Influence of temperature and of starter culture on biochemical characteristics and the aromatic compounds evolution on type II sourdough and wheat bread //Lwt. – 2019. – Т. 108. – С. 199-206.
10. Comasio A. Potential of bacteria from alternative fermented foods as starter cultures for the production of wheat sourdoughs / A.Comasio, S. Van Kerrebroeck, H. Harth, F. Verté, L. De Vuyst //Microorganisms. – 2020. – Т. 8. – №. 10. – С. 1534
11. Voinea A., Codină G. G. Effect of Dry Sourdough addition in wheat flour on dynamic rheological properties and bread quality //Methods. – 2021. – Т. 107. – С. 1.

МИКРОБНАЯ ФЕРМЕНТАЦИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СРОКОВ ГОДНОСТИ ХЛЕБА

Локачук М.Н.

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин
info-spb@gosniihp.ru

Аннотация

Микробная порча хлеба, связанная с жизнедеятельностью плесневых и дрожжевых грибов, спорообразующих бактерий, является серьезной проблемой для хлебопекарной промышленности. Одним из путей повышения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий является применение заквасок на основе чистых культур заквасочных микроорганизмов. Штаммы молочнокислых бактерий, обладающие высокой фунгицидной и антибактериальной активностью, являются хорошими кандидатами для разработки новых стартовых микробных композиций для выведения заквасок. Целью работы являлось исследование антагонистической активности штаммов молочнокислых бактерий, выделенных из хлебных заквасок хорошего качества, по отношению к возбудителю картофельной болезни хлебобулочных изделий. В результате определения антагонистической активности шести штаммов молочнокислых бактерий по отношению к *B.subtilis* методом агаровых блочков установлено, что штаммы *Lactiplantibacillus plantarum B161*, *Levilactobacillus brevis B158*, *Lacticaseibacillus paracasei B159*, *Pediococcus pentosaceus B155*, *Companilactobacillus paralimentarius B176* ингибировали развитие тест-культуры.

Одной из серьезных проблем хлебопекарной промышленности является микробная порча хлеба, связанная с жизнедеятельностью плесневых и дрожжевых грибов, спорообразующих бактерий [1]. Из-за высокой влажности и оптимального уровня pH хлебобулочные изделия подвержены порче. Развитие плесневых грибов приводит не только к изменению внешнего вида и органолептических показателей готовой продукции, но и способствует накоплению микотоксинов - токсичных вторичных метаболитов, обладающих канцерогенной или нефротоксической активностью, что делает хлеб потенциально опасным для здоровья людей [1, 2]. В последнее время растет число потребителей, заботящихся о своем здоровье, и соответственно, увеличивается спрос на натуральные и полезные продукты без химических добавок, оказывающих консервирующее действие, что приводит к повышению рисков микробной порчи пищевых продуктов при хранении.

Наиболее значимыми возбудителями порчи хлеба являются плесневые грибы *Penicillium* (*P. roqueforti*, *P. paneum*, *P. corylophilum*, *P. chrysogenum*, *P. brevicompactum*), *Aspergillus* (*A. chevalieri*, *A. niger* и *A. pseudoglaucus*), *Paecilomyces* (*Paecilomyces variotii*) и *Rhizopus*, которые отличаются более высокой скоростью роста и конкурентоспособностью на поверхности хлеба по сравнению с другими плесневыми грибами. Так же порчу хлеба могут вызывать представители родов *Mucor*, *Endomyces*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Wallemia* и *Neurospora.* Возбудителями меловой болезни обычно являются дрожжеподобные грибы *Hyphopichia burtonii* и *Saccharomycopsis fibuligera* [2, 3].

Споры плесневых грибов, присутствующие в сырье, инактивируются в процессе выпечки, однако они могут попадать в воздушную среду в виде аэрозолей при смешивании ингредиентов и оседать на поверхности готовых изделиях. Контаминация хлеба может происходить на этапах нарезки и упаковки из воздушной среды и через поверхности оборудования [4]. Хотя споры грибов не выживают при выпечке, микотоксины могут сохраняться в хлебе, поскольку они относительно термостабильны [2].

Еще одним распространенным заболеванием хлеба является картофельная болезнь, проявляющаяся изменением цвета и запаха хлеба, а также липкостью мякиша, возбудителем которой являются присутствующие в муке бактерии рода *Bacillus* или близких родов, которые образуют термостабильные эндоспоры. Споры *Bacillus* термоустойчивы и выдерживают температуру в мякише хлеба при выпечке от 97 до 101 °C в течение нескольких минут. Эндоспоры прорастают при благоприятных условиях внутри хлеба (a_w> 0,95, pH> 5) и приводят к его порче.

Основными видами, вызывающими картофельную болезнь, являются *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens* и *B. pumilus*. Также возбудителями могут являться – *B. amyloliquefaciens*, *B. cereus, B. sonorensis*, *Cytobacillus firmus*, *Niallia circulans*, *Paenibacillus* spp., *Lysinibacillus* spp. и *Priestia megaterium* [2, 5].

Высокий спрос на натуральные продукты с чистой этикеткой стимулирует исследователей к поиску безопасных способов для защиты хлеба. Микробная ферментация является наиболее древним и экологически чистым способом биоконсервации пищевых продуктов, способствующим повышению микробиологической безопасности и срока годности, и значимой заменой химических консервантов. Применение заквасок в технологии хлебобулочных изделий для защиты хлеба от микробной порчи широко изучается.

Многочисленные зарубежные исследования показывают, что заквасочные молочнокислые бактерии ингибируют широкий спектр плесневых грибов: *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. versicolor*, *A. japonicus*, *A. clavatus*, *A. chevalieri*, *A. montevidensis*, *P. roqueforti*, *P. chrysogenum*, *P. expansum*, *P. crustosum*, *P.olsonii*, *P. polonicum*, *P. corylophilum*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. culmorum*, *Muco*r spp., *Rhizopus* spp., *Cladosporium* spp., *Neurospora* spp., *Mortierella* spp. и другие [2]. Многие исследователи отмечают, что основным механизмом фунгицидного действия молочнокислых бактерий является продуцирование органических кислот (молочной, уксусной и других), что приводит к снижению pH, создавая неблагоприятную среду для патогенных микроорганизмов. Кроме органических кислот, фунгицидными свойствами обладают перекись водорода, реутерин, диацетил, пептиды и циклические дипептиды, белковые и фенольные соединения. Эти соединения могут действовать по-отдельности или в сочетании, подавляя рост патогенных или вызывающих порчу микроорганизмов в пищевых продуктах. Основную роль в подавлении плесневых грибов играет синергия между снижением pH за счет продуцирования органических кислот и другими противогрибковыми метаболитами [2, 6]. Помимо молочнокислых бактерий другие группы заквасочных микроорганизмов так же вносят вклад в ингибирование микробной порчи. Дрожжи способны подавлять рост плесневых грибов. Чаще всего отмечают вклад дрожжей *Wickerhamomyces anomalus*, *S. cerevisiae*, *Pichia fermentans*, *Pichia kudriavzevii*. Показано, что дрожжи вида *W. anomalus* продуцируют небелковые метаболиты, обладающие фунгицидной активностью, такие как этанол, этилацетат, изоамиловый спирт, изоамилацетат, бензальдегид и 2,4-ди-трет-бутилфенол [2, 7]. Еще одной группой микроорганизмов, которая обнаруживается в закваскаx спонтанного брожения, и может быть использована для увеличения сроков годности хлеба, являются уксуснокислые бактерии. Однако в настоящее время исследований микробных сообществ заквасок, включающих уксуснокислые бактерии, очень мало. Известно, что молочнокислые бактерии обладают антибактериальной активностью против спорообразующих бактерий, вызывающих картофельную болезнь. Однако в исследованиях Fraberger. V с соавт. было показано, что способность подавлять рост *Bacillus* spp. является штаммовой особенностью. Установлено, что *L. plantarum S6.3* и *S10.12* проявили наибольшую ингибирующую способность против
B. cereus DSM31 (диаметр зоны подавления 23 мм). Штаммы видов *L. paracasei S8.13* и *S9.11, L. plantarum S13.13* и *F. sanfranciscensis S18.5* проявили сильное ингибирование (ø 23 мм) в отношении *B. licheniformis DSM13*. Штаммы *B. subtilis* были особенно чувствительны (ø 17 мм) к *L. coryniformis S6.9.1* и *S4.23*, а также к *F. sanfranciscensis TS6.7* и *S18.5* [8]. В исследованиях Petkova. M. с соавт., выполненных с применением диффузионного луночкового метода, показано, что наибольшая ингибирующая активность супернатантов молочнокислых бактерий в отношении *B. subtilis* наблюдалась для штаммов *L. plantarum 08B217* (зона 74 мм) и *L. brevis 07B198* (зона 70 мм), за которыми следовали *Enterococcus durans 09B374* и *L. brevis 01M22* (зоны 66 и 65 мм соответственно). Нейтрализация супернатантов до 6,5 привела к значительному снижению (на 33–52%) антимикробной активности МКБ. Наибольшее снижение наблюдалось для штаммов *L. plantarum 08B212*, *Pediococcus pentosaceus 07B1109* и *Enterococcus faecium 12R226* — на 62%, 52% и 51% соответственно. Полученные данные подтверждают, что антибактериальное действие штаммов обусловлено преимущественно продукцией органических кислот. С другой стороны, кипячение супернатантов в течение 20 минут, направленное на денатурацию потенциальных белковых

соединений с антибактериальной активностью, привело к ещё большему снижению ингибирования *B. subtilis* всеми штаммами молочнокислых бактерий, что указывает на то, что такие соединения вносят значительный вклад в антибактериальную активность штаммов. Обработка трипсином (1 мг/мл) привела к ещё большему снижению антимикробного эффекта всех штаммов, за исключением *L. plantarum 08B212* и *L. brevis 01M22*, что подтверждает, что белковые компоненты влияют на ингибирование тест-штаммов [9].

Штаммы заквасочных микроорганизмов, обладающие высокой фунгицидной и антибактериальной активностью, являются хорошими кандидатами для разработки новых стартовых микробных композиций для выведения заквасок.

Целью работы являлось исследование антагонистической активности штаммов молочнокислых бактерий, выделенных из хлебных заквасок хорошего качества, по отношению к возбудителю картофельной болезни хлебобулочных изделий.

Объектами исследования являлись шесть штаммов молочнокислых бактерий из Коллекции культур микроорганизмов «Молочнокислые бактерии и дрожжи для хлебопекарной промышленности» СПБФ ФГАНУ НИИХП: *Lactiplantibacillus plantarum B161*, *Levilactobacillus brevis B158*, *Lacticaseibacillus paracasei B159*, *Pediococcus pentosaceus B155*, *Lactobacillus helveticus B194*, *Companilactobacillus paralimentarius B176.*

Антагонистическую активность молочнокислых бактерий по отношению к возбудителю картофельной болезни хлеба определяли методом агаровых блочков. Для этого испытуемые культуры МКБ высевали глубинным способом в чашки Петри на агаризованную питательную среду MRS (de Man, Rogossa и Sharpe) и инкубировали при температуре 30^0С в течение трех суток для образования и накопления в агаре ингибиторных соединений. Затем стерильным пластиковым наконечником (диаметром 7 мм) вырезали агаровый блок с выросшей культурой МКБ. Далее переносили его в другую чашку Петри на поверхность агаровой среды TSA (Trypticasein Soy Agar), только что засеянной культурой тест-штамма *B.subtilis*. Тест-штамм предварительно выращивали на плотной скошенной питательной среде TSA и готовили суспензию, содержащую 10^8 клеток/мл. Чашки выдерживали в течение трех часов в холодильнике при температуре 4-6^0С (во избежание преждевременного роста тест-штамма) для диффузии антибиотических веществ из блока в толщу агара с тест-штаммом, а затем инкубировали при температуре, благоприятной для развития тест-штамма (37^0С). О степени антагонистической активности испытуемой культуры МКБ судили по величине зоны ингибирования роста тест-штамма вокруг агарового блока с точностью до 1 мм с учетом диаметра самого агарового блочка.

В результате проведенных исследований установлено, что пять штаммов из шести проявляли антагонистическую активность по отношению к *B.subtilis* (таблица). Наибольший диаметр зоны подавления роста тест-культуры наблюдался у штаммов *Lactiplantibacillus plantarum B161* и *Lacticaseibacillus paracasei B159* (рисунок). Штамм *Lactobacillus helveticus B194* не подавлял развитие *B.subtilis*.

Таблица - Антагонистическая активность МКБ по отношению к *B.subtilis*

Наименование штамма	Зона подавления *B.subtilis*, мм
Lactiplantibacillus plantarum B161	12,0±0,7
Levilactobacillus brevis B158	9,1±0,2
Lacticaseibacillus paracasei B159	12,3±0,4
Pediococcus pentosaceus B155	10,9±0,5
Lactobacillus helveticus B194	отсутствует
Companilactobacillus paralimentarius B176	9,8±0,4

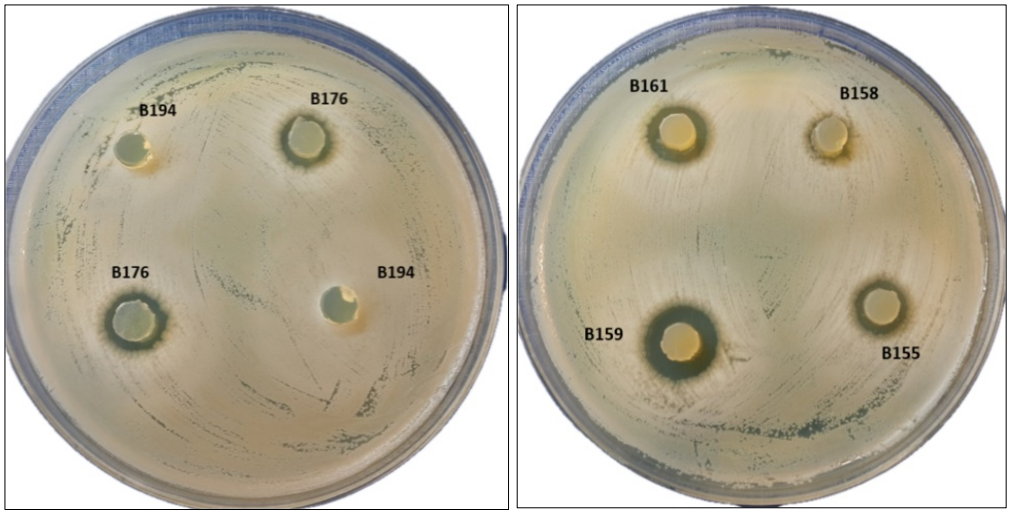


Рисунок -Зоны подавления тест-штамма *B.subtilis* культурами МКБ

Таким образом, в результате проведенных исследования были отобраны два штамма с наилучшей антагонистической активностью *Lactiplantibacillus plantarum B161* и *Lacticaseibacillus paracasei B159*, которые в дальнейшем будут применены для разработки новых стартовых микробных композиций для выведения пшеничных заквасок по разводочному циклу.

Литература

1. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства/ О.В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.

2. Oleinikova, Y. Sourdough Microbiota for Improving Bread Preservation and Safety: Main Directions and New Strategies/ Y. Oleinikova, A. Amangeldi, A. Zhaksylyk, et al. //Foods. – 2025. – Т. 14. – №. 14. – P. 2443.

3. Garcia, M.V. The fungal problem in bread production: Insights of causes, consequences, and control methods/ M. V. Garcia, A. O. Bernardi, M. V. Copetti //Current Opinion in Food Science. – 2019. – Т. 29. – P. 1-6.

4. Савкина, О.А. Микробиологический мониторинг хлебопекарных предприятий / О.А. Савкина, М.Н. Локачук, Е.Н. Павловская, и др // Хлебопродукты. - 2020. - № 2. -С. 34-37.

5. Pacher, N. Ropiness in bread—a re-emerging spoilage phenomenon/ N. Pacher, J. Burtscher, S. Johler, et al //Foods. – 2022. – Т. 11. – №. 19. – P. 3021.

6. Houssni, I. E. L. The inhibitory effects of lactic acid bacteria isolated from sourdough on the mycotoxigenic fungi growth and mycotoxins from wheat bread/ I.E. Houssni, K. Khedid, A Zahidi, et al.//Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2023. – Т. 50. – P. 102702.

7. Syrokou, M. K. Genotypic, physiological and technological attributes of lactic acid bacteria and yeasts isolated from spontaneously fermented Greek wheat sourdoughs/ M.K. Syrokou, S. Tziompra, E.E. Psychogiou//Microorganisms.- 2021.-№ 9.-P. 671.

8. Fraberger, V. Functional properties and sustainability improvement of sourdough bread by lactic acid bacteria/ V. Fraberger, C. Ammer, K. J. Domig //Microorganisms. – 2020. – Т. 8. – №. 12. – P. 1895.

9. Petkova, M. Isolation and characterization of lactic acid bacteria and yeasts from typical Bulgarian sourdoughs/ M. Petkova, P. Stefanova, V. Gotcheva, et al. //Microorganisms. – 2021. – Т. 9. – №. 7. – P. 1346.

РАЗРАБОТКА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Парахина О.И., кандидат технических наук, Савкина О.А., кандидат технических наук, Кузнецова Л.И., доктор технических наук

СПБФ ФГАНУ «Научно- исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Санкт-Петербург
e-mail: o.parakhina@gosniihp.ru

Аннотация

В статье приведены результаты исследований по разработке печенья на основе смесей мучных хлебопекарных для питания детей, страдающих целиакией и аллергией на белок пшеницы, разработанных в рамках темы госзадания №0593-2019-0008 «Разработать теоретические основы создания композитных смесей для хлебобулочных изделий с использованием физических методов воздействия, обеспечивающих гомогенность, стабильность смесей и биодоступность нутриентов, для оптимизации рационов питания населения России». Разработана рецептура и технология безглютенового печенья. Исследовано влияние смесей на физико – химические, органолептические показатели качества печенья, его пищевую и энергетическую ценность. Установлено, что разработанный специализированный продукт отвечает нормам рационального питания детей по количеству пищевых веществ, что позволяет расширить ассортимент таких изделий и выпекать их как в производственных условиях, так и в домашних.

В рамках консорциума "Здоровьесбережение, питание, демография", направленного на оптимизацию питания детей и взрослых, и создание специализированной пищевой продукции для диетического профилактического и лечебного питания, а также программы по импортозамещению, разработка и производство продукции специализированного назначения для людей, страдающих целиакией и аллергией на белок, в том числе для детского питания, востребованы, поскольку представленный на рынке ассортимент таких изделий необходимо пополнять продукцией улучшенного качества с повышенной пищевой ценностью [1, 2].

Целью настоящей работы является разработка печенья с повышенной пищевой ценностью и высокими потребительскими свойствами для питания детей, страдающих целиакией.

Учитывая, что разрабатываемые мучные кондитерские изделия предназначены для питания детей с целиакией и аллергией на глютен, руководствовались ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания», согласно которым хлебобулочные изделия для питания детей не должны содержать более 0,5% соли, а мучные кондитерские изделия - жиров – не более 25г, сахара – не более 25г для печенья и 38 г для бисквита.

Известно, что основной проблемой при разработке безглютеновых изделий является достижение вкуса, запаха и структурно – механических свойств, присущих традиционным аналогам, поскольку используется сырье, не содержащее клейковину. Поэтому необходимо при

производстве безглютеновых хлебобулочных, в том числе мучных кондитерских изделий использовать структурообразователи, придающие тесту вязко – упругие свойства. Для этого использовали псиллиум в количестве 9%, которое установлено в результате исследований [3, 4].

Для улучшения вкуса и запаха, повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий научно обоснован выбор натуральных источников эссенциальных веществ в виде муки из зелёной гречки, люпиновой, льняной, тыквенной, миндальной, амарантовой, порошка кэроба [5, 6, 7].

При разработке безглютенового печенья за основу брали рецептуру безглютенового печенья ТУ 10.72.12 – 207 – 11163857 – 2022, разработанную в СПБФ ФГАНУ НИИХП.

Таблица 1 – Рецептура безглютенового сдобного сбивного печенья на крахмально-белковых композициях

Наименование сырья	Содержание сухих веществ,%	Расход сырья, кг	
		на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах
Крахмально-белковая композиция	90,0	505,90	450,25
Соль пищевая	96,5	2,60	2,51
Сахар белый	99,98	190,22	189,95
Яйца куриные	26,0	283,31	73,66
Масло сливочное жирностью 82,0%	84	190,22	159,78
Итого	-	1172,24	876,16
Выход:	87	1000,0	810,0

Печенье изготавливалось по технологии сдобного сбивного печенья, которая предусматривает следующие основные стадии: приготовление теста, формование, выпечку, охлаждение и упаковку готовых изделий. Тесто для печенья замешивали в сбивальной машине (рисунок 1). Для этого сбивали яйца (меланж), сахар белый, соль пищевую в течение 10 минут до образования пышной массы и ее увеличения в объеме в 2-2,5 раза. Затем вносили размягченное сливочное масло и продолжали сбивать в течение 3-5 мин. В сбитую массу добавляли безглютеновую крахмально-белковую композицию с ванилином, перемешивали в течение 1-2 мин (рисунок 1). Замешанное тесто с помощью кондитерского мешка формовали на листы, выстиланные пекарской бумагой, смазанной маслом. Печенье выпекали в печи при температуре 190℃ в течение 10 мин.

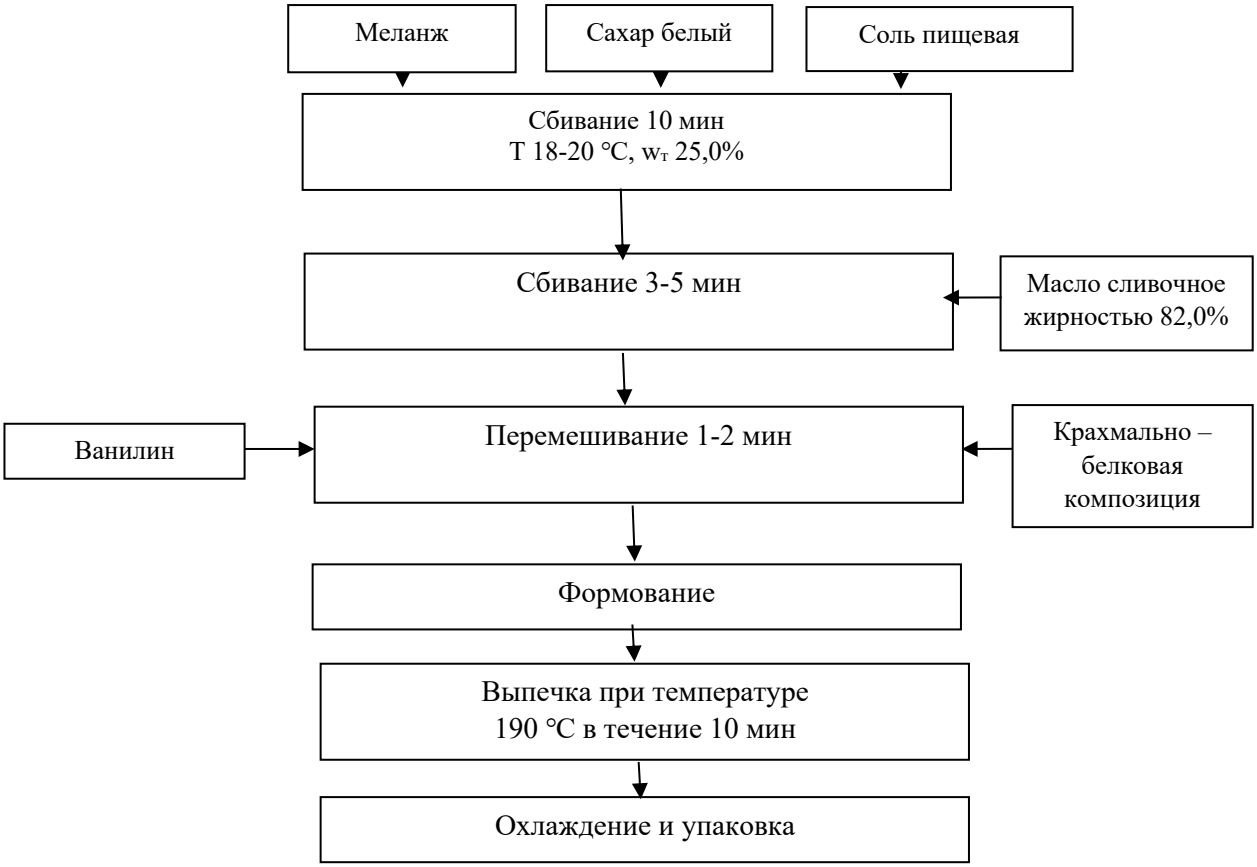
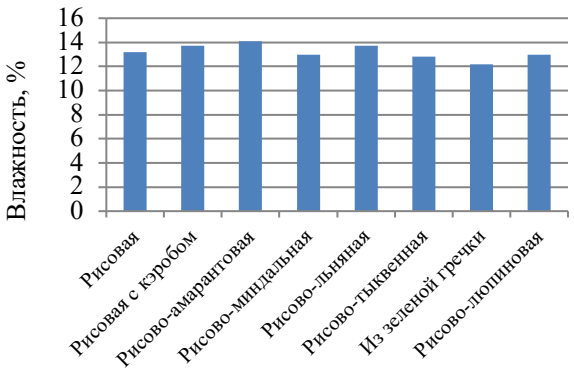


Рисунок 1 - Технологическая схема производства безглютенового сдобного сбивного печенья

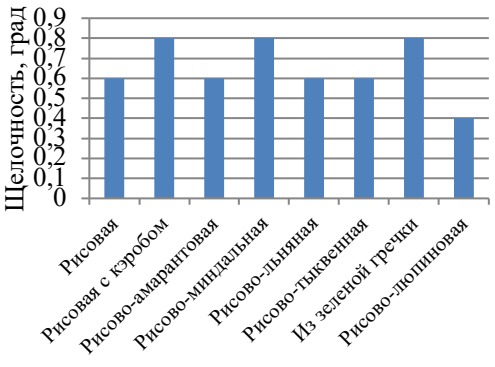
Влажность теста определяли ускоренным методом на устройстве для определения влажности пищевого сырья и продуктов «Кварц – 21 М 33–1» (Китай).

В готовых изделиях определяли массовую долю влаги по ГОСТ 5900, массовую долю сахара - ГОСТ 5903, массовую долю жира – по ГОСТ 31902, щелочность – по ГОСТ 5898, намокаемость - по ГОСТ 10114.

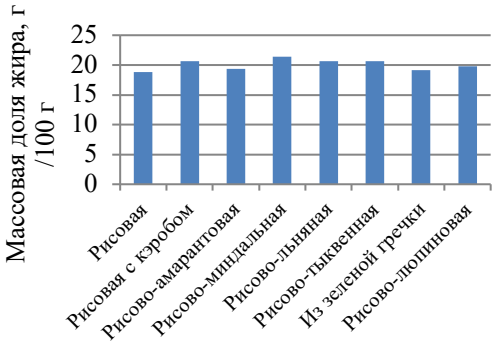
Анализ физико - химических показателей печенья, приготовленного по технологии сдобного сбивного печенья показал (рисунок 2), что влажность печенья составляла 12,2 – 14,1%. Минимальная щелочность печенья наблюдалась у образца на крахмально-белковой композиции рисово-люпиновой, максимальная - у образцов на крахмально-белковых композициях рисово-миндальной, с кэробом и зеленой гречкой. Максимальная намокаемость установлена в образцах печенья из крахмально-белковых композиций рисово-миндальной, рисово-тыквенной, рисовой и зеленой гречкой, минимальная - в образцах печенья из рисово – люпиновой. Содержание жира и сахара в 100 г печенья соответствовало нормам физиологических потребностей для детского питания и составляло менее 25 г в 100 г продукта.



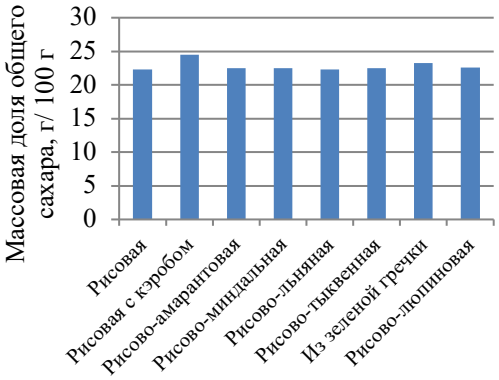
а



б



в



г

д

Рисунок 2 – Влияние смесей мучных хлебопекарных на влажность (а), щелочность (б), содержание жира (в), сахара (г) и намокаемость (д) безглютенового сдобного сбивного печенья

Печенье на разработанных крахмально-белковых композициях, оценивали органолептически (таблица 2).

Таблица 2 – Органолептические показатели образцов печенья на крахмально-белковых композициях

Наименование показателя	Образцы печенья на крахмально-белковых композициях:							
	рисовой	рисово-амарантовой	рисово-тыквенной	рисово-льняной	рисово-миндальной	рисово-люпиновой	с кэробом	с зеленой гречкой
Вкус и запах	Выраженные, свойственные вкусу и запаху компонентов, входящих в рецептуру печенья, без посторонних привкуса и запаха.							
Форма	Слегка расплывчатая, без вмятин, вздутий и повреждений края.							
Поверхность	Шероховатая, с вкраплениями частиц используемых компонентов. Не подгорелая, без вздутий. Нижняя поверхность ровная.							
Цвет	Равномерный от светло-коричневого до темно – коричневого (у печенья с кэробом)							
Вид в изломе	Пропечённое печенье с пористой структурой, без пустот и следов непромеса.							

Полученные образцы печенья оценивались по пятибальной шкале по основным органолептическим показателям: вкусу и запаху, форме, поверхности, цвету, виду в изломе. Результаты тестирования респондентов складывались между собой и высчитывалось среднее значение по каждому показателю отдельно. Средние показатели тестирования приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние показатели оценки органолептических свойств образцов печенья на крахмально – белковых композициях

Наименование показателей	Средняя оценка органолептических показателей печенья на крахмально-белковых композициях:							
	рисовой	рисово-амарантовой	рисово-тыквенной	рисово-льняной	рисово-миндальной	рисово-люпиновой	с кэробом	с зеленой гречкой
Вкус и запах	3	3	5	3	5	5	5	3
Форма	3	3	3	3	3	3	3	3
Поверхность	4	4	4	4	4	4	3	5
Цвет	5	5	5	5	5	5	5	5
Вид в изломе	4	4	4	4	4	4	4	4
Средний балл	3,8	3,8	4,2	3,8	4,2	4,2	4	4

На рисунке 4 показана профилограмма, отображающая результат тестирования образцов по основным потребительским характеристикам. Максимальную оценку набрали образцы на основе рисово-тыквенной, рисово-миндальной и рисово-люпиновой смесях.

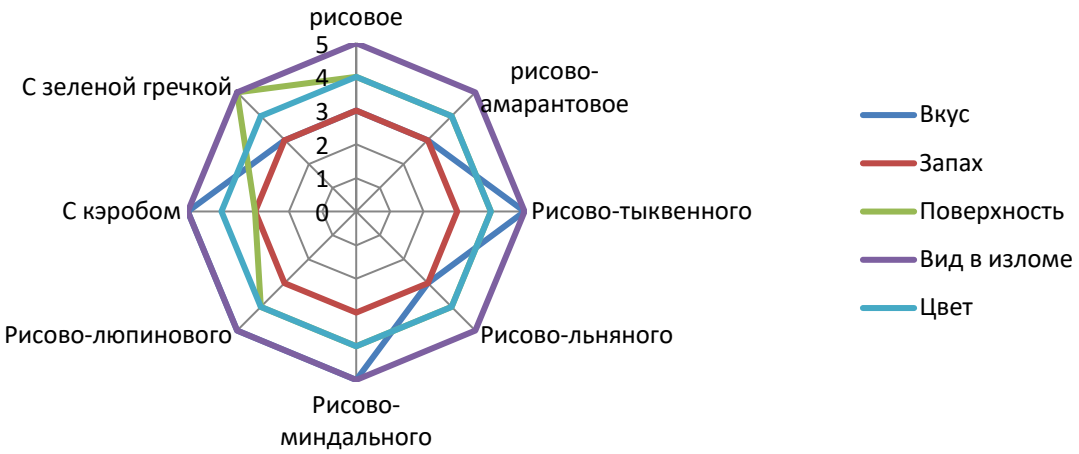


Рисунок 4 – Профилограмма печенья на крахмально – белковых композициях

Расчет пищевой ценности 100 г печенья на разработанных крахмально-белковых композициях показал (таблица 4), что все образцы удовлетворяют требованиям по нормам физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для детского питания. Кроме того, печенье на основе крахмально-белковых композиций с мукой люпиновой, из зеленой гречки и амарантовой можно позиционировать как «обогащенный» за счет высокого содержания железа, согласно «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».

Таблица 4 – Пищевая и энергетическая ценность 100 г печенья на крахмально-белковых композициях

Наименование показателей	Значение показателей 100г печенья на крахмально-белковых композициях:							
	Рисовый	Рисово-амарантовой	Рисово-тыквенной	Рисово-льняной	Рисово-миндальной	Рисово-люпиновый	С кэробом	С зеленой гречкой
Белки, г	9,3	9,0	10,8	10,2	10,2	9,8	9,1	9,2
Жиры, г	13,4	13,6	13,8	13,5	15,0	13,6	13,4	13,9
Углеводы, г	59,6	55,1	52,5	53,3	51,1	53,4	56,8	53,8
Пищевые волокна, г	4,1	4,0	4,9	5,4	5,6	5,2	7,0	4,9
Зола, г	0,6	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Энергетическая ценность, ккал/кДж	404/1050	387/1620	387/1620	387/1620	392/1640	386/1620	398/1670	386/1620
Витамины, мг/100г: Витамин B_1	0,6	0,59	0,13	0,14	0,1	0,09	0,1	0,13
Витамин B_2	0,16	0,07	0,19	0,17	0,2	0,10	0,18	0,09
РР	0,81	0,82	0,78	0,88	0,89	0,75	0,82	1,96
Минеральные вещества, мг/100г: Na	118,4	195,2	157,2	118,8	117,6	148,2	118,8	177,4
K	125,3	118,9	154,7	164,8	173,1	118,0	176,5	179,7
Ca	50,0	33,6	40,2	61,9	68,7	36,7	68,5	27,8
Mg	26,6	27,4	33,4	44,9	39,2	19,0	27,5	53,0
P	145,5	115,6	118,7	172,0	165,2	104,9	142,3	127,4
Fe	1,9	5,3	3,5	2,3	2,2	3,1	2,1	5,4

В соответствии с указом Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий», где одну из основных позиций занимают технологии персонализированного, лечебного и функционального питания для здоровьесбережения нации, разработан ассортимент безглютенового печенья на основе смесей мучных хлебопекарных, отвечающий нормам рационального питания детей по количеству пищевых веществ. Расширение

ассортимента безглютеновой продукции позволит существенно повлиять на улучшение здоровья и повышение качества жизни детей с нарушениями белкового обмена.

Литература

1. Козубаева Л.А. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий / Л. А. Козубаева, С. С. Кузьмина // Ползуновский вестник. 2022. № 4. Т. 1 С. 57 – 67.
2. Тиунов В.М., Чугунова О.В., Заворохина Н.В. Обоснование рецептурного состава и технологических особенностей производства сухих смесей для производства безглютеновых мучных кулинарных изделий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». - 2018. - Т. 6. - № 1. - С. 23–31. DOI: 10.14529/food180103.
3. Алинина Е.В., Кузьмина С.С. Обоснование применения псиллиума в рецептуре безглютенового печенья // Наука и молодежь: материалы XVIII всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Барнаул: АлтГТУ, 2021. – С. 204–206.
4. Парахина О.И., Савкина О.А., Кузнецова Л.И., Гаврилова Т.А. Исследование влияния псиллиума на качество теста и безглютеновых хлебобулочных изделий // Хлебопродукты.- 2024 - №4 - С. 30 – 36.
5. Ершова Т.А., Божко С.Д., Чернышова А. Н., Вахобова И.О. Изучение возможности использования растительного сырья для приготовления сухих смесей хлебобулочных изделий // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. – 2019. - № 3. - С. 32–42.
6. Парахина О.И., Савкина О.А., Кузнецова Л.И., Гаврилова Т.А. Разработка специализированных хлебобулочных изделий из безглютенового сырья для питания детей дошкольного и школьного возраста // Хлебопродукты.- 2024 - №5 - С. 52 – 57.
7. Singer, F.A.W., Taha F.S., Mohamed S.S., Gibrie A., El-Nawawy M. Preparation of mucilage/protein products from flaxseed // American Journal of Food Technology. – 2011. – Iss. 6. – Pp. 260–278.

ЦЕТРАРИЯ В ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СМЕСЯХ
CETRARIA IN BAKING MIXES

Куприянова Е.И., магистрант
Восканян О.С., д.т.н., профессор кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья
Тимофеева И.А., к.б.н., доцент, Российский биотехнологический университет

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
ул. Земляной Вал, 73, Москва, Россия, 109004
ek.tyapchkina2016@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Пищевые смеси охватывают большой спектр потенциального применения, демонстрируя их универсальность. Это могут быть уникальные продукты, новые рецептурные технологии или растущие тенденции в хлебопекарном производстве, что позволяет расширить ассортимент, отвечая предпочтениям потребителей и способствуя устойчивому развитию на рынке.

Можно сказать, что на данный момент выпускаемые смеси имеют довольно обширный ассортимент с традиционным и нетрадиционным сырьем, но не все обладают функциональными свойствами, а также нет хлебопекарной смеси с антибактериальными свойствами. Одним из такого сырья может выступать исландский мох (цетрария).

Исландский мох, с точки зрения пищевой ценности, в своем составе имеет большую часть углеводов 70-80% в виде полисахарида лихенина (до 64%) и изолихенин (до 10%). А также незначительное количество белка (1,51 г на 100 грамм сырья), жиров (0,16 г на 100 грамм сырья) и золы (4,70 г на 100 грамм сырья). По энергетической ценности можно отнести к низкокалорийному продукту (49 ккал на 100 грамм сырья).

Наиболее подходящей технологией для обработки данного продукта является процесс агломерирования. Агломерация – это процесс укрупнения мелких частиц в более крупные. Особенность сухой агломерации заключается в простоте (сокращение длительности гранулирования, экономии энергоресурсов, работе с термочувствительными материалами) и не требует применения вспомогательных компонентов, что сокращает продолжительность производственного цикла. В некоторых случаях для агломерации используют физические и электрофизические воздействия (вибрация и микроволновое поле).

Ключевые слова: хлебопекарная смесь, цетрария исландская, нетрадиционное сырье, лишайниковые кислоты, агломерация, агломерированная смесь.

ABSTRACT

Food mixtures cover a wide range of potential applications, demonstrating their versatility. These can be unique products, new recipe technologies, or growing trends in the bakery industry, which allows you to expand the range, meeting consumer preferences and contributing to sustainable development in the market.

It can be said that at the moment the mixtures produced have a fairly extensive range of traditional and non-traditional raw materials, but not all have functional properties, and there is also no baking mixture with antibacterial properties. One of these raw materials may be Icelandic moss (cetraria).

From the point of view of nutritional value, Icelandic moss contains most of the carbohydrates 70-80% in the form of polysaccharide lichenin (up to 64%) and isolichenin (up to 10%). As well as a small amount of protein (1.51 g per 100 grams of raw materials), fat (0.16 g per 100 grams of raw materials) and ash (4.70 g per 100 grams of raw materials). In terms of energy value, it can be attributed to a low-calorie product (49 kcal per 100 grams of raw materials).

The most suitable technology for processing this product is the agglomeration process. Agglomeration is the process of aggregating small particles into larger ones. The peculiarity of dry

agglomeration is its simplicity (reducing the duration of granulation, saving energy resources, working with thermosensitive materials) and does not require the use of auxiliary components, which reduces the duration of the production cycle. In some cases, physical and electrophysical effects (vibration and microwave field) are used for agglomeration.

Keywords: bakery mixture, Icelandic cetraria, non-traditional raw materials, lichen acids, agglomeration, agglomerated mixture.

Введение

Смесь – это система, состоящая из двух и более компонентов, которая не связана химически и сохраняет свои индивидуальные свойства. Хлебопекарная смесь – это полуфабрикат, состоящий из основных ингредиентов, входящих в рецептуру (мука различных культур, сахар, соль, разрыхлители, улучшители, закваски, солод, биологически активные добавки к пище).

Мировой рынок смесей для выпечки подразделяется на 3 группы: по типу продукции, назначению продукта и региону выпуска.

Продукция подразделяется на смеси для хлеба, тортов, пирогов, печенья и бисквитов, тесто для пиццы, брауни, блинов, вафель и других. Мука, подсластители, пищевые масла, какао, шоколад – относятся к дополнительным ингредиентам.

Рынок смесей для выпечки предлагает широкий ассортимент, отвечающий различным кулинарным вкусам и требованиям готовых изделий.

Пищевые смеси охватывают большой спектр потенциального применения, демонстрируя их универсальность. Это могут быть уникальные продукты, новые рецептурные технологии или растущие тенденции в хлебопекарном производстве, что позволяет расширить ассортимент, отвечая предпочтениям потребителей и способствуя устойчивому развитию на рынке.

По сырью можно классифицировать смеси, в которых основным компонентом являются различные виды муки (пшеничная, ржаная или их смеси), а также зерновые смеси, содержащие более 10 % зерновых продуктов (хлопья, отруби, специально обработанные зерна зерновых культур) и смеси, которые называют премиксами, содержащие в своем составе только функциональные компоненты (хлопья, зерна, семена и прочее).

Также в качестве сырья выступают нетрадиционные виды: высокоосахаренная патока, концентраты молочной сыворотки и сахаросодержащий свекловичный порошок, крахмалопродукты, концентраты квасного сусла, картофелепродукты, мука из крупяных, зерновых и масличных культур, продукты переработки нетрадиционного сырья.

Объекты и методы исследования

Для обзора была изучена, проанализирована и систематизирована научно-техническая литература и патентная информация по теме применения исландского мха, как пищевой добавки в производстве хлебопекарной смеси.

Объектом исследования является возможное внедрение хлебопекарной смеси с новыми структурными свойствами и добавлением нетрадиционного сырья.

Предметом исследования является порошок цетрарии в качестве натуральной пищевой добавки.

Основная часть

На сегодняшний день качество жизни населения зависит от выбора продукции. Для обеспечения полноценного, сбалансированного и профилактического питания, необходима комплексная стратегия, охватывающая все аспекты производства и обращения товаров на рынке. В последние годы наблюдается растущий интерес к вопросам здоровья, безопасности продуктов и их воздействия на продолжительность жизни.

Создание усовершенствованной пищевой продукции с заданными характеристиками качества – является одной из ключевой стратегии. Продукты данной группы должны отличаться улучшенным или сбалансированным составом макро- и микроэлементами, витаминами, а также биологически активными веществами.

Можно сказать, что на данный момент выпускаемые смеси имеют довольно обширный ассортимент с традиционным и нетрадиционным сырьем, но не все обладают функциональными

свойствами, а также нет хлебопекарной смеси с антибактериальными свойствами. Одним из такого сырья может выступать исландский мох (цетрария).

Исландский мох (или цетрария) обладает противовоспалительным, смягчающим и отхаркивающим действием. Также, входящие полисахариды обладают способностью защищать слизистую оболочку дыхательных путей от воздействия различных химических факторов.

Исландский мох, с точки зрения пищевой ценности, в своем составе имеет большую часть углеводов 70-80% в виде полисахарида лихенина (до 64%) и изолихенин (до 10%). А также незначительное количество белка (1,51 г на 100 грамм сырья), жиров (0,16 г на 100 грамм сырья) и золы (4,70 г на 100 грамм сырья). По энергетической ценности можно отнести к низкокалорийному продукту (49 ккал на 100 грамм сырья).

С точки зрения химического состава цетрария имеет ряд полезных макро- и микроэлементов таких как K, Ca, Si, Mg, S, P, Fe, Co, Mn, Cu, Mo, Se, F, Cr, Zn, витамин С, сахара (моно- и дисахариды - 13 г). В том числе содержится воск (1%), камедь (около 3%) и пигменты (около 3%).

Наибольшую ценность представляют лишайниковые кислоты благодаря их специфическими свойствами, которые обуславливают тонизирующее и антибиотическое качество лишайника (усниновая, фумаропроцетраровая, паралихестериновая, цетраровая, протоцетраровая). Общее количество кислот составляет 2-3% от общего количества биологически активных веществ в слоевище. Значимой кислотой является усниновая. Данное вещество обладает свойствами антибиотика, иммуностимулятора, адоптогена и тонизирующего препарата.

Недостатком исландского мха, как пищевой добавки, является присутствие горечи. Содержание горечи подтверждается наличием во мхе лишайниковых кислот.

Для того, чтобы избавиться от горького вкуса слоевища лишайника замачивают на сутки в растворе соды (5 грамм на 1 л воды). После окончания замачивания вода приобретает бурый цвет и горький вкус. Далее промывают замоченный мох в чистой воде и оставляют ещё на двое суток, после снова высушивают и перетирают в порошок на предварительном этапе. Далее проводится метод агломерации.

Агломерация – это процесс укрупнения мелких частиц в более крупные. Данный процесс, в свою очередь, подразделяется на два метода: мокрый и сухой. Мокрый метод агломерации – это процесс, в котором используется жидкое связующие вещество для сцепления между сухими частицами. Метод сухой агломерации происходит за счет прессования, без добавления воды или связующих жидкостей.

Особенность сухой агломерации заключается в простоте (сокращение длительности гранулирования, экономии энергоресурсов, работе с термочувствительными материалами) и не требует применения вспомогательных компонентов, что сокращает продолжительность производственного цикла. В некоторых случаях для агломерации используют физические и электрофизические воздействия (вибрация и микроволновое поле).

Для сушки используют, в частности, роликовые прессы (компакторы). Основной процесс происходит в уплотнительном блоке: порошок попадает между двумя контрвращающимися роликами, которые создают значительное давление. Это давление сжимает порошок в плотные пласты или «ленты». Процесс уплотнения происходит при отсутствии нагрева или увлажнения материала, что сохраняет его физико-химические свойства.

Процесс состоит из подготовки сырья, подачи материала через дозирующую систему, уплотнение материала под давлением двух контрвращающих валков, формирование гранул с помощью системы дробления, разделение гранул на размеры и их последующие упаковывание. Более крупные и мелкие частицы, не отвечающие требованиям, возвращаются на повторную переработку.

Преимущества использования порошка цетрарии заключается в большом содержании аскорбиновой кислоты (на 100 грамм сырья – 350 мг, при суточной норме 90 мг), железа (на 100 грамм сырья – 53 мг, при норме от 7 до 18 мг в сутки), кремния (на 100 грамм сырья – 190 мг, при норме 20-30 мг в сутки), полисахаридов и лишайниковых кислот.

Новый вид производства хлебопекарной смеси, полученной из трех компонентов с использованием сухой агломерации, позволит улучшить сыпучесть и растворимость смесей,

равномерное распределение всех компонентов в смеси, уменьшить пылеобразование, оптимизировать производственный процесс, минимизировать отходы и сэкономить энергоресурсы.

Заключение

Перспектива использования порошка цетрарии в производстве нового структурного вида хлебопекарной смеси является одной из главных тенденций на рынке функциональных продуктов. Порошок из исландского мха содержит в себе ряд полезных макро- и микронутриентов, в том числе лишайниковые кислоты, за счет которых происходит антиоксидантное действие.

На сегодняшний день на рынке хлебопекарных смесей происходит расширение традиционного и нетрадиционного сырья, что обеспечивает предпочтения покупателей. Но не все выпускаемые смеси отвечают функциональным свойствам. За счет использования уже известной пищевой добавки (порошка цетрарии) и новой структуры смеси возможно возобновить интерес покупателя с точки зрения «здорового продукта питания». Новый вид хлебопекарной смеси позволит улучшить сыпучесть, растворимость и уменьшить пылеобразование при производстве, что может стать отличительной чертой. На данный момент такому виду смеси на полках магазинов нет аналогов.

В заключении необходимо отметить, что разработка нового вида хлебопекарной смеси, имеющейся в своем составе порошок цетрарии, улучшит вкус, цвет и срок годности. Это позволит расширить рынок функционально-профилактических продуктов для сохранения здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 29 июня 2016 г. №1364-р. Москва// [Электронный ресурс]: http://static.government.ru
2. Вершинина С.Э., Вершинин К.Е., Кравченко О.Ю. Анализ состава растительного сырья Cetraria laevigata Rassad., 1945 и C. Islandica (L.) Ach., 1803 (Parmaliaceae, Lichens) // Вестник ИрГСХА. 2010. №43. С. 13-21.
3. Элементарный состав лишайников р. Cetraria Ach. из различных регионов России / С.Э. Вершинина [и др.] // Химия растительного сырья. 2009. №1. С. 141-146.
4. Котова Т. В., Мальцева Е. М., Вальнюкова А. С., Bhatia N., Тихонова О. Ю. (2022). Антиоксидантная активность цетрарии исландской (Cetraria islandica (L.) Ach.), используемой в качестве биологически активной добавки. Хранение и переработка сельхозсырья, (2), 107 – 119.
5. Ефремов А.П., Шретер А.И. Травник для мужчин. – М.: Асадаль, 1996. – 352 с.:ил.
6. Вершинина С.Э., Кравченко О.Ю. Применение пищевой добавки из исландского мха в производстве ржаного и ржано-пшеничного хлеба // Иркутск. Вестник ИрГТУ. 2011. №8 (55). С. 135-138.
7. Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации. – М.: «Металлургия», 1974. – 288 с.
8. Агломерированный пищевой порошок [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://wiki2.org/en/Agglomerated_food_powder
9. Мазур А. М., Петюшев Н. Н., Гоман Д. И. Исследование процесса агломерации при производстве сухого картофельного пюре. Пищевая промышленность: наука и технологии. 2023;16(1):62-68.

ОЛЕИНОВАЯ ФРАКЦИЯ МАСЛА ЧИА В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ МОРОЖЕНОМ
OLEIC FRACTION OF CHIA OIL IN FUNCTIONAL ICE CREAM

Калинкина Лиля Равилевна, магистрант

Восканян О. С., д.т.н., профессор кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья

Тимофеева И. А., к.б.н. доцент, Российский биотехнологический университет

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления

им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

ул. Земляной Вал, 73, Москва, Россия, 109004

kbkz-1990@mail.ru

Аннотация

В России популярность растительных и функциональных продуктов в последнее время возрастает. Это обусловлено заботой населения о здоровье и его долголетии. В настоящее время стоит задача расширения ассортимента функциональных продуктов, направленных в пользу сознательного выбора, при этом исключая продукты более низкого ценового сегмента. Известно, что сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин смертности в мире, и по данным Британской кардиологической ассоциации, к 2026 году число смертей от сердечно-сосудистых заболеваний может достичь 25 миллионов в год. Научные исследования показали, что полиненасыщенные жирные кислоты благотворно влияют на сердечно-сосудистую систему.(1) Научно доказана польза омега-3 жирных кислот для сердечно-сосудистой системы, печени, гипотонии, аллергии и диабета.(2) У младенцев омега-3 жирные кислоты играют важную роль в развитии мозга, сердечно-сосудистой системы и глаз.(3) Знания о питании и болезнях, связанных со здоровьем, оказывают большое влияние на модели потребления. Потребители стали более внимательно относится к своему здоровью, и их растущий интерес к функциональным продуктам, а так же к мороженому, привел к тому, что пищевая промышленность повысила функциональную ценность молочных продуктов.(4)

Ключевые слова. Мороженое, масло чиа, омега-3 жирные кислоты, окислительная стабильность

Abstract. In Russia, the popularity of plant-based and functional foods has been growing recently. This is due to the populations concern for health and longevity. The current challenge is to expand the range of functional products aimed at promoting conscious choice, while excluding harmful products in the lower price segment. Cardiovascular disease is known to be one of the leading causes of death worldwide, and according to the British Heart Association, the number of deaths from cardiovascular disease could reach 25 million per year by 2026. Scientific studies have shown that polyunsaturated fatty acids have a beneficial effect on the cardiovascular system.(1) The benefits of omega-3 fatty acids for the cardiovascular system, liver, hypotension, allergies and diabetes have been scientifically proven.(2) In infants, omega-3 fatty acids play an important role in the development of the brain, cardiovascular system, and eyes.(3) Knowledge about nutrition and health-related diseases has a major impact on consumption patterns. Consumers have become more health-conscious, and their growing interest in functional foods, including ice cream, has led the food industry to increase the functional value of dairy products.(4)

Keywords. Ice cream, chia oil, omega-3 fatty acids, oxidative stability

В течение последнего десятилетия, по мере того, как мороженое без молочных продуктов завоевывало позиции на коммерческом рынке, его ассортимент был ограничен, текстура часто была водянистой, а вкус мог вызывать сомнения. Сегодня многие из этих видов мороженого имеют нежную кремовую текстуру. Их можно наматывать на ложку, как мягкое мороженое, и накладывать в вафельные рожки. А ассортимент, как мягкого, так и твердого мороженого значительно расширился, поскольку растительное молоко и сливки, которые используются для его приготовления, стали лучшего качества. Продажи продуктов растительного происхождения резко возросли в 2023 году, когда после пандемии многие люди стали больше заботиться о своем здоровье.

Для приготовления мороженого используют различные виды растительного молока- например, миндальное, кокосовое, соевое или кешью. Например, соевое молоко содержит больше белка (4,92%), по сравнению с другими видами растительного молока, и имеет более нежную текстуру. Известно мороженое, которое имитирует молекулярную структуру молочных продуктов, но с использованием таких ингредиентов, как овес и картофель. Благодаря процессу - сочетанию нагрева, давления и других этапов- оно имитирует молекулярную структуру молочных продуктов. Ранее не было универсального заменителя молочных продуктов, который удовлетворял бы вкусовыми качествами и был аналогичен коровьему молоку. В коровьем молоке микроскопические структуры, называемые мицеллами, удерживают белки и придают молочным продуктам вкус, текстуру и способность превращаться из жидкости в кремы и сыры. Известно, что мицеллы можно создавать с помощью растений. Данный подход может быть использован для производства любых молочных продуктов. В качестве основного компонента выступают жиры, как животного, так и растительного происхождения.

Жиры - основное депо энергии. Кроме этой функции жиры защищают внутренние органы от механического повреждения, от охлаждения или перегревания, способствуют всасыванию витаминов А, Д, Е, К. У жиров есть еще одна важная функция. Они являются основным материалом для синтеза стероидных гормонов и фосфолипидов - основного компонента клеточной стенки. К стероидным гормонам относят половые гормоны. При дефиците жиров в питании развивается их дефицит, что приводит к нарушению половой функции и бесплодию. При нарушении баланса потребляемых жиров появляется риск развития атеросклероза. Жиры не повышают сахар в крови.

Жиры состоят из жирных кислот, которые в свою очередь делятся на насыщенные и ненасыщенные. Насыщенные жирные кислоты имеют животное происхождение и в результате их метаболизма, в организме образуется «вредный» холестерин (липопротеины низкой плотности), повышение которого приводит к атеросклерозу. Таким же негативным влиянием на организм обладают транс-жиры. Транс-жиры образуются при нагревании до высокой температуры любых жирных кислот.

Источником ненасыщенных жирных кислот являются растения и рыбий жир. Ненасыщенные жиры препятствуют развитию атеросклероза и являются состовляющей «хорошего» холестерина. Особое значение имеет соотношение в рационе Омега жирных кислот. Наиболее полезными являются Омега-3 жирные кислоты - они снижают холестерин, придают эластичность кровеносным сосудам, предупреждают образование тромбов, оказывают антиоксидантный эффект, улучшают состояние связок, обладают противовоспалительным действием.

В таблице 1 представлено различное содержание и соотношение Омега 3 и Омега 6 в натуральном растительном сырье.

Таблица 1. Содержание и соотношение Омега-3 и Омега-6 в растительном сырье.

Продукты, 100г	Омега-3,г	Омега-6,г	Соотношение Омега-3:Омега-6
Семена льна	22,80	5,90	1:0,26
Семена чиа	17,80	5,80	1:0,32
Грецкие орехи	2,67	33,76	1:12,64
кешью	0,06	7,78	1:129,67
Семена подсолнечника	0,03	23,00	1:766,67
арахис	0	15,50	
Льняное масло	53,00	17,00	1:0,32
Масло грецкого ореха	10,50	53,00	1:5,05
Рапсовое масло	0,00	14,50	1:1,61
Масло зародышей пшеницы	6,90	54,80	1:7,94
Горчичное масло	5,90	15,00	1:2,54
Кукурузное масло	1,16	53,50	1:46,12
Оливковое масло	0,76	19,70	1:25,92
Подсолнечное масло	0,20	40,00	1:200

Поэтому в рационе человека оптимальное соотношение Омега-3 и -6 жирных кислот должно быть 1:4.

Одним из хороших источников полиненасыщенных жирных кислот омега-3, полезных для сердца, печени, снижающих давление, обладающих противоаллергическими и противодиабетическими свойствами являются семена чиа.

Известны рецептуры мороженого, приготовленные путем частичной замены молочного жира олеиновой фракцией масла чиа. Профиль жирных кислот, общее содержание фенолов, общее содержание флавоноидов, свободных жирных кислот, перекисное число, анизидиновое число и органолептические характеристики образцов мороженого позволили определить качественные характеристики мороженого.

Добавление в мороженое олеиновой фракции масла чиа повысило концентрацию омега-3 жирных кислот и улучшило антиоксидантные свойства мороженого. Эти результаты позволяют предположить, что олеиновая фракция масла чиа может улучшить содержание омега-3 жирных кислот и антиоксидантные свойства мороженого для взыскательных потребителей.(5)

Чиа (Salvia hispanica L.) содержит около 35-40% высококачественного пищевого масла, которое на 63-65% состоит из омега-3 жирных кислот.(6) Концентрация омега-3 жирных кислот в олеиновой фракции масла чиа составляет более 80%, что является самым высоким показателем среди всех известных продуктов.(7)

Масло из семян чиа было получено с помощью лабораторного экстрактора. Для получения масляной фракции масло чиа нагревали до 63°C, постепенно охлаждали до -30°C в течении 2 часов, выдерживали еще 5 часов, а затем фильтровали под давлением с помощью колбы Бакнера при давлении-600 мм ртутного столба. Фильтрат считался масляной фракцией. Процессы

фракционирования повторялись 6 раз, фильтраты объединялись и хранились в бутылках из янтарного стекла при температуре -30℃ до дальнейшего использования в исследовании.(8)

Смесь для мороженого пастеризовали при температуре 85℃ в течении 1 минуты, выдерживали при температуре 4℃ в течении 16 часов, взбивали и хранили при температуре -18℃ в течении 60 дней. Химические и органолептические характеристики определяли через 0, 30 и 60 дней.

Добавление в мороженое олеиновой фракции масла чиа не оказывает никакого влияния на содержание жира, белка, сухих веществ pH мороженого (P>0,05).

Добавление в мороженое олеиновой фракции масла чиа не оказывает влияния на цвет, вкус и текстуру свежего мороженого. Оценка цвета, вкуса и текстуры была незначительной в течении 30 дней хранения. Через 30 дней органолептическая оценка ухудшилась, и снижение органолептической оценки было вызвано не добавлением олеиновой фракции масла чиа, а окислением ненасыщенных жирных кислот. Снижение оценки вкуса мороженого, приготовленного из олеиновой фракции молочного жира, было связано с образованием пероксидов в процессе хранения.(9)

Добавление ненасыщенных жирных кислот в мороженое привело к снижению его текучести.

Олеиновая фракция масла чиа, содержащая более 72% α-линоленовой кислоты, может считаться самым богатым источником α-линоленовой кислоты.(7)

Олеиновая фракция масла чиа может открыть новые возможности для повышения функциональной ценности продуктов питания. Ее можно использовать в качестве превосходного источника омега-3 жирных кислот в ряде продуктов питания. Кроме того, соотношение омега-3 и омега-6 жирных кислот в рационе можно сбалансировать с помощью добавления в пищу олеиновой фракции масла, обогащенного омега-3.

Наличие хлорогеновой кислоты, кофейной кислоты, кверцетина, фенольного гликозида-к и фенольного гликозида-Q в олеиновой фракции масла чиа эффективно препятствовало расщеплению жирных кислот в пищевых продуктах.(7)

Добавление в мороженое олеиновой фракции масла чиа значительно повысило концентрацию омега-3 жирных кислот в мороженом. В промышленных масштабах следует провести дальнейшие исследования, которые позволят использовать олеиновую фракцию масла чиа для разработки функционального мороженого на растительном молоке, а также в медицине, фармацевтике и других отраслях промышленности.

Окислительная стабильность пищевых продуктов также является чрезвычайно важным фактором при повышении питательной ценности продуктов. Мороженое- популярный продукт среди людей всех возрастов во всем мире. Окислительная стабильность мороженого с более высокой концентрацией ненасыщенных жирных кислот ниже, чем у стандартного мороженого.(8) Добавление льняного масла увеличило содержание ненасыщенных жирных кислот в мороженом, однако окислительная стабильность мороженого была ниже, чем в контрольной группе.(9) Окислительный стресс может привести к диабету, развитию рака, мутациям ДНК, атерогенезу и ускоренному старению. Для предотвращения окислительного стресса в организме, в нем должны присутствовать антиоксиданты в достаточной концентрации. Многочисленные заболевания такие, как атеросклероз, артрит и рак, могут быть вызваны повышенной концентрацией свободных радикалов в органах человеческого тела.(10) Научные исследования показали, что вторичные метаболиты растений обладают фармакологической и биологической активностью в борьбе с окислительным стрессом, раком, ускоренным старением и аторогенезом.(12) Многочисленные

исследования по увеличению концентрации ненасыщенных жирных кислот в мороженом путем замены молочного жира растительными маслами и жирами- перспективное направление, но мало что известно о добавлении в мороженое жирных кислот омега-3 в виде олеиновой фракции масла чиа. Целью этого исследования было повышение концентрации жирных кислот омега-3 и окислительной стабильности мороженого на основе химических и органолептических характеристик.

Заключение

Из широкого спектра продуктов питания функционального назначения, мороженое можно считать перспективным средством доставки в организм функциональных ингредиентов. Данная ниша мало изучена на сегодняшний день, требуются новые более современные разработки в данном направлении, отвечающие спросу современного потребителя. Поэтому необходимо изучать данное направление с целью увеличения линейки функциональных продуктов.

Список литературы:

1. Намики М. «Нутрицевтические свойства кунжута: обзор. Crit Rev Food Sci Nutr. 2007; 47: 651-73.
2. Айерса Р., Коутс У. Содержание белка, масла и жирных кислот как потенциальные критерии для определения происхождения выращиваемого в промышленных масштабах чиа (Salvia hispanica L.). Ind Crops Prod. 2011;34:1366-71.
3. Лиза Г. С., Гибсон Р. А., Макфи А., Макрид М. Более высокая доза докозагексаеновой кислоты в неонатальный период улучшает остроту зрения недоношенных детей: результаты рандомизированного контролируемого исследования. Am J Clin Nutr. 2008;88:1049-56.
4. Чандан Р. К., Шах Н. П. Функциональные продукты на основе молочных ингредиентов. В: Хуэй Ю. Х., редактор. Справочник по производству пищевых продуктов. Чичестер: Уайли; 2007. стр. 957-70.
5. Улла Р., Надим М., Имран М. «Жирные кислоты омега-3 и окислительная стабильность мороженого, обогащенного олеиновой фракцией масла чиа»
6. Али Н. М., Йеап С. К., Хо В. Й., Бех Б. К., Тан С. В., Тан С. Г. Многообещающее будущее чиа Salvia hispanica L. J Biomed Biotechnol. 2012; doi:10.1155/2012/171956.
7. Улла Р., Надим М., Аяз М., Имран М., Тайяб М. Фракционирование масла чиа для обогащения жирными кислотами омега-3 и омега-6 и окислительная стабильность фракций. Food Sci Biotechnol. 2016;25(1):41-7. doi:10.1007/s10068-016-0006-x.
8. Ван Акен Г. А., Тен Гротенхейс Э., Ван Иангевелде А. Дж., Шенк Х. Состав и кристаллизация фракций молочного жира. J Am Oil Chem Soc. 1999; 761323-31.
9. Надим М., Ситу С., Абдулла М. Влияние низкой доли молочного жира, плавящегося при низкой температуре, на окислительную стабильность мороженого. Int J Food Prop. 2015;18(4):735-45. doi:10.1080/10942912.2013.814666.
10. Адесегун С. А., Элечи Н. А., Кокер Х. А. Б. Антиоксидантная активность метанолового экстракта сапиума эллитикума. Pak J Biol Sci. 2008;11:453-7.
11. Крис-Этертон П. М., Хекер К. Д., Бонаноме А., Ковал С. М., Бинкоски А. Е., Хилперт К. Ф., Грил А. Е. Биоактивные соединения в продуктах питания: их роль в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний и рака. Am J Med. 2002;113:71-88.

СУБЛИМИРОВАННЫЕ ЯГОДЫ В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: РЕВОЛЮЦИЯ ВКУСА, ЦВЕТА, ТЕКСТУРЫ

О.С.Потрясова; О.С.Восканян, доктор технических наук; Тимофеева Ирина Анатольевна, доцент, кандидат биологических наук

Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского, Первый казачий университет, Москва, Россия.

Российский биотехнический университет, Москва,Россия.

potryasovaolga@mail.ru

arisha78@list.ru

Аннотация

В данной статье всесторонне рассматриваются технологические, экономические и органолептические аспекты применения сублимированных ягод в кондитерской индустрии. Подробно анализируются преимущества сублимационной сушки перед традиционными методами заготовки ягод, описывается влияние данного ингредиента на все этапы производства – от приготовления начинок, кремов и теста до декорирования и создания сложных многослойных десертов. Особое внимание уделяется функциональным свойствам сублимата, таким как высокая гигроскопичность, интенсивность вкуса и цвета, длительный срок хранения. Статья доказывает, что сублимированные ягоды являются не просто трендом, а стратегическим ингредиентом для создания инновационных, качественных и рентабельных кондитерских изделий, отвечающих запросам рынка «чистые этикетки».

Ключевые слова: сублимированные ягоды, лиофилизация, кондитерское производство, натуральные красители, чистые этикетки, текстура, экономическая эффективность, технологии в кондитерском деле, функциональные ингредиенты.

Введение

Современное кондитерское производство находится на стыке искусства, науки и бизнеса. Потребители становятся все более искушенными: они требуют не только превосходного вкуса, но и натуральности состава, визуальной привлекательности, пользы для здоровья и стабильного качества. В этом контексте поиск ингредиентов, способных удовлетворить весь спектр запросов, становится ключевой задачей для технологов и кондитеров. Традиционно использовавшиеся свежие, замороженные или сушеные горячим способом ягоды имеют ряд существенных ограничений: сезонность, короткий срок хранения, наличие свободной влаги, разрушающей структуру продукта, потеря значительной части ароматических и витаминных веществ, сложности логистики и нестабильность цены.

Сублимационная сушка, или лиофилизация, позволяет преодолеть эти барьеры, предлагая продукт, который по своим органолептическим и питательным свойствам максимально близок к исходному сырью, но при этом обладает уникальными технологическими характеристиками. Сублимированные ягоды перестали быть экзотической новинкой для премиум-сегмента и превратились в мощный, экономически обоснованный инструмент для массового и ремесленного производства. Данная статья призвана всесторонне осветить возможности, преимущества и практику применения сублимированных ягод, доказав их неоспоримую целесообразность в создании кондитерских изделий нового поколения.

1. Технология сублимационной сушки: фундаментальные принципы и превосходство метода

Чтобы в полной мере оценить уникальность сублимированных ягод, необходимо глубоко понять технологию их производства, которая главным образом отличается от других методов консервации.

1.1. Детализация этапов сублимации:

1. Глубокая заморозка: отборные, свежие ягоды проходят быструю (шоковую) заморозку при экстремально низких температурах (от -30°C до -50°C). Этот этап критически важен. Скорость заморозки определяет размер кристаллов льда: быстрая заморозка приводит к образованию мельчайших кристаллов, которые не

разрывают клеточные стенки растительной ткани. Это главный залог сохранения первоначальной структуры и формы ягоды.

2. Первичная сушка (Сублимация): замороженные ягоды помещаются в вакуумную сушильную камеру. Давление внутри камеры понижается до уровня, при котором точка замерзания воды стремится к нулю (обычно ниже 0,1 кПа). Затем подается контролируемое тепло. При таких условиях лед, минуя жидкую фазу, сразу переходит в парообразное состояние. Этот процесс называется возгонкой. Вода в виде пара удаляется из продукта системой конденсаторов («испарителей»), оставляя после себя сухую, пористую, неповрежденную матрицу.

3. Вторичная сушка (Десорбция): на этом этапе удаляется остаточная адсорбционно-связанная влага (обычно около 5-10%), которая физико-химически связана с высушенным материалом. Температура в камере плавно повышается (до +30...+50°C), продолжая процесс вакуумирования. В результате конечная влажность продукта составляет всего 2-4% [3].

Таблица 1 - Сравнение различных видов сушки и замораживания

Критерий	**Сублимационная сушка**	**Термическая (конвективная) сушка**	**Замораживание**
Температурный режим	Низкотемпературный (не более +50°C)	Высокотемпературный (+60...+90°C и выше)	Низкотемпературный (-18°C и ниже)
Воздействие на структуру	Сохраняется на 95-98%, пористая	Сильная усадка, деформация, уплотнение	Сохраняется, но при разморозке структура разрушается
Сохранение питательных веществ	Максимальное (до 95% витаминов, антиоксидантов)	Минимальное (потери до 50-60%)	Высокое, но есть потери при хранении
Сохранение вкуса и аромата	Концентрация и полное сохранение	Значительные потери, появление «привкуса вареных» фруктов	Сохранение, но вкус разбавлен водой
Гигроскопичность	Чрезвычайно высокая	Низкая	Влажность присутствует в виде льда
Энергозатратность	Высокая	Умеренная	Низкая (только на поддержание температуры)

2. Функциональные свойства сублимированных ягод, как мультизадачного ингредиента

Сублимированные ягоды в кондитерском производстве выполняют роль не просто наполнителя, а многофункционального компонента, решающего несколько задач одновременно.

2.1. Концентрированный источник вкусоароматических веществ

Сублимационная сушка, основанная на удалении влаги путем возгонки из замороженного состояния, минимизирует потери летучих ароматических соединений и термолабильных вкусообразующих компонентов. Получаемый путем механического измельчения порошок из сублимированных ягод представляет собой высококонцентрированный натуральный ароматизатор и усилитель вкуса. В отличие от синтетических эссенций или экстрактов, порошок передает полный сенсорный профиль ягоды, включая ноты

сладости, кислотности и терпкости, обусловленные комплексом органических кислот, полифенолов и сахаров [1].

С позиции технологии, введение 3-5% ягодного порошка от массы рецептурной основы (теста, крема, мусса) достаточно для достижения интенсивного и узнаваемого вкуса. Это делает данный ингредиент ключевым инструментом в концепции «чистой этикетки» (clean label), позволяя полностью исключить синтетические ароматизаторы из рецептуры.

2.2. Натуральный краситель с повышенной стабильностью

Ягоды являются богатым источником природных пигментов: антоцианов (малина, черника, ежевика, черная смородина), каротиноидов (облепиха) и флавоноидов. Процесс сублимационной сушки, протекающий при низких температурах и в условиях вакуума, обеспечивает высокую степень сохранности этих хромофоров.

Порошки из сублимированных ягод придают кондитерским изделиям стабильную и интенсивную окраску в широком диапазоне — от нежно-розового до глубокого фиолетового. Полученные из них цвета демонстрируют более высокую устойчивость к фотодеградации под воздействием света по сравнению с красителями из свежих соков или пюре. Кроме того, отсутствие свободной воды в сублимированном продукте минимизирует нежелательные химические реакции (например, окисление), приводящие к изменению оттенка.

Таблица 2- Основные пигменты в сублимированных ягодах и их цветовые характеристики

Вид ягоды	Основные пигменты	Придаваемый оттенок	Стабильность и условия применения
Черника	Антоцианы: –Дельфинидин – Мальвидин – Петунидин	Фиолетово-синий, глубокий индиго.	**Высокая чувствительность к pH.** В кислой среде (pH < 4) дает стабильный красновато-фиолетовый оттенок. В нейтральной и слабощелочной среде (pH > 5) преобладают синие и сине-зеленые тона. Чувствительна к ионам металлов.
Брусника	Антоцианы: – Цианидин – Пеонидин Каротиноиды	Тускло-красный, кирпично-розовый.	**Умеренная стабильность.** Цвет менее интенсивен, чем у других ягод. Антоциановый профиль обеспечивает относительно хорошую стабильность в кислых условиях. Наличие каротиноидов способствует сохранению теплых тонов.
Клюква	Антоцианы: – Цианидин – Пеонидин – Петунидин	Насыщенный малиново-красный, рубиновый.	**Очень высокая стабильность.** Благодаря высокому содержанию проантоцианидинов и органических кислот (бензойной, лимонной), которые выступают как природные консерванты, цвет демонстрирует исключительную устойчивость к тепловой обработке и хранению.
Морошка	Каротиноиды: – β-каротин – Зеаксантин Флавоны	Золотисто-желтый, янтарный.	**Высокая термо- и светостойкость.** Как и все каротиноиды, пигменты морошки не чувствительны к изменениям pH. Цвет стабилен при нагревании, но может окисляться при длительном контакте с кислородом, что приводит к побледнению.

2.3. Модификатор текстуры и контроль реологических свойств

Способность сублимированных ягод влиять на текстуру является одним из их наиболее ценных технологических свойств. Гигроскопичность продукта, обусловленная пористой структурой после сублимации, играет ключевую роль в управлении влажностью и структурой изделий (табл.3).

- **В выпечке:** целые или дробленые сублимированные ягоды, диспергированные в тесте, активно сорбируют окружающую влагу в процессе выпекания. Поскольку клеточная структура ягоды разрушена, а свободная вода удалена, обратной миграции влаги в тестовую матрицу не происходит. Это предотвращает образование непропеченных зон с избыточной влажностью, «размывание» цвета и способствует формированию равномерной пористой структуры готового изделия.
- **В кремах, муссах и начинках:** порошковая форма ингредиента, не содержащая свободной воды, может быть введена в жировые и эмульсионные системы (сливочные кремы, муссы на основе ganache) без риска разрушения эмульсии и синерезиса. Крупка из сублимированных ягод используется для создания контролируемого хрустящего контраста (эффект «кранч») в нежных текстурах, так как сохраняет свою хрустящую структуру даже при контакте с жидкими компонентами.

Таблица 3- Влияние форм сублимированных ягод на текстуру кондитерских изделий

Форма ингредиента	Область применения	Влияние на текстуру	Технологический эффект
Порошок	Кремы, муссы, глазури, тесто	Уплотнение структуры без разжижения, однородное окрашивание	Предотвращение отделения влаги, стабилизация формы, интенсивный цвет
Дробленая крупка (кранч)	Начинки, пралине, декор, муссы	Создание хрустящего контрастирующего слоя	Обогащение сенсорного восприятия, добавление «текстурного акцента»
Целые ягоды	Бисквиты, кексы, зерновые батончики	Равномерное распределение, набухание без выделения сока	Предотвращение образования влажных пятен, сохранение структуры пористости

2.4. Улучшение функциональных свойств и потребительской привлекательности

Применение сублимированных ягод представляет собой эффективную технологию для создания функциональных кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью. Сублимационная сушка обеспечивает максимальное сохранение биологически активных соединений (БАС) по сравнению с другими видами технологической обработки (такими как сушка горячим воздухом или варка) [4].

Функциональные свойства сублимированных ягод определяется комплексом следующих ключевых компонентов:

1. **Пищевые волокна:** являются основным структурным компонентом порошка. Способствуют нормализации работы желудочно-кишечного тракта, выполняя пребиотическую функцию, и влияют на скорость усвоения сахаров.
2. **Полифенольные соединения:** антоцианы, флавонолы, фенольные кислоты и проантоцианидины выступают в роли мощных антиоксидантов, нейтрализующих реактивные формы кислорода. Их содержание в сублимированном продукте сопоставимо с содержанием в свежем сырье.
3. **Витамины:** наибольшей сохранностью отличаются аскорбиновая кислота (витамин С) и жирорастворимые витамины (каротиноиды, выступающие как провитамин А, токоферолы). Витамины группы В могут частично деградировать, но их остаточное количество остается значительным.
4. **Минеральные вещества:** калий, кальций, магний, железо, марганец и селен полностью сохраняются в процессе сублимации и переходят в конечный продукт.

Введение сублимированных ягод позволяет не просто обогатить продукт нутриентами, но и придать ему заявленные функциональные свойства (например, «источник пищевых волокон» или «богат антиоксидантами»), что является весомым конкурентным преимуществом в условиях растущего потребительского спроса на продукты для здорового питания.

3. Выгода использования сублимированных ягод в кондитерском производстве

Первоначальная высокая стоимость сублимированных ягод часто отпугивает предпринимателей. Однако комплексный анализ показывает их экономическую эффективность.

3.1. Снижение логистических и складских издержек.

Вес и объем. Удаление 90-95% воды приводит к сокращению веса и объема в 5-10 раз. Это позволяет существенно сэкономить на транспортировке и складских площадях. Один килограмм сублимированной клубники эквивалентен 8-10 кг свежей.

Срок годности. Длительный срок хранения (до 2 лет в правильных условиях) позволяет делать выгодные оптовые закупки, нивелируя сезонные колебания цен на свежее сырье, и избегать порчи продукции.

3.2. Минимизация производственных потерь.

Отсутствие отходов. Сублимированные ягоды поставляются готовыми к использованию, без плодоножек, чашелистиков и порченных частей. Коэффициент использования близок к 100%.

Стабильность качества. Минимизация порчи из-за перепадов температур в цеху (в отличие от заморозки) или механических повреждений.

Заключение

Сублимированные ягоды представляют собой не временный тренд, а закономерный результат эволюции кондитерского производства в сторону технологичности, качества и экономической эффективности. Их уникальные свойства –сохранение питательной ценности, удобство использования, длительный срок хранения и универсальность – делают их стратегическим ингредиентом для создания продуктов, отвечающих вызовам современного рынка.

Отказ от компромиссов между вкусом, пользой, эстетикой и рентабельностью открывает перед кондитерами и технологами беспрецедентные возможности для творчества и роста бизнеса. Инвестиции в сублимированные продукты являются взвешенным решением, которое окупается за счет снижения операционных издержек, создания уникального торгового предложения и удовлетворения запросов самого взыскательного потребителя. Внедрение сублимированных ягод в рецептуры – это уверенный шаг в будущее кондитерского искусства.

Литература

1. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры : научно-практическое пособие. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2016. — 360 с.
2. Санаев Э.Ш., Мардонов Н.Р., Рустамова Н.А., Эрназарова М.А. Перспективы использования растительного сырья в качестве функциональной добавки для повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий // Universum: технические науки. - 2022. - №2(95). - С. 11-14.
3. Г. В. Семёнов, И. С. Краснова Сублимационная сушка . - Москва: ДеЛи, 2021. - 326 с.
4. Шайкарамов И.М. Сублимационная сушка продуктов // Форум молодых ученых. - 2017. - №8(12). - С. 389-392.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ ЖЕЛЕЗОМ

Майорова Д.В., магистр, Восканян О.С., доктор технических наук, Тимофеева И.А., кандидат биологических наук

ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва, ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва
Dashabuyanova77@gmail.com, 021602@mail.ru, arisha78@list.ru

Аннотация

Железодефицитная анемия (ЖДА) остается одной из самых актуальных и массовых проблем здравоохранения в мире и в России. Несмотря на известность патологии, ее распространенность продолжает оставаться высокой. Статья рассматривает масштабы проблемы, нормы потребления железа, анализирует преимущества современных форм железа для обогащения кондитерских изделий и обосновывает перспективу создания биодоступного мармеладного изделия, на основе инкапсулированного пирофосфата железа как эффективного решения.

Железо — ключевой элемент, который выполняет различные жизненно важные функции в организме человека: транспортирует кислород к органам и тканям, вырабатывает энергию и регулирует активацию иммунной системы.

Хронический дефицит железа приводит к развитию железодефицитной анемии — состоянию, при котором снижается количество гемоглобина и эритроцитов в крови. Основные симптомы, характеризующие железодефицитную анемию, включают: чувство усталости, слабость и снижение сопротивляемости, трудности с концентрацией внимания и снижение физической и умственной работоспособности, бледность, одышка, трудности с поддержанием адекватной температуры тела (особенно в конечностях, которые кажутся прохладными). Во время беременности — это может привести к осложнениям и к повышению риска преждевременных родов. Более серьёзный дефицит железа в организме также может привести к неврологическим проблемам, к снижению иммунитета, к болезням желудочно-кишечного тракта, к повышению всасывания и накопления токсических микроэлементов. Актуальность проблемы подчеркивается ее повсеместной распространенностью.

Распространенность железодефицитной анемии в Российской Федерации остается стабильно высокой. Данные варьируются в зависимости от региона и группы населения, но общая картина выглядит следующим образом (табл.1).

Таблица 1 - Распространенность железодефицитной анемии в РФ среди ключевых групп риска

Группа населения	Примерная распространенность	Примечания
Беременные женщины	20% - 40%	Самая уязвимая группа в связи с повышенной физиологической потребностью
Дети раннего возраста	20% - 30%	Период интенсивного роста и истощения неонатальных запасов
Подростки (девушки)	15% - 25%	Сочетание скачка роста и начала менструаций
Женщины репродуктивного возраста	15% - 20%	Регулярные физиологические кровопотери. Латентный дефицит железа может достигать 50-60 %
Пожилые люди	10% - 15%	Часто связана с хроническими заболеваниями и плохим питанием

По данным Минздрава РФ, за последние 20 лет частота анемии увеличилась более чем в 6 раз, среди них около 90% составляют железодефицитные. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), железодефицитная анемия занимает ведущее место среди 38 наиболее распространенных заболеваний человека. В России ее регистрируют у 6-30% населения [1].

Анемия, вызванная дефицитом железа — это самое распространенное осложнение беременности в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), около 40% всех беременных женщин в мире страдают анемией. В некоторых развивающихся странах этот показатель может достигать 60-80%. В России распространенность железодефицитной анемии среди беременных составляет, по разным данным, от 20% до 40%. Чаще всего анемия развивается во втором и третьем триместрах.

Суточная потребность в железе, представленная на рисунке, неодинакова и зависит от пола, возраста и физиологического состояния.

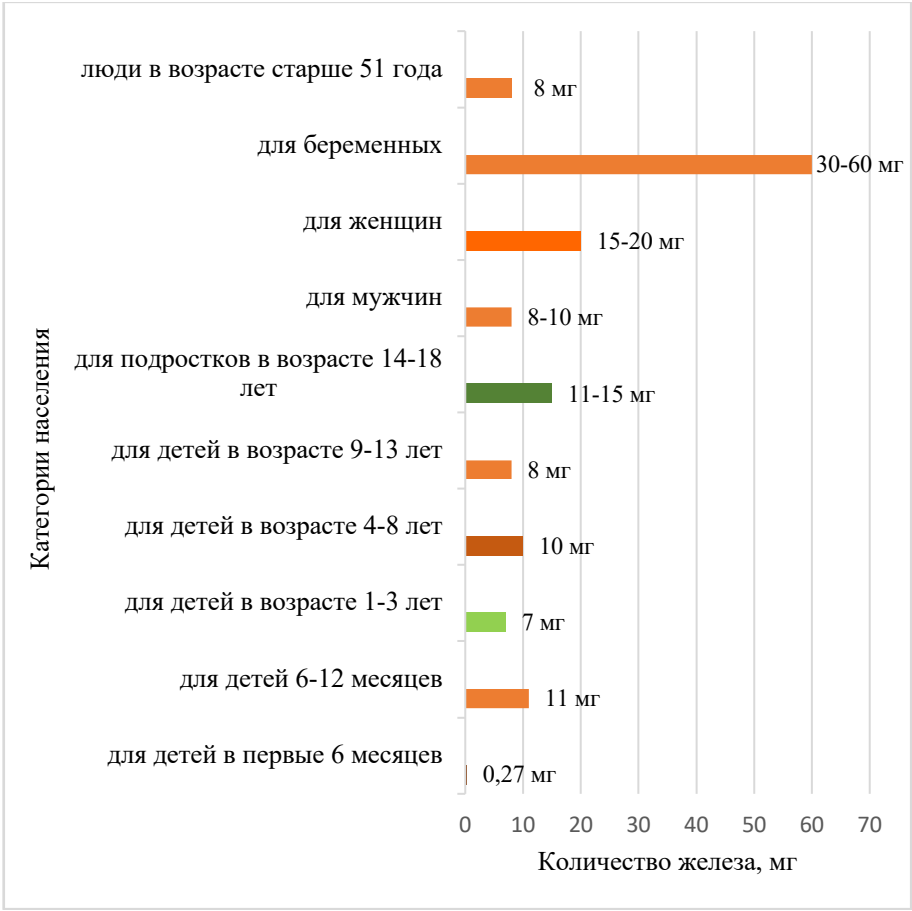


Рисунок – Суточная потребность в железе, мг

Беременные женщины находятся в зоне наивысшего риска. Во время беременности снижение гемоглобина регистрируется в 41,8% случаев, причем в подавляющем большинстве случаев причиной анемии является железодефицит, а 40% имеют нарушения обмена железа еще до беременности [3]. Дефицит железа у матери напрямую угрожает здоровью плода, повышая риски задержки развития, преждевременных родов и низкого веса при рождении.

Покрыть потребность в 30-60 мг железа только за счет диеты практически невозможно, что делает обязательным прием специализированных препаратов или обогащенных продуктов. Например, в качестве обогащенных продуктов можно использовать кондитерские изделия. Главная сложность при обогащении кондитерских изделий железом — выбор формы железа и его влияние на органолептические свойства продукта.

Выбор наиболее подходящей формы железа осуществлялась с учетом ряда факторов, такие как: биодоступность, стабильность, безопасность и изменение органолептических свойств (табл.2).

Таблица 2 – Сравнение форм железа

Форма железа	Плюсы	Минусы	Для кого подходит
Сульфат железа (Самая распространенная)	Высокая биодоступность (хорошо усваивается); Низкая стоимость; Доказанная эффективность	Сильные побочные эффекты со стороны ЖКТ: тошнота, запоры, боли; Металлический привкус во рту; Вступает в реакции с пищей, может окислять другие компоненты	Для здоровых взрослых с выраженным дефицитом, у которых нет проблем с желудком и которые готовы терпеть побочки
Глюконат и Фумарат железа	Переносятся лучше, чем сульфат; Достаточно высокая биодоступность; Умеренная цена	Все еще могут вызывать неприятные ощущения в ЖКТ; Металлический привкус возможен	Для тех, кто не переносит сульфат, но ищет бюджетный вариант
Пирофосфат железа	Не вызывает побочек со стороны ЖКТ; Без металлического привкуса; Стабилен в продуктах, не окисляет их; Высокая биодоступность (особенно инкапсулированный)	Выше стоимость; Менее распространен в чистом виде в аптеках	Идеален для: детей, беременных, людей с чувствительным ЖКТ, обогащения продуктов (каши, напитки)
Бисглицинат железа (Хелатная форма)	Лучшая переносимость (минимум побочек); Очень высокая биодоступность; Не взаимодействует с пищей, можно принимать с едой; Без привкуса	Самая высокая цена среди аналогов	Лучший выбор для: людей с очень чувствительным желудком, тех, кому критически важен комфорт приема, длительного профилактического приема
Гемовое железо (Из гемоглобина животных)	Усваивается в 2-3 раза лучше, чем негемовые формы; Не зависит от других продуктов питания; Практически не вызывает побочных эффектов	Очень высокая стоимость; Редкость на рынке; Не подходит веганам/вегетарианцам	Для тех, кто ищет максимально эффективную и безопасную форму и готов за нее платить

Среди рассмотренных форм железа наиболее биодоступным и стабильным является пирофосфат железа. Многочисленные клинические исследования [3] показали, что пирофосфат железа входит в число солей, обеспечивающих наилучшие результаты даже при самом серьезном дефиците. Пирофосфат железа имеет:

— Высокую биодоступность. Особенно в виде субмикронных частиц, он усваивается не хуже, а иногда и лучше сульфата, но без побочных эффектов.
— Нейтральный вкус и цвет. Не обладает характерным металлическим привкусом, что критически важно для создания вкусных продуктов.
— Стабильность. Не окисляет жиры и другие компоненты продукта, что значительно увеличивает срок его годности и сохраняет первоначальные вкусовые качества.
— Безопасность для ЖКТ. Не раздражает желудок и кишечник, что делает его идеальным для детей, беременных и людей с чувствительным пищеварением.

Для обогащения продуктов питания пирофосфат железа (особенно в инкапсулированной форме) является золотым стандартом, так как не портит вкус и цвет еды. Это современная, технологичная форма, которая идеально подходит для большинства людей, включая детей и беременных. Она эффективна, но при этом безопасна для ЖКТ.

Инкапсулированная форма пирофосфата железа позволит создать защитную оболочку вокруг каждой частицы железа, которая предотвращает нежелательное взаимодействие железа с другими ингредиентами продукта (кислотами, витаминами, жирами) до момента попадания в организм. Гарантирует, что железо высвободится именно в том отделе ЖКТ, где его усвоение будет максимальным. Инкапсулированная форма железа будет маскировать любой возможный привкус, обеспечивая чистый и приятный вкус мармелада [5].

Мармелад — это формат, любимый детьми и взрослыми. Он ассоциируется с удовольствием, а не с лечением, что повышает приверженность к регулярному приему. Каждая мармеладная мишка или долька может содержать строго определенную, безопасную и эффективную дозу железа, адаптированную для разных целевых групп, в нашем случае беременных женщин.

Учитывая все вышесказанное, создание функционального кондитерского изделия — мармелада, обогащенного инкапсулированным пирофосфатом железа, является чрезвычайно полезной альтернативой для контроля железодефицитной анемии.

Создание биодоступного мармелада на основе инкапсулирования железа — это не просто маркетинговый ход, а реальный шаг на пути к повышению качества жизни и здоровья всех слоев населения, в том числе беременных. Такой продукт сочетает в себе научный подход, безупречный вкус и эффективность, делая профилактику железодефицита по-настоящему доступной и приятной.

Литература

1. Андреичев Н.А., Балеева Л.В. Железодефицитные состояния и железодефицитная анемия // Вестник клинической медицины. – М: 2009. – №3. – С. 60-65.
2. Виноградова М.В., Федорова Т.А. Железодефицитная анемия во время беременности – профилактика и лечение // Медицинский совет. – М: 2015. – №9. – С. 78-82.
3. Жарова В.Е., Хилькевич Е.Г. Частота и рспространенность железодефицитной анемии // Медицинский совет. – М: 2018. – №13. – С. 78-81.
4. Филлипова О.В. Особенности фармакокинетики и фармакологические преимущества липосомального железа для женского организма // Медицинский совет. – М: 2025. – №19. – С. 95-103.
5. Патент WO 2022/118270 A1, «Композиции для применения в лечении и/или профилактике железодефицитных состояний или заболеваний» – Опубл. 09.06.2022.

ДВУХЭТАПНОЕ ГРАНУЛИРОВАНИЕ САХАРА: МЕХАНИЗМЫ И ПРКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Майоров Р.Д., магистр, Восканян О.С., доктор технических наук, Тимофеева И.А., кандидат биологических наук

ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва, ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва

aronak.rom@gmail.com, 021602@mail.ru, arisha78@list.ru

Аннотация

Цель работы — объединить данные о пребиотиках и технологиях двухэтапного гранулирования сахара в единый подход к разработке функциональных сахаросодержащих продуктов. Рассматриваются определение и механизмы действия пребиотиков, их формы, целевые аудитории и ориентиры по потреблению. Показано, что двухэтапное гранулирование — схема, в которой сформированное на первой стадии «ядро» с пребиотиком покрывается «чистой» сахарной оболочкой на второй стадии — обеспечивает микрокапсулирование и защиту гидрофильных волокон, снижает контакт с влагой и кислородом, уменьшает гигроскопичность и пылеобразование, повышает прочность и однородность гранул, а также стабильность дозирования пребиотика на порцию [1]. Практическая значимость заключается в возможности получения стабильных, удобных для порционирования продуктов с прогнозируемой функциональной дозой пребиотика, пригодных для масштабирования на оборудовании типа «кипящий слой» и барабанных грануляторов. Актуальность связана с целенаправленным управлением структурой «ядро/оболочка» сахарной гранулы для избирательной защиты пребиотиков и обеспечения их равномерного распределения.

Введение

Люди систематически недобирают пищевые волокна, в том числе пребиотики; адекватное потребление клетчатки для взрослых оценивается на уровне 25 г/сутки, тогда как фактическое потребление в ряде стран ниже рекомендуемых значений. Например: В России – 12-15 г/сутки, в США – 12-16 г/сутки, во Франции – 16-18 г/сутки, в Германии – 12-17 г/сутки, в Японии – 10-15 г/сутки, [3]. Эффекты пребиотиков обычно наблюдаются при дозах порядка 2,5–10 г/сутки, вводимых постепенно для снижения риска метеоризма и дискомфорта.

Пребиотики (например, инулин и фруктоолигосахариды) избирательно используются кишечной микробиотой и ассоциированы с образованием короткоцепочечных жирных кислот (КЖК) и метаболическими эффектами на уровне хозяина [2]. На этом фоне растёт интерес к функциональным сахаросодержащим продуктам, способным обеспечивать контролируемое внесение пребиотиков при сохранении удобства дозирования сахара. Технологически перспективной является двухэтапная схема гранулирования, разделяющая рост «ядра» с активами и нанесение внешней «чистой» оболочки [4]. Переход к технологической части предваряется кратким обзором по пребиотикам.

Определение и механизмы действия

Пребиотики — это субстраты, избирательно используемые микроорганизмами хозяина и приносящие ему доказанную пользу для здоровья [2]. К классическим пребиотикам относятся инулин и ФОС. Они проходят тонкий кишечник без гидролиза, ферментируются в толстой кишке с образованием короткоцепочечных жирных кислот (уксусной, пропионовой, масляной), которые участвуют в энергетике колоноцитов, модуляции воспаления и барьерной функции слизистой.

Формы и производители

Пищевые источники: корень цикория, топинамбур, лук, чеснок, спаржа, бананы, цельнозерновые. Промышленные формы: порошки и сиропы инулина/олигофруктозы;

галактоолигосахариды (GOS) в смесях для детского питания; фармацевтические сиропы лактулозы. На рынке представлены как монопродукты, так и синбиотики (пребиотик + пробиотик). Крупные поставщики ингредиентов включают BENEO (инулин/олигофруктоза) и Clasado Biosciences (B-GOS), а также Российские ПроБиоФарм и Био-Веста.

Целевые аудитории

Продукты с пребиотиками ориентированы на: взрослых с функциональными нарушениями ЖКТ (запоры, дисбиоз); группы с метаболическими рисками (инсулинорезистентность, дислипидемия); пожилых (поддержка микробиоты и минерализации). Связь с технологией гранулирования дает возможность выдавать стандартизированную дозу пребиотика на порцию.

Суть двухэтапного гранулирования

Двухэтапное гранулирование состоит из двух этапов:

1) рост «ядра» гранулы с введением пребиотика;
2) нанесение «чистой» сахарной оболочки с последующей сушкой и охлаждением.

На первом этапе пребиотик распределяется в аморфно-кристаллической матрице ядра; на втором — формируется барьер, снижающий доступ влаги и кислорода и стабилизирующий механические свойства [5].

Сравнение с одноэтапным процессом

Разделение стадий обеспечивает лучшую сохранность активов (минимизация перегрева и окисления), более высокую прочность и узкий фракционный состав, снижение пылеобразования и гигроскопичности, повышение равномерности дозирования пребиотика за счёт фиксации его в ядре (табл.1) [6].

Таблица 1 – Сравнение одноэтапного и двухэтапного гранулирования

Критерии	Одноэтапное гранулирование	Двухэтапное гранулирование	Результат
Сохранность пребиотика	Средняя/низкая (контакт с влагой и O_2 на всём цикле)	Высокая (пребиотик в ядре + защитная оболочка)	Снижение окисления
Прочность гранул	Неустойчивая	Повышенная	Отдельная оптимизация ядра и оболочки
Гигроскопичность /пылеобразование	Выше	Ниже	Плотная «чистая» оболочка
Равномерность дозы	Зависит от распыла/сушки	Выше	Фиксация актива в ядре

Механизм защиты пребиотиков в сахарной матрице

Пребиотик локализуется преимущественно в ядре гранулы (аморфная фаза между кристаллами сахарозы), а внешняя оболочка выступает как диффузионный барьер для влаги и кислорода. Такая архитектура уменьшает сорбционное увлажнение, миграцию растворимых

компонентов и слёживание, повышая сыпучесть и стабильность при хранении [7]. В многослойных покрытиях имеется дополнительный эффект «фиксации» структуры, снижающий пылеобразование и истираемость гранул.

Для реального продукта двухэтапная схема упрощает соблюдение целевой дозы пребиотика «на порцию» (например, 3–5 г), поскольку актив фиксирован в ядре, а оболочка нивелирует вариабельность распыления и сушки. Это повышает повторяемость вкусо-ароматических и функциональных свойств между партиями. Гранулы 3–4 мм удобны для автоматических дозаторов и фасовки, а снижение гигроскопичности уменьшает риск слёживания. Гранулы быстро растворяются в горячих и холодных напитках, обеспечивая удобство и прозрачную коммуникацию дозы.

Актуальность и практическая значимость

Актуальность заключатся в интеграции пребиотиков в сахарные гранулы по двухэтапной схеме с управляемой структурой «ядро/оболочка», что обеспечивает селективную защиту гидрофильных волокон и воспроизводимое дозирование. Практическая значимость — в применимости подхода на стандартных установках кипящего слоя/барабанах, масштабируемости режимов и возможностях модификации рецептур (разные пребиотики, сочетания с кислотами/ароматизаторами) без потери стабильности.

Заключение

Двухэтапное гранулирование сахара с пребиотиками сочетает технологическую надёжность и функциональную эффективность. Отделение роста ядра от нанесения оболочки позволяет повысить сохранность пребиотика, управлять гранулометрией и обеспечить стабильную дозу на порцию.

Литература

1. Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics// Journal of Nutrition. – 1995. - № 125(6). – С. 1401–1412.

2. Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E. et al. Expert consensus document: ISAPP consensus statement on the definition and scope of prebiotics // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. - 2017. - № 14. – С. 491–502.

3. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre // EFSA Journal. – 2010. - № 8(3). – С. 1462.

4. RU 2249621 C1. Способ производства гранулированного сахарсодержащего продукта. 2005.

5. EP 1142486 A2. Fluidised bed process for making gelling sugar comprising sugar, a gelling polysaccharide and an acid. 2001.

6. RU 2652128 C1. Способ производства гранулированного сахарсодержащего продукта. 2018.

7. Славянский А.А., Грибкова В.А., Николаева Н.В., Митрошина Д.П. Исследование возможности применения гранулированного сахаросодержащего продукта // Вестник Астраханского государственного технического университета. – М: 2021. - № 4. - С. 859-868.

ПОДБОР РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Дягилева Ю.А., магистрант, Забалуева Ю.Ю. кандидат технических наук

ФГБОУ «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского» (ПКУ), г. Москва

e-mail: dyagilewa.iulya@yandex.ru

Аннотация

Кисломолочные продукты являются важной составляющей здорового и сбалансированного рациона питания человека, обеспечивая организм полноценными белками и минеральными веществами. Для расширения ассортиментного ряда кисломолочных продуктов и повышения их пищевой ценности актуальным является вопрос обогащения растительным сырьем. В данной статье приведен обзор перспективных источников растительных антиоксидантов.

Продукты питания являются одной из основных потребностей человека для поддержания его нормальной жизнедеятельности. Составные компоненты пищи – вода, нутриенты и эссенциальные вещества – выполняют множество функций в организме, таких как энергетическая, строительная, защитная, регуляторная и т.д [1]. Каждый из микро– и макро– элементов обладает специфичностью и не может по отдельности обеспечивать все необходимые процессы. Именно поэтому рацион питания должен быть разнообразным, включать продукты как растительного, так и животного происхождения, что позволит соблюдать баланс всех нутриентов и обеспечивать работоспособность и гомеостаз организма [2].

Продукты животного происхождения являются необходимой составляющей рациона питания благодаря своей белковой фракции. Белки являются основой для строительства клеточных структур организма, из–за чего необходимо обеспечить их постоянное поступление вместе с пищей. Животные белки содержат в своем составе все незаменимые для человека аминокислоты, а также обладают более высокой степенью усвояемости по сравнению с растительными. Так, яичный белок усваивается на 96%, молочный и животный – на 93-96%, тогда как растительные лишь на 62-80%, что значительно увеличивает их необходимое количество для удовлетворения суточной потребности [1].

Молоко и молочные продукты являются одной из самых распространенных категорий товаров, что обусловлено не только пищевой и биологической ценностью их белков, но и богатым химическим составом. Молочные продукты являются отличным источником кальция и фосфора, необходимых для формирования прочной костной ткани, а разнообразие молочной продукции позволяет удовлетворить различные запросы потребителей. Помимо этого, особое значение в питании играют кисломолочные продукты, богатые пробиотиками, которые могут восстанавливать нормальную микрофлору кишечника. Все перечисленное обуславливает актуальность разработки новых кисломолочных продуктов питания.

С другой стороны, растительное сырье богато витаминами, пищевыми волокнами и мощными антиоксидантами, чего нет в животном сырье [3]. Антиоксиданты (АО) являются важной составляющей защитных механизмов организма. АО используют для замедления и предотвращения процессов свободно–радикального окисления в организме, что способствует его нормальной жизнедеятельности в условиях стресса, а в пищевой промышленности антиоксиданты являются важными компонентами для пролонгирования сроков хранения готовой продукции. Общий механизм их действия основан на взаимодействии со свободными радикалами, которые представляют собой молекулы с «недостающим» электроном. Для регуляции количества свободных радикалов в организме необходимы антиоксиданты. Это вещества различной химической природы, которые присутствуют во внеклеточной и внутриклеточной среде,

с разными механизмами действия и оказываемыми эффектами. Различные АО могут выступать в роли хелатирующих агентов, синергистов, ингибиторов ферментов, доноров электронов, доноров водорода, а также поглотителей синглетного кислорода и напрямую радикалов [4].

При создании продуктов питания и расширении их ассортиментного ряда актуальным является совместное использование продуктов растительного и животного происхождения с целью повышения функциональных свойств готовой продукции.

Целью данной работы является подбор перспективных источников растительного сырья для обогащения кисломолочных продуктов антиоксидантами.

Для выявления перспективных антиоксидантов растительного происхождения был проведен аналитический обзор отечественных и зарубежных литературных источников с использованием систем Google Scholar, Elibrary. CyberLeninka, Elsevier и других. В результате были выявлены следующие растительные компоненты: сушеный розмарин, листья которого содержат большое количество кверцетина и других антиоксидантов; сушеные ягоды облепихи, богатые витамином А и С; порошок из сушеных яблок, который содержит большое количество янтарной кислоты; куркума содержит большое количество фенольных веществ и обладает высокой антиоксидантной активностью; японский зеленый чай матча богат каротиноидами и фенольными веществами; сушеные ягоды барбариса обладают высоким содержанием фенольных веществ, в том числе антоцианов; порошок из семян тыквы содержит в своем составе β – каротин [5-13].

Результаты проведенного аналитического обзора приведены в таблице 1. В ней приведены усредненные значения суточной нормы потребления веществ, указанных в соответствии с МР 2.3.1.0253-21 и МР 2.3.1.1915-04 [14,15].

Таблица 1 – Энергетическая ценность и содержание веществ, обладающих антиоксидантными свойствами в порошках из растительного сырья

Нутриент	Содержание в растительном сырье, на 100г							Суточная норма
	Розмарин	Облепиха	Яблоко	Куркума	Матча	Семена тыквы	Барбарис	
Белки, г	4,9	4,8	2,8	9,7	30,6	40	0,5	70
Жиры, г	15,2	21,6	0,1	3,3	5,3	10	0,3	70
Углеводы, г	21,5	22,8	73,8	44,4	38,5	6	76	280
Пищевые волокна, г	42,6	8,0	18,6	22,7	38,5	0	2,9	22,5
Энергетическая ценность, ккал	331	328	316,3	312	324	274	317	2000
Витамины:								
Витамин А, мкг	156,0	1000,0	3,8	0	100,0	0	0	800,0
β-каротин, мг	0	6,0	0,025	0	60,0	4,95	0	5,0
В1, мг	0,514	0,12	0,025	0,058	0,8	0,28	0,06	1,5
В2, мг	0,428	0,2	0,05	0,15	1,35	0,16	0,16	1,8
В5, мг	0	0,6	0,306	0,542	3,7	0	0,31	5,0
В6, мг	1,74	0,44	0,156	0,107	0,96	0	0,1	2,0
В9, мкг	307,0	36,0	0	20,0	1200,0	58,0	0	400,0
С, мг	61,2	800,0	2,5	0,7	60,0	5,61	28,5	100,0
Е, мг	0	20,0	1,25	4,43	28,0	2,18	4,2	15,0
Антиоксиданты								
Селен, мкг	4,6	3,88	1,625	6,2	0	0	0	60,0
Общее содержание фенолов, мг экв. ГК*	109,2	680,0	672	1046	10000	260,0	973	500,0

*– галловая кислота

Исходя из полученных данных видно, что у каждого из выбранных образцов растительного сырья есть свои преимущества в содержании тех или иных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами.

Для создания продуктов функционального назначения необходимо, чтобы они удовлетворяли 30–50% суточной нормы тех или иных нутриентов. В качестве целевых показателей при создании функционального кисломолочного продукта можно выделить: содержание селена, общее содержание полифенолов, содержание витамина Е и С, или β– каротина, в зависимости от назначения продукции.

Использование смеси изученных компонентов в качестве комплексной антиоксидантной добавки наиболее целесообразное решение, так как позволит удовлетворять сразу несколько потребностей организма.

Литература

1. Позняковский, В. М. Физиология питания / В. М. Позняковский, Т. М. Дроздова, П. Е. Влощинский. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 432 с.
2. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание : учебное пособие / О. Я. Мезенова. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 224 с.
3. Горбунова Н. В., Евтеев А. В., Банникова А. В., Решетник Екатерина Ивановна Перспективы использования продуктов комплексной переработки растениеводства в качестве источников получения антиоксидантов // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. №2 (42).
4. Flieger, J. Antioxidants: Classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles. / J. Flieger, W. Flieger, J. Baj, R. Maciejewski // Materials (Basel). – 2021. – Vol.14(15). – P.4135. – DOI:10.3390/ma14154135
5. Химический состав российских пищевых продуктов : справочник / под редакцией академиков РАН В. А. Тутельяна [и др.]. – Москва : ДеЛи, 2024. – 192 с.
6. Растительные компоненты - как источники биологически активных веществ в мясных кулинарных полуфабрикатах и изделиях / А. Ю. Соколов, Т. В. Жубрева, Л. В. Беркетова [и др.] // Инновационные процессы и технологии в современном мире. – 2016. – № 1(4). – С. 82-87.
7. Борисова А. В., Макарова Н. В. Антиоксидантная активность in vitro пряностей, используемых в питании человека // Вопросы питания. 2016. №3.
8. Макарова, Н. В. Антиоксидантные свойства сушеных фруктов из торговой сети / Н. В. Макарова, А. М. Гудкова, К. В. Поликарпова // Пищевая индустрия и общественное питание: современное состояние и перспективы развития : сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2017. – С. 56-60.
9. Крохалев, В. А Обоснование целесообразности применения нетрадиционного растительного сырья в технологии сладких блюд / В. А. Крохалев, Т. С. Худякова // Вестник КрасГАУ. – 2023. – №10 (199).
10. Ежова, К. С. Семена тыквы – функциональный ингредиент для создания новых продуктов питания / К. С. Ежова, М. В. Михайленко, Ю. Н. Никонович [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-3. – С. 20.
11. Хуссайне, Р. Оптимизация условий экстракции для извлечения фенольных соединений и антиоксидантов из ароматических растений / Р. Хуссайне, Е. П. Сучкова, Т. П Арсеньева // Вестник МАХ. – 2024. – №2.
12. Роганова, Е. Е. Возможности использования пряностей в качестве антиокислителей / Е. Е. Роганова, Н. В. Макарова // Пищевая промышленность. 2016. №6.
13. Нилова, Л. П. Антиоксидантные комплексы облепихи крушиновидной (hippopha rhamnoides l.) Северо-запада России / Л. П. Нилова, С. М. Малютенкова // Вестник ВГУИТ. – 2021. – №1 (87).
14. МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации".
15. МР 2.3.1.1915-04 «Рациональное питание Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ».

ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В РЕЦЕПТУРЕ СЛОЁНЫХ ВАФЕЛЬ

Гуськов С.В., магистр, Поснова Г.В., кандидат технических наук,

Яковлева М.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва

g.posnova@mgutm.ru

Аннотация

В статье представлено изучение рыночного ассортимента пищевых продуктов для геродиетического питания показывает, что данный вид продукции не представлен в широком спектре. Известно, что к середине 21 века численность людей старшего возраста возрастёт в два раза и будет составлять 16,4% от всего населения планеты. Поэтому необходимо задуматься о создании такого продукта, который может подходить для разных категорий граждан в особенности для геродиетического питания. Так же немало важно учитывать, что с возрастом идёт замедления метаболических процессов в организме. Хронические заболевания вызванные процессом старения организма, на фоне неправильного питания может привести к функциональным нарушениям и тяжёлому протеканию болезни. Изучение различных свойств в продуктах питания поможет решить часть проблем связанных с нарушением метаболизма.

В качестве продукта питания для геродиетического питания были выбраны вафли. Это не только позволить расширить ассортимент пищевых продуктов, но и сбалансировать в рационе макро- и микронутриетны необходимые для нормального функционирования организма людей пожилого возраста.

***Ключевые слова*: вафли, пищевые волокна, лён, функциональное питание.**

Application of Dietary Fibre in the Recipe of Layered Waffles

Guskov S. V., Master of Science; Posnova G. V., Candidate of Technical Sciences; Yakovleva M. V., Candidate of Technical Sciences

K. G. Razumovsky MSUTM (First Cossack University), Moscow, Russian Federation
instituttpp@yandex.ru

Abstract.

The study of the market range of food products for gerodietic nutrition shows that this type of product is not widely represented. It is known that by the middle of the 21st century the number of older people will double and will account for 16.4 % of the world's population. Therefore, it is necessary to think about creating a product that can be suitable for different categories of citizens, especially for gerodietic nutrition. It is also important to take into account that metabolic processes in the body slow down with age. Chronic diseases caused by the aging process, combined with poor nutrition, can lead to functional disorders and severe disease progression. Studying various properties of food products will help to solve some of the problems associated with metabolic disorders.

Waffles were chosen as a food product for gerodietic nutrition. This will not only expand the range of food products, but also help to balance macro- and micronutrients in the diet that are necessary for the normal functioning of the elderly body.
Keywords: waffles, dietary fibre, flax, functional nutrition.

Исследования в области демографии на настоящий момент (исследования 2022 года) показывают, что население в возрасте от 65 лет составляет почти 10% от общей численности населения. С учётом данных переписи населения прогнозируется увеличение до 16,4% данной группы населения к 2050 год. В соответствии с государственной политикой в области сохранения здоровья и активности населения особенно в пожилом возрасте является питание, которое служит главным источником энергии, минералов, витаминов, макро- и микронутриентов для организма. Одним из важнейших факторов, определяющих качество и уровень жизни человека является достаточной разброс ассортиментного минимума для геродиетического питания, который создаёт проблему правильного подбора здоровой корзины питания людьми старшего возраста [1, 2].

Самыми частыми ингредиентами, используемые для обогащения или придания функциональных свойств пищевым продуктом, являются: витамины, минеральные вещества, белки, пре- и пробиотики, полиненасыщенные жирные кислоты, однако достаточно ограниченный набор данных ингредиентов может быть использован для разработки пищевых продуктов для геродиетического питания.

С 60 лет и старше начинаются необратимые изменения в желудочно-кишечном тракте. Более выраженными становятся атрофические, склеротические изменения в слизистых оболочках. Всё высшее перечисленное должно учитываться при разработке специализированных пищевых продуктов для геродиетического питания. При этом важно учитывать и сбалансировать энергетическую ценность продуктов и рационов на их основе при внесении необходимого количества белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ достаточных для питания людей пожилого возраста. Особое значение приобретают продукты способствующие поддержанию собственного микробиома пожилых людей.

Изучение пребиотических свойств продуктов рассматривается как один из важнейших факторов здоровья человека. Пребиотики присутствуют преимущественно в растительной пище, например, в луке, чесноке, злаковых культурах, цикории, яблоках, банане и других [3].

Изучение пребиотиков ведется на протяжении многих десятилетий. В последнее время наблюдается тенденция к возникновению различных нарушений работы ЖКТ, связанных не только с аллергическими и аутоиммунными заболеваниями, но и с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, ожирением, сахарным диабетом злокачественными новообразованиями, вследствие нарушения всасывания макро- и микронутриентов, необходимых для нормального функционирования организма которые особенно ярко проявляются при снижении интенсивности основного обмена и уровня физического здоровья [4].

Важным аспектом в определении качества и уровня жизни человека – является питание. В любом возрасте для человека правильно сформированная ассортиментная здоровая корзина продуктов питания служит главным источником энергии, минералов, витаминов, макро- и микронутриентов. Самым простым способом не запутаться в множественном ассортименте предлагаемой продукции является разработка полноценных продуктов для разных групп населения в том числе для геродиетического питания.

Продукт в первую очередь, должен быть сбалансированным по отношению к физическому и физиологическому состоянию человека, учитывать район его проживания и стандартные пищевые привычки. Поэтому на сегодняшний день активно ведутся разработки по созданию продукции, обладающие высокими функциональными свойствами положительно воздействовать на общее состояние организма, оказывая при этом благоприятные условия для нормального обмена макро- и микронутриентов в организме. Однако следует отметить, что к функциональному продукту можно отнести те пищевые продукты, которые удовлетворяют потребность организма в эссенциальных компонентах не менее чем на 15% [5, 6].

Причинами развития функциональных нарушений и тяжёлое протекание болезни на фоне хронического заболевания у лиц пожилого возраста вызывает неправильное питание. Например после 60-ти летнего возраста наблюдается снижение продуцирование сольной кислоты в желудке в плоть до полного прекращения её синтеза. В связи с высшее изложенным наблюдается снижение ферментной активности пепсина и нарушения в усвоении белковых веществ.

В процессе старения также возникают изменения в поджелудочной железе, отмечается атрофия, что приводит к снижению функциональности и падению активности его ферментов. В особенности уменьшается его протеолитическая активность, в меньшей степени амилолитическая и липолитическая. Также уменьшается выработка инсулина, что увеличивает риск развития сахарного диабета.

Таким образом, в процессе старения организма происходит изменения ЖКТ, что отрицательно сказывается на его функциональности, затрудняется переваривание и всасывание пищи [7].

Самыми частыми ингредиентами, используемые для обогащения или придания функциональных свойств пищевым продуктом, являются: витамины, минеральные вещества, белки, пре- и пробиотики, полиненасыщенные жирные кислоты [8].

Вафельные изделия относят к продукции кондитерской промышленности состоящие из муки, преимущественно из пшеничной высшего сорта, соли, яиц или яичного порошка, твёрдой жировой основы на кокосовом, сливочном маслах, маргарине или кондитерском жире, ароматизаторов и вкусовых веществ, соды пищевой в качестве разрыхлителя [9].

Цель применения пищевых волокон в рецептуре слоенных вафель заключается в создании продукта, обогащенного пищевыми волокнами, микронутриентами и полиненасыщенными жирными кислотами при одновременном снижении количества сахаров и жиров в для профилактики заболеваний ЖКТ и для расширения рынка продукции для здорового и геродиетического питания.

Стандартные значения пищевой ценности вафель с распространённой жировой начинкой «Артек», а так же расчет пищевой ценности на 100 г и % покрытия суточной нормы для мужчин и женщин в возрасте 45 – 64, 65 – 74 лет с коэффициентом физической активности для мужчин 3 группы, для женщин 2 группы представлена в таблице 1 [10, 11].

Таблица 1 - Пищевая ценность вафель «Артек»

Нутриент	Количество	Рекомендуемая суточная потребность				% от рекомендуемой суточной потребности			
		Мужчины		Женщины		Мужчины		Женщины	
		45 – 64	65 – 74	45 – 64	65 – 74	45 – 64	65 – 74	45 – 64	65 – 74
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Калорийность, ккал	412,8	2900	2400	1950	1900	14,2	17,2	21,2	21,7
Белки, г	4,9	91	84	63	67	5,4	5,8	7,8	7,3
Жиры, г	26,6	97	80	65	63	27,4	33,3	40,9	42,2
Углеводы, г	64,3	417	336	278	266	15,4	19,1	23,1	24,2
Пищевые волокна, г	1,2	25	25	25	25	4,8	4,8	4,8	4,8
Витамин А, мкг	7	900	900	800	800	0,8	0,8	0,9	0,9
β-каротин, мг	0,008	5	5	5	5	0,2	0,2	0,2	0,2

Витамин B1, мг	0,05	1,5	1,5	1,5	1,5	3,3	3,3	3,3	3,3
Витамин B2, мг	0,02	1,8	1,8	1,8	1,8	1,1	1,1	1,1	1,1
Витамин E, мг	4,7	15	15	15	15	31,3	31,3	31,3	31,3
Витамин PP, мг	1	20	20	20	20	5,0	5,0	5,0	5,0
Витамин B3, мг	0,4	20	20	20	20	2,0	2,0	2,0	2,0
Калий, мг	48	3500	3500	3500	3500	1,4	1,4	1,4	1,4
Кальций, мг	8	1000	1200	1000	1200	0,8	0,7	0,8	0,7
Магний, мг	6	420	420	420	420	1,4	1,4	1,4	1,4
Натрий, мг	89	1300	1300	1300	1300	6,8	6,8	6,8	6,8
Фосфор, мг	42	700	700	700	700	6,0	6,0	6,0	6,0
Холестерин, мг	14	300	300	300	300	4,7	4,7	4,7	4,7
Насыщенные жирные кислоты, г	8,9	22,1	22,1	22,1	22,1	40,3	40,3	40,3	40,3

Как видно из таблицы 1 вафельное изделие имеет высокое содержание жира и углеводов в своём составе и не содержит такие незаменимые для организма человека вещества как: ω – 3 жирные кислоты, витаминов D и C, йод, селен, цинк. Наблюдается ограниченное количество витаминов группы B, железа, фосфора, калия и магния.

Подбор сырья с учетом их функциональности для производства вафель с начинкой, позволит сбалансировать композицию по адекватному химическому составу, аминокислотам, витаминам, полиненасыщенным жирным кислотам (ω – 3, ω – 6 и ω – 9), минеральным веществам, органическим кислотам, пищевым волокнам и необходимыми макро- и микронутриентами.

Далее был проведен поиск вафельных изделий функционального назначения в «маркетплейсах» «Озон», «Вайлдберриз» и другие [12, 13] представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Вафельные изделия функционального назначения

Характеристика изделия	CHIKALAB Протеиновые вафли без сахара и глютена "Сливочно-ореховый десерт"	Вафли без сахара протеиновые Take a BiteWafer	Вафли в шоколаде без сахара и глютена SNAQFER
1	2	3	4
Производитель	Chikalab	Take A Bite	SNAQ FABRIQ
Пищевая ценность на 100 г. изделия			
Белки, г	20	18	6
Жиры, г	27	31,1	27
Углеводы, г	15	41,1	15
Пищевые волокна, г	20	11,4	22
Энергетическая ценность, ккал	423	488	375

Состав	Молочно-ореховая начинка (изолят сывороточного белка, водорастворимые волокна кукурузы, фундук, кокосовое масло, подсолнечное масло, молоко сухое обезжиренное, эмульгатор (соевый лецитин),	Масло кокосовое, мука пшеничная, подсластитель изомальт, изолят горохового белка, мука нутовая, паста ядер арахиса, крахмал кукурузный, масло подсолнечное,	Молочный шоколад (водорастворимые волокна кукурузы, какао масло, какао тертое, молоко сухое обезжиренное, эмульгатор (соевый лецитин), ароматизаторы натуральные, подсластитель (сукралоза)),
	ароматизаторы натуральные, антиокислитель (аскорбиновая кислота), подсластитель (сукралоза)), молочный шоколад (водорастворимые волокна кукурузы, какао масло, какао тертое, молоко сухое обезжиренное, эмульгатор (соевый лецитин), ароматизаторы натуральные, подсластитель (сукралоза)), кукурузная мука, крахмал картофельный, олигофруктоза, вода, подсолнечное масло, эмульгатор (соевый лецитин), яичный белок, загустители (ксантановая камедь, гуаровая камедь), регулятор кислотности (гидрокарбонат натрия (сода пищевая)), соль пищевая, ароматизаторы натуральные.	эмульгатор - лецитин соевый, натуральные ароматизаторы, куркума молотая,соль, краситель куркумин, разрыхлитель – гидрокарбонат натрия (сода пищевая), антиокислитель – концентрат смеси токоферолов	масло кокосовое, водорастворимые волокна кукурузы,аллюлоза, молоко сухое обезжиренное, вода, кукурузная мука, крахмал картофельный, олигофруктоза, подсолнечное масло, эмульгатор (соевый лецитин), загустители (ксантановая камедь, гуаровая камедь), регулятор кислотности (гидрокарбонат натрия (сода пищевая)), соль пищевая, ароматизаторы натуральные, подсластитель (сукралоза)

В таблице 3 представлен анализ рынка продуктов для геродиетического питания [14, 15, 16].

Таблица 3 – Ассортимент продукции для геродиетического питания

Характеристика изделия	Бульон костный Куриный 73%, натуральный живой Коллаген для суставов	Йогурт «Фрезубин крем 2 ккал, со вкусом капучино»	Смесь для приготовления напитка «Антивозраст с растительным протеином» криопорошок, дой-пак	Питьевой йогурт «Resource (Nestle) 2.0 Fibre, готовое к употреблению»
1	2	3	4	5
Производитель	Круглые Сутки	Fresenius Kabi (Германия)	Сантевилль	Resource (Nestle)
Пищевая ценность:	100 г	125 г	100 г	200 мл.
Белки, г	73	12,5	22	18
Жиры, г	1	9,8	10	17,4
Углеводы, г	3	28	40	40
Пищевые волокна, г	-	-	18	5
Энергетическая ценность, ккал	313 ккал	250	338	400
Состав	Бульон костный пищевой куриный сухой, коллаген гидролизованный куриный, пептиды коллагена куриного, соль, куркума, оливковое масло, луковый порошок, пребиотик (инулин), петрушка сухая, укроп сухой	Сахароза, сироп глюкозы, кукурузный крахмал, молочный белок, концентрат молочного белка, подсолнечное масло, рапсовое масло, мальтодекстрин, витаминный микс (вит. С, вит. РР, β-каротин, пантотеновая кислота, вит. Е, вит. В6, вит. В2, вит. В1, вит. А, фолиевая кислота, вит. К1, биотин, вит. D3, вит. В12), аскорбиновая кислота, витамин Е, витамин D3,	Криопорошки семян конопли, амаранта, абрикоса, чернослива, яблока, активные вещества (аминокислоты (22%), микроструктурированные пищевые волокна, сквален, витамины С, Е, группы В, антоцианы, биофлавоноиды, калий, магний)	Вода, сироп глюкозы, молочный белок, растительное масло (низкоэруковое рапсовое масло), пищевые волокна (фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды: может содержать следы лактозы), минеральные вещества (натрия цитрат, калия цитрат, калия хлорид, магния цитрат, магния оксид, железа сульфат, натрия хлорид, цинка сульфат, кальция цитрат, марганца сульфат, меди сульфат, натрия фторид, калия

		цинка сульфат, натрия цитрат, натрия хлорид, натрия аскорбат, железа пирофосфат, магния оксид, марганца хлорид, меди сульфат, натрия фторид, натрия молибдат, хрома хлорид, натрия селенит, калия йодид, калия цитрат, загуститель (Е 1442), стабилизаторы (Е471, соевый лецитин, Е407), регулятор кислотности (Е524), вода, ароматизаторы натуральные		йодид, натрия селенат, хрома хлорид, натрия молибдат), эмульгаторы (Е472е, Е471), стабилизатор (Е418), витамины (С, Е, ниацин, пантотеновая кислота, В6, В1, А, В2, D, К, фолиевая кислота, биотин), ароматизатор (ванилин), подсластитель (Е950)

Исходя из проведённого анализа рынка продукции, вафли с функциональными свойствами представлены тремя основными направлениями:

изделиями с повышенным содержанием белка, достигаемыми внесением таких компонентов как изоляты гороха и сои, молочной сыворотки, концентрата молочного белка;

изделиями с повышенным содержанием пищевых волокон и сниженной за счет их применения энергетической ценностью, в которых применяются сырьё обладающие высоким содержанием пищевых волокон, например семена льна, конопли, амаранта и другого растительного сырья, водорастворимые волокна кукурузы, микроструктурированные пищевые волокна, фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды;

Изделиями без сахара и глютена, изготовленными на основе сахарозаменителей и подсластителей, и с заменой пшеничной муки на безглютеновую, например рисовую, миндальную, гречневую, кукурузную, амарантовую, нутовую.

Таким образом изучение существующих на рынке вафельных изделий позволило выявить отсутствие функциональных вафельных изделий, обогащённых ω – 3 жирными кислотами, пребиотиками, селеном и цинком и предназначенные для геродиетического питания.

Особым нутриентным потенциалом для создания функциональных вафельных изделий отличаются семена льна (лат. Linaceae), которые являются источником биологически активных веществ и содержат в высокой концентрации такие нутрицевтики как: диетические пищевые волокна, лигнаны и альфа-линоленовая кислота. Основной группой биологически активных соединений, входящей в семена льна, являются полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая, олеиновая и линоленовая. Благодаря этому, семена льна оказывают фармакологический, противовоспалительный, антиоксидантный и гипохолестеринемический эффекты [6, 17].

Овёс и продукты его переработка зарекомендовали себя как продукт с функциональным воздействием. Их рекомендуют употреблять при заболеваниях связных с нарушением работы ЖКТ, печени, нарушением ритма сердца и аритмии. Овёс имеет в своем составе минеральные веществ (кальций, магний, калий, фосфор), витамины (В1, В2, РР), ненасыщенные жирные кислоты

(олеиновая и линолевая), пищевые волокна (β–глюкан).

Таким образом, разработка вафельных изделий на основе продуктов переработки овса, льняного семени с внесением ингредиентов источников кальция, селена и цинка, витамина D является актуальным для расширения ассортимента мучных изделий для питания группы лиц находящиеся на восстановительном периоде после болезни, на предпенсионном и пенсионном возрасте от 45 лет.

Литература

1. Zehui Qiu, Yuyao Shi, Yao Zheng, Wenzheng Shi, Long Zhang, Mingyu Yin, Xichang Wang, Comparison of in vitro digestive characteristics of proteins from different sources in simulated elderly gastrointestinal conditions, Food Chemistry, Volume 463, Part 3, 2025, 141-299

2. Федеральный закон от 02.01.2000г. № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов». - Режим доступа:: http://www.kremlin.ru/acts/bank/14882, дата обращения 20.10.2025

3. Лазебник Л. Б. Возрастные изменения пищеварительной системы // Клиническая геронтология. - 2006. - №1. - Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/vozrastnye-izmeneniya-pischevaritelnoy-sistemy, дата обращения 11.10.2025

4. Гуськов С.В. ФОРМИРОВАНИЕ «ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ» КАК ОБРАЗА ЖИЗНИ / С.В. Гуськов, Г.В. Поснова, О.С. Восконян // Проблемы развития современного общества : сборник научных статей 10-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, Курск, 23–24 января 2025 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 28-31.

5. Платова, Г. И. Экономическая целесообразность производства Брынзы с применением семян льна / Г. И. Платова, К. Р. Гиноян, Р. В. Гиноян // Современные тенденции развития аграрного сектора экономики: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых, посвященная 100-летию со дня рождения Героя Советского Союза, ветерана Академии (заместителя декана экономического факультета с 01.01.1976 г. по 03.08.1987 г.) Александра Михайловича Кузнецова, Нижний Новгород, 28 июня 2022 года. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия", 2022. – С. 66-68.

6. Харенко, Е. Н. Технология функциональных продуктов для геродиетического питания : учебное пособие / Е. Н. Харенко, Н. Н. Яричевская, С. Б. Юдина. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 204 с. —Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/206219 , дата обращения: 13.10.2025—

7. Шилина, А. В. Способы обогащения продуктов питания пищевыми добавками / А. В. Шилина // Современные студенческие исследования : сборник статей V Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 15 мая 2025 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. – С. 194-196.

8. Патент № 2834281 C1 Российская Федерация, МПК A23G 3/54 Вафельное изделие / В. Н. Иванов № 2024119069 заявл. 08.07.2024, опубл. 05.02.2025 - Бюл.№4. – 11 с.

9. 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.). - Режим доступа: https://upp.alregn.ru/pharmaceutical-industry/docs/inaya-poleznaya-informatsiya/MP 2.3.1.0253-21.pdf , дата обращения 06.10.2025

10. Мой здоровый рацион. - Режим доступа: https://health-diet.ru/table_calorie_users/1136191/?ysclid=mgf4txhczb799464294 , дата обращения 06.10.2025

11. Интернет магазин «Озон». - Режим доступа: https://www.ozon.ru/category/konditerskie-izdeliya-9378/?category_was_predicted=true&deny_category_prediction=true&from_global=true&text=%D0%B2%D0%B0%D1%84%D0%BB%D0%B8 , дата обращения 21.10.2025

12. Интернет магазин «Вайлдберриз». - Режим доступа: https://www.wildberries.ru/catalog/0/search.aspx?search=%D0%B2%D0%B0%D1%84%D0%BB%D0%B8 , дата обращения 21.10.2025

13. ООО Комфер. - Режим доступа: https://comfer.ru/catalog/spetsializirovannoe_pitanie/frezubin_krem_2_kkal_so_vkusom_kapuchino___-_125_g_-4/ , дата обращения 21.10.2025

14. ООО НПК Сантевилль. - Режим доступа: https://santeville.ru/catalog/funktsionalnoe_pitanie/antivozrast_s_rastitelnym_proteinom/?ysclid=mgrp09glh5767219608 - props , дата обращения 21.10.2025

15. ООО «ЯНДЕКС МАРКЕТ». - Режим доступа: https://market.yandex.ru/search?clid=703&text=%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%BB%D1%8B%D1%85%20%D0%BB%D1%8E%D0%B4%D0%B5%D0%B9%20%D0%BA%D1%83%D0%BF%D0%B8%D1%82%D1%8C&rs=eJwzsqxi5ZjRf5X9E6M4B4PAwkOsEgwKIL7GxGWLFTR2L1ms8Jcxv-aiXS-TgLyM_VSmI9ME7FcwgVQAAF1EFSU%2C, дата обращения 21.10.2025

16. Kajla P, Sharma A, Sood DR. Flaxseed-a potential functional food source. J Food Sci Technol. 2015 Apr;52(4):1857-71. doi: 10.1007/s13197-014-1293-y. Epub 2014 Feb 28. PMID: 25829567.

17. Аюшеева, О. Г. Современные тенденции в производстве функциональных продуктов питания с использованием зернового сырья / О. Г. Аюшеева, К. Полтавская // Образование и наука : Материалы национальной научно-практической конференции, Улан-Удэ, 11 апреля 2023 года. – Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управлени, 2023. – С. 8-13.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАРТОВЫХ КУЛЬТУР НА ДИНАМИКУ ВЕЛИЧИНЫ РН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС

Ю.Ю. Забалуева, кандидат технических наук, Г.В. Шевченко, аспирант, Д.Н. Бирченко, студент

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Москва
e-mail u.zabalueva@mgutm.ru

Аннотация

В статье рассматривается актуальность применения стартовых культур для обеспечения интенсификации производства сырокопченых колбас. Изучали динамику активной кислотности колбасного фарша в зависимости от различных стартовых культур: Lyocarni VBM-19, БИОБАК ARO 5 и Биостарт Э. Результаты экспериментов показали, что стартовая культура Биостарт Э обеспечивает более интенсивное снижение активной кислотности, что способствует ускорению ферментационных процессов производства колбасных изделий, а, следовательно, именно эта стартовая культура может быть рекомендована для интенсификации производства сырокопченых колбас.

Использование стартовых культур является ключевым для обеспечения стабильного и предсказуемого процесса производства сырокопченых колбас. Стартовая культура, как правило, представляет собой комплекс отобранных штаммов микроорганизмов, обладающих направленным действием. В ее состав входят как минимум один вид кислотообразующих бактерий *(Lactobacillus, Pediococcus*) и один вид бактерий, ответственных за формирование вкусо-ароматических характеристик (*Micrococcus, Staphylococcus*).

Молочнокислые бактерии (*Lactobacillus, Pediococcus*), доминирующие гомоферментативные штаммы в производстве сырокопченых колбас, играют важную роль в снижении pH посредством образования молочной кислоты. Это подавляет развитие нежелательной микрофлоры, способствует формированию плотной структуры колбасного батона, улучшает влагоотдачу и ускоряет цветообразование. Снижение pH до изоэлектрической точки мышечных белков (pH 5,3) минимизирует их гидратацию.

Микрококки (*Micrococcus, Staphylococcus*) в свою очередь, выделяют ферменты, необходимые для формирования характерного цвета и аромата сырокопченого продукта. Нитратредуктаза обеспечивает редукцию нитратов до нитритов, способствуя образованию красного цвета. Протеазы и липазы расщепляют белки и жиры, формируя типичный аромат созревания. Каталаза расщепляет перекись водорода, стабилизируя цвет и предотвращая осаливание жиров, тем самым замедляя прогоркание продукта.

Однако, технологический эффект от применения стартовых культур в значительной степени определяется используемыми штаммами микроорганизмов. Они должны обладать способностью к быстрому росту и активной выработке молочной кислоты, что влияет на сроки изготовления продукта. При этом, важнейшим условием является сохранение качества и безопасности готовой сырокопченой колбасы.

Таким образом, учитывая вышесказанное, изучение влияния появляющихся на рынке новых стартовых культур на процесс ферментации сырокопченых колбас является весьма актуальным.

Цель исследований заключалась в изучении влияния стартовых культур на динамику активной кислотности в процессе созревания сырокопченой колбас при их производстве.

На кафедре биотехнологии продуктов питания из растительного и животного сырья МГУТУ им. К.Г. Разумовского был проведен комплекс исследований, направленных на оптимизацию и интенсификацию технологий производства сырокопченых и сыровяленых мясных изделий. В рамках первого этапа исследований целью являлся выбор оптимальной стартовой культуры для производства сырокопченой колбасы.

Таблица 1 – Рецептура колбасы сырокопченой (контрольный и опытные образцы)

Наименование сырья	Сырье несоленое, кг на 100 кг			
	контроль	опыт		
		1	2	3
Свинина нежирная, жилованная	30,0	30,0		
Шпик боковой	40,0	40,0		
Гранулы соевого белка	20,0	20,0		
Филе грудки куриной	10,0	10,0		
Итого основного сырья:	*100,0*	*100,0*		
Соль пищевая поваренная	2,4	2,4		
Смесь посолочно-нитритная, концентрация нитрита натрия 0,9%	1,1	1,1		
Стартовая культура «Биостарт Э»	–	0,02	–	–
Стартовая культура «БИОБАК ARO 5»	–	–	0,025	–
Стартовая культура «*Lyocarni VBM-19*»	–	–	–	0,02
Сахар белый	0,1	0,1		
Набор специй	1,2	1,2		

Для обоснования выбора стартовой культуры, способной контролируемо регулировать биохимические процессы, протекающие в мясных системах в процессе производства сырокопченых колбас, была изучена динамика изменения pH в процессе созревания колбасного фарша. С этой целью в состав фарша были внесены следующие стартовые культуры: *Lyocarni VBM-19*, БИОБАК ARO 5, Биостарт Э.

В состав стартовой культуры *Lyocarni VBM-19* входят штаммы *Staphylococcus carnosus, Staphylococcus xylosus, Lactobacillus sakei и Pediococcus pentosaceus*, которые в комбинации обеспечивают равномерное и контролируемое производство колбас быстрой ферментации с усиленными параметрами безопасности. *Staphylococci* способствуют стабильному и равномерному цветообразованию, формированию аромата, а также предотвращают прогоркание. *Pediococci* и *lactobacilli* контролируют процесс ферментации и могут привести к образованию средней кислотности в зависимости от объема ферментируемых сахаров. Также данная культура выполняет защитную функцию, оказывая ингибирующее воздействие, например, на *Listeria monocytogenes* [1].

Стартовая культура БИОБАК ARO 5 содержит штаммы *Staphylococcus carnosus, Staphylococcus xylosus, Pediococcus pentosaceus, Lactobacillus sakei* и штаммы дрожжей *Debaryomyces hansenii*. Данная стартовая культура применяется в производстве сырокопченых и сыровяленых колбас средне быстрого созревания со сбалансированным вкусом и ароматом [2].

Видовой состав стартовой культуры Биостарт Э («Biostart Express») представлен *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosus*, *Lactobacillus sakei*, *Pediococcus pentosaceus* и *Candida famata* снижении pH посредством [3].

Комбинация представленных штаммов микроорганизмов обеспечивает унифицированное, контролируемое и безопасное производство колбас быстрой ферментации.

На рисунке 1 представлены диаграммы по изменению уровня величины pH колбасных батонов, помещенных в климатическую камеру после процесса их формования. Стартовые культуры (Биостарт Э и *Lyocarni VBM-19)* вносили в процессе приготовления фарша в количестве 0,02 % к массе мясного сырья, при этом по рекомендациям производителя стартовую культуру БИОБАК ARO 5 добавляли в количестве 0,025% к массе мясного сырья. В климатической программе оборудования были выставлены обоснованные параметры шага ферментации при температуре 21 °C.

Оптимизация процесса созревания колбас предполагает минимизацию лаг-фазы, необходимой для адаптации микроорганизмов к окружающей среде, и быстрое снижение pH в течение первых 30 часов. Данные условия ингибируют развитие нежелательной микрофлоры и

интенсифицируют процесс дегидратации. Это позволяет значительно сократить продолжительность производственного цикла сырокопченых колбас, снижая его до менее трех недель.

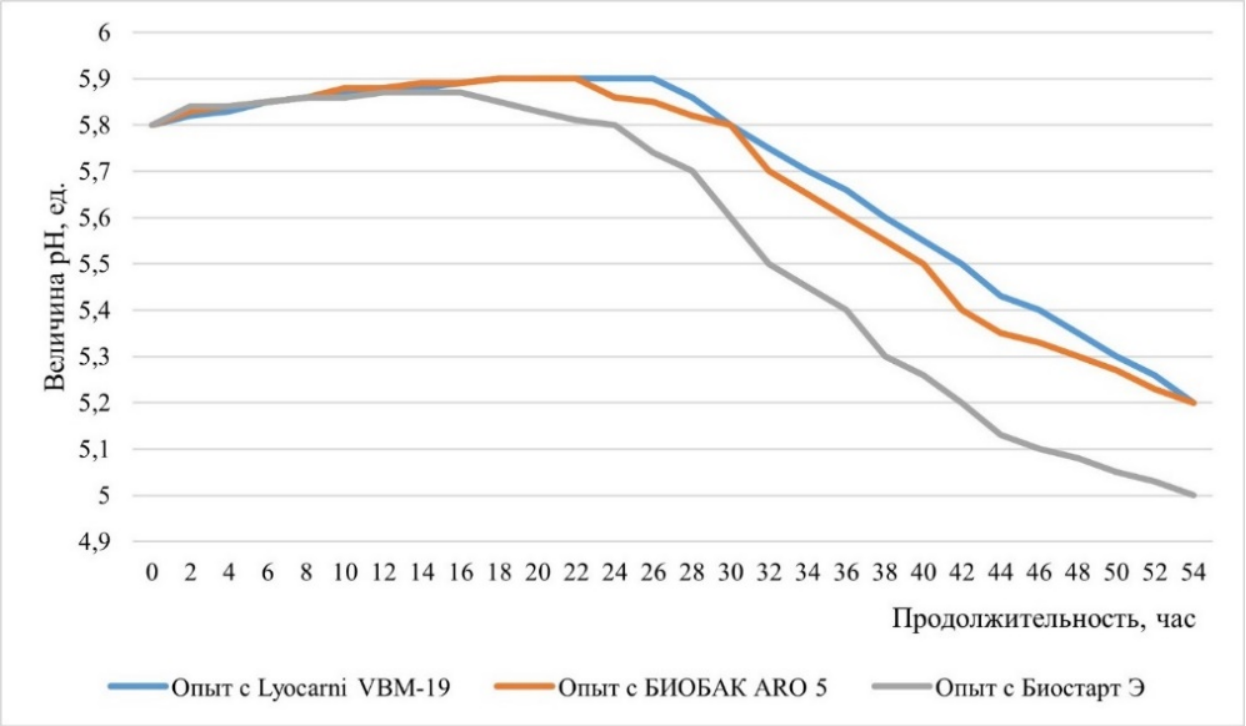


Рисунок 1 – Динамика величины pH опытных образцов со стартовыми культурами

Результаты проведенных исследований (рис. 1) продемонстрировали значительное влияние стартовой культуры Биостарт Э на снижение активной кислотности колбасного фарша. В образце, инокулированном данной культурой, снижение pH начиналось уже через 22 часа и достигало значения 5,8, в то время как в образцах, выработанных с использованием стартовых культур Lyocarni VBM-19 и БИОБАК ARO 5, аналогичный эффект наблюдался лишь через 30 часов. Анализ полученных данных позволяет заключить, что внесение Биостарт Э в колбасный фарш способствует более интенсивному накоплению молочной кислоты и снижению pH среды: уже через 46 часов pH достигал значения 5,1, а через 54 часа – 5,0. Действие стартовых культур Lyocarni VBM-19 и БИОБАК ARO 5 обеспечивало снижение активной кислотности до уровня 5,2 лишь через 54 часа.

Следовательно, применение стартовой культуры Биостарт Э в рецептурах сырокопченых колбасных изделий может быть рекомендовано для ускорения процессов ферментации, что позволит сократить производственный цикл и разработать интенсифицированную технологию производства данного вида продукции.

Работа выполнена в рамках выполнения государственного задания на оказание государственных услуг ДС № 075-03-2025-285/3 от 08.08.2025 г., (Рег. № НИОКТР 123121300085-4).

Литература

1. Стартовые культуры - ТД АРТА - пищевые добавки, ингредиенты, колбасные оболочки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tharta.ru/ (дата обращения: 20.10.2025 г.).

2. Стартовые культуры – Суперупаковка – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://superupakovka.ru/catalog/spices/syrokopchenye-kolbasy/startovye-kultury/?ysclid=mghxn291fo589556662 (дата обращения: 22.10.2025 г.).

3. Стартовая культура лиофилизированная – Е-ДОСЬЕ – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e-

ecolog.ru/crc/77.99.26.9.У.6939.8.07?ysclid=mhyzxql3b656626391&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 25.10.2025 г.).

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ЗЕФИРА НА ОСНОВЕ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ L-КАРНИТИНА

Яковлев И.Ю., студент, Яковлева М.В., кандидат технических наук, Ниазбаев Х.Р., аспирант, Горобцова Е.А., студент

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Москва

e-mail: m.klokonos@mgutm.ru

Аннотация

В статье представлена разработка рецептуры зефира, адаптированной для питания спортсменов-бодибилдеров, предусматривающая замену сахара на сахарозаменители и введение L-карнитина, обладающего анаболическим, антигипоксическим и регенерирующим эффектами, а также способствующего стимуляции жирового обмена. Представлены результаты физико-химических, органолептических и структурных показателей качества (пластической прочности) зефира «Атлетико».

В наше время всё больше людей выбирают кондитерские изделия, которые совмещают полезные компоненты и высокие сенсорные свойства. Поэтому разработка зефира с применением биологически активных веществ, обладающих жиросжигающим эффектом, может быть интересной альтернативой для тех, кто стремится к удовлетворению потребности в сладостях, но при этом хочет снизить калорийность и получить дополнительную пользу для организма [1]. Зефир с использованием жиросжигателей на основе сахарозаменителей может быть интересным предложением для пищевой индустрии, привлекая новых потребителей и поощряя инновации в сфере производства пищевых продуктов.

Кроме того, применение такого зефира в рационах питания культуристов (бодибилдиров) представляет особый интерес, так как особенность этой группы лиц заключается в развитии мускулатуры, её объема, рельефа и пропорциональности тела.

Поэтому целью проводимой работы являлась – разработка рецептуры зефира на основе сахарозаменителей (подсластителей) с применением L-карнитина, рекомендованного в питании спортсменов-бодибилдиров.

Достоверно известно, что необходимо соблюдать баланс поступающих макронутриентов (белков, жиров, углеводов), однако, многие спортсмены-бодибилдеры пренебрегают этим правилом, что приводит к определённым проблемам со здоровьем [2]. Поэтому замена сахара в рецептуре зефира на сахарозаменители (подсластители) обусловлена возникающими болезнями спортсменов-бодибилдеров в процессе их жизнедеятельности.

В рамках исследования была проведена органолептическая оценка сладости трёх сахарозаменителей (сукралозы, эритрита и лактулозы) с использованием их 1%-ых растворов. В качестве эталона использовался 1%-ый раствор сахарозы. Группа из 12 человек оценила сладость каждого раствора по шкале от 1 до 10. Для сахарозаменителей были рассчитаны средние оценки, на основании которых было определено, что наибольшую сладость имела сукралоза со средней оценкой 9. Эритрит получил среднюю оценку 4, а

лактулоза – 2,3. Поэтому было принято решение использовать коллаборацию из трех видов сахарозаменителей в рецептуре зефира.

Полуфабрикатом при производстве зефира является уваренный агаро-сахарный сироп, на основе которого был получен контрольный образец. В опытных образцах использовался сироп, полученный из четырех компонентов агара, лактулозы, сукралозы и эритрита. При производстве зефира проверка сиропа по количеству содержания сухих веществ является критически важным этапом, поскольку этот показатель существенно влияет на текстуру, качество и стабильность конечного продукта.

Таблица 1 – Результаты исследования массовой доли сухих веществ в полуфабрикатах (уваренный сироп)

Наименование полуфабриката	Рекомендуемое значение	Полученные результаты, %
Агаро-сахарный сироп	84-85%	85,1
Сироп на основе агара, лактулозы, сукралозы и эритрита		83,6

Результаты исследований показали, что разработанный сироп при одинаковом времени и температуре уваривания имел меньшее количество сухих веществ, что может быть обусловлено повышенной влажностью лактулозы. Данный факт говорит о том, что при производстве полуфабриката необходимо повышать время уваривания.

Так как L-карнитин в основном содержится в продуктах животного происхождения, которые не используются в классической технологии зефира, то данный компонент вносился в виде концентрированного порошка, который рекомендуется к приему в виде биологически активной добавки к пище. Поэтому его внесение осуществлялось на конечном этапе взбивания зефирной массы перед формованием изделий, когда температура зефирной массы составляет не более 32,5±2,5°С [3].

Рекомендуемая суточная норма потребления L-карнитина составляет 300 мг. Однако, дозировка может быть увеличена, но без превышения ПДК, которая составляет 2000 мг/сутки [4]. Оптимальной дозировкой L-карнитина на 100 готового продукта стала концентрация 1200 мг. Поэтому рекомендуемая порция зефира в день составляет 50 г, что пропорционально 2 шт. зефира. Рецептура полученного зефира представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептура зефира «Атлетико» на основе сахарозаменителей с добавлением

Наименование сырья	Содержание сухих веществ, %	Расход сырья, кг (на 100 кг готового продукта)	
		В натуре	В сухих веществах
Сироп лактулозы, г	65,5	77,0	50,0
Сукралоза, г	90,0	0,2	0,18
Пюре яблочное, г	36,0	33,3	11,9
Белок яичный, г	12,0	16,6	1,9
Глюкозный сироп, г	90,0	6,6	5,94
Агар, г	85,0	2,0	1,7
Эритрит, г	84,0	2,97	2,97
Лимонная кислота, г	91,85	0,6	0,55
L-карнитин, г	-	1,2	-
Итого, г	-	112,07	75,14
Выход, г	-	100,0	71,89

Для контроля качества полученного зефира проводились специальные исследования по определению его пластической прочности и сравнению с контрольным образцом на приборе «Структурометр СТ-2».

В ходе проведенного исследования был построен график (рисунок 1) зависимости изменения усиления нагружения от глубины его внедрения в корпус зефира.

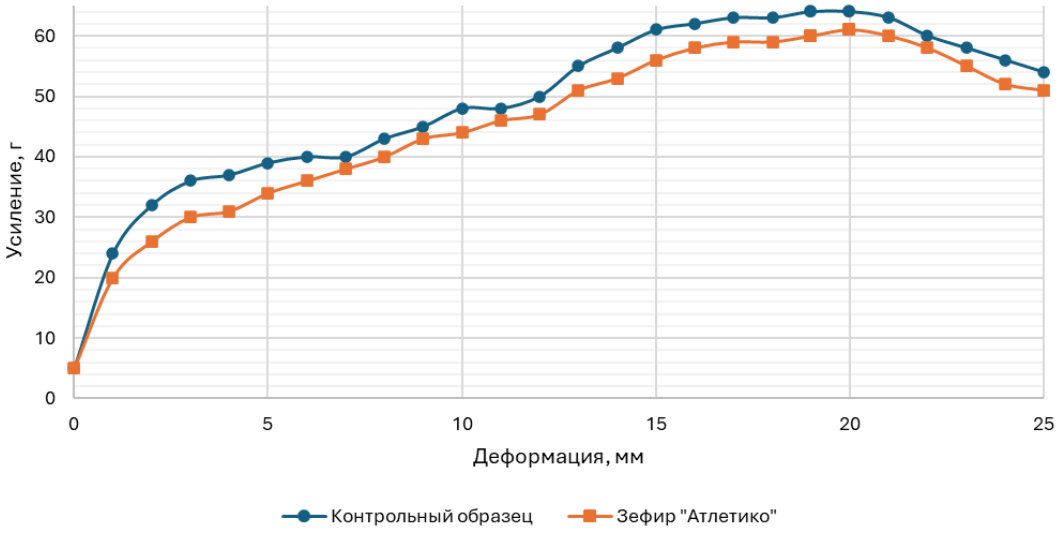


Рисунок 1 – Изменение усилия нагружения на инденторе «Цилиндр Ø2» в зависимости от глубины его внедрении в корпус зефира: контрольный образец, зефир «Атлетико»

Исходя из графика видно, что пластическая прочность контрольного образца, соответствующая максимально достигнутой точке на графике, составила 64 г, зефира «Атлетико» – 61 г. В связи с полученными данными можно сделать вывод о том, что пластическая прочность разработанного зефира в сравнении с контрольным образцом изменяется незначительно. Использование сахарозаменителей и L-карнитина в зефире не влияет на его формоудерживающую способность при отсадке, формовке и хранении, а также не деформирует его структуру и внешний вид (рисунок 2).

Рисунок 2 – Зефир «Атлетико»

Анализ физико-химических показателей изготовленного зефира «Атлетико» показал, что он соответствует требованиям ГОСТ 6441 [5]: плотность составила 0,59 г/см³, массовая доля влаги – 24,5 %. По органолептическим показателям зефир имел кремовый цвет, яблочный вкус и не расплывчатую форму, соответствующую применяемой насадке.

Таким образом, разработанный зефир «Атлетико», рекомендованный для спортсменов-бодибилдеров, полученный на основе сахарозаменителей с использованием L-карнитина, будет способствовать снижению жировой ткани, поддержанию мышечного тонуса, а также повышению выносливости во время тренировок.

Литература

1. Кузьмина Н.В., Жаринова Е.Н. Культура спортивного питания // Инклюзивное образование: результаты, опыт и перспективы : материалы II Всероссийского Форума с международным участием (26–27 ноября 2020 г., Нальчик). – Нальчик : Каб.-Балк. ун-т, 2021. – С. 311-315.

2. Дмитриев, А.В. Спортивная нутрициология / Дмитриев А.В., Гунина Л.М. – М.: Спорт, 2020. – 640 с.

3. Алпатов Д.А. Спортивное питание: подробный разбор // Международный студенческий научный вестник. 2020. № 3. [Электронный ресурс] – URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20174 (дата обращения: 14.11.2025).

4. МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [Электронный ресурс] – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979 (дата обращения 13.11.2025)

5. ГОСТ Р 6441-2014. Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 7 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Лазарева В.А., студент, Титов Е.Д., студент,
Забалуева Ю.Ю., кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Москва, Россия

Аннотация

В статье рассмотрена возможность использования растительных ресурсов в технологии мясных продуктов. Обсуждаются преимущества интеграции растительных ингредиентов, их влияние на питательную ценность и вкусовые качества. Также анализируются примеры успешного применения растительных добавок в производстве мясных изделий, что может способствовать улучшению здоровья потребителей и устойчивому развитию пищевой промышленности.

Роли пищевых волокон в питании современного человека отводится большое значение в связи с тем, что мы живем в эпоху глобального экологического кризиса, когда, помимо естественных токсических веществ, образующихся при переваривании пищи (метаболитов холестерина и желчных кислот), огромное количество токсинов (пестициды, тяжелые металлы, радионуклиды и др.) попадают в организм человека с пищей, вдыхаемом воздухом, водой. Поэтому разработка рецептур продуктов питания с пищевыми волокнами перспективно и актуально, так как потребление таких продуктов будет способствовать очищению организма и нормализации работы желудочно-кишечного тракта. Стабилизацию качества мясных продуктов можно достичь путем применения пищевых добавок, создания белково-углеводных композиций за счет сочетания сырья животного и растительного происхождения [1-5].

Цель работы заключалась в разработке рецептур котлет для бургеров, которые содержат в своем составе пищевые волокна.

Объектами исследований были: говядина жилованная односортная, свинина жилованная односортная, растительное сырье: овсяные хлопья «Геркулес», хлеб, лук соль, перец.

Контрольный образец был изготовлен в лабораторных условиях согласно рецептуре, приведенной в таблице 1. Рецептуры опытных образцов содержали овсяные хлопья «Геркулес» измельченные, которые вносили в фарш в гидратированном виде взамен хлеба пшеничного в различных количествах (табл.1).

Таблица 1 – Рецептуры контрольного и опытных образцов котлет для бургеров

Сырье и пряности	Количество, кг на 100 кг		
	Контроль	Опыт 1 (5%)	Опыт 2 (10%)
Говядина жилованная односортная	40,00	40,00	40,00
Свинина жилованная односортная	40,00	40,00	40,00
Овсяные хлопья «Геркулес»	-	5,00	10,00
Хлеб пшеничный	10,00	5,00	0,00
Лук репчатый свежий	5,80	5,80	5,80
Соль поваренная пищевая	1,18	1,18	1,18
Перец черный или белый молотый	0,4	0,04	0,04
Сухари панировочные	3,00	3,00	3,00
Итого	100,0	100,0	100,00

Технология приготовления рубленых изделий с добавлением овсяных хлопьев («Геркулес»), наряду с традиционными операциями, дополнительно включает в себя операции по гидратации пищевых волокон, которые затем вводят на стадии приготовления фарша. Использование в технологии бургерных котлет хлопьев приводит к увеличению содержания в продуктах пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, которые участвуют в обмене веществ и поддержании организма человека в работоспособном состоянии. Экспериментально было определено оптимальное соотношение при гидратации геркулесовых хлопьев и воды. Оно составило 1:1,5 (хлопья:вода).

В таблице 2 представлены результаты органолептических показателей, полученных образцов бургерных котлет с добавлением овсяных хлопьев.

Таблица 2 – Органолептические показатели образцов бургерных котлет

Показатели	Характеристики котлет		
	Контроль	Опыт №1	Опыт №2
Внешний вид	Измельченная однородная масса без костей, хрящей, сухожилий, грубой соединительной ткани, кровяных сгустков и пленок, равномерно перемешана, без разорванных и ломаных краев равномерно покрыта панировочными сухарями		
Вид на срезе	Фарш хорошо перемешан; масса однородная с включением ингредиентов рецептуры		
Цвет, вкус и запах	Свойственные рубленым полуфабрикатам с учетом используемых рецептурных компонентов, без привкуса и запаха овсяных хлопьев		

В таблице 3 представлены результаты изучения химического состава полученных образцов бургерных котлет, изготовленных с овсяными хлопьями.

Таблица 3 – Химический состав образцов бургерных котлет

Показатели	Характеристики котлет и химический состав		
	Контроль	Опыт №1	Опыт №2
Массовая доля белка, %	13,2	13,5	13,5
Массовая доля жира, %	12,2	12,1	12,1
Массовая доля углеводов, %	18,6	18,6	18,6
Массовая доля поваренной соли, %	1,2	1,2	1,2

Анализ показал, что при добавлении гидратированных хлопьев в количествах 5% и 10 % содержание жира при использовании хлопьев остается на одном уровне, так же наблюдается повышение уровня белков на 2 % относительно контрольного образца, количество углеводов остается неизменными.

С целью обеспечения населения сбалансированными и полноценными продуктами питания следует использовать, наряду с традиционным сырьем, культуры, которые обладают биологической активностью и высокой пищевой ценностью. Именно поэтому предлагается вносить геркулесовые хлопья в производство бургерных котлет. Кроме того, «Геркулес», представляющий собой расплющенные овсяные хлопья имеет ряд технологических преимуществ, а именно улучшает процесс формования котлет, исключает скопление жира на стенках технологического оборудования, сохраняет сочность готового продукта, уменьшает процент потерь при термической обработке.

Литература

1. Антипова Л.В. Методы исследований мяса и мясных продуктов Текст.: учебник / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М: Колос. – 2001. – 576 с.

2. Глотова И.А. Комбинированные функциональные добавки для мясных продуктов на основе животных и растительных белков Текст. / И.А. Глотова, А.Н. Кузнецов // Вестник ВГТА. – 2001. – №6. – С. 93–98.

3. Журавская Н.К. Исследования и контроль качества мяса и мясных продуктов Текст. / Н.К. Журавская, Л.Т. Алеина, Л.М. Атрянщикова. М.: Агропромиздат. – 1985. – 296 с.

4. Личко Н.М., Курдина В.Н., Елисеева Л.Г. Технология переработки продукции растениеводства – М.: КолосС. – 2008. – 616с.

5. Никонов, Г.К. Основы современной фитотерапии/Г.К. Никонов, Б.М. Мануйлов. – М.: Медицина. – 2005. – 520 с.

УДК 3109.01

ОНТОГЕНЕЗ ВИРУСА ЯДЕРНОГО ПОЛИЭДРОЗА У ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА ПРИ СТРЕССФАКТОРАХ

Юсифова К. Ю., докт фил. по биол., доцент
Ветеринарный Научно-Исследовательский Институт, г. Баку, Республика Азербайджан, kubrayusifova@gmail.com

Аннотация.

В статье представлены исследования, влияния различных стресс-факторов, а именно охлаждения или перегревания, провоцирующих желтуху у гусениц тутового шелкопряда, с целью выявления степени наследственной устойчивости тутового шелкопряда к желтухе. А также представлены результаты исследования при искусственном заражении гусениц вирусом без дополнительной стрессовой обработки.

Ключевые слова: полиэдроз, грены, гусеницы, тутовый шелкопряд, стресс, фактор

ONTOGENESIS OF NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS IN SILKWORM UNDER STRESS FACTORS.

Yusifova K. Yu., Phd, associate professor
Veterinary Research Scientific Institute, Baku, Republic of Azerbaijan, kubrayusifova@gmail.com

Abstract.

The article presents research data on the influence of various stress factors, namely cooling or overheating, provoking jaundice in silkworm caterpillars, in order to identify the degree of hereditary resistance of the silkworm to jaundice. The results of a study involving artificial infection of caterpillars with a virus without additional stress treatment are also presented.

Key words: polyhedrosis, grenades, silkworm, caterpillars, stress, factor

Ведение. Вирус ядерного полиэдроза Bombyx mori (BmNPV) является важным патогеном шелкопряда. Несмотря на обширные исследования в последние десятилетия, взаимодействие между BmNPV и клетками-хозяевами до сих пор четко не изучено.

Такие стрессовые факторы, как высокая температура и влажность, плохая вентиляция и некачественная пища, могут ускорить онтогенез вируса ядерного полиэдроза (ВЯП) у тутового шелкопряда, ослабляя иммунную систему насекомого и способствуя развитию вируса. После попадания в организм вирус сначала инфицирует клетки кишечника, а затем распространяется на другие ткани, при этом в ядрах инфицированных клеток образуются новые вирионы и полиэдрические тельца, после чего личинка погибает и выделяет вирус в окружающую среду.

Вирус ядерного полиэдроза идентифицируется как один из возбудителей, ответственных за гибель миллионов личинок шелкопряда. Известно, что в ядрах жировой ткани, мембраны трахеи, дермальных клеток и клеток крови в течение недели после заражения образуются полиэдрические тельца. Вирус ядерного полиэдроза быстро размножается и в конечном итоге охватывает всю клетку. Из-за быстрого увеличения числа вирусов ядерного полиэдроза клетки, а в конечном итоге и все ткани распадаются, что приводило к гибели особи. Заражение тутового шелкопряда вирусом ядерного полиэдроза наносит большой ущерб шелководам.

Температура и влажность являются основными факторами окружающей среды, влияющими на онтогенез и устойчивость к болезням шелкопряда. Эти факторы имеют решающее значение для успешного шелководства, но длительный период одомашнивания домашнего шелкопряда сделал его очень чувствительным к резким колебаниям температуры и влажности, в отличие от диких насекомых, которые проявляют большая адаптивность. Поддержание оптимальных условий, как правило, определенного диапазона температуры и относительной влажности, имеет важное значение для выращивания шелкопряда и получения качественного кокона [3]. Поскольку шелкопряды являются эктотермными (пойкилотермными) существами, температура их тела

меняется в зависимости от окружающей среды. Идеальные температуры для выращивания обычно колеблются в пределах 23-28°C, отклонения от этого диапазона негативно влияют на рост, развитие и размножение. Влажность играет жизненно важную роль, напрямую влияя на физиологическую активность и косвенно влияя на качество листьев шелковицы. В то время как молодые личинки могут переносить высокую влажность (до 90%), личинки старшего возраста чувствительны к повышенной влажности. Температура и влажность напрямую влияют на скорость метаболизма, активность ферментов, пищеварение, преобразование питательных веществ и действие гормонов. Высокие температуры и влажность могут увеличить заболеваемость вирусными и бактериальными инфекциями, в то время как высокая влажность может способствовать развитию грибковых заболеваний.

Понимание влияния климата имеет решающее значение для разработки стратегий борьбы с заболеваниями и прогнозирования вспышек, обеспечивая здоровье и продуктивность популяций шелкопряда. Из-за чувствительности шелкопрядов для их разведения необходимы контролируемые условия, что резко контрастирует с приспособляемостью диких насекомых[2, 6].

В связи с этим, нашей целью стало исследование влияния различных температурных режимов, выступающих в роли стрессовых факторов, на устойчивость гусениц к полиэдрозу.

Материалы и методы. Диагностика желтухи у гусениц тутового шелкопряда проводилась по стандартной методике в лаборатории вирусологии и иммунологии ветеринарного научно-исследовательского института. Для эксперимента были отобраны гусеницы одного дня массового выхода, в процессе кормления строго соблюдались установленные нормы температуры и влажности [1, 4]. На третий день, когда гусеницы достигли четвертого возраста, их разделили на следующие опытные группы: Группа а: Гусеницы, инфицированные вирусом желтухи, без применения каких-либо температурных отклонений. Группа б: Гусеницы, у которых желтуха была спровоцирована выдержкой при пониженной температуре (гипотермия), без прямого заражения вирусом. Группа в: Гусеницы, у которых желтуха проявилась при повышенной температуре (гипертермия), без заражения. Группа г: Гусеницы, намеренно инфицированные вирусом и выдержанные при пониженной температуре (гипотермия). Группа д: Гусеницы, намеренно инфицированные вирусом и выдержанные при повышенной температуре (гипертермия).

Результаты исследований и их обсуждение. Влияние температурных стрессов на проявление желтухи у гусениц шелкопряда показали, что воздействие низких и высоких температур на гусениц шелкопряда (без преднамеренного заражения) может спровоцировать проявление желтухи. При этом инкубационный период болезни (время от температурного воздействия до появления первых заболевших особей) составил 5-8 дней при охлаждении и 6-10 дней при перегревании. Важно отметить, что гибель гусениц от желтухи, вызванной температурными стрессами, была незначительной. Это, по нашему мнению, объясняется тем, что желтуха проявляется лишь у тех особей, которые уже являются носителями вируса в скрытой (латентной) форме. Под воздействием охлаждения или перегревания вирус переходит в активное состояние. Гусеницы, свободные от латентного вируса, даже при стрессовых условиях, желтухой не заболевают.

Воздействия двух температурных стрессов выявил, что охлаждение гусениц приводит к более частому и выраженному проявлению болезни по сравнению с перегреванием, вирусное носительство было обнаружено у 12 из 20 гусениц, тогда как при перегревании – лишь у 6. Выявления особей, являющихся носителями латентного вируса, охлаждение гусениц IV возраста до +2°C в течение 24 часов можно считать относительно эффективным способом.

Применение метода искусственного заражения гусениц вирусом желтухи без предварительной температурной выдержки (весна и лето) и гусеницы на 3-й день IV возраста подвергались заражению. Весной инкубационный период болезни при искусственном заражении составляет 6-8 дней. Процент падежа гусениц и общий процент падежа (включая куколок) от желтухи было значительно ниже, чем в контрольной группе. Общий падёж составила более 38%, тогда как в контроле – более 35%.

Рисунок 1 – Результаты искусственного заражения гусениц вирусом желтухи на весенних и летних выкормках (средние данные за 4 года)

Установление устойчивости к желтухе путем искусственного заражения, здесь выращенные летом черви (повторная выкормка), демонстрировали большую устойчивость к заболеванию по сравнению с теми, что были выращены весной.

Для более полного определения естественной устойчивости гусениц тутового шелкопряда к желтухе применялись комбинированные методы. Эти методы включали обработку гусениц как высокой (+42°C), так и низкой (+2°C) температурой в сочетании с искусственным заражением. Охлаждение и заражение: инкубационный период болезни составлял 8-9 дней, здесь показатель падежа был очень высокий 86,3% - 100%, что объясняется одновременным воздействием вируса и подавлением защитных функций организма, это могло активировать скрытую форму вируса, поэтому этот метод не подходит для определения наследственной устойчивости к желтухе, так как он не позволяет выявить истинную природную устойчивость материала. Перегревание и заражение червей- инкубационный период болезни составлял 7-8 дней, процент падежа был несколько выше, чем при только перегревания (без заражения), он все же давал больше возможностей для точной оценки степени устойчивости.

Выводы. Температура играет ключевую роль в развитии тутового шелкопряда. Поскольку тутовые черви - существа с холодной кровью, их температура оказывает непосредственное влияние на несколько физиологических процессов. В целом, личинки раннего возраста устойчивы к высоким температурам, что также способствует улучшению выживаемости и характеристик кокона. Температура напрямую связана с ростом червей; большие колебания температуры вредны для развития червей. Повышение температуры усиливает различные физиологические процессы, в то время как физиологическая активность снижается в результате понижение температуры. Повышенная температура, особенно в позднем возрасте, ускоряет развитие личинок и сокращает продолжительность личиночной стадии. С другой стороны, при низких температурах рост замедляется, а личиночная стадия удлиняется.

В наших работах о для точного определения наследственной устойчивости тутового шелкопряда к желтухе наиболее подходящим методом является искусственное заражение гусениц вирусом без дополнительных стрессовых температурных воздействий, так как этот метод ближе к естественным условиям. Для выявления червей носителей латентного вируса, вызывающего желтуху, эффективным способом является охлаждение их IV возраста до +2°C на 24 часа. Перегревание гусениц до +42°C в течение 6 часов для этой цели менее эффективно.

Влияние комбинированных температурных стрессовых факторов показали, что сочетание заражения и охлаждения приводит к высокой гибели гусениц и куколок от желтухи, это делает невозможным определение наследственной устойчивости. Искусственное заражение иодновременное перегревание гусениц привело к меньшей гибели, результаты были близки к результатам первого метода. В контрольных группах при искусственном заражении не все гусеницы выживали, что может быть связано с ослаблением физиологических и защитных функций, приводящим к снижению или потере естественной устойчивости.

Повышение температуры усиливает различные физиологические процессы, в то время как физиологическая активность снижается в результате понижение температуры. Повышенная температура, особенно в позднем возрасте, ускоряет развитие личинок и сокращает продолжительность личиночной стадии. С другой стороны, при низких температурах рост замедляется, а личиночная стадия удлиняется. Оптимальная температура - от 20°C до 28°C для нормального роста червей. Температура выше 30°C напрямую влияет на здоровье червя. Любой стрессфактор приводит к тому, что черви становятся слишком слабми и подвержены многочисленным заболеваниям, а в частности, полиэдрозу. Черви раннего возраста нуждаются в высокой температуре (I, II, III) , и черви активно питаются, агрессивно размножаются, что приводит к высокой скорости роста. Даже в неблагоприятных условиях такие сильные черви могут быть более устойчивыми в более позднем возрасте.

Сочетание разных температур и влажности в первую очередь влияет на развитие шелкопряда и формирование качественных коконов. Это непосредственно влияет на физиологическую активность шелкопряда. Молодые шелкопряды могут выживать в условиях высокой влажности не хуже, чем взрослые, и в таких условиях рост червей идет интенсивнее. Нами было выявлено значение комбинированных методов в селекции, а именно, метод искусственного заражения в сочетании с перегреванием гусениц важен для селекционной работы, позволяя отбирать особей, устойчивых к желтухе.

Литература

1. Юсифова, К. Ю. Влияние ноземы на развитие тутового шелкопряда (Bombyx Mori) / К. Ю. Юсифова // Современные проблемы в животноводстве : состояние, решения, перспективы : сборник статей по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию академика В.Г. Рядчикова, 25-26 января 2024 года. – Краснодар : КубГАУ, 2024. – С. 559.
2. Юсифова, К. Ю. Описание географического распространения болезней тутового шелкопряда в хозяйствах Азербайджана / К. Ю. Юсифова // Современные проблемы рационального природообустройства и водопользования : материалы Международной научной конференции (15 ноября 2022 года, г. Красноярск) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. – С. 80–85.
3. Юсифова, К. Ю. Оптимизация условий культивирования грен тутового шелкопряда / К. Ю. Юсифова // Наука без границ и языковых барьеров : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 27–28 апреля 2023 года. – Орел, 2023. – С. 509–512.
4. Юсифова, К. Ю. Положение развития шелководства в Азербайджане / К. Ю. Юсифова // Инновационные решения в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства : материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 06 июня 2023 года. – Нальчик, 2023. – С. 182–187.
5. Юсифова, К. Ю. Управление климатическими факторами для успешного выращивания тутового шелкопряда. / К. Ю. Юсифова // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы VII Международной научно-практической конференции, 18–19 мая 2023 года. – Красноярск, 2023. – С. 362.
6. Юсифова, К. Ю. Состояние по болезням тутового шелкопряда в хозяйствах районов Азербайджана 2020-2022 / К. Ю. Юсифова // Биология в сельском хозяйстве. – 2022. – № 4 (37). – С. 27.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АРОМАТНОГО СПИРТА ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД ЧЁРНОЙ СМОРОДИНЫ

Туршатов М.В., кандидат технических наук, Нугаев Э.Р., Никитенко В.Д., Соловьев А.О.*, кандидат технических наук, Абрамова И.М., доктор технических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва
e-mail: lab78@mail.ru

Аннотация

Вопрос применения вторичных сырьевых ресурсов, которые образуются в ходе переработки пищевого сырья является актуальным и требует особого внимания. Так, при производстве соков, в качестве отходов основного производства, остается до 40% выжимок ягод, которые подвергаются сушке и используются на кормовые цели. В то же время, в выжимках (в кожице и мякоти ягод) сконцентрированы ароматобразующие вещества сырья, что открывает возможность их применения в качестве компонента при производстве пищевых продуктов, например в технологии получения ароматных спиртов. В ходе работы было приготовлено 7 опытных образцов, содержащих выжимки ягод черной смородины, без выдержки и с выдержкой в течение 0,5; 5; 6; 7; 8; 9 суток. В качестве контрольного варианта использовали образцы, выдержанные на цельных ягодах черной смородины. В ходе исследований, разработана структурная схема подготовки и переработки ресурсов. Проведены органолептические и физико-химические анализы образцов с целью идентификации ароматобразующих компонентов и определены их основныt характеристики. По результатам исследований были выявлены наиболее перспективные условия для эффективной реализации технологии в производственном процессе.

Ключевые слова: ароматный спирт, вторичные ресурсы, выжимки ягод, чёрная смородины, экстракция.

В настоящее время, наблюдается тенденция к снижению спроса на крепкую спиртную продукцию. Это связано с тем, что потребитель чаще выбирает слабоалкогольные напитки, за их богатую органолептическую палитру и широкий ассортимент вкусов. [1]. При этом, товарная линейка крепкой алкогольной продукции не может похвастаться таким разнообразием. Поэтому, существует необходимость в расширении ассортимента изделий, что требует проведения исследований в области поиска и внедрения нового, оригинального сырья для производства полуфабрикатов. Ароматный спирт – одна из составных частей напитков, таких как джин или водка особая. Его получают практически на всех ликеро-водочных заводах. Ароматный спирт достаточно прост в производстве и технологию его получения достаточно легко внедрить в действующее производство с минимальными инвестициями.

В ходе анализа научных публикаций была выявлена перспективная культура для производства ароматного спирта и его применения в ликеро-водочных изделиях - чёрная смородина [2]. Черная смородина, широко возделывается на территории Российской Федерации, обладает высоким содержанием витаминов, антиоксидантными свойствами, яркими ароматическими веществами, которые обеспечивают знакомый потребителю вкус и аромат. Благодаря этому, черную смородину широко используют в пищевых производствах [3,4,5]. Однако, после технологических операций, например сокопроизводства, остается вторичный продукт – выжимки ягод, которые в основном состоят из кожицы и давленной мякоти ягод. Данные выжимки, после подсушивания, используют в основном в кормопроизводстве, производстве хлебобулочных и кондитерских изделий [6,7,8,9]. При этом они обладают ярко выраженными вкусо-ароматическими свойствами, которые можно применить в производстве алкогольной продукции, тем самым использовать ресурсы более рационально. В ходе производства соков, варений, нектаров и прочей ягодной продукции остается до 40% вторичного сырья, которое обладает высокой пищевой ценностью, благодаря своему составу [10]. В настоящее время

ведутся активные исследования в области применения жмыха и возможности его внедрения в производство, в том числе крепких алкогольных напитков. Например, получены результаты успешного применения фруктового сырья при приготовлении зерно-фруктового дистиллята [11]. Целью данной работы является исследование влияния продолжительности выдержки и способов приготовления ароматных спиртов, полученных из выжимок ягод чёрной смородины, на их состав и органолептические характеристики.

Объектами исследований был спирт этиловый по ГОСТ 5962-2013 «Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья» и черная смородина, сорта «Селеченская» по ГОСТ 6829-2015 «Смородина черная свежая». В ходе проведения работ были получены ароматные спирты путем настаивания цельных ягод чёрной смородины, а также их выжимок на водно-спиртовом растворе с последующей дистилляцией.

Получение жмыха от варки сока осуществляли следующим образом: ягоды помещали в емкость, раздавливали и заливали водой, после чего нагревали до 45-50 °С. Добавляли ферментный препарат Пектиназу в дозировке 10 ед. ПгС/г сырья и выдерживали в течении 30 минут. После чего, полученный замес доводили до кипения и варили в течение 20-25 минут, после чего остужали до комнатной температуры. Полученный сок отделяли от выжимок при помощи естественного стекания и фильтрования под прессом. Жмых подсушивали и использовали в дальнейшей работе.

Для приготовления настоя использовали гидромодуль 1:3,7. Экстракцию проводили при помощи водно-спиртовых растворов пищевого ректификованного спирта [12], с объемной долей спирта 45% для продолжительной (5-9 дней). Для непродолжительной (12 часов) выдержки или без выдержки (2 часа) применяли раствор с объемной долей спирта 60%. В контрольном варианте, настаивание проводили на цельных ягодах черной смородины. Выдержку проводили в герметичных емкостях с перемешиванием настоя каждые 12 часов.

По истечении времени выдержки, пробы фильтровали от взвесей сырья и подвергали фракционной перегонке с отбором следующих фракций: головная (2% об.), товарной (50% об.), хвостовая (48% об.). Отбор основной фракции спирта заканчивался при появлении в аромате нот уваренных ягод, что является характерной особенностью органолептики «хвоста» при перегонке фруктово-ягодного сырья.

Для идентификации качественного и количественного состава ароматобразующих веществ использовали метод газовой хромато-масс-спектрометрии. Данный метод, объединяет газовую хроматографию и масс-спектрометрию, с возможностью определения отдельных компонентов сложной смеси. Газовая хромато-масс-спектрометрия универсальна. При этом, позволяет определить концентрацию соединений, которые непосредственно влияют на вкус и аромат напитка и широко используется для анализа состава алкогольных напитков [13,14].

Объемную долю этилового спирта определяли на измерителе относительной плотности водно-спиртовых растворов с использованием принципа гидравлических весов с пересчетом полученных значений на стандартные условия (20 °С).

Для оценки органолептических показателей использовали дегустационный анализ. Данный анализ включает в себя определение внешнего вида (прозрачность, наличие посторонних включений), цвета, запаха, аромата и вкуса при помощи органов чувств человека. Анализируемый образец предварительно разбавляли исправленной или бидистиллированной водой до содержания этилового спирта в растворе 40% об. при температуре 20±2 °С, перемешивали и выдерживали при комнатной температуре не менее 2 часов [15,16].

Статистическую обработку данных, полученных не менее, чем в 3-х повторностях, проводили с использованием программы Statistica 6.0 методом однофакторного дисперсионного анализа при уровне значимости 0,05.

Структурная схема получения ароматного спирта представлена на рисунке 1.

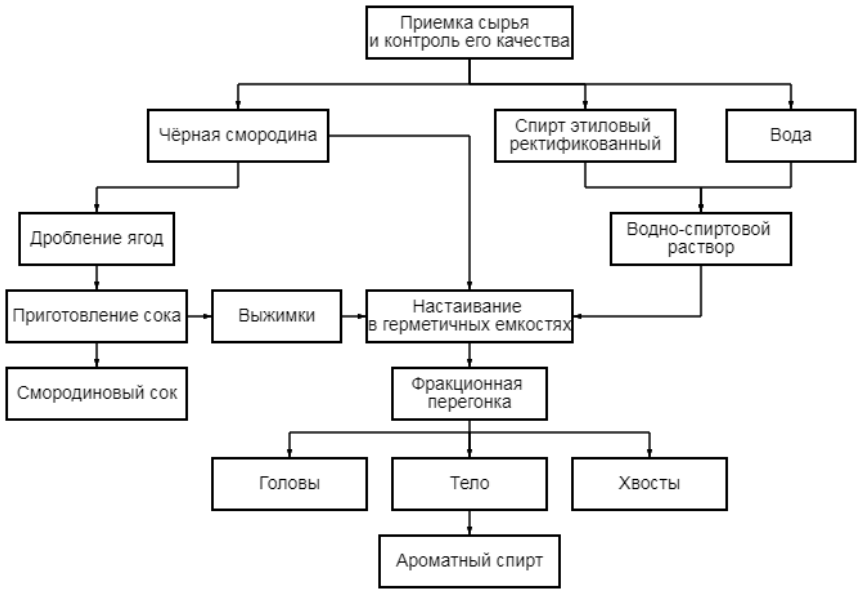


Рисунок 1 – Структурная схема получения ароматного спирта.

В ходе работы было проведено 7 серий опытов для определения и разработки наиболее подходящей технологии получения ароматного спирта с использованием выжимок ягод черной смородины.

Таблица 1 – Условия эксперимента

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7
Объемная доля-этилового спирта в водно-спиртового раствора, % об.	60	60	45	45	45	45	45
Длительность настаивания, сут	2 часа	0,5	5	6	7	8	9

В ходе проведения исследований, были получены данные физико-химических и органолептических анализов ароматных спиртов. Контрольные показатели, с использованием цельной ягоды черной смородины, приведены в таблице 2. Показатели экспериментальных вариантов, с использованием выжимок от приготовления сока черной смородины, представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Содержание летучих примесей в образцах, выдержанных на цельной ягоде черной смородины, мг/дм³

Компонент	Обр. 1	Обр. 2	Обр. 3	Обр. 4	Обр. 5	Обр. 6	Обр. 7
Этанол, % об.	83,9±0,34	84,1±0,37	66,8±0,41	66,8±0,30	67,1±0,34	64,8±0,41	66,0±0,39
Ацетальдегид	15,58±0,22	16,69±0,26	26,24±0,24	18,03±0,21	18,67±0,19	19,60±0,25	25,05±0,18
Этилкаприлат	23,1±2,4	24,5±2,3	27,0±2,5	26,7±2,2	27,9±3,1	27,6±2,7	27,2±2,6
Ацетон	2,33±0,14	2,55±0,22	3,32±0,18	2,09±0,24	1,84±0,21	1,87±0,17	2,24±0,19
Этилацетат	0,96±0,16	0,86±0,18	5,40±0,2	5,42±0,16	5,08±0,17	6,49±0,15	5,81±0,21
Ацеталь	7,03±0,12	8,09±0,21	16,51±0,24	13,85±0,15	14,13±0,27	16,79±0,23	18,66±0,16

Метанол	$3{,}9\cdot10^{-3}\pm 0{,}16\cdot10^{-3}$	$5{,}21\cdot10^{-3}\pm 0{,}17\cdot10^{-3}$	$14{,}6\cdot10^{-3}\pm 0{,}18\cdot10^{-3}$	$12{,}8\cdot10^{-3}\pm 0{,}2\cdot10^{-3}$	$11{,}7\cdot10^{-3}\pm 0{,}19\cdot10^{-3}$	$14{,}1\cdot10^{-3}\pm 0{,}21\cdot10^{-3}$	$14{,}5\cdot10^{-3}\pm 0{,}18\cdot10^{-3}$

Таблица 3 – Содержание летучих примесей в образцах, выдержанных на выжимках ягод черной смородины, мг/дм³

Компонент	Обр. 1	Обр. 2	Обр. 3	Обр. 4	Обр. 5	Обр. 6	Обр. 7
Этанол, % об.	83,8±0,42	84,8±0,35	68,0±0,34	67,0±0,36	70,6±0,4	67,4±0,38	67,2±0,37
Ацетальдегид	14,05±0,24	13,80±0,19	8,82±0,13	9,58±0,26	7,81±0,16	8,53±0,24	9,81±0,17
Этилкаприлат	24,1±2,2	23,7±2,1	23,5±2,0	23,9±2,2	23,8±2,7	26,7±2,5	26,2±2,6
Ацетон	1,23±0,22	1,32±0,24	1,03±0,11	1,95±0,14	0,76±0,23	0,98±0,14	1,39±0,27
Этилацетат	0,57±0,19	0,32±0,13	1,068±0,17	1,26±0,22	1,06±0,15	0,72±0,23	0,63±0,11
Ацеталь	5,62±0,17	6,05±0,16	6,49±0,26	7,02±0,17	4,84±0,21	7,21±0,23	8,35±0,25
Метанол	$3{,}5\cdot10^{-3}\pm 0{,}15\cdot10^{-3}$	$2{,}8\cdot10^{-3}\pm 0{,}21\cdot10^{-3}$	$3{,}3\cdot10^{-3}\pm 0{,}2\cdot10^{-3}$	$3{,}6\cdot10^{-3}\pm 0{,}18\cdot10^{-3}$	$3{,}1\cdot10^{-3}\pm 0{,}23\cdot10^{-3}$	$3{,}6\cdot10^{-3}\pm 0{,}16\cdot10^{-3}$	$3{,}6\cdot10^{-3}\pm 0{,}22\cdot10^{-3}$

Использование цельных ягод черной смородины наглядно иллюстрирует процесс экстракции ключевых ароматобразующих веществ в спирт (таблица 2).

Согласно полученным данным, в образцах присутствуют вкусоароматические вещества такие как: этилкаприлат, который обладает фруктовым ароматом с сладким оттенком, а также этилацетат, напоминающий грушу или ананас. Это обуславливает специфические органолептические характеристики полученных продуктов. В образцах из цельных ягод содержание, данных веществ выше, в связи с чем полученный экстракт обладает более ярко выраженной характерной вкусо-ароматической палитрой.

В полученных образцах идентифицированы ацетон, ацеталь и метанол - вещества, обладающие токсическими свойствами. Однако, их содержание не превышает нормируемую величину и данный продукт допускается использовать в качестве компонента для пищевых продуктов [17,18,19].

Метанол вероятнее всего является продуктом распада пектиновых веществ в ходе нагревания при перегонке. Ацетон и ацеталь экстрагированы в настой из сырья, так как анализ ректификованного этилового спирта, который использовали в работе, не выявил присутствие данных веществ.

С увеличением времени выдержки образцов, концентрация веществ, идентифицированных в ходе газовой хроматографии, возрастает.

Данные, представленные в Таблице 1 иллюстрируют, что для получения ароматного спирта из цельной ягоды чёрной смородины целесообразно проводить длительное настаивание. В данных образцах наблюдается существенно большее количество вкусоароматических компонентов, чем в образцах, полученных без предварительной выдержки или с выдержкой 12 часов. В случае образцов, полученных из выжимок, наибольшая концентрация вкусоароматических веществ наблюдается при переработке без настаивания или выдержки в течении 12 часов. Это может быть связано с более высокой скоростью экстракции ароматообразующих веществ. При этом, падение их концентрации в ходе выдержи связано с их превращением под действием окислительных процессов, протекающих в настое.

Данные на Таблице 2 отражает значительное сокращение количества ацетальдегида при длительной выдержке. Вероятно, это происходит из-за химической реакции с этиловым спиртом, в результате которой образуется ацеталь, концентрация которого растет.

Сравнительный анализ зависимостей показал, что концентрации летучих компонентов веществ в образцах из выжимок значительно ниже, чем в контрольных. Разницу в количестве можно объяснить

переходом ароматических компонентов в сок в ходе сокопроизводства. Вероятно, для достижения наилучшего результата следует увеличить количество выжимок ягод.

По результатам органолептического анализа полученных образцов ароматного спирта были составлены профилограммы представленные на рисунках 2-8.

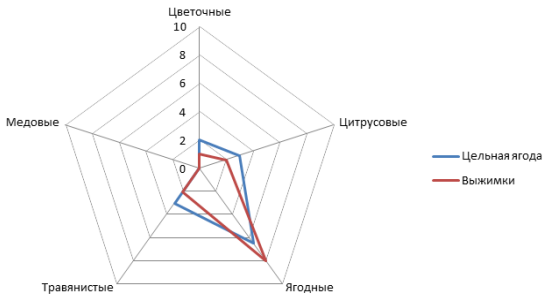


Рисунок 2 – Профилограмма образцов без настаивания.

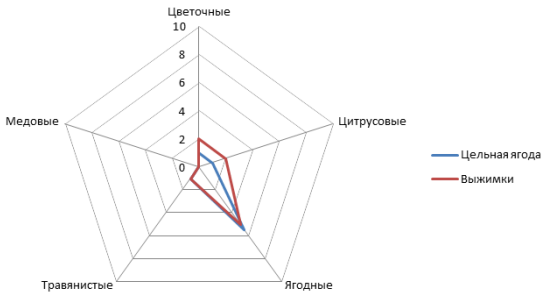


Рисунок 3 – Профилограмма образцов с настаиванием 12 часов.

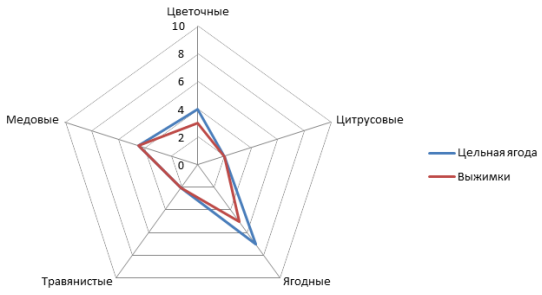


Рисунок 4 – Профилограмма образцов с настаиванием 5 дней.

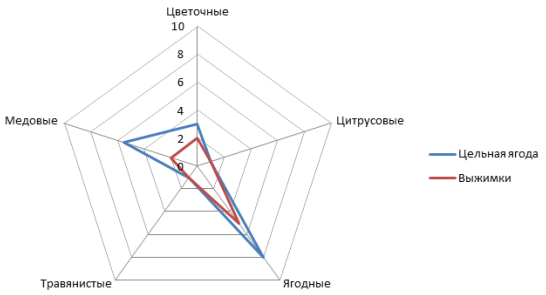


Рисунок 6 – Профилограмма образцов с настаиванием 7 дней

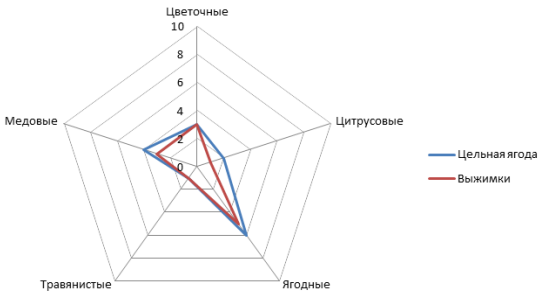


Рисунок 5 – Профилограмма образцов с настаиванием 6 дней.

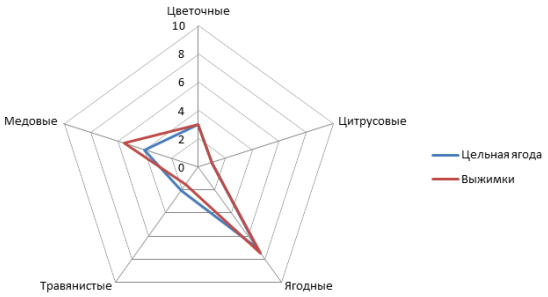


Рисунок 7 – Профилограмма образцов с настаиванием 8 дней.

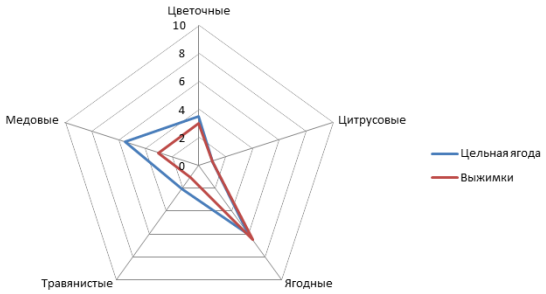


Рисунок 8 – Профилограмма образцов с настаиванием 9 дней.

Данные, представленные на профилограммах (Рисунки 2-8) иллюстрируют, что длительное настаивание, не смотря на незначительное снижение концентрации ароматообразующих веществ, способствует улучшению органолептических показателей. При продолжительной выдержке появляются медовые ноты, ярче выражены ягодные. Вкус становится более мягким и насыщенным.

Полученные продукты прозрачные, без цвета, взвесей и помутнений, без посторонних запахов. Во вкусе всех спиртов присутствует ягодный оттенок.

В ходе исследовательской работы была подтверждена возможность применения выжимок из ягод чёрной смородины для получения ароматных спиртов. Продукт, полученный из жмыха, сильнее раскрывается по органолептическим показателям при настаивании в течение 8-9 дней. В ароматных спиртах, которые выдержаны на выжимках, ярко выражены ноты черной смородины, цветочные и медовые. Органолептический анализ показал, что вкус и аромат спирта, выдержанного на выжимках в течение 8-9 дней аналогичен спирту, выдержанному на цельной ягоде в течение 6-7 дней.

В случае спиртов без продолжительного настаивания лучшие ароматические свойства выявлены у вариантов опыта, где сырье подавали в куб и сразу подвергали фракционной перегонке. Однако, в них отсутствуют медовые ноты, остальные выражены менее ярко. При выдержке 12 часов аромат почти отсутствует, что свидетельствует о нецелесообразности кратковременной выдержки.

Полученные продукты безопасны, количество токсических примесей не превышает нормируемых показателей. Данная технология переработки вторичных продуктов сокопроизводства может быть применена на действующих мощностях заводов по производству крепких алкогольных напитков.

Для сокращения времени выдержки можно применить экстракционные установки, где за счет интенсивного перемешивания (5-6 раз в сутки) длительность настаивания сокращается практически вдвое. Также присутствует возможность выделения спирта из отработанного растительного сырья при использовании выпарных установок, где выжимки подвергаются воздействию острого пара, с последующей отгонкой водно-спиртовой смеси. Полученный раствор может быть использован на технические цели или очищен от примесей и направлен в основное производство.

По результатам анализа полученных данных можно сделать следующие выводы:

Установлено, что допустимо применение выжимок в качестве сырья для получения продуктов алкогольной промышленности;

Составлена структурная схема производства, согласно которым получены образцы ароматного спирта;

По результатам органолептического и инструментального анализа, установлено, что наиболее перспективными образцами, для использования в промышленных масштабах являются образцы с выдержкой 6-7 дней при использовании цельной ягоды черной смородины или образцы с выдержкой 8-9 дней при использовании выжимок.

Финансирование: Рукопись подготовлена за счет средств субсидии на выполнение прикладных научно-исследовательских работ № FGMF-2023-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Радаев, В.В. Алкогольные циклы: динамика потребления алкоголя в советской и постсоветской России, 1980-2010-е годы / В.В .Радаев // Мониторинг. - 2022. - №3 (169).
2. Vulić, T. Chemical and sensorial characteristics of fruit spirits produced from different black currant (ribes nigrum l.) And red currant (ribes rubrum l.) Cultivars / T. Vulić [et al] // Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. - 2012. - №31(2). - pp.217-227. DOI:10.20450/mjcce.2012.17.
3. Коденцова, В.М. Перспективы комплексной переработки ягод черной смородины / В. М. Коденцова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. - 2024. - Т. 54. №3. - С. 621-632. - В. М. Коденцова, Д. В. Рисник, Е. М. Серба, И. М. Абрамова, Е. Н. Соколова, Е. Р. Крючкова, & Л. В. Римарева (2024). Перспективы комплексной переработки ягод черной смородины. Техника и технология пищевых производств, 54 (3), 621-632. DOI: 10.21603/2074-9414-2024-3-2525.
4. Blejan, A.M. Wild bilberry, blackcurrant, and blackberry by-products as a source of nutritional and bioactive compounds / A. M. Blejan [et al] // International Journal of Food Properties. - 2023. - № 26(1). - pp. 1579–1595. - DOI:10.1080/10942912.2023.2224530.
5. Cortez, R.E. Blackcurrants (*Ribes nigrum*): a review on chemistry, processing, and health benefits / R. E. Cortez, E. Gonzalez de Mejia // Journal of Food Science. - 2019. - №84. - pp. 2387-2401. - DOI:10.1111/1750-3841.14781.
6. Рециклинг отходов в АПК: справочник / И.Г. Голубев, И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко, М.В. Лопатников. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 296 с
7. Гуляева, А.Н. Разработка методологии повышения пищевой ценности полуфабрикатов для мучных кондитерских изделий / А. Н. Гуляева, М. С. Воронина, Н. В. Макарова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 3(29). – С. 7-13. – DOI:10.31677/2311-0651-2020-29-3-7-13.
8. Nour, V. Use of bilberry and blackcurrant pomace powders as functional ingredients in cookies / V. Nour, A. M. Blejan, G. G. Codină // Applied Sciences. – 2025. - №15(10). - pp.5247. - DOI:10.3390/app15105247.
9. Alba, K. Effects of blackcurrant fibre on dough physical properties and bread quality characteristics / K. Alba [et al] // Food Biophysics. - 2020. - №15. - pp.313–322. - DOI:10.1007/s11483-020-09627-x.
10. Kevser, K. Fruit juice industry wastes as a source of bioactives / K. Kevser [et al] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2022. - №70 (23). - pp.6805-6832. – DOI:10.1021/acs.jafc.2c00756
11. Серба, Е.М. Биотехнологические аспекты технологии приготовления зерно-фруктового сусла из зерна пшеницы и жмыха черной смородины / Е. М. Серба, Е. Н. Соколова, Л. В. Римарева [и др.] // Пищевые системы. – 2024. – Т. 7, № 4. – С. 551-559. – DOI:10.21323/2618-9771-2024-7-4-551-559.
12. ГОСТ 5962-2013. Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия - М. : Стандартинформ, 2014. - 11 с
13. ГОСТ 32039-2013. Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический метод определения подлинности. — М.: Стандартинформ, 2014. - 11 с.
14. Шелехова, Н.В. Экспресс-метод определения летучих органических примесей в спиртных дистиллированных напитках на основе сочетания ГХ/ПИД и ГХ/МСД / Н. В. Шелехова // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2022. - Т.22. - №1. - С. 58 -68. - DOI:10.17308/sorpchrom.2022.22/9021.
15. Основы дегустации и сертификации водок и ликероводочных изделий / Г. В. Полыгалина, И. И. Бурачевский. - М.: Колос, 1999. -48 с.
16. ГОСТ 33817-2016 Спирт этиловый из пищевого сырья, напитки спиртные. Методы органолептического анализа. - М.: Стандартинформ, 2016. - 24 с.

17. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Режим доступа: https://www.rpohv.ru/online/ - Дата доступа: 27.08.2025.
18. Compound Summary for CID 180, Acetone [Электронный ресурс] // National Library of Medicine. – Режим доступа: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Acetone - Дата доступа: 26.08.2025.
19. Compound Summary for CID 887, Methanol [Электронный ресурс] // National Library of Medicine. – Режим доступа: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Methanol - Дата доступа: 26.08.2025.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ В РАЦИОН ПИТАНИЯ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ СОЕВОГО СЫРЬЯ

Штарберг Е.С., кандидат технических наук, доцент

ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Благовещенск, Амурская область
e-mail: ses@vniisoi.ru

Аннотация

Продукты и добавки с использованием соевого сырья могут служить альтернативным и более дешевым заменителем продуктов животного происхождения, так как соя является оригинальной сельскохозяйственной культурой с практически полноценным химическим составом. Цель исследования – анализ суточного рациона питания, включающем добавку на основе соевого сырья. Исследование проведено при суточном употреблении добавки в количестве 60 г мужчины и 25 г женщины. Установлено, что добавка эффективно компенсирует дефицит по основным макронутриентам и энергии, приводя рацион в соответствие с нормами СФП (мужчины) или приближая к ним (женщины), за исключением пищевых волокон и витамина С. Исключительно эффективна добавка для коррекции минерального состава рациона. Она не просто ликвидирует дефицит, а обеспечивает поступление калия, кальция и магния в необходимых количествах в рационе мужчин и значительно снижает их дефицит в рационе женщин до 22-43,2 %. Использование данной обогащающей добавки является полезной мерой для улучшения качества питания.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00071, https://rscf.ru/project/23-26-00071/.

Здоровье и трудоспособность человека во многом зависят от качества питания [1-3]. Недостаток в питании белков, жиров, углеводов, витаминов и других компонентов служит одной из основных причин многих болезней [4]. Продукты и добавки с использованием соевого сырья могут служить альтернативным и более дешевым заменителем продуктов животного происхождения, так как соя является оригинальной культурой с практически полноценным аминокислотным составом белка, высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных и многих других компонентов пищи [5].

В ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (г.Благовещенск, Амурская область) в рамках выполнения проекта при финансировании РНФ в 2023 году была разработана рецептура и технология добавки на основе соевого сырья [6, 7]. Исследован химический состав обогащающей добавки, которая, при влажности 5,40 г, содержит (в 100 г): 41,67 г белка, 19,87 г жиров, 7,80 г пищевых волокон, 2536 мг калия, 574 мг кальция, 479 мг магния, 20,85 мг витамина Е, 3,58 мг β-каротина и 2,11 мг витамина С [7].

Более ранними исследованиями нами проведена оценка фактического питания 32 человек (17 – женщины, 15 – мужчины) возрастом 30-44 лет первой группы физической активности [8]. Участниками являлись лица, занятые легким и преимущественно умственным трудом, среди которых работники финансово-экономической и административно-хозяйственной служб, научные работники и преподаватели вузов. Для выполнения исследования были организованы две группы, разделенные по половому признаку. Обеспеченность рациона питания пищевыми веществами и энергией рассчитана в соответствии с МР 2.3.1.0253-21 [9], с использованием норм суточной физиологической потребности (СФП) и таблиц химического состава продуктов питания [10, 11]. Анализ химического состава суточного рациона питания женщин показал, что содержание основных нутриентов не соответствует нормам суточной физиологической потребности. В частности, содержание белка в суточном рационе женщин составляет 54,2 г, что для данной возрастной группы меньше нормы на 14,0 %, содержание жира меньше нормы на 13,8 % и углеводов на 20,6 %. Питание женщин не сбалансировано также по содержанию калия, кальция и магния,

которых в рационе наблюдается существенный недостаток – на 40,3-57,6 %. При этом обнаружен избыток натрия, превышающий рекомендуемую суточную норму на 56 %, что не желательно, так как может нарушить водно-солевой и электролитный баланс организма. Кроме того, наблюдается недостаток в рационе пищевых волокон на 45,5 %, что может негативно сказываться на работе желудочно-кишечного тракта. Значительный дефицит в рационе питания женщин наблюдается также по содержанию всех исследуемых витаминов, от 37,3 % (витамин B_1) до 62,7 (β-каротин) [8]. Исследование химического состава суточного рациона питания мужчин также показало, что содержание основных нутриентов как и у женщин не соответствует рекомендуемым физиологическим нормам. Так, содержание белка в суточном рационе мужчин составляет 57,4 г, что для данной возрастной группы меньше нормы на 29,1 %. Также снижено содержание жира на 17,4 % и углеводов на 3,8 %. Кроме того, рационы питания мужчин дефицитны по содержанию калия, кальция и магния (на 19,4-46,9 %) и пищевым волокнам – на 36,5 %. А избыток натрия в рационе превышает рекомендуемую суточную норму более чем в 2 раза. Также как у женщин, в рационе питания мужчин наблюдается значительный дефицит по содержанию всех исследуемых витаминов: от 32,6 % (витамин А) до 62,6 (β-каротин) [8]. Таким образом, данное исследование показало, что питание мужчин и женщин в возрасте 30-44 года, относящихся к первой группе физической активности не соответствует принципам рациональности и адекватности. При этом рационы питания исследуемых групп людей не сбалансированы по основным наиболее важным компонентам пищи. Дальнейшие исследования были направлены на улучшение рациона питания людей с помощью разработок новых пищевых продуктов и обогащающих добавок.

Цель исследования – анализ суточного рациона питания, включающем добавку на основе соевого сырья.

Задачи настоящего исследования: изучить рацион питания мужчин и женщин в возрасте 30-44 года при включении в него обогащающей добавки на основе сои; выявить изменения химического состава суточного рациона питания при употреблении исследуемыми группами людей обогащающей добавки.

Объекты и методы. Объектом исследования являлся рацион питания лиц, занятых легким и преимущественно умственным трудом: работники финансово-экономической и административно-хозяйственной служб, научные работники и преподаватели вузов. Химический состав рациона при добавлении к обычному ежедневному питанию обогащающей добавки был установлен расчетным путем, и составил 60 г для мужчин и 25 г для женщин. Количество добавки рассчитано исходя из физиологических норм потребления белка для мужчин и женщин в соответствии с группой интенсивности труда. Обеспеченность рациона питания пищевыми веществами и энергией рассчитана в соответствии с МР 2.3.1.0253-21 [9], с использованием норм суточной физиологической потребности (СФП) и таблиц химического состава продуктов питания [10, 11].

Анализ химического состава рациона при добавлении к обычному ежедневному питанию разработанной пищевой добавки, с учетом суточной нормы в количестве 60 г для мужчин и 25 г для женщин представлен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав и калорийность рациона питания женщин при включении в него 25 г обогащающей добавки (в среднем по группе)

Показатель	Нормы СФП	Фактическое потребление при обычном рационе [11]	Фактическое потребление при включении в обычный рацион обогащающей добавки
1	2	3	4
Энергетическая ценность, ккал/сут	1800	1482,9	1591,3
Белки, г	63	54,2	64,6
Жиры, г	60	51,7	56,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Углеводы, г	252 (усвояемые)	200,2	207,1
Пищевые волокна, г	20	10,9	12,85
Макро- и микроэлементы			
Калий, мг	3500	2089	2723
Кальций, мг	1000	424	568
Магний, мг	420	207	327
Витамины			
β-каротин, мкг	5000	1865	2760
Витамин Е, мг	15	6,53	11,73
Витамин С, мг	100	53,36	53,89

Согласно анализу таблицы 1 включение обогащающей добавки в рацион питания женщин привело к улучшению по большинству анализируемых показателей. Потребление питательных веществ приблизилось к рекомендуемым нормам СФП. Наиболее значимым эффектом стало восполнение дефицита белка (102,5 % от СФП). Кроме этого, повысилось содержание жира в рационе и составило 94,5 % вместо 86,2 %. Заметен существенный рост калия, дефицит которого сократился (78 % от СФП). Потребление кальция выросло более чем на 30 % и составило 57 % от нормы (1000 мг). Наибольший прогресс заметен в потреблении магния – 327 мг при норме 420 мг (дефицит сокращен с 51 до 22 %). Динамика по витаминам неоднородна. Потребление витамина Е выросло почти в 2 раза и приблизилось к норме (15 мг). Очень значительный рост, почти в 1,5 раза, отмечается в потреблении β-каротина, хотя норму (5000 мкг) не покрывает.

Исследование химического состава суточного рациона мужчин при употреблении обогащающей добавки в количестве 60 г в сутки также положительно сказалось на его качестве (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав и калорийность рациона мужчин при включении в рацион 60 г обогащающей добавки на основе сои (в среднем по группе)

Показатель	Нормы СФП	Фактическое потребление при обычном рационе [11]	Фактическое потребление при включении в обычный рацион обогащающей добавки
Энергетическая ценность, ккал/сут	2300	2040,8	2301,1
Белки, г	81	57,4	82,4
Жиры, г	77	63,6	75,5
Углеводы, г	322 (усвояемые)	309,7	321,5
Пищевые волокна, г	20	12,7	17,4
Макро- и микроэлементы			
Калий, мг	3500	2190	3711,6
Кальций, мг	1000	806	1150,4
Магний, мг	420	223	510,9
Витамины			
β-каротин, мкг	5000	1868,80	4018,2
Витамин Е, мг	15	8,1	20,49
Витамин С, мг	100	65,45	66,76

Анализ таблицы 2 показывает значительные изменения в химическом составе и калорийности рациона мужчин после включения в него 60 г обогащающей добавки. Добавка

эффективно компенсирует дефицит по основным макронутриентам и энергии, приводя рацион в соответствие с нормами, за исключением пищевых волокон. Исключительно эффективна добавка для коррекции минерального состава рациона мужчин. Она не просто ликвидирует дефицит, а обеспечивает поступление калия, кальция и магния в количествах, превышающих нормы. Эффективность добавки в отношении витаминов неоднородна. Она позволила устранить дефицит витамина Е, значительно улучшила ситуацию с β-каротином (с 37 до 80 % от СФП), но практически не повлияла на уровень витамина С.

Выводы. Таким образом, анализ рациона питания показал, что обогащающая добавка доказала свою эффективность в компенсации дефицита белков, магния, калия, кальция, витамина Е и β-каротина. При обогащении рациона добавкой на основе соевого сырья наиболее значимым эффектом стало восполнение дефицита белка. По остальным показателям наблюдается положительная динамика. Использование данной обогащающей добавки является полезной мерой для улучшения качества питания.

Литература

1. Тутельян В.А. Здоровое питание для общественного здоровья // Общественное здоровье. – 2021. – Т.1, № 1. – С. 56-64. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64.
2. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. Основные вехи развития науки о питании (к 95-летию Института питания и юбилею журнала «Вопросы питания») // Вопросы питания. 2025. Т. 94, № 4. С. 6–26. DOI: https://doi.org/10.33029/0042-8833-2025-94-4-6-26
3. Lewis M., McNaughton S.A., Rychetnik L., Lee A. Cost and affordability of healthy, equitable and sustainable diets in low socioeconomic groups in Australia // Nutrients. – 2021. – Vol. 13, Iss. 8. – art. 2900. DOI: 10.3390/nu13082900.
4. ВОЗ. Глобальные факторы риска для здоровья. Смертность и бремя болезней, обусловленные некоторыми основными факторами риска. – Женева, 2015. – 63 с.
5. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование / под ред. В.М. Лукомца. Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.
6. Стаценко Е.С., Пензин А.А. Патент РФ № 2814068 Российская Федерация, СПК A23K 10/12. Способ получения обогащающей добавки на основе сои пищевого и кормового назначения: № 2023116063; заявл. 20.06.2023; опубл. 21.02.2024.
7. Стаценко Е.С., Пензин А.А., Штарберг М.А., Бородин Е.А. Технология получения обогащающей добавки на основе соевого сырья // Пищевая промышленность, 2025. – № 1. – С.21-26. DOI: 10.52653/PPI.2025.1.1.004
8. Стаценко Е.С. Анализ рациона питания населения и эффективности употребления соево-тыквенных продуктов // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы IX Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: ЮрГЭУ, 2022 – С. 120-125.
9. 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.
10. Волгарев М.Н., Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов: Том 1. – М.: Книга по Требованию, 2016. – 222 с.
11. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник /– М.: ДеЛи принт, 2008. – 276 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РУТИНА МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ В СЫРЬЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТА СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Некрасова Ю.О., аспирант кафедры пищевой биотехнологии, Мезенова О.Я., доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО КГТУ «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, e-mail: yulya.nekrasova.1998@mail.ru

Аннотация

Флавоноиды являются минорными компонентами пищевых систем и обладают определенной биологической активностью. Данный класс соединений особенно важен в спортивном питании. В статье исследовано содержание рутина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сырье, которое использовали для протеинового батончика для спортсменов. Объектами исследования являлось следующее сырье: облепиховый порошок, яблочный жмых, кедровый орех, жмых льняного семени. В результате проведения хроматографического анализа было выявлено, что рутина в облепиховом порошке содержится 877 мг/100 г, в яблочном жмыхе – 3,6 мг/100 г, в жмыхе льняного семени – 76,9 мг/100 г, в кедровых орехах рутин не был индентифицирован.

Флавоноиды представляют собой один из наиболее важных классов фенольных соединений, которые широко встречаются в сырье растительного происхождения. Основная структура состоит из углеродного скелета C6-C3-C6 из двух 6-углеродных бензольных колец, соединенных 3-углеродным гетероциклическим кольцом. Флавониды делят в зависимости от места присоединения бокового фенильного радикала на 4 класса: флавоноиды, изофлавоноиды, неофлавоноиды и другие (ксантоны, флаволигнаны и др.), на сегодняшний день обнаружено более 4000 различных соединений данного фенольного класса. Некоторые флавоноиды отвечают за пигментацию растений, например, антоцианы (синие, фиолетовые, оранжевые пигменты), халконы и ауроны (желтые пигменты), которые обусловливают большое разнообразие цветов. Данный класс фенольных соединений выполняет защитную функцию растений, защищая от повреждений биотическими и абиотическими стрессами, включая ультрафиолетовое излучение, холодовой эффект. Кроме того, они выступают в качестве сигнальных молекул, привлекая насекомых для опыления. Флавоноиды в организме человека проявляют благотворные физиологические эффекты, обладают антиоксидантной и противовоспалительной биологической активностью [1].

Рутин, или витамин Р, - это гликозид (рис. 1), в основе строения которого находится флавонол кверцетин, соединенный с дисахаридом рутинозой (рамноза и глюкоза). Рути представляет собой порошок от желтого до зеленого цвета. Является распространенным пищевым флавоноидом, практически не усваивается из пищи, поэтому микрофлора кишечника преобразует его в различные соединения, которые могут всасываться. Микрофлора нижних отделов кишечника гидролизует рутин до агликона, кверцетина и остатков сахара, которые впоследствии всасывается стенками тонкой кишки. Обладает широким спектром полезных биологических свойств, таких как антиоксидантные, противодиабетические, противовоспалительные, антибактериальные, противогрибковые, нейропротекторные [2].

В спортивном питании особенно важна роль биологически активных пищевых компонентов с антиоксидантной способностью, поскольку они снижают окислительный стресс, улучшают восстановление организма и повышают его общую работоспособность. Рутин, благодаря своей биологической активности, нейтрализует свободные радикалы, отдавая электроны, стабилизируя эти нестабильные молекулы и предотвращая повреждение клеток. Это помогает снизить окислительный стресс, вызванный интенсивными физическими нагрузками. Таким образом, антиоксиданты способствуют уменьшению воспаления, предотвращая окислительное повреждение, которое может усугубить воспалительные процессы. Вследствие этого рутин также помогают

иммунной системе, защищая иммунные клетки от повреждений и снижая восприимчивость к инфекциям. Доказано, что рутин обладает противораковым действием и используется как химиосенсибилизатор для различных линий раковых клеток, усиливающий противоопухолевый эффект. Противодиабетическое свойства рутина заключается в снижении всасывания углеводов в тонком кишечнике, ингибировании тканевого глюконеогенеза, стимуляции секреции инсулина. Антигипергликемические свойства рутина связаны со снижением образования сорбита, активных форм кислорода, предшественников конечных продуктов гликирования и воспалительных цитокинов. Рутин считается природным активным антибактериальным средством, поскольку он обладает мощной антимикробной активностью в отношении Streptococcus pyogenes, Enterococcus faecalis, Bacillus cereus, Pseudomonas aeruginosa. Установлено, что употребление рутина значительно снижает риск инфаркта миокарда [3].

Рутин, или витамин Р, находит широкое применение в виду своей биологической активности в медицине, пищевой промышленности, фармацевтике. Он также используется как биологически активная добавка к пище в капсулированном или порошковом виде [2,3].

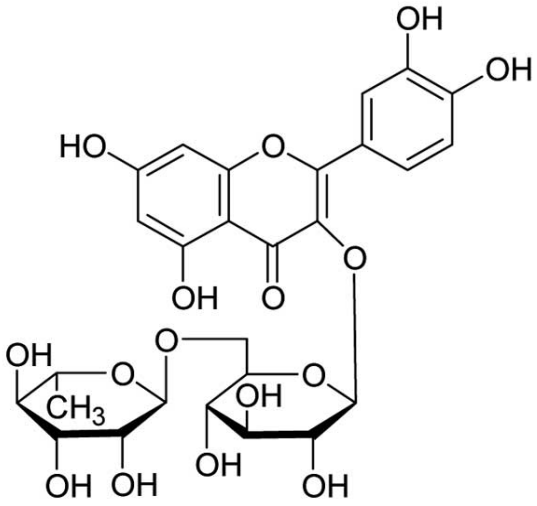


Рисунок 1 – Строение рутина, витамина Р

Цель исследования – определить содержание рутина в сырье, которое используется при проектировании продукта спортивного назначения – протеинового батончика.

Спортивное питание представляет собой обширную группу пищевых продуктов специализированного назначения, куда входят: протеиновые продукты, высокоуглеводные напитки, витаминные комплексы, минеральные добавки и др. Повышенным спросом среди потребителей пользуются продукты с высоким содержанием белка, как основного строительного материала организма. В разрабатываемом продукте в качестве белковой части используются протеиновые добавки, полученные путем ферментативного гидролиза чешуи рыб. В качестве дополнительного сырья и источника востребованных биологически активных соединений (витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон) используются: облепиховый порошок, яблочный жмых, жмых льняного семени, кедровый орех [4].

По физико-химическим характеристикам рутин плохо растворим в воде, но хорошо растворим в таких растворителях, как этанол, метанол, а также щелочных растворах. При этом рутин не растворим в эфире, хлороформе и бензоле. Рутин разрушается под воздействием света, высоких температур, кислорода. Образует комплексы с ионами металлов, подвергается гидролизу с образованием кверцетина и рутинозы при нагревании с кислотами [2, 3].

Для идентификации рутина был использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии. В качестве неподвижной фазы применяли колонку ODS Hypersil C18 5 мкм, 4.6 х 250 мм на основе диоксида кремния. Подвижная фаза – ацетонитрил/вода/ледяная уксусная кислота в соотношении 30/70/1. Скорость – 1 мл/мин, время – 20 мин. Анализ проводился на хроматографе Agilent 1260 Infinity. Стандарт и пробы, взвешенные с точностью 0,001 г, растворяли в 10 мл диметилформамида и доводили до метки в колбе на 50 мл 0,01н раствором ледяной уксусной

кислоты. Пробы фильтровали, затем стандарт и фильтрат пробы разводили в 10 мл раствора диметилформамида и 0,01 н ледяной уксусной кислоты в соотношении 2:8.

Согласно литературным данным наибольшее поглощение рутина приходится на следующие длины волн: 255 - 260 нм и 355 - 360 нм. Исходя из имеющихся исследований, были выбраны следующие длины волн для определения концентрации рутина в пробах: 256 нм и 360 нм [5, 6].

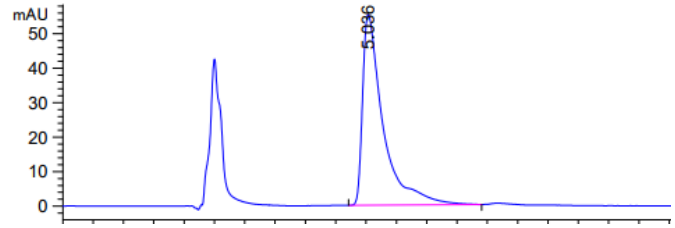


Рисунок 2 – Хроматограмма стандарта рутина при длине волны 256 нм

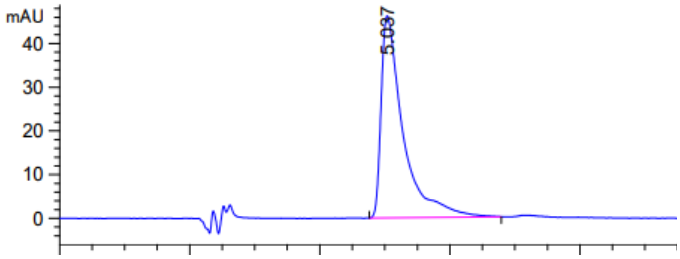


Рисунок 3 – Хроматограмма стандарта рутина при длине волны 360 нм

Как видно из рисунков 2 и 3, выход стандарта рутина приходится на 5 минуту анализа. Одна при длине волны 256 нм площадь пика стандарта немного больше, чем при длине волны 360 нм. Исходя из этого, расчет рутина в пробах был произведен при длине волны 256 нм.

Таблица – Содержание рутина в исследуемом сырье, мг/100 г сырья

Исследуемое сырье	Содержание рутина, мг/100 г
Жмых льняного семени	76,9
Облепиховый порошок	877,3
Яблочный жмых	3,6
Кедровый орех	Не обнаружено

В результате исследования было установлено наибольшее содержание рутина в облепиховом порошке (877 мг/100 г) и его достаточно высокое присутствие в жмыхе льняного семени (76,9 мг/100 г). В яблочном жмыхе рутина оказалось немного (3,6 мг/100 г), а в кедровом орехе данный витамин вообще не был обнаружен.

В результате исследования было показано, что такое растительное сырье, как облепиховый порошок, льняной жмых и яблочный жмых, является перспективным источником флавоноида рутина и рекомендуется к использованию для проектирования нового белкового продукта для спортивного питания – протеинового батончика. Кедровый орех в составе данного продукта может быть применен, как источник ценного белка, липидов, минеральных и других биологически активных веществ.

Литература

1. Флавоноиды: классификация, биологические свойства и перспективы использования в медицине / Е.Е. Курдюков, Д.А. Плешакова, Н.Н. Глебова, В.А. Неклюдова, О.А. Водопьянова, Е.О. Гаранина // Международный научно-исследовательский журнал. - № 11 (137). – С. 1 – 6. DOI: 10.23670/IRJ.2023.137.143

2. Анисимова М.М., Куркин В.А., Рыжов В.М. Исследование возможности использования высокоэффективной жидкостной хроматографии для стандартизации сырья гречихи посевной //

Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара. – 2011. - № 1 (4). – С. 767 – 769.

3. Оценка противовоспалительного и антиоксидантного действия супрамолекулярного комплекса рутина / К.Р.У. Баратов, Г.Г. Рахмонова, Л.У. Махмудов, Ш.Н. Кузиев, У.Д. Матчанов, Н.Л. Вылова, Р.А. Якубова, Н.А. Тагайалиева // Universum: химия и биология. – 2020. - № 9 (75). – С. 9 – 14.

4. Некрасова Ю. О., Мезенова О. Я., Мерзель Й.-Т. Обоснование использования биопотенциала гидролизатов коллагенсодержащего рыбного сырья в протеиновом спортивном питании // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2021. - Т. 11. - № 4. - С. 603–616. https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-4-603-616

5. Development and validation of UV spectrophotometric method for simultaneous estimation of rutin and quercetin in noisome formulation / S.P. Chaudhari, J. V. Bangar. G.K. Akuskar, M.P. Ratnaparkhi // Der Pharmacia Lettre. 2014. Vol. 6 (3). pp. 271-276.

6. Synergic versus Antagonist Effects of Rutin on Gallic Acid or Coumarin Incorporated into Chitosan Active Films: Impacts on Their Release Kinetics and Antioxidant Activity / E. Jacobs, O. Chambin, F. Debeaufort, N. Benbettaieb // Antioxidants. 2023. Vol. 12. 18 p.

БИОТЕХНОЛОГИЯ ЛАКТОФЕРМЕНТАЦИИ В СОЗДАНИИ СПОРТИВНЫХ НУТРИЦЕВТИКОВ ИЗ РАСТЕНИЙ

Макеев Игорь Владимирович, аспирант кафедры пищевой биотехнологии
Романенко Наталья Юрьевна, канд. техн. наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия
e-mail: igor39@bk.ru; nataliya.mezenova@klgtu.ru

Аннотация

Современные стратегии в спортивном питании развиваются от простого восполнения энергии к использованию функциональных продуктов. Особый интерес в этой области представляют ферментированные продукты растительного происхождения. Целью настоящего обзора является анализ современных научных данных о механизмах позитивного влияния продуктов лактоферментации на организм спортсменов, включая их роль в снижении окислительного стресса, улучшении нутритивного статуса и оптимизации микробиоты.

Современный рынок спортивного питания демонстрирует устойчивый рост и постоянное расширение линейки продуктов. Эта динамика создает необходимость в разработке более эффективных подходов к созданию специализированных пищевых продуктов, обогащенных ценными биологически активными соединениями, для их использования спортсменами. В составе биологически активных добавок из растений присутствует большой комплекс биологически активных веществ, являющихся основой для обмена веществ в живых организмах. Для организма спортсмена крайне важно поддерживать стабильную работу всех систем во время интенсивных нагрузок. Питательные вещества здесь играют ключевую роль. Они не просто снабжают тело энергией, но и помогают сохранять внутренний баланс. Этот баланс необходим для нормального обмена веществ и правильного функционирования всех органов.

Профессиональные спортсмены постоянно испытывают экстремальные физические нагрузки, что стимулирует научное сообщество к разработке эффективных методов помощи организму в адаптации к интенсивному тренировочному процессу. Исследователи сосредоточены на создании научно обоснованных подходов, которые позволяют оптимизировать восстановление и повысить устойчивость организма к высоким тренировочным нагрузкам, сохраняя при этом здоровье и работоспособность атлетов. Если не предусмотреть мероприятия по профилактике алиментарно-зависимых заболеваний, то у спортсменов повышается риск развития болезней и наблюдается повышение утомляемости [1, с. 13; 2, с. 143]. Для снижения этого риска применяется комплекс мероприятий, учитывающий режим тренировок, сна и отдыха, сбалансированного питания, дополнительного приема витаминно-минерального комплекса, восстановления эмоционального состояния, в том числе применение биологических стимуляторов и адаптогенов [3, с. 171].

Растущее применение биологически активных веществ в различных отраслях требует поиска оптимального и универсального способа их выделения из растений. Хотя сегодня существует множество современных методик экстракции, ни одна из них еще не стала общепризнанным стандартом для получения активных соединений из растительного сырья. Эффективность традиционных и нетрадиционных методов экстракции в основном зависит от важнейших входных параметров, понимании природы растительного материала, химии биологически активных соединений и научном опыте.

Растения являются богатым источником определенных микроэлементов, таких как минералы, витамины и фитохимические вещества [4, с. 90]. Природные соединения, содержащиеся в растениях, демонстрируют разнообразную биологическую активность. Эти вещества проявляют антиоксидантные, противоопухолевые и противомикробные свойства. Кроме того, они показывают терапевтический потенциал в профилактике и лечении различных заболеваний, включая сердечно-сосудистые патологии, онкологические процессы, нарушения гормонального баланса и снижение

плотности костной ткани. Различные растительные продукты, такие как злаки и бобовые, содержат большое количество олигосахаридов и пищевых волокон. Эти олигосахариды являются неперевариваемыми углеводами, поэтому обладают способностью улучшать некоторые физиологические свойства. Кроме того, олигосахариды действуют как пребиотики и избирательно способствуют росту кишечной микрофлор [5, с. 1913].

Стенка растительной клетки представляет собой плотную структуру, состоящую из полисахаридов, которые могут препятствовать высвобождению активных ингредиентов из растительного сырья. Процесс ферментации микроорганизмами помогает разрушить клеточную стенку, что способствует переходу БАВ в экстракт. Поскольку данный процесс протекает в мягких условиях, качество целевых продуктов выше, чем при применении химической и механической обработки для разрушения растительных клеточных стенок [6, с. 155].

Ферментация является древним естественным способом обработки пищи, который используется человечеством на протяжении тысячелетий. В современном мире ферментированные продукты переживают новый всплеск популярности. Этот традиционный и доступный метод не только предотвращает порчу продуктов и повышает их безопасность, но и улучшает пищевую ценность, текстуру и вкусовые качества, сохраняя при этом натуральность и экономическую доступность. В растительной ферментации чаще всего используются молочнокислые бактерии, бациллы и дрожжи [7, с. 127]. Ферментация показала значительное улучшение питательных свойств злаков. Она также может способствовать обогащению запаса доступных аминокислот, витаминов, микроэлементов и минералов. В результате ферментации улучшается общая усвояемость и вкусовые качества пищи. Она может увеличить концентрацию или биодоступность функциональных (биоактивных) соединений. Также было определено, что лактоферментация растительного сырья увеличивает количество свободных аминокислот и их производных за счет протеолиза и метаболического синтеза. В ходе этого естественного преобразования увеличивается содержание незаменимых аминокислот, включая лизин, метионин и триптофан, которые не синтезируются организмом человека и должны поступать с пищей. Этот биохимический процесс делает ферментированные продукты особенно ценными для сбалансированного питания.

В биотехнологической отрасли широко применяется микробная ферментация – процесс, позволяющий значительно увеличить концентрацию и разнообразие целевых соединений. Этот процесс не только ослабляет прочность клеточной стенки свеклы и высвобождает больше пигментов, но и при участии бактерий пигменты могут быть модифицированы и придавать продукту новые характеристики. Ученые применяют пробиотические бактерии, в частности штаммы, которые можно было бы извлечь из других ферментированных продуктов, потому что в них отсутствуют токсины, и они безопасны для использования в промышленности. Определенные штаммы бактерий применяются в биотехнологических процессах благодаря уникальным ферментам, которые они продуцируют. Например, для ферментации оливок были использованы виды Lactobacillus plantarum, L. pentosus, L. brevis, которые гидролизуют олеуропеин за счет активности β-глюкозидазы. Аналогичное применение ферментов было показано при ферментации соевого молока с использованием Streptococcus thermophilus, L. acidophilus и бифидобактерий для увеличения количества генистеина и даидзеиновых бактерий, которые обладают активностью β-глюкозидазы, что может быть использовано для ферментации свеклы и получения новых биологически активных соединений с высоким содержанием полезных веществ. Даже самопроизвольное молочнокислое брожение яблок обладает различными химическими свойствами. Используя свеклу и специально подобранные пробиотические бактерии, бетанин может быть биоконверсирован в беталаины или другие аналоги, которые могут обладать сходным или более сильным биологическим действием: стабильностью, антиоксидантной активностью, противовоспалительной активностью, ингибировать перекисное окисление липидов [8, с. 52].

Молочнокислое брожение существенно улучшает пищевую ценность продуктов, повышая доступность витаминов, минералов и других питательных веществ для организма. Этот естественный процесс по праву считается одним из наиболее эффективных методов биологического обогащения пищи, поскольку он увеличивает концентрацию и улучшает усвояемость незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных соединений без использования искусственных добавок [9,

с. 200]. Во-первых, микроорганизмы обладают не только катаболическими, но и анаболическими свойствами и могут продуцировать определенные витамины и некоторые факторы роста. Во-вторых, дрожжи во время ферментации расщепляют жёсткие растительные оболочки, которые человек не может переварить. Это высвобождает питательные вещества, делая их доступными для нашего организма (рисунок).

Рисунок – Графический представление процесса лактоферментации растительного сырья

Микробные ферменты, в том числе амилазы, в кислой среде изменяют основные компоненты пищи, расщепляя полисахариды, белки, фитаты и липиды, соответственно. В дополнение к улучшению работы ферментов, ферментация часто уменьшает количество содержащиеся в пище антипитательные вещества, включая полифенолы, танины, ингибиторы трипсина, способствуют повышению биодоступности минералов, включая железо, витамины группы В, тиамин, рибофлавин, ниацин, белок и простые сахара (таблица).

Таблица – Использование различных штаммов молочнокислых бактерий для ферментации растительного сырья

№ п/п	Растительное сырье	Микроорганизмы	Биодоступность
1	Сок из дыни	Lactobacillus reuteri JCM1112	Повешение содержания фолиевой кислоты
2	Морковный сок	L. pentosus FSC1 and L. mesenteroides FSC2	Повышение растворимости железа, снижение содержания минерального ингибитора фитата
3	Морковный сок	L. acidophilus NCDO1748	Минеральные вещества (Ca, P, Fe) и бета-каротин
4	Маис	Lactobacillus sp.	Повышение биодоступности железа
5	Свекла	L. plantarum and Enterococcus hirae	Повышение содержания кальция, фосфора и магния
6	Фруктовый сок (на овсяной основе с добавлением винограда, манго, маракуйи, банана)	L. plantarum 299v	Повышение биодоступности железа
7	Пшеничная мука	L. mesenteroides	Повышение растворимости кальция и магния, снижение содержания фитатов
8	Сок из капусты	L. acidophilus	Уменьшение образования нитритов

В контексте биологической поддержки спортсменов с повышенными физическими нагрузками, продукты, полученные в результате лактоферментации растительных субстратов, представляют значительный научный и практический интерес [10, с. 62; 11, с. 41]. Их положительное влияние на организм атлета носит многокомпонентный характер. Прежде всего, в процессе ферментативной деятельности молочнокислых бактерий происходит биотрансформация исходных соединений, приводящая к накоплению биоактивных метаболитов, таких как короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), бактериоцины, витамины (группы В, К) и биоактивные пептиды, обладающие повышенной биодоступностью [12, с. 108]. Эти биологически активные соединения оказывают комплексное влияние на метаболизм. КЦЖК служат основным источником энергии для клеток кишечника и участвуют в регуляции жирового обмена. Одновременно биологически активные пептиды, согласно научным данным, проявляют антиоксидантные и противовоспалительные свойства. Такой комплексный эффект особенно важен

для ускорения восстановления после интенсивных физических нагрузок и снижения окислительного стресса в организме спортсменов [13, с. 43]. Добавление ферментированных компонентов в рацион способствует нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Это приводит к укреплению естественной защиты организма и улучшению усвоения питательных веществ. Совокупность этих эффектов повышает адаптационные возможности и укрепляет иммунитет спортсменов, что особенно важно при интенсивных тренировочных нагрузках.

Особого внимания заслуживает потенциал биоактивных пептидов, образующихся в результате протеолитической активности лактобактерий [14, с. 18]. Лабораторные исследования показывают, что при ферментации злаков и бобовых культур штаммами Lactobacillus plantarum высвобождаются биологически активные пептиды. Эти соединения способны ингибировать ангиотензин-превращающий фермент (АПФ), что потенциально может улучшать кровоснабжение и кислородное обеспечение мышц во время физической нагрузки. Данный механизм представляет особый интерес для спортивной физиологии, поскольку улучшение периферического кровотока может позитивно влиять на работоспособность и восстановление атлетов. [15, с. 13]. Кроме того, противовоспалительный эффект короткоцепочечных жирных кислот, в частности, бутирата, продуцируемого из пищевых волокон, был подтвержден в эксперименте на животных моделях, где его введение приводило к снижению маркеров мышечного повреждения, таких как креатинкиназа. Это позволяет рассматривать ферментированные продукты не только как источник нутриентов, но и как функциональный компонент, целенаправленно влияющий на физиологические процессы, сопровождающие интенсивные тренировки. Проведенный анализ экспериментальных данных позволяет утверждать, что целенаправленное применение специализированных ферментированных растительных продуктов может стать важным компонентом в системе управления восстановительными процессами и повышения спортивной результативности. Научно обоснованный подбор ферментированных растительных матриц открывает новые перспективы для оптимизации тренировочного процесса за счет улучшения нутритивного статуса, модуляции микробиоты и снижения воспалительных реакций организма.

На основании анализа научной литературы можно утверждать, что лактоферментация растительного сырья является эффективным биотехнологическим подходом для создания многокомпонентных композиций биологически активных веществ с целевыми свойствами для спортивного питания. Исследования показывают, что в процессе метаболизма молочнокислых бактерий происходит не только обогащение продуктов новыми полезными соединениями (витаминами, бактериоцинами, короткоцепочечными жирными кислотами), но и существенно повышается усвояемость природных фитокомпонентов, а также образуются новые биологически активные вещества, в частности пептиды с выраженной антиоксидантной и противовоспалительной активностью. Включение ферментированных растительных продуктов в рацион представляет собой перспективную стратегию в рамках комплексных программ питания, направленных на поддержание оптимальной функциональной готовности спортсменов и сокращение восстановительного периода после интенсивных тренировок.

Литература

1. Учасов, Д.С. Витамины-антиоксиданты в питании спортсменов: физиолого-биохимические и гигиенические аспекты / Д.С. Учасов, О.Н. Фролова // Автономия личности. – 2025. – Т. 35, № 2. – с. 11-20.

2. Сергеева, Е.А. Влияние использования спортивных добавок на организм человека / Е. А. Сергеева, А. А. Щеглова, Ю. А. Гладышева // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 97-9. – с. 142-145.

3. Мачнева, И.А. Биологическая ценность ферментированных пищевых продуктов на растительной основе / И.А. Мачнева // Плодоводство и виноградарство юга России. – 2024. – Т. 3, № 87. – с. 154-192.

4. Корнякова, В.В. Использование биологически активных добавок с антиоксидантными свойствами при физическом утомлении и для повышения работоспособности в спорте / В.В. Корнякова, В.А. Бадтиева, М.Ю. Баландин // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 3. – с. 86-96.

5. Peng, M. Effectiveness of probiotics, prebiotics, and prebiotic-like components in common functional foods / M. Peng // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2020. – Т. 4, № 19. – с. 1908-1933.

6. Wua, C. Effects of lactic acid fermentation-based biotransformation on phenolic profiles, antioxidant capacity and flavor volatiles of apple juice / C. Wua // Food science and technology. – 2020. – № 122. – с. 145-160.

7. Саубенова, М.Г. Биологическая ценность ферментированных продуктов / М.Г. Саубенова, Е.А, Олейникова, А.А. Амангелды // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 8. – с. 124-129.

8. Юраскина, Т.В. Биотехнологические пути устранения микронутриентной недостаточности / Т.В. Юраскина // Пищевая промышленность. – 2023. – № 5. – с. 51-54.

9. Кожемяко, А.В. Инновационные лактоферментированные напитки на основе овощного сырья / А.В. Кожемяко, Т.Ф. Кисилева, Е.А. Вечтомова // Вестник КРАСГАУ. – 2018. – № 6. – с. 199-203.

10. Thierry, A. Lactofermentation of vegetables: an ancient method of preservation matching new trends / A. Thierry // Trends in food science & technology. – 2023. – № 139. – с. 56-67.

11. Garcia, C. Lactic acid fermentation of fruit and vegetable juices and smoothies: innovation and health aspects / C. Garcia, F. Remize // Lactic acid bacteria in food biotechnology. – 2022. – № 2. – с. 27-46.

12. Мусифулина, В.В. Сравнительная характеристика методов экстрагирования растительного сырья // Вестн. Инновац. Евраз. Ун-та. 2021. – № 4. – с. 107–112.

13. Липеева, А.В. Антиоксиданты и их функции в человеческом организме / А.В. Липеева // Лаборатория и производство. – 2023. – № 1. – с. 38-54.

14. Sahingil, D. Enrichment of antioxidant activity, phenolic compounds, volatile composition and sensory properties of yogurt with rosehip (*rosa canina l.*) Fortification / D. Sahingil, A.A. Hayaloglu // International journal of gastronomy and food science. – 2022. – № 28. – с. 15-20.

15. Manzoor, M. Role of lacto-fermentations in reduction of antinutrients in plantbased foods / M. Manzoor, D. Singh, S. Vij // Journal of applied biology & biotechnology. – 2021. – Т. 3, № 9. – с. 7-16.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЕЦЕПТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧЕНЬЯ

Корниенко А.А., аспирант, Лютова Е.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград
e-mail: arina__k@mail.ru

Аннотация

В статье рассмотрены аргументы в пользу необходимости разработки нового вида безглютенового печенья. Произведён подбор компонентов функциональной рецептурной композиции для обогащения безглютенового печенья. По справочным данным установлен химический состав ингредиентов. Рассчитаны макро- и микронутриентный состав печенья и степень удовлетворения суточной потребности в основных нутриентах. Отмечены высокая биологическая ценность нового вида мучного кондитерского изделия и присутствие в составе БАВ, дефицитных для безглютеновой диеты.

В последние десятилетия в разных частях света отмечается рост диагностируемости целиакии и других глютен-зависимых заболеваний [1], в связи с чем повышается спрос на безглютеновые кондитерские изделия – как среди пациентов с полной и частичной непереносимостью, так и среди глютен-толерантных потребителей продуктов здорового питания. Печенье является удобной формой перекуса и органолептически привлекательным источником легкоусвояемых углеводов и жиров; объёмы выпуска мучных кондитерских изделий категории печенья на территории РФ в период с 2017 по 2024 год увеличились на 14,5 % [2].

При проектировании нового вида безглютенового печенья важно руководствоваться не только идеей отказа от пшеничной муки, но и принципами здорового питания, указанными в Федеральном законе РФ от 02.01.2000 N 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» [3]. Закон предписывает следить за соответствием содержания макро- и микронутриентов в продукте их суточной потребности; за присутствием в ежедневном рационе продуктов – источников пищевых волокон, витаминов, других БАВ а также продуктов с пониженным содержанием насыщенных и трансизомерных жирных кислот [3].

Для обогащения печенья БАВ может быть использован биопотенциал побочного растительного сырья, что соответствует принципу ресурсосбережения и позволит снизить себестоимость продукции. Продукты переработки моркови и тыквы, такие как жмых и кожура, образующиеся на плодоовощных производствах, представляют особый интерес ввиду ценовой доступности и повышенной биологической ценности данного сырья.

Мука из бобов люпина (в пищевых целях в основном используются бобы Lupinus albus L. и Lupinus angustifolius L.), помимо высокого содержания белка и минеральных веществ, обладает повышенной водосвязывающей и эмульгирующей способностью [4], что делает данное сырьё привлекательным для использования в технологии безглютеновых МКИ.

Люпиновая мука, порошки жмыха моркови, жмыха тыквы и кожуры тыквы апробированы авторами в рецептуре безглютенового печенья «Осенний цветок» в качестве функциональной композиции для замены 5,3 %, 5,1 %, 4,7 % и 5,3 % рисовой муки соответственно [5]. Кроме того, рецептура предусматривает полную замену сливочного масла на подсолнечное, а 44,0 % сахарной пудры – на сухую молочную сыворотку. Молочная сыворотка (подсырная, творожная, казеиновая) характеризуется высокой биологической ценностью из-за наличия полноценного белка (13,5 % от сухих веществ), лактозы (70 % от сухих веществ), а также ряда витаминов группы В и минералов (P, Ca, K, Na) [6].

Для определения химического состава экспериментального печенья был установлен нутриентный состав ингредиентов – по усреднённым данным справочников и научных статей. Массовая доля общей золы и влажность устанавливались опытным путём по общепринятым методикам. В таблице 1 представлен химический состав основных функциональных ингредиентов.

Таблица 1 – Химический состав компонентов функциональной рецептурной смеси для приготовления печенья «Осенний цветок»

Нутриент и единицы измерения	Содержание в 100 г				
	Мука люпиновая	Порошок жмыха моркови	Порошок жмыха тыквы	Порошок жмыха тыквы	Сухая молочная сыворотка
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Сухие вещества, г	93,8 ± 0,4	92,7 ± 0,4	93,7 ± 0,4	92,3 ± 0,4	95,0 ± 0,4
Вода, г	6,2 ± 0,4	7,3 ± 0,4	6,3 ± 0,4	7,7 ± 0,4	5,0 ± 0,4
Белок, г	36,0	6,40	9,40	11,8	13,5
Биологическая ценность белка, %	60,5	37,5	32,7	48,6	53,9
Жир, г	8,7	1,2	1,1	1,4	1,1
Углеводы (МДС и крахмал), г	18,6	45,5	49,5	37,4	76,0
Пищевые волокна, г	**27,0**	**31,5**	**24,2**	**29,6**	**0**
Энергетическая ценность, ккал	296,4	218,4	245,5	209,4	367,9
Зола общая, г	3,5	8,0 ± 0,1	9,4 ± 0,1	12,1 ± 0,1	4,3
- натрий, мг	15,0	132,0	19,3	9,31	83,0
- кальций, мг	176,0	546,0	89,1	2,97	612,0
- **фосфор, мг**	**440,0**	**531,1**	**40,3**	**160,6**	**520,0**
- магний, мг	198,0	56,0	80,1	4,57	94,0
- калий, мг	1013,0	479,3	1966,3	572,6	1138,0
- **железо, мг**	**4,40**	**37,9**	**41,8**	**98,1**	**4,90**
- **цинк, мг**	**4,80**	**2,85**	**2,50**	**42,9**	**16,0**
- йод, мкг	-	-	-	-	-
- **селен, мкг**	**8,20**	**-**	**-**	**-**	**50,0**
- **медь, мг**	**-**	**1,63**	**0,50**	**12,9**	**0,01**
- молибден, мкг	-	-	-	-	-
- хром, мкг	-	-	-	-	-
- **марганец, мг**	**-**	**0,93**	**0,45**	**0,36**	**0,50**

- **кобальт, мкг**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Витамин А, мкг	-	-	-	-	0,0009
Каротиноиды, мг	7,0	20,7	9,4	15,1	0
- **бета-каротин, мг**	**3,50**	**12,5**	**9,10**	**8,40**	**0**
Витамин Е, мг	**-**	**0,23**	**0,60**	**-**	**0,10**
Витамин B_1, мг	0,60	0,26	0,22	-	0,21
Витамин B_2, мг	**0,20**	**0,22**	**0,22**	**-**	**1,30**
Витамин РР, мг	2,20	3,60	5,40	-	0,82
Витамин B_9, мкг	0,36	-	-	-	0,003
Витамин B_{12}, мкг	**-**	**-**	**-**	**-**	**0,005**

Примечание: знак «-» означает недостаток или отсутствие данных по содержанию нутриента

Полученные данные свидетельствуют о богатом макро- и микронутриентном составе выбранных ингредиентов. Овощные порошки, по экспериментальным данным исследователей, максимально обогащены пищевыми волокнами и бета-каротином, кожура тыквы – минералами, сухая молочная сыворотка – минералами и белком, люпиновая мука – белком и клетчаткой. С учётом усреднённых данных рассчитан химический состав экспериментального печенья и степень удовлетворения суточной потребности в макро- и микронутриентах (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав печенья «Осенний цветок» и степень удовлетворения суточной потребности взрослого в основных нутриентах

Нутриент и единицы измерения	Содержание в 100 г печенья «Осенний цветок»	Суточная норма по МР 2.3.1.0253-21	% удовлетворения суточной нормы при употреблении 100 г	% удовлетворения суточной нормы при употреблении 75 г
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Сухие вещества, г	92,2 ± 0,4	-	-	-
Вода, г	7,8 ± 0,4	-	-	-
Белок, г	7,6	60,0-114,0	7-13	5-10
Отношение «животный белок» : «растительный белок»	55 : 50	55 : 45	-	-
Биологическая ценность белка, %	65,4	-	-	-

Жир, г	21,4	57,0-127,0	17-38	13-28
Углеводы (МДС и крахмал), г	57,6	238,0-551,0	11-24	8-18
Пищевые волокна, г	**3,4**	**20,0-25,0**	**14-17**	**10-13**
Энергетическая ценность, ккал	453,5	1700-3800	12-27	9-20
Зола общая, г	2,1	-	-	-
- натрий, мг	38,6	1300,0	3	2
- кальций, мг	110,3	1000,0	11	8
- **фосфор, мг**	**163,1**	**700,0**	**23**	**18**
- магний, мг	34,4	420,0	8	6
- калий, мг	288,0	3500,0	8	6
- **железо, мг**	**5,41**	**18,0**	**30**	**23**
- **цинк, мг**	**3,79**	**12,0**	**32**	**24**
- йод, мкг	3,57	150,0	2	2
- **селен, мкг**	**17,5**	**55,0**	**32**	**24**
- **медь, мг**	**0,41**	**1,0**	**41**	**31**
- молибден, мкг	1,07	70,0	2	1
- хром, мкг	0,71	40,0	2	1
- **марганец, мг**	**0,54**	**2,0**	**27**	**20**
- **кобальт, мкг**	**1,79**	**10,0**	**18**	**13**
Витамин А, мкг	46,4	800,0	6	4
Каротиноиды, мг	1,21	15,0	8	6
- **бета-каротин, мг**	**0,76**	**5,0**	**15**	**11**
Витамин Е, мг	**7,75**	**15,0**	**52**	**39**
Витамин B_1, мг	0,10	1,5	7	5
Витамин B_2, мг	**0,27**	**1,8**	**15**	**11**
Витамин РР, мг	1,92	20,0	10	7
Витамин B_9, мкг	11,5	400,0	3	2
Витамин B_{12}, мкг	**0,73**	**3,0**	**24**	**18**

Из данных таблицы 2 можно заключить, что печенье «Осенний цветок» в дозировке 100 г является функциональным по содержанию пищевых волокон, бета-каротина, витаминов Е, В2, В12 и минеральных веществ – фосфора, железа, цинка, селена, меди, марганца, кобальта. Кроме того, сбалансирован белковый профиль печенья: соотношение массы животного и растительного белка приближено к идеальному (55 : 50), а биологическая ценность белка экспериментального печенья по сравнению с контрольным сдобным повышена в 1,8 раз (с 37,1 до 65,4 %). Расчёт химического состава демонстрирует богатый биопотенциал функционального растительного сырья и сухой молочной сыворотки, выбранных для обогащения печенья.

Печенье «Осенний цветок» может быть рекомендовано для питания лиц с полной и частичной непереносимостью глютена в суточной дозировке 75-100 г, что эквивалентно 340,1-453,5 ккал. При дозировке в 75 г (340,1 ккал) в сутки продукт будет функционален по содержанию всех вышеупомянутых минералов, кроме кобальта, а также по витаминам Е и В12. Стоит отметить, что безглютеновая диета характеризуется недостатком ряда необходимых БАВ, в том числе пищевых волокон, железа, цинка, витаминов В2 и В12 [7], потребность в которых, по расчётным данным, может быть удовлетворена при приёме нового вида печенья.

Литература

1. Гурова, М. М. Аллергия к белку пшеницы и непереносимость глютена (обзор литературы) / М. М. Гурова // Медицина: теория и практика. – 2020. – Т. 5. – № 1. – С. 27–39.
2. Промышленное производство. – Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (дата обращения: 23.11.2025).
3. Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» № 29-ФЗ. – Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно технической документации: сайт. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901751351 (дата обращения: 18.03.2025).
4. Патент № 2345561 C2 Российская Федерация, МПК A23L 1/20 (2006.01), A23J 1/14 (2006.01), A23L 1/305 (2006.01). Способ получения белкового полуфабриката : № 2006141905/13 : заявл. 27.11.2006 : опубл. 10.02.2009 / Шамкова Н. Т., Бухтояров Р. Ю., Бугаец И. А. ; заявитель ГОУВПО "КубГТУ". – 6 с.
5. Корниенко, А. А. Совершенствование рецептуры печенья сдобного безглютенового с использованием побочных продуктов переработки моркови и тыквы / А. А. Корниенко, Е. В. Лютова. – DOI: 10.46845/1997-3071-2025-77-58-71 // Известия КГТУ. – 2025. – № 77. – С. 58-71.
6. Фахретдинова, Д. Р. Использование амарантовой муки и молочной сыворотки для обогащения мучных кондитерских изделий / Д. Р. Фахретдинова, А. А. Нигматьянов, И. В. Миронова // Известия ОГАУ. – 2017. – № 4 (66). – С. 260-262.
7. A gluten-free diet, not an appropriate choice without a medical diagnosis / A. Diez-Sampedro, M. Olenick, T. Maltseva, M. Flowers. – DOI: 10.1155/2019/2438934 // Journal of nutrition and metabolism. – 2019. – Vol. 2019. – № 1. – 2438934.

УДК 635.21; 632.1

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ КАРТОФЕЛЯ К ПАТОГЕННЫМ ГРИБАМ

Нури Хумай Камран, докторант

Научно-Исследовательский Институт Овощеводства, Азербайджан, Баку
12humay@gmail.com

Аннотация

Статья посвящена анализу устойчивости различных образцов картофеля к грибковым инфекциям, таким как фитофтороз, альтернариоз и порошистая парша. Рассмотрены влияние грибковых патогенов на урожайность, физиологические показатели растений и особенности вредителей. Выявлено, что изменения урожайности зависят не только от стадии развития и наследственных свойств, но и от степени поражённости болезнями. Наибольшее инфицирование наблюдается при фитофторозе, в то время как относительная стойкость к порошистой парше обусловлена спецификой возбудителей. Применение комплексных мер защиты, включая агротехнологии, снижает вероятность распространения болезней.

STUDY OF THE RESISTANCE OF DIFFERENT POTATO GENOTYPES TO PATHOGENIC FUNGI

Nuri Humay Kamran, PhD candidate

Scientific Research Vegetable Institute, Baku, Azerbaijan

Abstract

The article focuses on the analysis of the resistance of various potato samples to fungal infections, such as late blight, alternaria, and powdery scab. It examines the impact of fungal pathogens on yield, physiological characteristics of plants, and pest features. The study reveals that yield variations depend not only on the developmental stage and genetic traits of the plant but also on the degree of disease infestation. The highest level of infection was observed with late blight, while relative resistance was found against powdery scab, due to the specific nature of the pathogens. The application of integrated protective measures, including modern agro-technologies, significantly reduces the likelihood of disease spread and effectively limits their development.

Keywords: potato, fungal diseases, disease resistance resistant, crop yield

Ключевые слова: картофель, грибковые болезни, устойчивость к болезням / резистентность, урожайность

Введение. Грибковые заболевания картофеля, такие как фитофтороз, альтернариоз и порошистая парша, остаются одной из основных причин снижения урожайности и ухудшения качества продукции. Потери, вызванные этими патогенами, проявляются как на полях, так и при хранении клубней, что наносит значительный экономический ущерб хозяйствам. В современных условиях повышение устойчивости картофеля к грибковым заболеваниям является ключевым направлением агротехнологий и селекции. Исследование генотипов и сортов с различной степенью резистентности позволяет выявлять наиболее перспективные формы для внедрения в производство, снижать потери урожая и обеспечивать стабильность экономической отдачи отрасли.

Вредители и патогены представляют серьёзную угрозу продовольственной безопасности и экономике сельского хозяйства, вызывая, по оценкам, потерю 17,2% урожая картофеля во всём мире. Эти биотические стрессоры негативно влияют как на качество, так и на количество урожая, приводя к значительным экономическим потерям для сельхозпроизводителей. Внедрение эффективных стратегий борьбы с вредителями и болезнями имеет решающее значение для минимизации потерь урожая и обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства [2,4].

Потребности людей в продовольственной безопасности требуют выращивания картофеля с высокой урожайностью и качеством. В развивающихся странах картофель считается

стратегической продовольственной культурой. Однако различные патогены долгое время остаются основным фактором, ограничивающим производство картофеля. Инфекции вызывают некроз, пожелтение и пятнистость листьев, а также гниение и слабое развитие клубней. Эти заболевания нарушают физиологическое состояние растения, что приводит к снижению урожайности и ухудшению качества клубней [3].

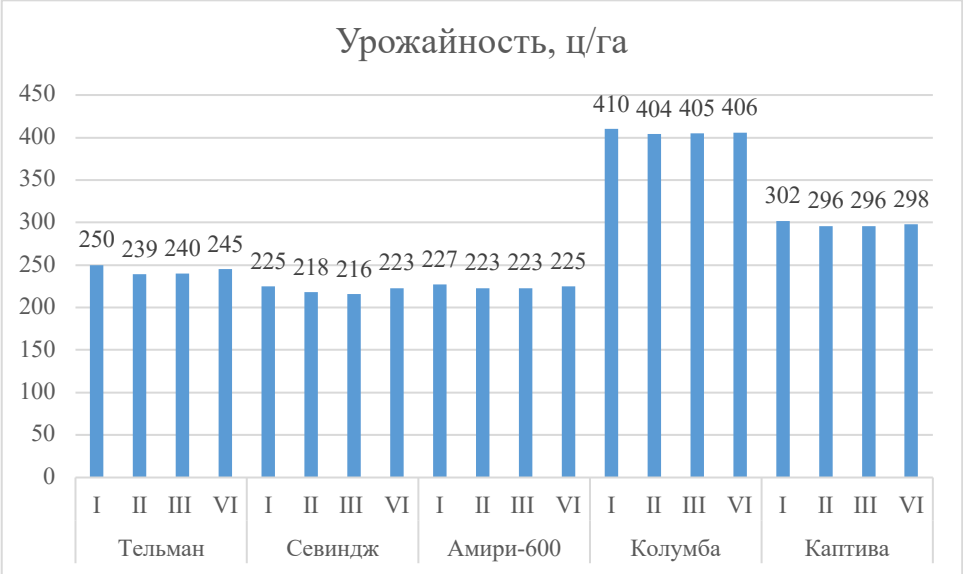
Картофельная культура широко распространена по всему миру и занимает одно из ключевых мест в глобальном сельском хозяйстве по площади посевов. Во всём мире под картофелем занято примерно 20 миллионов гектаров, из которых около 35% приходится на Европу. Особенно значительные площади посадок и высокие показатели урожайности наблюдаются в таких странах, как Польша, Германия и Франция. В Азербайджане площадь, выделяемая под выращивание картофеля, составляет около 69–70 тысяч гектаров, что подчёркивает важную роль картофелеводства в аграрном секторе страны. В 2016–2019 годах лидерами по объёмам производства являлись Китай, Индия, Украина, Россия и США, тогда как Азербайджан занимал 45-е место [1].

Таблица Производство картофеля по странам мира (млн. тонн)

Страна	2016	2017	2018	2019
Китай	84,928,500	88,481,500	90,259,155	75,595,403
Индия	43,417,000	48,605,000	51,310,000	50,190,000
Украина	21,750,290	22,208,220	22,503,970	20,269,190
Россия	22,463,487	21,707,645	22,394,960	22,074,874
США	20,426,359	20,453,430	20,421,560	19,251,320
Азербайджан	902,396	913,899	898,914	1,004,172

Основная задача исследования состоит в изучении воздействия грибковых заболеваний и вредителей на местные и импортные сорта картофеля, оценке устойчивости различных генотипов, выявлении резистентных и толерантных форм, а также анализе влияния болезней на физиологические параметры и урожайность как отечественных, так и зарубежных сортов.

Результаты проведённых исследований показывают, что применение препарата Ридомил Голд МС в борьбе с комплексом заболеваний картофеля существенно сдерживает развитие инфекций и способствует получению высокой экономической отдачи. Различия, отмеченные между вариантами опыта, главным образом отражались на уровне урожайности и экономических показателях, несмотря на то что фунгициды использовались в одинаковых дозах и при равных затратах на гектар. В ходе научных экспериментов наряду с местными сортами Телман, Севиндж и Эмири-600 была проведена сравнительная оценка продуктивности и экономической целесообразности возделывания также зарубежных сортов Коломба и Каптива.



Рисунок

На основе анализа полученного графика установлено, что в контрольном варианте с применением фунгицида, несмотря на сравнительно высокие затраты на один гектар, снижение себестоимости продукции привело к увеличению как чистого дохода, так и уровня рентабельности. Эти тенденции устойчиво прослеживались по всем исследуемым сортам картофеля.

В целом, анализ данных графика показывает, что среди контрольных вариантов сорт Коломба занял первое место по величине общего дохода на гектар, достигнув 32 800 манатов, тогда как сорт Севиндж с показателем 18 000 манатов продемонстрировал наиболее низкий результат. В опытных вариантах по величине общего дохода сорт Коломба также оказался ведущим - 32 480 манатов, что связано с его устойчивостью к возбудителю порошистой парши. Общий доход сорта Севиндж составил 17 280 манатов, что объясняется его высокой восприимчивостью к альтернариозу и более низкой урожайностью по сравнению с другими сортами. Эти факторы обусловили ослабление его экономических показателей и связаны с биологическими особенностями сорта, в частности с его недостаточной устойчивостью к болезням.

Заключение. Грибковые заболевания картофеля, включая фитофтороз, альтернариоз и порошистую паршу, существенно снижают урожайность и качество продукции, вызывая экономические потери как на поле, так и при хранении. Они приводят к сокращению доходов фермерских хозяйств, росту производственных затрат и снижению рыночной стоимости продукции, а также оказывают негативное влияние на экспортный потенциал и устойчивость агроэкосистем. Эффективное управление болезнями требует своевременного применения агротехнических приёмов, использования устойчивых сортов и современных фунгицидов, что является ключевым фактором обеспечения экономической стабильности и стратегической устойчивости картофелеводства.

Литература

1. Crops. FAOSTAT. - [online]. - Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC [Accessed: 08.06.2022].

2. Hari, Karki S., Jansky, Shelly H., Dennis, A.H. Screening of wild potatoes identifies new sources of late blight resistance // *Plant Diseases*. - 2020. - Vol. 105. -P. 368-376. https://doi.org/10.1094/PDIS-06-20-1367-RE

3. Jiecai, L., Jianying, Y., Haijuan, W., Lingtai, X., Yuanzheng, Z., Mingmin, Z., Hongyou, Z. Strategies for engineering virus resistance in potato // *Plants*. - 2023. - Vol. 12, No. 9. - P. 1736. - https://doi.org/10.3390/plants12091736.

4. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J., Esker P., McRoberts N., Nelson A. The global burden of pathogens and pests on major food crops // *Nature Ecology & Evolution*. - 2019. - Vol. 3. - P. 430-439.

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ПОВРЕЖДЕННОГО КРАХМАЛА В ЦЕЛЬНОСМОЛОТОЙ МУКЕ ИЗ КРУПЫ ГРЕЧНЕВОЙ ПРОРОЩЕННОЙ

Урбанчик Е.Н., кандидат технических наук, Шустова Л.В., аспирант

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, г. Могилев

e-mail: urbanchik@tut.by, shustovaliana@yandex.by

Аннотация

Исследование посвящено изучению особенностей формирования и функциональных свойств поврежденного крахмала в цельносмолотой муке из крупы гречневой пророщенной. Показано, что содержание поврежденных крахмальных гранул, являющееся неизбежным следствием механического помола, напрямую зависит от размера частиц муки. Наибольшее количественное содержание поврежденного крахмала было зафиксировано в самой мелкой фракции 71/40 мкм. Наибольшей функциональностью обладали фракции среднего размера (250/180 и 300/250 мкм), что существенно превышало показатели нативного образца. Вероятно, чрезмерное механическое воздействие на мелких фракциях не только повреждает, но и разрушает структуру крахмальных гранул, снижая их способность к набуханию.

Качество муки в значительной степени определяется состоянием крахмала, среди показателей которого особую роль играет содержание поврежденных крахмальных гранул. Их образование является неизбежным следствием механического воздействия при помоле и напрямую зависит от типа мельницы, режимов обработки, а также твердости и структуры самого зерна [1].

Поврежденный крахмал комплексно влияет на технологические свойства муки. С одной стороны, он существенно повышает водопоглотительную способность, что может положительно сказываться на выходе готовой продукции. С другой стороны, его избыток приводит к негативным последствиям: разжижению теста, повышению его липкости, а в готовых изделиях – формированию липкого мякиша и повышенной склонности к ретроградации [2,3].

Особый интерес представляет изучение поврежденного крахмала в муке из нетрадиционного сырья, такого как пророщенная зеленая гречка. В отличие от обжаренной, такое зерно сохраняет способность к проращиванию, в ходе которого активируются ферменты (амилазы, протеазы). Это приводит к частичному гидролизу крахмала и белков, накоплению простых сахаров, аминокислот, витаминов и антиоксидантов [4]. Важно, что проращивание изменяет физические свойства зерна – его твердость и хрупкость, – что непосредственно сказывается на картине его разрушения при помоле и, как следствие, на количестве и характеристиках образуемого поврежденного крахмала. Более того, ферментативная активность в процессе проращивания может естественным образом модифицировать структуру крахмальных гранул изнутри, делая их более пористыми и доступными для воды еще до этапа механического помола [5].

Таким образом, исследование особенностей формирования и функциональности поврежденного крахмала в муке из пророщенной зеленой гречки представляет собой актуальную задачу, имеющую важное значение для разработки продуктов питания с заданными технологическими и потребительскими свойствами.

В качестве объекта исследования использовалась крупа гречневая пророщенная и продукты помола на ее основе. Сырье соответствовало требованиям ТУ BY 700036448.010-2024 [6]. Крупу гречневую пророщенную измельчали на жерновой мельнице НК-820 при зазоре 0,4 мм до крупности частиц не более 300 мкм. Фракционирование продуктов размола осуществлялось на просеивающей машине Retsch AS 200. Содержание поврежденного крахмала изучалось с помощью анализатора SDmatic. Функциональность поврежденного крахмала (solvent retention capacity, SRC) определялась на анализаторе SRC-Chopin с использованием 5 %-ного раствора карбоната натрия.

На рисунке 1 представлен гранулометрический состав муки из пророщенной гречневой крупы. Фракционный состав показан в виде дроби, где числитель соответствует размеру частиц, прошедших через данное сито (проход), а знаменатель – размеру частиц, оставшихся на сите (сход).

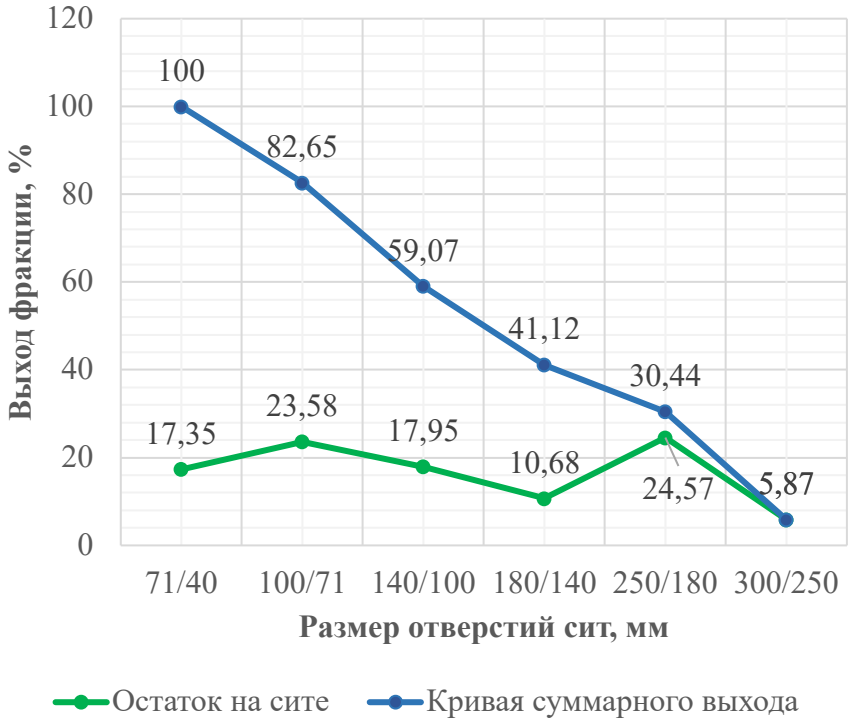


Рисунок 1 – Гранулометрический состав муки из пророщенной гречневой крупы. Обозначение фракций приведено в формате «проход/сход» (в мкм), где числитель – размер сита, через которое прошла фракция, знаменатель – размер сита, на котором фракция задержалась

На рисунке 1 представлены результаты ситового анализа муки из крупы гречневой пророщенной. Распределение частиц по фракциям демонстрирует выраженную неоднородность помола. Наибольшая массовая доля приходится на фракцию 250/180 мкм, составляя 24,57 %, что указывает на преобладание частиц среднего размера. Существенные остатки также наблюдаются на ситах 100/71 и 140/100 мкм, что составляет 23,58 % и 17,95 % соответственно.

В таблице 1 представлены результаты измерения содержания поврежденного крахмала в муке из крупы гречневой пророщенной. Результаты представлены в единицах трех наиболее распространенных в мире калибровочных шкал (таблица 2).

Таблица 1 – Поврежденный крахмал фракций муки из крупы гречневой пророщенной

Показатель	Номер сита, мкм						Нативное
	300/250	250/180	180/140	140/100	100/71	71/40	
Поглощение йода A_I, %	Не в диапазоне определения			87,06	87,95	93,43	87,81
UCD				2,4	4,8	19,4	4,4
AACC				2,48	2,64	5,49	2,61
Farrand				3,37	2,81	20,69	2,83

Таблица 2 – Стандартизованные лабораторные методы измерения содержания поврежденного крахмала

Параметр	Что обозначает	Контекст и применение
Поглощение йода AI, %	Общий показатель количества поврежденного крахмала, основанный на его способности связывать йод.	Ключевой технологический параметр. Высокое значение означает большую водопоглотительную способность муки.
UCD	Результат по калибровочной шкале Университетского колледжа Дублина.	Считается очень точным для прогнозирования поведения муки на производстве.
AACC	Результат, соответствующий стандартному методу Американской ассоциации химиков злаков.	Международный стандарт, часто используется в научных исследованиях и при сравнении данных мемежду лабораториями.
Farrand	Результат по калибровочной шкале, основанной на методе Фарранда.	Традиционный эталон в мукомольной промышленности.

На основании данных таблицы можно сделать вывод о том, что степень повреждения крахмала в муке из крупы гречневой пророщенной напрямую зависит от размеров ее частиц. Наиболее значительное повреждение крахмала концентрируется в мелкой по размеру фракции – 71/40 мкм, что подтверждается максимальным значением поглощению йода 93,43 %, а также расчетным показателям UCD – 19,4, AACC – 5,49 и Farrand – 20,69. Более крупные фракции 140/100 и 100/171 мкм демонстрируют низкий уровень повреждения крахмала. Показатели нативной муки являются усредненными и занимают промежуточное положение между значениями для крупных и наиболее поврежденных фракций.

На рисунке 2 представлена функциональность поврежденного крахмала.

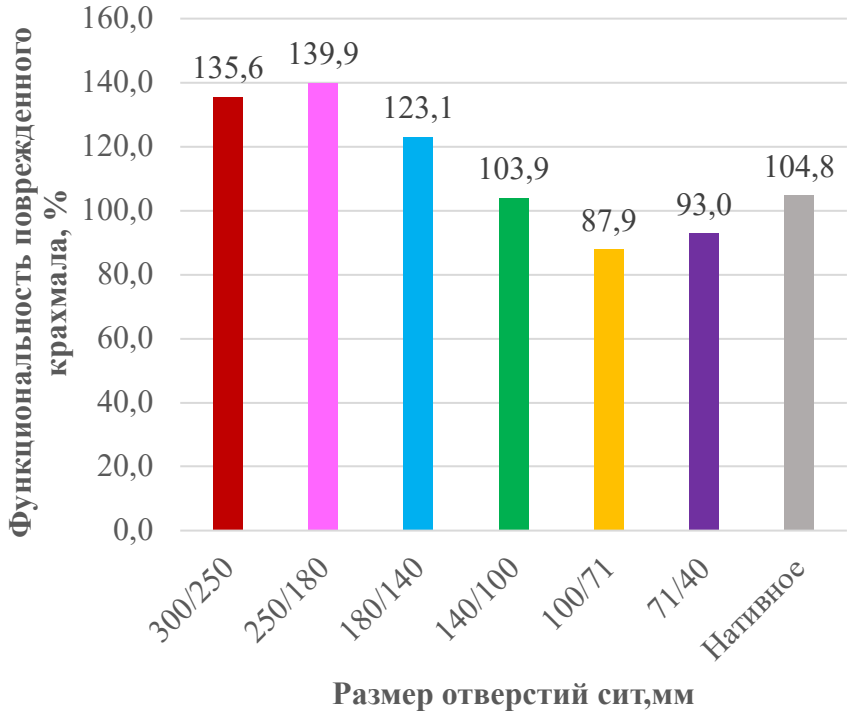


Рисунок 2 – Функциональность поврежденного крахмала фракций муки из крупы гречневой пророщенной

Анализ данных позволяет сделать вывод о том, что способность поврежденного крахмала связывать воду напрямую зависит от размера фракции муки. Наибольшей функциональностью обладают фракции среднего размера 250/180 мкм и 300/250 мкм, 139,9 % и 135,6 % соответственно, показатели которых

существенно превышают уровень нативного образца. При этом самая мелкая фракция 71/40 мкм имеет низкую функциональность – 93,0 %, что ниже нативного зерна (104,8 %).

Сравнительный анализ выявляет ключевую закономерность: высокое количественное содержание поврежденного крахмала не является гарантией его высокой функциональности. Это наглядно демонстрирует пример фракции 71/40 мкм, которая имеет наибольшее количество поврежденного крахмала, но показывает наихудшую способность к поглощению. Вероятно, чрезмерное механическое воздействие не только повреждает, но и разрушает структуру крахмальных гранул, снижая их способность к набуханию и связыванию воды.

Напротив, фракции среднего помола – 250/180 и 300/250 мкм являются наиболее технологически ценными. Они сочетают в себе достаточный уровень повреждения для проявления высоких функциональных свойств (135,6–139,9 %) и, предположительно, сохраняют целостность гранул, что делает их оптимальными для применения в пищевых производствах, где требуется контроль за водопоглотительной способностью сырья.

Таким образом, проведенное исследование позволило установить ключевые закономерности формирования и функциональности поврежденного крахмала в муке из крупы гречневой пророщенной. Было выявлено, что степень повреждения крахмала напрямую зависит от крупности помола: максимальное содержание поврежденных гранул концентрируется в наиболее мелкой фракции (71/40 мкм). Однако решающее значение для технологических свойств муки имеет не количество, а функциональность поврежденного крахмала. Наибольшей функциональностью обладают фракции среднего размера (250/180 и 300/250 мкм), тогда как мелкодисперсная фракция с максимальным содержанием поврежденного крахмала демонстрирует наименьшие функциональные свойства.

Литература

1. Bojanić N., Rakić D., Fišteš A. Effects of Roller Milling Parameters on Wheat-Flour Damaged Starch: A Comprehensive Passage Analysis and Response-Surface Methodology Optimization // Foods. – 2024. – Vol. 13, № 21. – P. 3386.

2. Мелешкина Е.П., Коломиец С.Н., Жильцова Н.С. Количество повреждённого крахмала в муке лабораторного и производственного помолов // Вестник ВГУИТ. – 2023. – Т. 85, № 3. – С. 67–73.

3. Жаркова И.М., Плотникова И.В., Иванчиков Д.С. Оценка различными методами содержания поврежденного крахмала в пшеничной муке высшего сорта // Вестник ВГУИТ. – 2024. – Т. 86, № 3. – С. 193–200.

4. Урбанчик Е. Н., Шустова Л.В. Повышение эффективности проращивания зеленой гречки // монография. – Могилев: БГУТ, 2023. – 104 с.

5. Шаршунов В.А., Урбанчик Е.Н., Барашков А.С., Шустова Л.В. Комплексная оценка качества зерна гречихи белорусской селекции в процессе замачивания и проращивания // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. - № 1. - С. 97-100.

6. ТУ BY 700036448.010-2024 Крупа гречневая пророщенная. : утв. с гос. регистрацией № 073415 от 05.02.2025, срок действия с 10.02.2025 по 10.02.2030 / разработчик Белорус. гос. ун-т пищ. и хим. технологий ; Е. Н. Урбанчик, Л. В. Шустова., 2024.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИКОМПОНЕНТНОГО КУЛИНАРНОГО РЫБНОГО ПРОДУКТА – «БАСАЛЕТ» С ДОБАВЛЕНИЕМ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ С КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Рыженко В.А., студент

ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет»,
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: viola4karu@yandex.ru

Аннотация

Готовая к употреблению кулинарная продукция стабильно пользуется высоким спросом, что обусловлено значительными переменами в структуре потребительского рынка и ростом уровня жизни и занятости потребителей. Производство рыбных фаршевых кулинарных изделий позволяет применять рыбное сырье с механическими повреждениями, а также растительных ингредиентов в составе поликомпонентных продуктов. В статье приведены результаты социологического исследования, показавшего заинтересованность потребителей в кулинарной продукции нового ассортимента с натуральными добавками. Данные опроса послужили «отправной точкой» для разработки технологии нового кулинарного продукта «Басалет», сочетающего в себе форму, характерную для колбас и рулетов, и вкусо-ароматический букет, обусловленный рецептурной композицией, включающей мясо лосося и минтая и популярные дикоросы – черемшу и папоротник. Приведены режимы основных технологических операций. Показаны рациональные соотношения растительных добавок в зависимости от способа их внесения – в свежем, сухом виде или в виде экстрактов. Отмечена перспективность производства линейки рыбных кулинарных изделий «Басалет» с вариацией рецептурных композиций.

Камчатский край не случайно называют рыбным краем. Это обусловлено как географическим положением Камчатки – полуострова, омываемого крупными заливами, морями, океаном, так и исторически сложившейся краеобразующей отраслью – добычей и переработкой рыбы и морепродуктов, большую часть уловов в которой составляют тихоокеанские лососи и тресковые [1–3].

Первое описание процесса заготовки рыбы на Камчатке приведено землепроходцем В.В. Атласовым в 1701 году: «…в зиму рыбу запасают сырую: кладут в ямы и засыпают землею, и та рыба изноет...» [4]; в настоящее время такой процесс называют ферментацией, автолизом, или квашением рыбы. Г.-В. Стеллер в «Описании земли Камчатки» восхищался «обилием самой лучшей и самой вкусной рыбы» [5]. Первый русский академик-географ С.П. Крашенинников после экспедиции на Камчатку отмечал в 1748–1750 годах преобладание рыбы в рационе коренного населения [6]. Этот же факт подтверждал в своих трудах В.Л. Комаров, принимавший участие в Камчатской экспедиции Ф.П. Рябушинского в 1908–1909 годах [7].

В настоящее время обилие рыбного сырья в Камчатском крае определяет важное направление развития отраслевых технологий, а именно расширение ассортимента выпускаемой продукции при соблюдении принципа рационального использования водных биологических ресурсов. Актуальной составляющей ассортимента является рыбная кулинария, позволяющая широко применять некондиционное сырье с механическими повреждениями для приготовления фаршевых изделий – котлет, пудингов, колбас, рулетов, рыбомучной кулинарии [8]. Растет и потребительский спрос на готовые к употреблению рыбные кулинарные продукты, что можно связать со значительными переменами в структуре потребительского рынка и с ростом уровня жизни и занятости населения.

Стоит отметить, что в последние годы наблюдается постепенное расширение применения в рецептурных композициях натуральных добавок, что связано с изменением приоритетов потребителей, которые проявляют все больше заботы о своем здоровье [9]. Вывод на рынок

продукции, в том числе изготовленной по новым технологиям, с новыми вкусовыми оттенками и оригинальной рецептурой, является важной тенденцией последних лет.

Целью проводимого исследования, результаты которого отражены в данной статье, являлись обоснование и разработка технологии формованных фаршевых кулинарных изделий из массовых представителей добываемых на Камчатке лососевых и тресковых видов рыб – кеты и минтая.

Для обоснования разработки технологии нового рыбного кулинарного изделия, сочетающего в себе форму, характерную для колбас и рулетов, и вкусо-ароматический букет, обусловленный рецептурной композицией, включающей мясо лососевых и тресковых рыб, а также популярные камчатские дикоросы – черемшу и папоротник, оценивали потребительские предпочтения в рыбной продукции путем проведения социологического опроса [10]. В анкетировании принял участие 71 житель г. Петропавловска-Камчатского. Большую часть опрошенных составляли девушки и юноши в возрасте от 18 до 25 лет, также значительный сегмент занимали респонденты в возрасте от 25 до 35 лет (рис. 1).

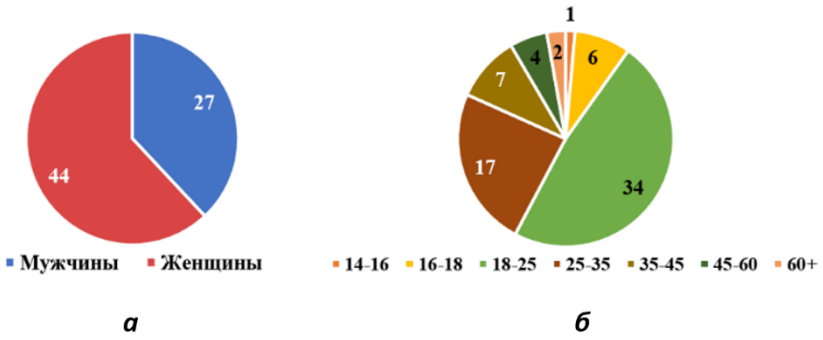


Рисунок 1 – Распределение респондентов по гендерному (*а*) и возрастному (*б*) признакам

Анализ результатов опроса выявил, что большинство, по сравнению с другими, – 34 респондента – употребляют рыбу раз в месяц, 22 респондента – раз в неделю, и лишь 1 человек употребляет рыбу ежедневно (рис. 2а). Оказалось, что 57 респондентов из 71 опрошенных довольно редко включают в свой рацион рыбные кулинарные изделия (рис. 2б).

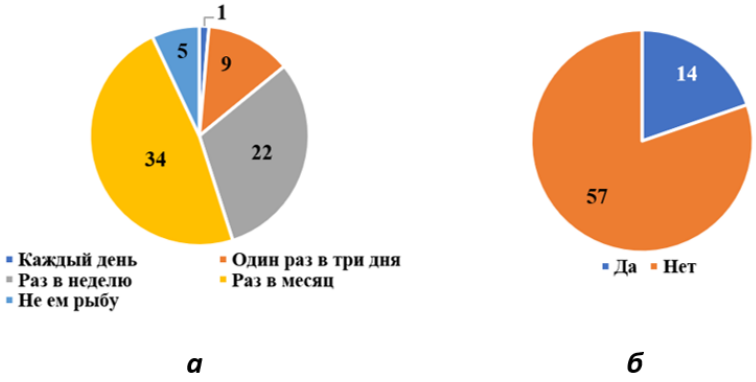


Рисунок 2 – Частота потребления респондентами рыбы (а) и рыбных кулинарных изделий (б)

Приемлемый уровень цен на рыбные кулинарные изделия для большинства респондентов составляет 200–300 руб. за 1 кг, для 19 респондентов цена от 300 до 400 руб. также оказалась приемлемой. Большинство опрошенных сообщили о том, что наличия таких кулинарных изделий, как рыбные колбасы или рулеты, в торговой не наблюдали (рис. 3).

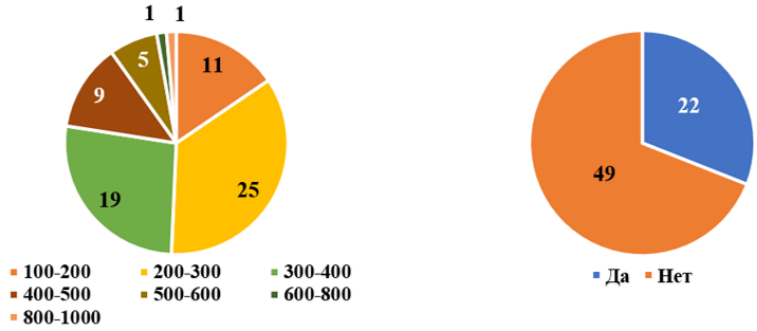


Рисунок 3 – Распределение ценовых предпочтений респондентов на рыбные кулинарные изделия (а) и наличие в торговой сети рыбных колбас / рулетов (б)

На вопрос о вкусовых и ароматических характеристиках рыбных продуктов 44 участника анкетирования ответили, что предпочитают копченые изделия. Заинтересованность во включении в рацион кулинарного продукта с новыми органолептическими свойствами проявили 55 респондентов (рис. 4).

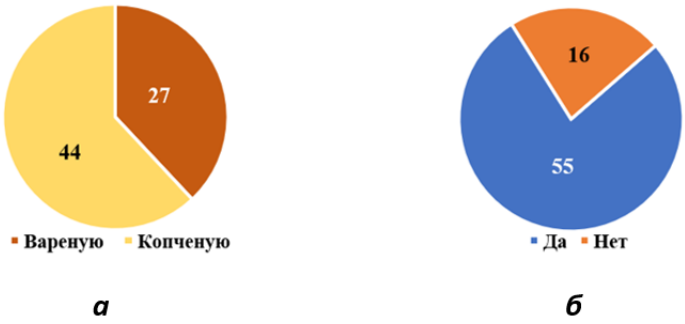


Рисунок 4 – Распределение вкусовых предпочтений респондентов (а) и заинтересованность в предложенном новом кулинарном изделии (б)

С учетом результатов проведенного социологического исследования была разработана технология рыбного кулинарного продукта «Басалет», представляющего собой варено-копченое изделие в форме рулета на основе фарша из тресковых и лососевых рыб, завернутого в тонкие пластины мышечной ткани лососевых рыб.

На базе научной лаборатории ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» были приготовлены образцы продукции в соответствии с технологической схемой, представленной на рисунке 5 [11].

Рыбу – кету и минтай – размораживали на воздухе при температуре 18–20°С до достижения в толще приобретшего гибкость тела температуры 0–2°С. Затем рыбу разделывали на филе без кожи и промывали проточной питьевой водой температурой не выше 20°С. Филе измельчали в мясорубке с диаметром отверстий решетки 5 мм. Фарши из кеты и минтая смешивали в соотношении 80:20 и дополнительно вносили пищевую соль сорта «Экстра» в количестве 1% от массы смеси и одно куриное яйцо на 1 кг смеси. Из подготовленной фаршевой массы формовали батоны диаметром 4 см в пищевую пленку и подвергали батоны осадке в камере бытового холодильника при температуре 3–4°С в течение 2–6 часов. Затем осуществляли варку батонов при температуре 80–90°С в течение 15–20 минут [11].

Затем батоны охлаждали до температуры 20–22°С, освобождали от пищевой пленки и, смазав тонким слоем рыбного клея, оборачивали батоны слайсами из мышечной ткани кеты.

Для приготовления рыбного клея обрезки, оставшиеся после разделки кеты на филе, измельчали, помещали в емкость с горячей водой и выдерживали на водяной бане при температуре

85–90°С в течение 6 часов, после чего полученный бульон отфильтровывали и охлаждали до гелеобразования [8, 12].

Подготовленные фаршевые батоны, обернутые в слайсы из кеты, подвергали копчению при температуре 60°С в течение 4 часов, после чего охлаждали, упаковывали в полимерные пакеты и хранили не более 72 часов при температуре 0–3°С как продукцию горячего копчения.

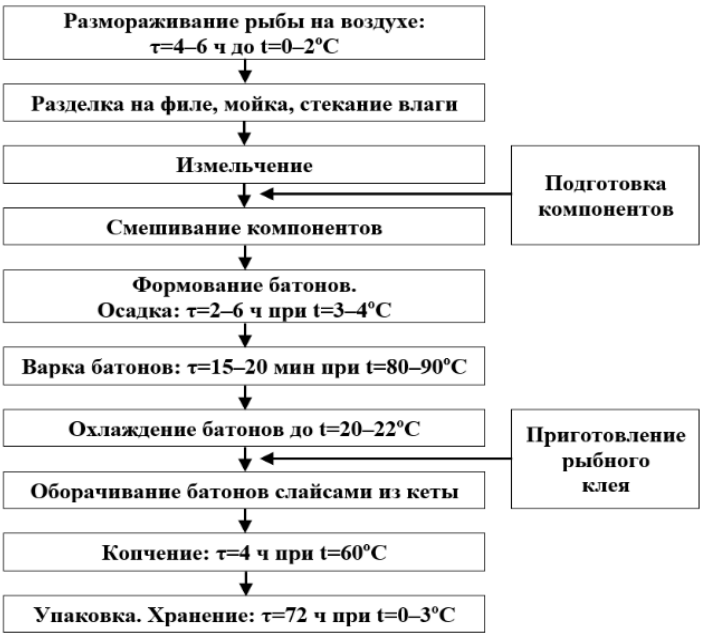


Рисунок 5 – Технологическая схема приготовления рыбного кулинарного изделия «Басалет»

Камчатский край богат дикорастущими растениями, характеризующимися высокой биологической ценностью, что делает их перспективной составляющей поликомпонентных рыбных кулинарных изделий. В качестве компонентов фаршевой композиции для приготовления кулинарного продукта «Басалет» использовали черемшу *Allium ursinum* и папоротник орляк обыкновенный *Pteridium aguillinum*. Черемша отличается специфическим чесночным вкусом и ароматом, обладает бактерицидным, фунгицидным и противоцинготным действием. Папоротник орляк богат легко усваиваемым белком, витаминами, кальцием, магнием, калием, фосфором, железом, цинком [13, 14]

Черемшу добавляли в фаршевую смесь свежую измельченную, в виде сухого тонкодисперсного порошка, в виде водного экстракта с содержанием сухих веществ 2%. Для изготовления порошка черемшу предварительно сушили в инфракрасной сушилке при температуре 25–30°С и скорости движения воздуха 3 м/с до достижения влажности 3–5%, после чего измельчали в дробилке. Папоротник орляк вносили в виде сухого тонкодисперсного порошка, приготовленного из дикороса, высушенного в инфракрасной сушилке при температуре 65°С, так как в свежем виде папоротник содержит фермент тиаминазу как антивитаминное (B_1) вещество, птакилозид, обладающий канцерогенным действием, и токсичную шикимовую кислоту [13, 14], что требует термической обработки.

Количество черемши и папоротника в составе фаршевых композиций для приготовления образцов рыбного кулинарного изделия «Басалет» представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Количество черемши и папоротника в составе фаршевых композиций для приготовления образцов рыбного кулинарного изделия «Басалет»

Дикорос	Фаршевая композиция (фарш из кеты 80 г, фарш из минтая 20 г, дикорос)																	
	А с добавлением порошка из черемши, г					**Б** с добавлением свежей черемши, г					**В** с добавлением экстракта черемши, г					**Г** с добавлением порошка из папоротника, г		**Д** с добавлением порошков из черемши и папоротника, г
Черемша	1	2	3	4	5	10	20	30	–	–	1	2	3	4	5	–	–	1
Папоротник	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		1	2	1

Как видно из таблицы 1, было составлено 5 фаршевых композиций (А, Б, В, Г, Д). В фаршевую композицию Б свежую черемшу в количестве более 30 г не добавляли, так как в процессе приготовления образцов была установлена низкая липкость фарша с таким количеством свежей черемши, что не позволяло сформовать батон, смесь сильно крошилась. Всего было приготовлено 13 образцов рыбного кулинарного изделия «Басалет» с черемшой, 2 образца с папоротником и 1 образец с черемшой и папоротником. Контрольный образец продукта изготавливали без добавления дикоросов.

Основным критерием выбора рациональной рецептуры рыбного кулинарного продукта являлась его органолептическая оценка, которую проводили на кафедре «Технологии пищевых производств». По результатам органолептической оценки образцов рыбного кулинарного изделия «Басалет» с дикоросами по пятибалльной шкале был определен средний балл, характеризующий качество каждого образца продукции (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика качества образцов рыбного кулинарного изделия «Басалет»

Характеристика (обозначение) образца	Внешний вид образца	Органолептическая оценка образца	Средний балл
1	2	3	4
Контрольный (К)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Достаточно рыхлая суховатая консистенция	3,9
С добавлением порошка из черемши 1 г (№ 1)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах черемши недостаточно выражен. Консистенция средней рыхлости, суховатая	3,7
С добавлением порошка из черемши 2 г (№ 2)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус черемши приятно выражен, запах недостаточно выражен. Консистенция очень рыхлая, суховатая	3,8
С добавлением порошка из черемши 3 г (№ 3)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах черемши приятно выражены. Консистенция очень рыхлая, суховатая	3,7

С добавлением порошка из черемши 4 г (№ 4)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах черемши приятно выражены. Консистенция очень рыхлая, суховатая	3,6
С добавлением порошка из черемши 5 г (№ 5)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах черемши резко выражены. Консистенция рыхлая, сочная	3,6
С добавлением экстракта черемши 1 г (№ 6)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах черемши не выражен. Консистенция рыхлая, суховатая	3,6
1	2	3	4
С добавлением экстракта черемши 2 г (№ 7)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус гармоничный, приятный, вкус черемши слабо выражен, запах выражен. Консистенция рыхлая, сочная	4,1
С добавлением экстракта черемши 3 г (№ 8)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус черемши слабо выражен, привкус горечи, запах приятно выражен. Консистенция рыхлая, сочная	3,9
С добавлением экстракта черемши 4 г (№ 9)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус черемши слабо выражен, привкус горечи, запах приятно выражен. Консистенция рыхлая, сочная	3,9
С добавлением экстракта черемши 5 г (№ 10)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус черемши приятный, гармоничный, запах приятно выражен. Консистенция рыхлая, сочная	4,1
С добавлением порошка из папоротника 1 г (№ 11)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус папоротника выражен, привкус горечи, запах выражен. Консистенция рыхлая, суховатая	3,8
С добавлением порошка из папоротника 2 г (№ 12)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах папоротника приятно выражены. Консистенция рыхлая, суховатая	4,1
С добавлением порошка из черемши 1 г и порошка из папоротника 1 г (№ 13)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Умеренный вкус папоротника и черемши, запах приятно выражен. Консистенция рыхлая, суховатая	4,1

С добавлением свежей черемши 10 г (№ 14)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах черемши приятно выражены. Консистенция рыхлая, сочная	4,0
С добавлением свежей черемши 20 г (№ 15)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах черемши приятно выражены. Консистенция рыхлая, сочная	4,2
С добавлением свежей черемши 30 г (№ 16)		Вкус и запах свойственные рыбным кулинарным изделиям, с запахом копчености. Вкус и запах черемши приятно выражены. Консистенция очень рыхлая, очень сочная	4,1

Как видно из таблицы 2, все представленные образцы рыбного кулинарного изделия «Басалет» имели хорошие органолептические показатели. Наиболее высокие баллы по результатам органолептической оценки получили следующие образцы:

– образец № 7 с добавлением 2 г водного экстракта черемши;

– образец № 10 с добавлением 5 г водного экстракта черемши;

– образец № 12 с добавлением 2 г сухого тонкодисперсного порошка из папоротника;

– образец № 13 с добавлением 1 г сухого тонкодисперсного порошка из черемши и 1 г сухого тонкодисперсного порошка из папоротника;

– образец № 15 с добавлением 20 г свежей измельченной черемши.

Таким образом, результаты органолептической оценки образцов рыбного кулинарного изделия «Басалет» с черемшой и папоротником позволили выявить рациональные рецептуры фаршевых композиций, предусматривающие внесение дикоросов как в виде сухого тонкодисперсного порошка (папоротник и черемша), так и свежими измельченными и в виде водного экстракта (черемша), что обусловливает достижение гармоничного вкуса и запаха и рыхлой сочной консистенции в готовом продукте. Перспективно производство линейки рыбных кулинарных изделий «Басалет» с вариацией рецептурных композиций.

Разработанная технология рыбного кулинарного изделия «Басалет» с черемшой и папоротником представляет собой одно из направлений расширения ассортимента готовых к употреблению рыбных продуктов, а также один из путей рационального использования рыбного сырья: рыбу с механическими повреждениями можно направлять на приготовление фарша, отходы с высоким содержанием коллагена (кожу, кости, хрящи, головы), образующиеся при разделке рыбы на филе, – на приготовление рыбного клея. Технология позволит более широко использовать дикоросы с высокой биологической ценностью как компонент рациона современного потребителя, проявляющего заботу о своем здоровье.

Литература

1. Лососевая путина 2025 года. – URL: https://kamgov.ru/mmr/news/lososevaa-putina-2025-goda-prinesla-kamcatskim-rybakam-okolo-259-tysac-tonn-ulova-85299 (дата обращения: 10.11.2025).

2. Марти Ю.Ю. Семейство Тресковые (Gadidae) // Жизнь животных / Под ред. Т.С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. – Т. 4. – С. 373–387.

3. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 264 с.

4. Оглоблин Н.Н. Две «Скаски» Вл. Атласова об открытіи Камчатки / Чтения в Обществе истории и древностей российских при Московском университете 1891 г. – Издательство – Унив. Тип. – Кн. 3. – С. 1–20. – URL: https://ostrog.ucoz.ru/ (дата обращения 10.11.2025).

5. Стеллер Г.-В. Описание земли Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2011. – 576 с.

6. Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки. С приложением рапортов, донесений и других неопубликованных материалов. – М.-Л.: Издательство Главсевморпути, 1949. – 842 с. – URL: https://ru.wikisource.org/wiki/Описание_земли_Камчатки._Том_первый_ (Крашенинников) (дата обращения 10.11.2025).

7. Комаров В. Л. Путешествие по Камчатке в 1908–1909 гг. – URL: https://ru.wikisource.org/wiki/Путешествие_по_Камчатке_в_1908-1909_гг._(Комаров) (дата обращения: 09.11.2025).

8. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 85–93.

9. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: ВНИРО, 2005. – С. 93–99.

10. Антонов В.Н. Агромаркетинг. – URL: https://e.lanbook.com/book/481775 (дата обращения: 10.11.2025)

11. Рыженко В.А. Обоснование соотношения лососевых и тресковых рыб в базовой фаршевой композиции для приготовления формованного кулинарного продукта / Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы XVI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (18–19 марта 2025 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2025. – С. 168–173.

12. Романова Т.Н., Баймишев Р.Х., Быков Е.С. Технология колбасных изделий: методические указания. – Самара: СамГАУ, 2022. – 64 с.

13. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – М.: ГУГК, 1980. – С. 294.

14. Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф. Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ГУП ИПК Дальпресс, 2000. – 212 с.

УОТ 633.2.031/033:631.631.8

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПАСТБИЩ С ТРАВОСМЕСЯМИ И МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ АПШЕРОНСКОГО РАЙОНА

Р.Н. Зейналов, Т.Й. Рустамова, С.Р. Валиева, к.с.-х.н.
Азербайджанский НИИ Земледелия, Az.1098, Баку, пос. Пиршаги
e-mail: veli.samire@gmail.com

Аннотация

В статье рассмотрено влияние минеральных удобрений на качественные показатели и продуктивность пастбищных кормов с целью повышения продуктивности пастбищ на орошаемых землях Апшеронского района, удовлетворения потребности в кормах скота, эффективного использования пастбищных земель, поверхностных и представлено коренное улучшение пастбищ. Установлено, что использование различных норм азотных, фосфорных и калийных удобрений, а также семян зернобобовых и злаковых трав улучшает динамику роста, качество и продуктивность посевных пастбищ.

Ключевые слова: Естественные пастбища, зернобобовые и злаковые культуры, пастбища, качество, продуктивность, удобрения.

Key words: Natural pastures, leguminous and grain crops, cultivated pastures, quality, productivity, fertilizers.

Введение. Пастбища и луга, являющиеся естественным источником кормов, являются незаменимым ресурсом в развитии животноводства и обеспечении животных дешевыми зелеными и грубыми кормами. Пастбищное кормление скота положительно влияет на всестороннее развитие животных. Это связано с тем, что зеленые пастбищные кормление богато высококачественными и хорошо усваиваемыми белками и витаминами. Многолетние исследования показали, что по содержанию сухих веществ и общей питательной ценности зеленое пастбищное кормление близко к концентрированным кормам. Ни один корм, даже концентрированные корма, не могут заменить зеленое пастбищное кормление [5,3].

Одним из решающих факторов повышения продуктивности многолетних трав является эффективное использование минеральных удобрений и оптимальное размещение компонентов при посеве травосмесей. Травы, посеянные без систематического внесения минеральных удобрений, быстро погибают и их продуктивность снижается до уровня натуральных трав. Расчеты показывают, что за счет внесения минеральных удобрений в посевных пастбищных угодьях можно увеличить сбор кормовых единиц в 3,5 раза по сравнению с урожаем полученным без удобрений.

Хотя полупустынные пастбища на территории Апшерона имеют большое кормовое значение для развития животноводства, эти пастбища уже долгое время практически не систематически используются и улучшению уделяется мало внимания. Это приводит к уплотнению пастбищ, уничтожению растительного покрова и эрозии почвы.

Изменяющиеся климатические факторы негативно влияют на пастбища. Повышение температуры и уменьшение осадков, приводящее к засухе, препятствует росту пастбищных растений и останавливает их развитие. Естественно, в этом случае растения удаляются от своего самого вкусного вегетационного периода. Растения прекращают плодоносить, и пищевая ценность травы значительно снижается. В одном из исследований, проведенном в Турции, в начале мая естественном пастбище содержалось 11,86% сырого белка и 54,60% целлюлозы, а в сентябре эти показатели составили соответственно - 5,61% и 67,53%. Это означает снижение белка на 50% и увеличение целлюлозы на 24% [8,9].

Одним из важнейших мероприятий по повышению продуктивности пастбищ, удовлетворению потребностей животноводства в кормах, эффективному использованию почвенного покрова улучшение пастбищ. Учитывая исключительную роль пастбищ и сенокосов в развитии животноводства, необходимо постоянно заботиться о них, повышать их продуктивность и улучшать малопродуктивные участки. Поэтому мы решили исследовать пути повышения продуктивности почв под пастбищами, проводя основательное улучшение естественных кормовых угодий, и разработать технологии создания посевных пастбищ для повышения плодородия почвы. Для этого мы провели научное исследование с целью улучшения продуктивности почв под посевные пастбища на территории Апшерона в условиях засушливого субтропического климата.

Материал и методы. Экспериментальные работы проводились в условиях сухого субтропического климата на малопродуктивных естественных угодьях, расположенных на территории Апшеронского вспомогательного опытного хозяйства Института Земледелия [1,3].

На территории распространены серо-коричневые почвы, типичные для Апшеронского полуострова. Эти почвы считаются малоплодородными, поскольку они очень бедны основными питательными элементами. По механическому составу они тяжелые и глинистые. Содержание обменных основ колеблется от 6 до 39 мг эквивалента на 100 г. 27-81% из этих обменных основ составляют кальций, 19-73% - магний. Серо-коричневые почвы являются карбонатными и содержание кальция карбоната ($CaCO_3$) колеблется в пределах 2-24% [6,7].

Согласно исследованиям З.Р. Мовсумова, И.М. Гаджимамедова и С.Р. Валиевой, содержание общего гумуса в пахотном слое серо-бурых почв (Апшерон) составляет от 0,95 до 1,22%, легкогидролизуемого азота – от 31 до 47 мг/кг, подвижного фосфора от 7,5 до 12,8 мг/кг, обменного калия от 185 до 220 мг/кг [2, 3, 4].

По результатам исследований установлено, что pH (кислотно-щелочной показатель) в пахотном и подпахотном слоях (0-25, 25-50 и 50-75 см) на опытном поле колеблется в пределах 7,91-8,23, что означает, что почва обладает слабощелочной реакцией. Содержание кальция карбоната ($CaCO_3$) в зависимости от глубины варьируется от 6,67 до 8,71%, то есть почва является средней карбонатной.

Из-за того, что многие экономические регионы республики подвержены различной степени засоления, иногда невозможно получить нормальный урожай сельскохозяйственных культур. Апшерон также относится к таким регионам. Поэтому перед экспериментом мы определили, подвержено ли поле засолению. Анализ показал, что содержание вредных солей (сухой остаток) на глубине 0-25 см и 25-50 см составляет соответственно 0,127% и 1,117%. Это указывает на то, что поле имеет среднюю степень засоленности. Эти показатели в целом характерны для Апшеронского полуострова.

Нормальное развитие растений, получение нормального урожая, сохранение влаги в почве зависит от запаса органических веществ в почве. В исследуемом поле на глубине 0-25 см содержание общего гумуса в среднем составляет 1,23%, а в нижних слоях соответственно 0,763 и 0,435%. Как видно, почвы очень бедны и слабо обеспечены гумусом. Также по результатам анализа установлено, что количество легкогидролизуемого азота на глубине 0-25 см поля составляет в среднем 45 мг на кг почвы, активного фосфора (P_2O_5) - 23,5 мг, а количество обменного калия - 402 мг. Как видно, поле слабо обеспечено фосфором и средне калием.

В эксперименте было испытано 10 вариантов различных травосмесей с различными нормами удобрений в 3 проворностях. В состав травосмеси входили семена люцерны, лугового клевера, пастбищного овса и других трав в различных пропорциях. В соответствии с схемой эксперимента участок был разбит на делянки. Перед посевом были взяты образцы почвы, а затем в зависимости от вариантов были внесены необходимые количества минеральных удобрений фосфора и калия. В течении вегетационного периода вносили азотные удобрения в соответствии с вариантами. Посев проводился вручную с междурядьем 15 см, а участок и защитные полосы своевременно очищались от сорняков.

Анализ результатов. В течении эксперимента на участке проводились фенологические наблюдения по годам. Было, установлено, что на посевных пастбищах время достижения зрелости посеянных растений (начало колошения у злаков и начало бутонизации или цветения у бобовых), совпадает примерно в одно и то же время, а пищевая ценность этих растений также высока в эти фазы. Это является основным условием для того, чтобы животные охотно поедали эти растения в одно и то же время.

Таблица 1 Показатели качества различных протестированных вариантов

№	Название растения	Общая влага, %	Гигроскопическая влага, %	Сырая зола, %	Сырой белок, %-lэ	Сырой жир в %,	Сырая целлюлоза в %,	АЕМ,
1.	Посадка пастбищ (без удобрений)	75,2	9,22	8,41	15,25	2,21	32,05	42,0
2.	Посадка пастбищ+ $N_{30}P_{30}K_{30}$	74,4	10,20	8,33	16,24	2,28	31,01	42,14
3.	Посадка пастбищ $+N_{45}P_{45}K_{30}$	75,1	10,23	9,11	16,35	2,32	31,22	41,00
4.	Посадка пастбищ $+N_{60}P_{60}K_{40}$	74,5	10,28	9,05	17,20	2,31	30,15	41,29
5.	Посадка пастбищ (через год)	73,8	10,31	9,92	16,44	2,50	29,88	41,26
6.	Посадка пастбищ $+N_{45}P_{45}K_{30}$ (через год)	75,2	10,35	9,15	16,36	2,55	29,35	42,59
7.	Посадка пастбищ $+N_{60}P_{60}K_{40}$ (через год)	73,8	10,24	9,25	17,21	2,75	28,85	41,94
8.	Посадка пастбищ $+N_{30}P_{30}K_{30}$+ (после каждого выпаса) N_{30}	74,5	10,26	9,33	18,05	2,82	29,01	40,79
9.	Посадка пастбищ $+N_{45}P_{45}K_{30}$+(после каждого выпаса) N_{45}	73,7	10,31	9,21	18,28	3,00	28,32	41,19
10.	Посадка пастбищ $+N_{60}P_{60}K_{40}$+(после каждого выпаса) N_{60}	75,0	10,40	9,35	18,50	3,15	28,06	40,94

Изучены также качественные показатели пастбищных и кормовых растений по вариантам (табл. 1). Пробы, взятые с опытного поля, определялись в лаборатории зоотехнической оценки и массового анализа кормов института.

Как видно из таблицы №1, в варианте посевного пастбища (без удобрений) содержание сырого белка составляет 15,25%, сырая целлюлоза - 31,05%, АЭМ - 42,14%. В варианте посевного пастбища + $N_{60}P_{60}K_{40}$ + (после каждого выпаса) и N_{60} содержание сырого белка составляет 18,50%, целлюлозы 28,06%, АЭМ 40,94%.

Анализ средней трехлетней урожайности различных испытанных вариантов показывает, что продуктивность травосмесей, посеянных в условиях орошения в Апшеронском районе, варьировала в зависимости от норм удобрений (табл. 2).

Как видно из таблицы, по результатам трехлетнего опыта продуктивность зеленой массы и сухой травы, а также динамика роста норм удобрений на посевной площади пастбищ отличались по сравнению с без удобренными.

Так, по итогам трёх лет можно сказать, что высота засеянного пастбища составила в неудобренных вариантах 49 см, тогда как в удобренных нормах этот показатель колебался в пределах 53-76 см.

Таблица 2Показатели урожайности посевных пастбищ по различным варианта

№	Варианты	Высота до уборки, см	Зеленая масса, шт/га	Сухая трава, с/га
1.	Посадка пастбищ (без удобрений)	49,0	254,7	68,1
2.	Посадка пастбищ+ $N_{30}P_{30}K_{30}$	53,0	300,6	79,1
3.	Посадка пастбищ+$N_{45}P_{45}K_{30}$	58,0	330,3	86,5
4.	Посадка пастбищ +$N_{60}P_{60}K_{40}$	60,0	380,6	98,7
5.	Посадка пастбищ (через год)	62,0	310,1	82,5
6.	Посадка пастбищ+$N_{45}P_{45}K_{30}$ (через год)	65,0	340,3	89,4
7.	Посадка пастбищ +$N_{60}P_{60}K_{40}$ (через год)	68,0	379,6	99,0
8.	Посадка пастбищ +$N_{30}P_{30}K_{30}$ (после каждого выпаса) N_{30}	68,5	450,8	117,2
9.	Посадка пастбищ +$N_{45}P_{45}K_{30}$ (после каждого выпаса) N_{45}	72,0	480,4	124,1
10.	Посадка пастбищ +$N_{60}P_{60}K_{40}$ (после каждого выпаса) N_{60}	76,0	520,8	135,2

Результат

По результате проведенного исследования по улучшению естественных кормовых угодий в условиях сухого субтропического климата было установлено, что лучший вариант для создания посевных пастбищ, повышения продуктивности естественных кормовых угодий и улучшения плодородия почвы - это посевное пастбища+$N_{60}P_{60}K_{40}$+(после каждого выпаса) N_{60}.

Литература

1. Методические указания по разработке основных параметров развития кормопроизводства в республиках, краях и областях Российской Федерации / МСХ РФ, РАСХН, ВНИИ кормов, Рос. центр с.-х. консультирования. М, 2004. - 54 с.

2. Велиева С.Р. Влияние дозы и соотношения органических и минеральных удобрений на урожайность мягкого пшеничного сорта «Гобустан». РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ НАУКАЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Терентия

Семёновича Мальцева 5 ояября 2020. Курган, 2020, - с. 69-74. (5 с.) https://doi.org/10.33619/2414-2948/53/23

3. Мовсумов З.Р. Научные основы эффективности элементов питания растений и их баланс в системе чередования культур. Баку, Элм, 2006, с-245.

4. Доспехов Б.Г. Методика Полегого Опыта. Агропромиздат, 1985, с-34.

5. Azərbaycanın biçənək və otlaqlarının yem bitkiləri Azərbaycan SSR Elmlər Akademiyası nəşiriyyatı, / Bakı 1965/.

6. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycan torpaqlarının ekaloji qiymətləndirilməsi. Bakı, Elm, 1998, səh.-282.

7. Mövsümov Z.R., Hacıməmmədov İ.M. Üzvi mineral gübrələrin payızlıq buğdanın məhsuldarlığına və qida maddələrinin mənimsənilməsinə təsiri. Kənd təsərrüfatı elmi xəbərləri, 1983, № 6, səh.-14-18.

8. Gökkuş A, Tölü; C.Kanoqlu Oral, Oraşlan A.(2017) Koyun otarılan meralarda yıllık yem üretiminin planlaşması ve bunun heyvansal üretimə etkiləri. Proje Sonuç Raporu (TÜBİTAK 214-233).

9. T.C.Milli Egetim Bakanlığı və sağlığı, Heyvanları otarma, Ankara 2019.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ТЕСТА ДЛЯ ЗАВАРНЫХ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ НЕДОПЕЧЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Гуринова Т.А., кандидат технических наук, доцент, Гущенко Е.В., аспирантка, Филипович Д.И., магистрантка

УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г.Могилёв
e-mail: gurinova09@tut.by

Аннотация

В условиях растущего спроса на свежеиспеченные хлебобулочные изделия производители всё чаще стали прибегать к использованию замороженных полуфабрикатов. Заварной ржано-пшеничный хлеб, составляющий большую часть ассортимента хлебобулочных изделий в Республике Беларусь, представляет собой перспективное направление. Замораживание полуфабрикатов – сложный процесс, который изменяет структурно-механические свойства мякиша, особенно клейковинные белки. Вода, играющая ключевую роль в тесте, определяет качество, как полуфабриката, так и конечного продукта. Недостаток или избыток влаги может привести к нежелательным изменениям в текстуре хлеба.

Цель данного исследования – определить оптимальную влажность теста для заварных ржаных и ржано-пшеничных изделий, изготовленных из замороженных недопеченных полуфабрикатов. Исследования сосредоточены на анализе пористости и степени черствости допеченных изделий при различных уровнях влажности теста. Результаты помогут улучшить качество в процессе хранения конечного продукта, полученного из замороженного недопеченного полуфабриката.

В настоящее время хлеб является важной частью рациона человека. Особенно популярен заварной ржано-пшеничный хлеб в Республике Беларусь и за её пределами благодаря своим уникальным вкусовым характеристикам и питательной ценности. Поэтому производители стали всё чаще прибегать к шоковому замораживанию недопеченных полуфабрикатов высокой степени готовности с целью оптимизации технологического процесса изготовления заварного ржано-пшеничного хлеба, расширения ассортимента и потребительского спектра хлебобулочных изделий.

Шоковая заморозка имеет большое значение в продлении срока годности хлеба. При быстром замораживании образующиеся кристаллы льда получаются одинакового с молекулами воды размера, при этом структура продукта не разрушается и после размораживания продукция полностью сохраняет свои свойства [1]. В случае заварного ржано-пшеничного хлеба она способна продлить его срок хранения до 6-ти месяцев, в то время как упакованный заварной ржано-пшеничный хлеб при температуре хранения не ниже 6 °С и относительной влажности воздуха не более 75 % имеет срок годности 96 часов [2].

Несмотря на определенный успех в области производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов, вопросы, связанные с процессами замораживания, хранения и размораживания остаются недостаточно исследованными [3]. Один из таких вопросов – исследование оптимальной влажности теста для заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий из замороженных недопеченных полуфабрикатов.

Вода является неотъемлемым компонентом теста, и количество воды в нем напрямую влияет на качество полуфабрикатов и конечного продукта – хлеба. Поэтому показатель влажности имеет важное значение как при замораживании, так и при допекании изделий. Недостаток воды в тесте может привести к недостаточной клейстеризации крахмала, что в свою очередь может сделать мякиш полуфабриката быстро черствеющим и крошковатым при дальнейшем допекании. С другой стороны, избыток воды может создать условия, при которых не вся вода будет связана с клейстеризующимся крахмалом. В процессе замораживания такая вода превращается в твердую

фазу, а при дефростации и допекании хлеб из такого полуфабриката может иметь сыроватую текстуру [4]. ТНПА Республики Беларусь установлено, что для изделий из смеси ржаной хлебопекарной и пшеничной муки влажность мякиша должна быть не более 51,0 % [2].

Исследования, направленные на разработку эффективных методов совершенствования технологии производства ржано-пшеничного хлеба с использованием шокового замораживания полуфабрикатов, проводились в диапазоне влажности готового изделия от 41,0 % до 52,0 %.

Для проведения лабораторных исследований изготавливались образцы хлеба по стандартной рецептуре хлеба «Заварной» простой, в состав которого входили мука ржаная сеяная и мука пшеничная первого сорта в соотношении 60:40%, солод ржаной сухой неферментированный, дрожжи прессованные, соль йодированная.

Использовался метод определения показателя пористости с помощью пробника Журавлева (по ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости») и определение набухаемости мякиша, согласно методу Катца.

Образцы теста на сброженной заварке замешивали в лабораторной тестомесильной машине порционного действия с последующим брожением, кислотность после брожения – от 7 до 10 град. После брожения тестовые заготовки помещали в формы и направляли в расстойный шкаф при температуре 38 °С и влажности 85%. Продолжительность расстойки составляла 55-60 мин. Выпечку хлебобулочных изделий производили в ротационной печи до готовности 80 %.

Охлаждение производили в условиях цеха до температуры в центре мякиша 35 °С. После чего полуфабрикат подвергли шоковому замораживанию до температуры в мякише минус 15 °С и хранили в течении трёх суток при температуре минус 20 °С.

После хранения в замороженном виде образцы размораживали в естественных условиях до температуры в мякише хлеба плюс 7°С. Допекание в ротационной печи при температуре плюс 220°С.

Остывшие образцы после дефростации и допекания были упакованы в пакеты с перфорацией. По истечению времени хранения через 24 часа, 48 часов, 72 часа и 96 часов приступили к определению пористости у исследуемых образцов. Результаты показателя пористости в процессе хранения представлены на рисунке 1.

Анализируя результаты показателей пористости упакованных образцов с различной влажностью, можно сказать о том, что в ходе хранения пористость планомерно уменьшалась. Заметна также закономерность: чем выше влажность мякиша, тем больше показатель пористости, однако в образцах с влажностью 51 % и 52% эта тенденция меняет свой характер, так как в при влажности от 41,0 % до 47,0 % пористость мякиша в каждом диапазоне увеличивается на 2-3 %, а уже после влажности 47,0 % пористость изменяется незначительно в пределах 0,1 %. В процессе хранения снижение пористости для изделий с влажностью 41,0-42,0 % существенно изменилось и достигло к 96 часам значений 39,4 % и 40,0 %, что не соответствует нормам, установленным в ТНПА. У остальных изделий в процессе хранения пористость снижалась, однако она соответствовала показателям, соответствующих ТНПА.

Также можно отметить, что в образцах с влажностью 41,0% и 42,0% пористость уменьшалась в незначительной степени, по сравнению с другими, и находилась примерно на одинаковом уровне. В образцах с влажностью 48,0% и 49,0% достигнуты наилучшие результаты пористости, так показатели в данных образцах имели самые высокие значения, что очень важно, так как пористость – это прямой показатель свежести хлеба: развитая пористость мякиша хлеба помогает лучше удерживать влагу внутри продукта, тем самым предотвращая быстрое черствение и продлевая сроки хранения, а также способствует лучшей усвояемости продукта, особенно ржано-пшеничного хлеба.

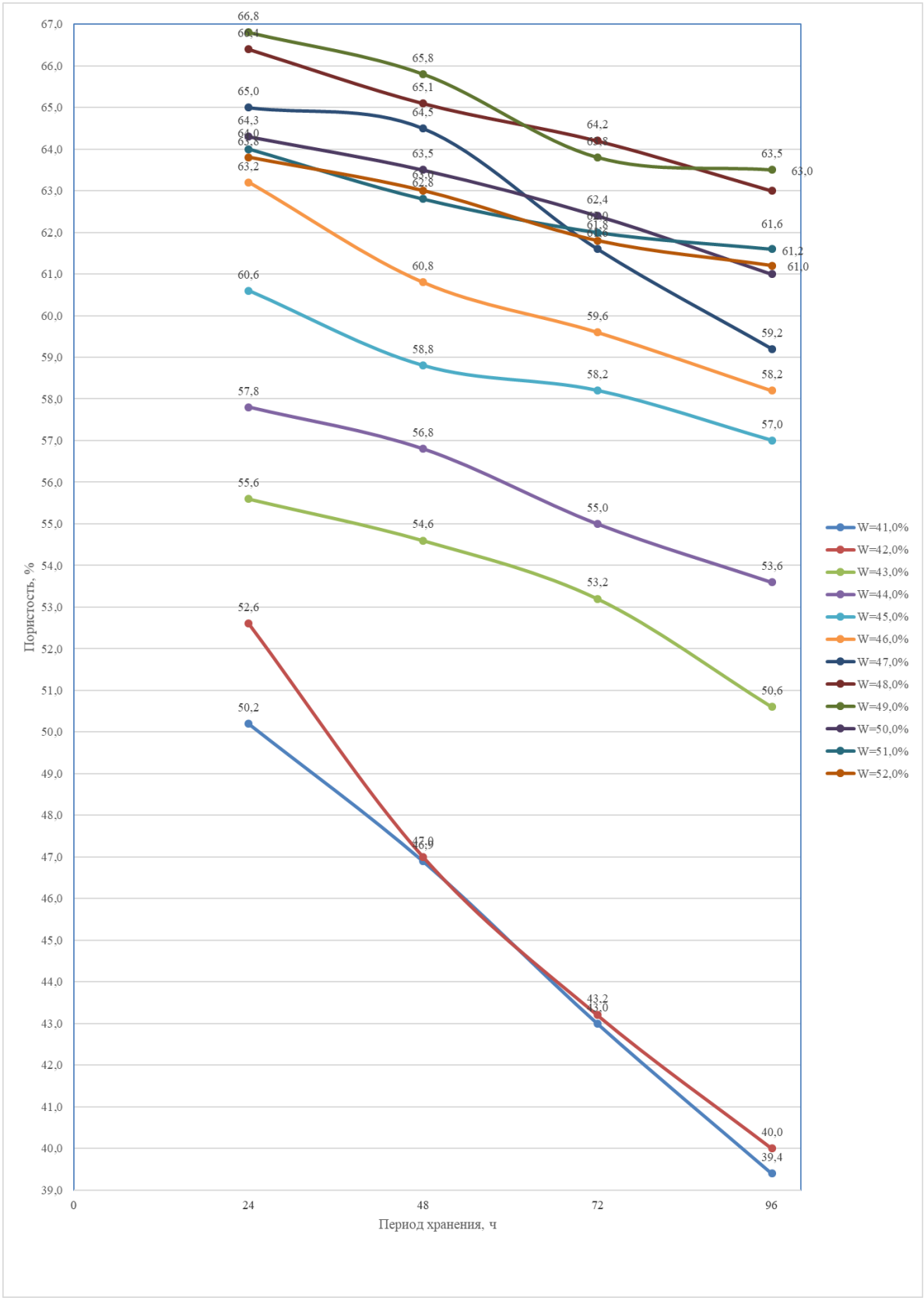


Рисунок 1 – Показатели пористости хлеба в процессе хранения, %

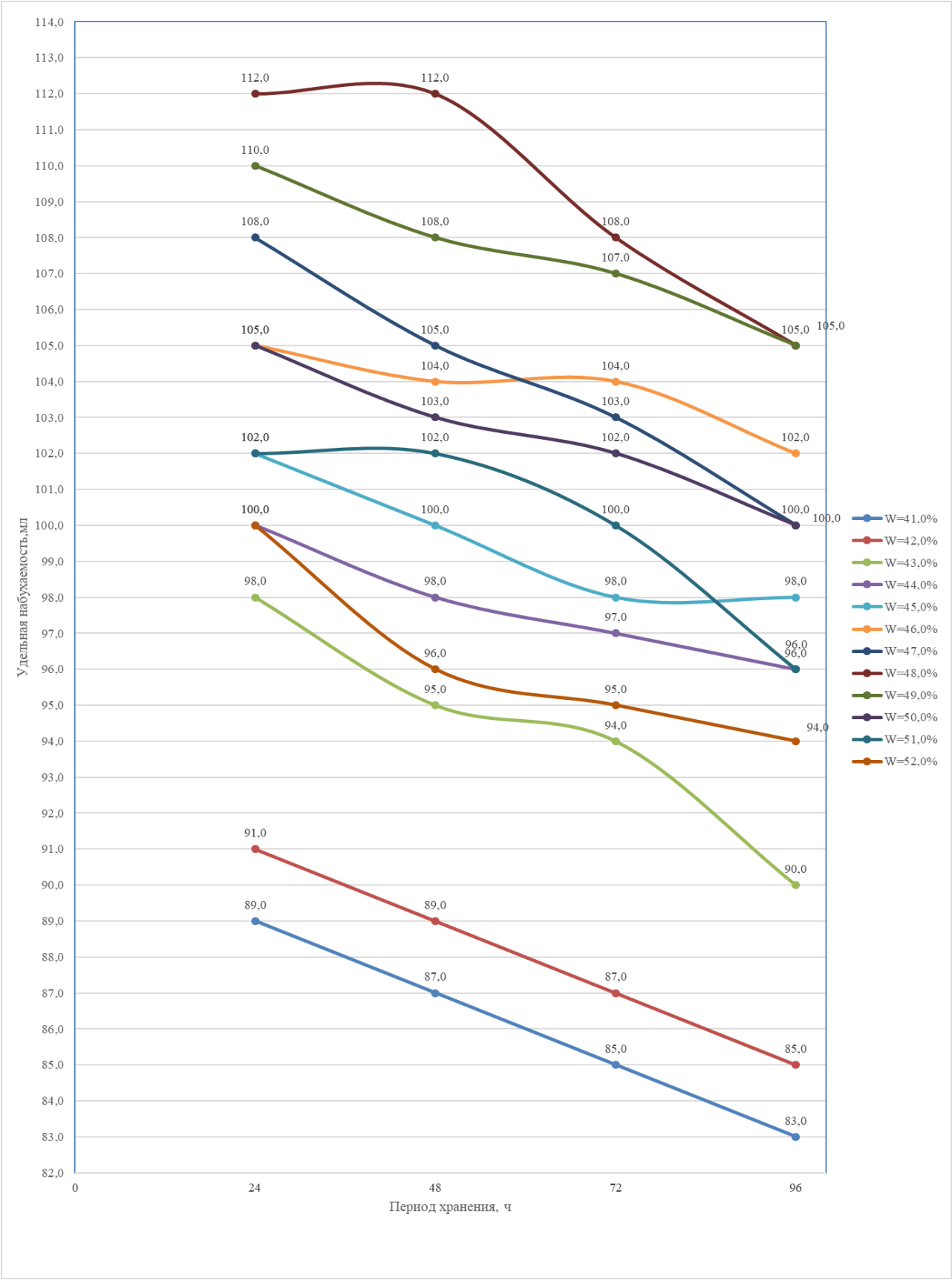


Рисунок 2 – Показатели удельной набухаемости хлеба в процессе хранения, мл

Помимо показателя пористости, определили степень черствости способом определения удельной набухаемости. Результаты степени черствости (удельной набухаемости) в процессе хранения представлены на рисунке 2.

Анализируя результаты исследования степени черствости (удельной набухаемости) упакованных образцов с различной влажностью мякиша, можно отметить, что в процессе хранения удельная набухаемость планомерно уменьшалась, следовательно, степень черствости образцов увеличивалась, однако в образцах с влажностью 48,0% и 49,0% достигнуты наилучшие результаты, так как в данных образцах показатель степени черствости имеет самые низкие значения, что говорит о способности крахмальных зёрен впитывать влагу, так как при замораживании до -40 °С они не изменяют своей морфологической структуры, но становятся более плотными, несколько уменьшаются в диаметре и становятся мельче [4].

Таким образом, было проведено исследование, в ходе которого определили оптимальную влажность теста с точки зрения хранения допеченных заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий, полученных из замороженных недопеченных полуфабрикатов. Оно показало, что оптимальной влажностью можно считать влажность 48,0-49,0%. При данных показателях влажности клейстеризация крахмала была достаточной, лишней свободной воды не образовалось, поэтому после дефростации и допекания черствение допеченных полуфабрикатов проходило медленней.

Литература

1. Челомбитько М.А. Шоковая заморозка – современное направление в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий / М. А. Челомбитько, А. В. Кандымов, Т. Н. Акулова // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26-27 марта 2015 г. – Минск: БГАТУ, 2015. - С. 35-38.

2. СТБ 639-95. Хлеб из ржаной, смеси ржаной и пшеничной муки. Общие технические условия : государственный стандарт Республики Беларусь: издание официальное: утвержден и введен в действие Госстандарта Республики Беларусь от 01 октября 2018 г. № 55 непосредственно в качестве государственного стандарта Республики Беларусь : введен впервые : дата введения 2019-01-01 / разработан Государственным предприятием «Белтехнохлеб». – Текст : электронный // ИПС СТАНДАРТ (дата обращения : 09.11.2025).

3. Иванова З.А. Влияние замораживания, хранения и размораживания теста на качество хлеба / Иванова З.А., Нагудова Ф.Х., Шогенов Ю.М. // Актуальные вопросы образования и науки : Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 30 сентября 2014 г. – Тамбов : ООО "Консалтинговая компания Юком", 2014. –

4. Горячева А.Ф. Сохранение свежести хлеба / А.Ф. Горячева, Р.В. Кузьминский. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – С.160-161.

ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ СУБЛИМИРОВАННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕННЫХ СОКОВ

Васюкова А.Т., доктор технических наук, Талби М., аспирант

ФГБОУ ВО МСХ РФ «Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского», г. Балашиха,
e-mail: vasyukova-at@yandex.ru

Аннотация

Перспективным направлением в технологии переработки растительного сырья, в том числе дикорастущего, является получение сублимированного сырья с оптимально сохраненными питательными веществами, для длительного хранения и изготовления восстановленных соков. Полученные результаты исследований показали целесообразность изготовления сублиматов пролонгированного срока хранения для использования при изготовлении соковой продукции

В России, как и в других странах, в настоящее время отмечается устойчивая тенденция повышения интереса потребителей к пищевым продуктам, богатым природными биологически активными веществами, в том числе растительного происхождения [1]. Согласно данным Роспотребнадзора, в России в независимости от возраста и географического региона установлена устойчивая тенденция в нехватке в рационе питания населения микронутриентов, минорных соединений. Обеспечение сбалансированного питания различных контингентов, в том числе детей, малоимущих граждан и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) в соответствии с рекомендуемыми нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах является важным направлением в решении проблемы здоровьесбережения и повышения качества жизни [2].

Растительное сырье, среди которого отдельно необходимо отметить ягодное, особо скоропортящееся, которое в сезонный период обладает максимальным количеством питательных веществ, антиоксидантными свойствами и прекрасными органолептическими показателями. Даже для кратковременного хранения данный вид пищевых продуктов требует низких температур хранения [3]. Поставщики всегда стараются заготавливать товар не дозрелый, чтобы иметь небольшой диапазон времени для выполнения логистических операций. Но плоды и ягоды при этом не имеют полного комплекса вкуса, аромата, пищевой ценности и привлекательных внешних параметров, характеризующих оптимальные показатели потребительских предпочтений. Недозревшие фрукты и ягоды обладают плотной консистенцией, жестким тургором, вяжущим вкусом, поэтому для удовлетворения потребностей граждан необходим рациональный подход к сохранению качества исходного сырья и изготовления полезной и востребованной продукции [4]. Благодаря уникальному химическому составу плоды и ягоды, особенно раннеспелые, когда после длительного зимнего периода организм испытывает недостаток в микронутриентах, ягоды, в том числе дикорастущие, признаны активными биорегуляторами, оказывающими основное регулирующее действие на иммунитет. Медики и технологи пищевой промышленности основной акцент сосредотачивают на профилактике, диетической и лечебной терапии алиментарно-зависимых хронических заболеваний. Немаловажным фактором остается и забота государства об увеличении продолжительности и качества жизни населения [5]. Новым трендом в производстве продукции из ягодного сырья является изготовление миксов из свежих ягод, свежеприготовленных соков, смузи, смузи-боулов, различных коктейлей. В свежеприготовленных напитках содержит в 2-5 раза больше физиологически активных нутриентов (в том числе и за счет раневого биосинтеза), чем имеют зрелые культуры. За счет своего уникального нутриентного состава, вкусо-ароматических характеристик и возможности эффективного производства в условиях тепличных хозяйств или в южных регионах России в открытых грунтах, свежие культивированные ягоды и дикоросы, во всем мире считается «супер-едой», что обуславливает перспективность их использования в качестве функционального пищевого продукта и сырьевого источника

эссенциальных биологически активных веществ [6, 7]. Широкое внедрение автоматизированных теплиц, систем-фитотронов разной производительности и мощности для выращивания ягодных культур позволяет осуществлять их производство круглогодично [7].

Однако, для максимального сохранения качественных показателей растительного сырья при производстве диетических продуктов единственным методом является сублимационная (лиофильная) сушка в вакууме. Сублимированные продукты в герметичной упаковке сохраняются несколько лет при обычной (комнатной) температуре (+20оС). Поэтому их можно использовать в любом регионе нашей страны длительный период времени [3].

Известны и широко используются в перерабатывающей промышленности технологии получения соков: низкотемпературная технология концентрированного сока прямого отжима [7], натуральных гранулированных экстрактов на основе соков дикорастущих ягод [8], экстрагирование (диффузия) [9], сублимационное обезвоживание [10], мембранные технологии [11, 12], и другие методы.

Плоды и ягоды являются ценными источниками фенольных и полифенольных соединений, основными представителями которых отмечены фенолкарбоновые кислоты, катехины, флавоноиды, антоцианы, обладающие антиоксидантным и Р-витаминным действием [13 - 16].

Объектом исследования являлись порошкообразные экстракты клюквы, черники, брусники, черной и красной смородины, вишни, клубники, голубики, облепихи, красной и черноплодной (арония) рябины и ежевики; 120 образцов напитков из восстановленных соков на основе порошков, пюре, экстрактов; 5 образцов безалкогольных напитков, полученных из лиофилизированных натуральных фруктово-ягодных купажей порошков с добавками БАД из лекарственно-технического сырья. Контрольными образцами являлись: Напиток клюквенный, рецептура № 1042; Напиток из варенья, рецептура №1045 (брусника); Напиток из сиропа, рецептура №1046. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания [17].

Пищевая ценность порошкообразных экстрактов плодово-ягодного сырья представлена на рис. 1.

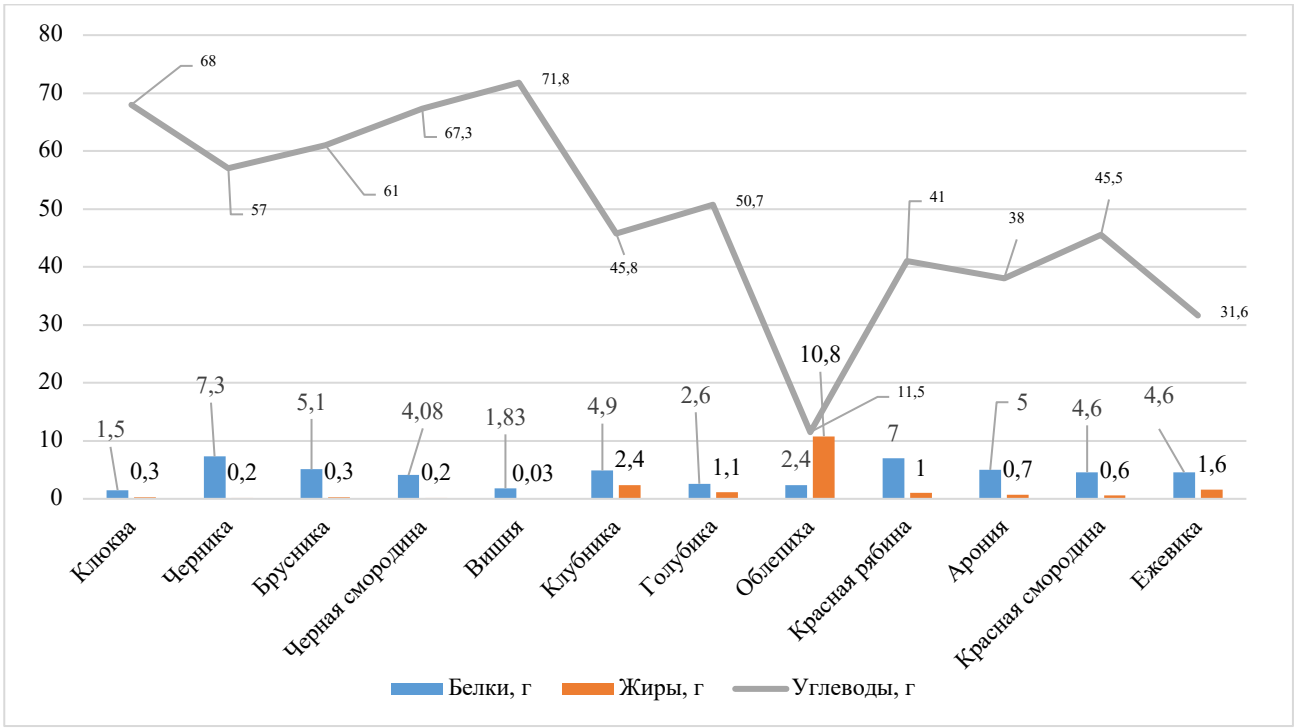


Рисунок 1 – Пищевая ценность порошкообразных экстрактов плодово-ягодного сырья

В результате исследований установлено, что по содержанию белка большинство ягодных порошков имеют показатели от 4,08 до 7,3 г на 100 г продукта. К низкобелковым относится порошок клюквы, вишни, голубики и облепихи (от 1,5 до 2,4 г). Все порошки практически обезжирены.

Исключение составляет облепиха и клубника. По содержанию углеводов максимальную концентрацию имеет вишня – 71,8 г на 100 г продукта, а минимальную – облепиха (11,5 г). Калорийность плодово-ягодных порошков от 164 до 287 ккал.

Из данных порошков приготовленны восстановленные соки, прохладительные напитки, в состав которых входит один вид плодово-ягодного порошка, а также купажи из двух, трех и четырех порошков. Проведенная дегустация выявила пять наиболее ярких по вкусовой гамме и пищевой ценности напитка. На новую продукцию разработана нормативная документация.

Выводы

Анализ литературных данных позволил выявить перспективное культивируемое плодово-ягодное и дикорастущее ягодное сырье, имеющее высокие органолептические показатели, богатый нутриентный состав и выраженные антиоксидантные свойства. В результате исследований получено:

- разработан способ и определены рациональные параметры производства сокосодержащих напитков, предусматривающие купажирование экстрактов, порошков или пюре из фруктово-ягодного сырья, а также смешивание его с дополнительной добавкой в виде экстрактов из лекарственно-технического сырья;

- определены регламентируемые показатели и нормы, положенные в основу разработки нормативно-технической документации на функциональные сокосодержащие напитки. Разработан и утвержден комплект нормативно-технической документации на производство напитков: технические условия – проект ТУ «Сокосодержащие напитки. Технические условия», технологическая инструкция по производству сокосодержащих напитков к проекту ТУ «Сокосодержащие напитки. Технические условия».

Литература

1. Алексеенко, Е. В., Каримова, Н. Ю., Семёнов, Г. В., Краснова, И. С., Бакуменко, О. Е. (2024). Получение и биохимическая характеристика сублимированного сока черники из ферментативно обработанных ягод. Пищевые системы, 7(1), 114–124. https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-1-114-124
2. Получение экстрактов растительного сырья и использование их в кулинарной практике /Васюкова А.Т., Кусова И.У., Мошкин А.В., Дышекова М.М., Латышев Е.Ю. В сборнике: Рационы питания населения. Фудомика. Качество и безопасность пищевой и кулинарной продукции. Технологии сбережения здоровья. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти Почетного работника высшей школы Российской Федерации, доктора технических наук, профессора Георгия Георгиевича Дубцова. Москва, 2025. С. 69-77.
3. Омаров М.М. Технология сублимированного купажированного сока из овощей и шиповника // Пиво и напитки, 2015. - №2. – С. 16-19.
4. Акимов М. Ю., Макаров В. Н., Жбанова Е. В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 2. С. 56-60. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10214.
5. Указ Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий»
6. Eliseeva, L.G. Biochemical assessment of Abyssinian niger seed to produce microgreens using ethoxysilatrane and germatranol under synergotron conditions / L.G. Eliseeva, D.V. Simina, V.N. Zelenkov, V.V. Latushkin, V.V. Karpachev, V.P. Baryshok, P.I. Tokarev, M.N. Eliseev. – Текст : непосредственный // Sabrao Journal of Breeding and Genetics. – 2024. – №56(5). – С. 1958-1969. – DOI 10.54910/sabrao2024.56.5.19. – ISSN: 1029-7073.
7. Сравнительный анализ состава ягод дикоросов как обогащающих пищевых ингредиентов / О.В. Перегончая, А.П. Покусаев, А.Н. Лукин и др.// Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2023. Т. 11, № 3. С. 23-30. Б01: 10.14529/ Юоа230303

8. Поверин А.Д. Производство натуральных соков плодовых растений в форме гранулированных концентратов. Новая технология //Пиво и напитки, 2006. - №5. – С. 28-32.

9. Кузнецова Е.А. Анализ технологий производства плодово-ягодных соков / Сборник трудов конференции «Аграрная наука – 2022», Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, 22–24.11.2022 г. – С. 187-191.

10. Zavrazhnov, A. Gas Separation Membranes upon Production of Functional Berry Juice / A. Zavrazhnov, E. Kuznetsova // International journal of Engineering and Advanced Technology (iJeat) issN: 2249-8958 (Online), Volume-9 Issue – 1. – 2019. – P. 6616-6619.

11. Кузнецова, Е.А. Получение ягодного сока функционального назначения с использованием мембранной технологии / Е.А. Кузнецова // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2016. – № 4. – С. 177-183.

12. Xu, G., Ye, X., Chen, J., Liu, D. (2007). Effect of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of citrus peel extract. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(2), 330–335. https://doi.org/10.1021/jf062517

13. Kumar, D., Ladaniya, M. S., Gurjar, M., Kumar, S. (2022). Impact of drying methods on natural antioxidants, phenols and flavanones of immature dropped Citrus sinensis L. Osbeck fruits. Scientific Reports, 12, Article 6684. https://doi. org/10.1038/s41598-022-10661-7

14. Kalt, W., Cassidy, A., Howard, L. R., Krikorian, R., Stull, A. J., Tremblay, F. et al. (2020). Recent research on the health benefits of blueberries and their anthocyanins. Advances in Nutrition, 11(2), 224–236. https://doi.org/10.1093/advances/nmz065

15. 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.

16. 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.

17. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – М.: Экономика, 1982. – 720 с.

УДК 664.1 (045)

КОМБИНАТОРНЫЙ АЛГОРИТМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СЛАДОСТИ СМЕСЕЙ ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНО САХАРОЗЫ

[1]В.В. Литвяк, д-р техн. наук, канд. хим. наук, доцент, [2]Ю.Ф. Росляков, д-р техн. наук, профессор, [2]К.А. Цуберт, магистрант

[1]Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская, Российская Федерация, besserk1974@mail.ru

[2]Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Российская Федерация, lizaveta_ros@mail.ru

Аннотация

Нами предложен высокоэффективный, простой и экономичный комбинаторный–алгоритм целенаправленного регулирования сладости смесей подсластителей относительно сахарозы с графической или геометрической записью и математической или алгебраической записью, что позволяет получать инновационные композитные смеси подсластителей с улучшенными потребительскими свойствами: необходимой относительной сладостью, органолептическими показателями и физико-химическими свойствами.

A COMBINATORIAL ALGORITHM FOR CONTROLLING THE SWEETENESS OF SWEETENER MIXTURES RELATIVE TO SUCROSE

[1]V.V. Litvyak, D.Sc. (engineering), Ph.D. (chemistry), Associate Professor, [2]Yu. F. Roslyakov, D.Sc. (engineering), Professor, [2]K.A. Zubert, master's student

[1]All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – Branch of Russian Potato Research Centre, Kraskovo, Lyuberetsky District, Moscow region, Russian Federation, besserk1974@mail.ru

[2]Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation, lizaveta_ros@mail.ru

Abstract

We have proposed a highly effective, simple, and cost-effective combinatorial algorithm for the targeted regulation of the sweetness of sweetener mixtures relative to sucrose, with graphical or geometric notation and mathematical or algebraic notation, which allows for the production of innovative composite

sweetener mixtures with improved consumer properties: the required relative sweetness, organoleptic indicators, and physicochemical properties.

Введение. В настоящее время за эталонную единицу сладости принимают сладость сахарозы [1]. Так, если взять за эталонную единицу сладости сладость сахарозы, то все подсластители можно разместить в виде определенной шкалы (табл. 1).

Известна пищевая сладкая смесь [2], содержащая:

– вариант №1: сахарный спирт эритрит, искусственный непитательный подсластитель сукралозу, натуральный непитательный подсластитель стевиозид и экстракт топинамбура сухой;

– вариант №2: сахарный спирт эритрит, искусственный непитательный подсластитель сукралозу, натуральный непитательный подсластитель стевиозид, экстракт топинамбура сухой и питательный сахарозаменитель фруктозу;

– также предложен пищевой продукт, содержащий пищевую сладкую смесь.

Таблица 1 – Сладость различных подсластителей относительно сахарозы

№ п/п	Название подсластителя	Группа веществ (химическое название)	Относительная сладость
1	Инулин	Полисахарид	0,1
2	Лактоза	Дисахарид	0,16
3	Рафиноза	Невосстанавливающий трисахарид	0,23
4	Галактоза	Дисахарид	0,32
5	Мальтоза	Дисахарид	0,33–0,45
6	Ксилоза	Моносахарид из группы пентоз	0,4
7	Изомальтит (изомальт или палатинит)	Многоатомный спирт из класса альдитов	0,45
8	Маннит	Шестиатомный спирт – альдит	0,55–0,6
9	Мальтит	Многоатомный спирт из класса альдитов	0,5–0,6
10	Сорбит	Многоатомный спирт	0,6
11	Глюкоза	Моносахарид	0,75
12	Сахароза	Дисахарид	1 (эталон)
13	Фруктоза	Моносахарид	1,75
14	Цикламат натрия	Производное аминосульфоновой кислоты (натриевая соль)	26
15	Стевиозиды	Гликозиды (смесь)	30–450 (в зависимости от соотношения гликозидов)
16	Ацесульфам калия	Оксатиазинон-диоксид (калиевая соль)	200
17	Аспартам	Метиловый эфир дипептида	250
18	Сахаринат натрия	Имид 2-сульфобензонйной кислоты	510
19	Сукралоза	Модифицированный дисахарид (хлорпроизводное сахарозы)	600
20	Тауматин	Белок	2000
21	Неотам	Модифицированный пептид	8000
22	Лугдунаме	Производное гуанидина	250000–300000

Главным недостатком этих пищевых сладких смесей является, прежде всего, однотипность рецептуры, невозможность целенаправленно регулировать уровень их сладости, т.е. отсутствие универсальности подхода к технологии приготовления пищевых сладких смесей.

Таким образом, целью данной работы являлась разработка высокоэффективного, простого и экономичного комбинаторного алгоритма целенаправленного регулирования сладости смесей подсластителей относительно сахарозы с графической или геометрической записью и математической или алгебраической записью, что позволит получать новые композитные подсластителя с хорошими потребительскими свойствами (необходимой относительной сладостью, органолептическими показателями и физико-химическими свойствами).

Объекты, предмет и методы исследований. Объектами исследований являлись сахароза и различные подсластители: лактоза, мальтоза, сорбит, маннит, мальтит, изомальтит, глюкоза, фруктоза, ксилоза, галактоза, рафиноза, инулин, цикломат натрия, стевиозиды, ацесульфам калия, аспартам, сахаринат натрия, сукралоза, тауматин, неотам, лугдунаме.

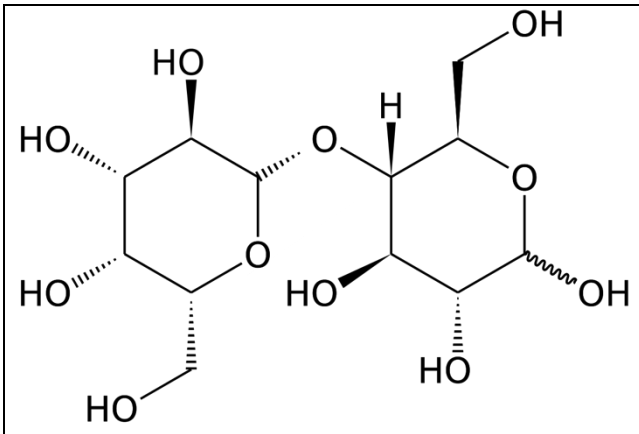
Предмет исследования – процесс приготовления сладких смесей с регулируемой сладостью.

Алгоритм разработан на основании общеизвестного правила «креста», используемого для приготовления разбавленных растворов [3].

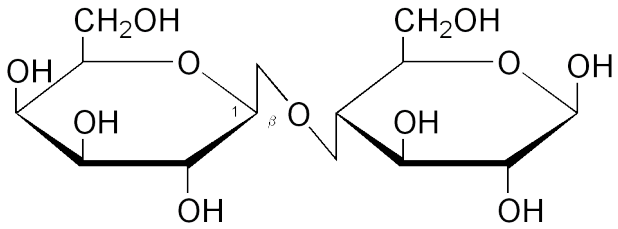
Результаты исследований. Нами предложен комбинаторный алгоритм целенаправленного регулирования сладости смесей подсластителей относительно сахарозы.

В качестве сырья используют следующие подсластители (табл. 1) по техническим нормативным правовым актам: лактоза, мальтоза, сорбит, маннит, мальтит, изомальтит, глюкоза, сахароза, фруктоза, ксилоза, галактоза, рафиноза, инулин, цикломат натрия, стевиозиды, ацесульфам калия, аспартам, сахаринат натрия, сукралоза, тауматин, неотам, лугдунаме:

1. *Лактоза.* Лактóза или молочный сахар (от лат. lac «молоко») $C_{12}H_{22}O_{11}$ – углевод группы дисахаридов, содержится в молоке и молочных продуктах, состоит из остатков молекул глюкозы и галактозы (рис. 1).



Вариант №1



Вариант №2

Лактоза

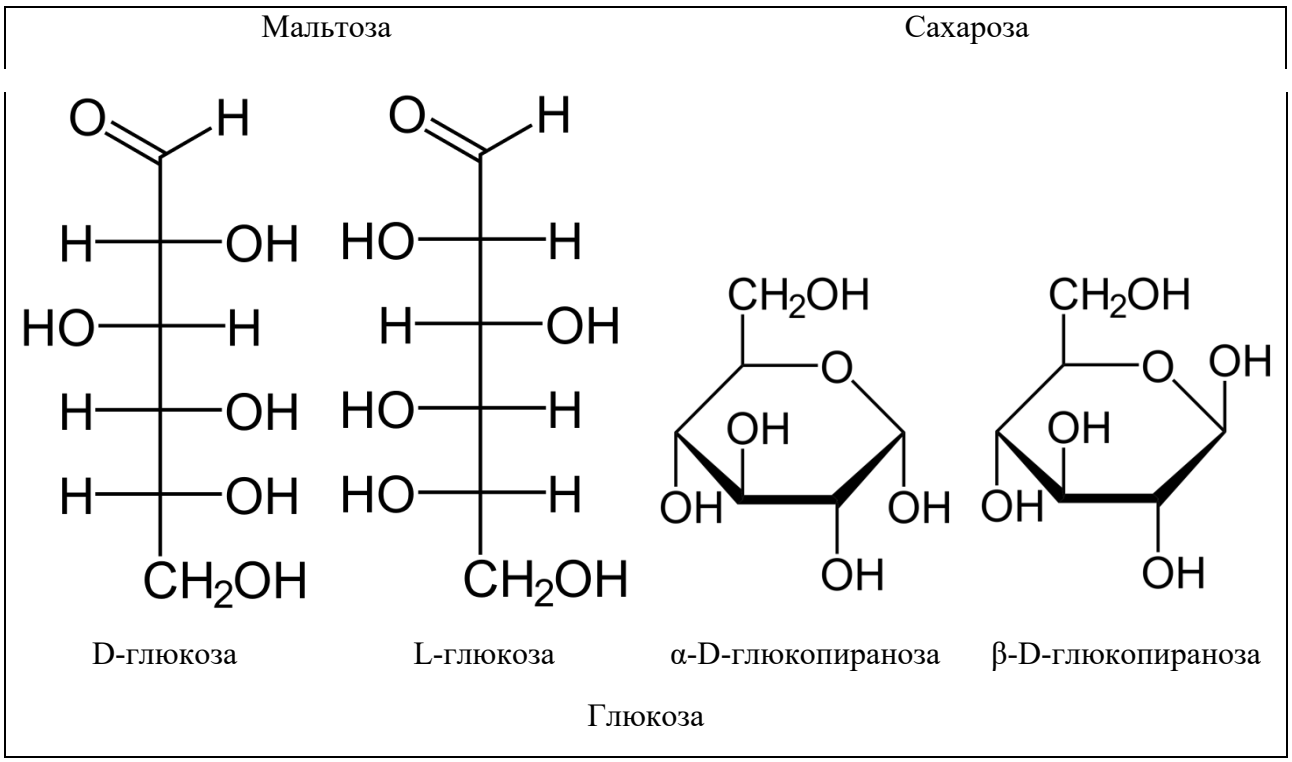


Рис. 1 – Химические структурных формулы подсластителей

2. *Мальтоза.* Мальто́за (от англ. malt – солод) – солодовый сахар, 4-O-α-D-глюкопиранозил-D-глюкоза, природный дисахарид, состоящий из двух остатков глюкозы (рис. 1); содержится в больших количествах в проросших зёрнах (солоде) ячменя, ржи и других зерновых; обнаружен также в томатах, в пыльце и нектаре ряда растений.

3. *Сахароза.* Сахаро́за (сукро́за, тростниковый сахар) $C_{12}H_{22}O_{11}$, в быту просто сахар, – дисахарид из группы олигосахаридов, состоящий из остатков двух моносахаридов (рис. 1): α-глюкозы и β-фруктозы.

4. *Глюкоза.* Глюко́за или виноградный сахар, или декстроза (D-глюкоза), $C_6H_{12}O_6$ – органическое соединение, моносахарид (шестиатомный гидроксиальдегид, гексоза) (рис. 1), один из самых распространённых источников энергии в живых организмах.

5. *Фруктоза.* Фруктоза (левулоза, фруктовый сахар), $C_6H_{12}O_6$ – моносахарид из группы кетогексоз, изомер глюкозы (рис. 2).

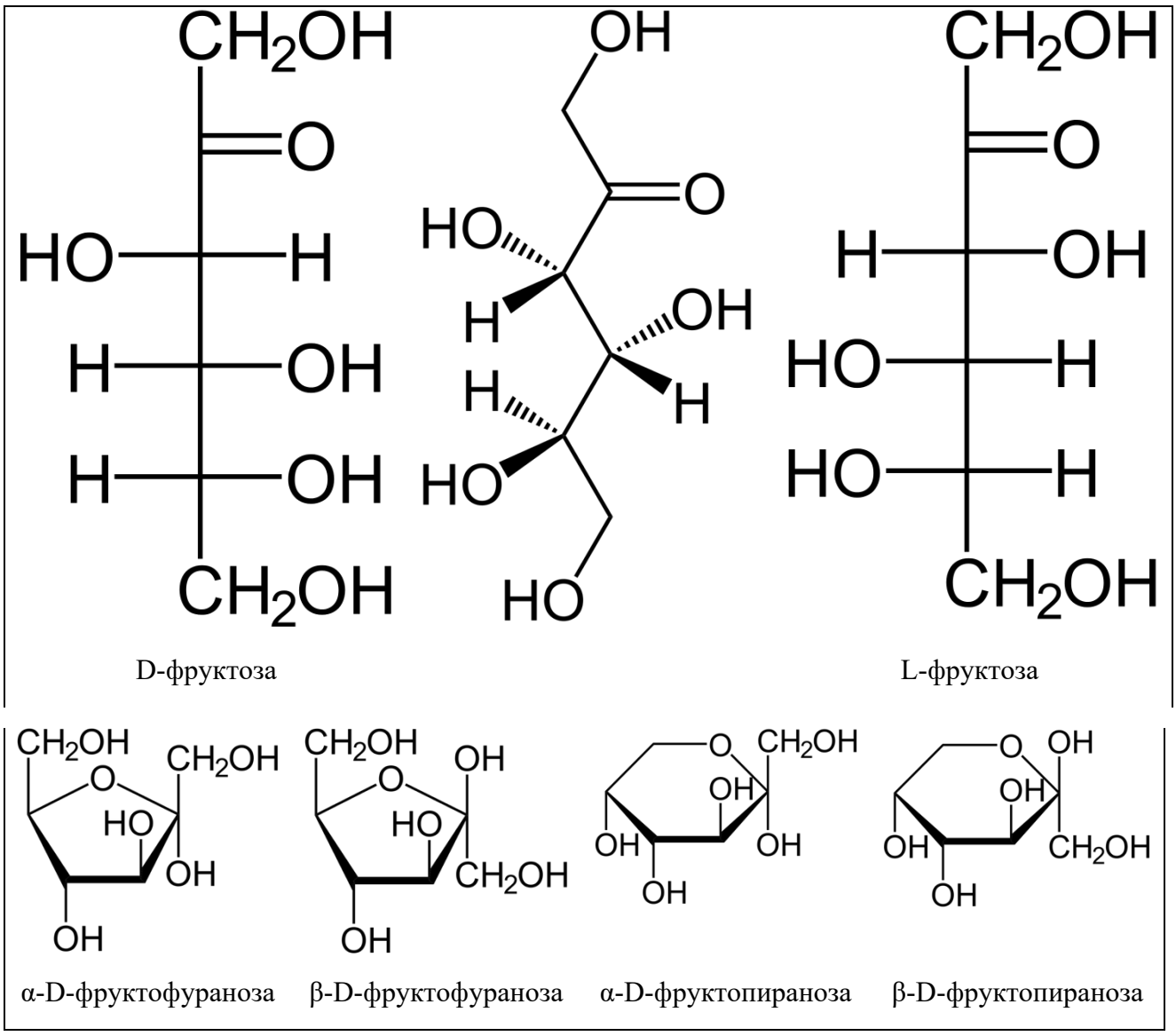


Рис. 2 – Особенности химической структуры фруктозы

6. *Сорбит.* Сорби́т (сорбито́л), устаревшие названия – глюци́т, глюцито́л – органическое соединение, шестиатомный спирт (рис. 3). Зарегистрирован в качестве пищевой добавки как Е420.

7. *Маннит.* Манни́т – шестиатомный спирт – альдит (рис. 3), бесцветные кристаллы, сладкие на вкус, хорошо растворим в воде. Содержится во многих растениях. Является пищевой добавкой Е421.

8. *Мальтит.* Мальтит или мальтитол (Е965) – многоатомный спирт из класса альдитов (рис. 3), получаемый из крахмала и используемый в качестве сахарозаменителя и подсластителя. На 10–25% менее сладок, чем сахароза, и обладает почти такими же

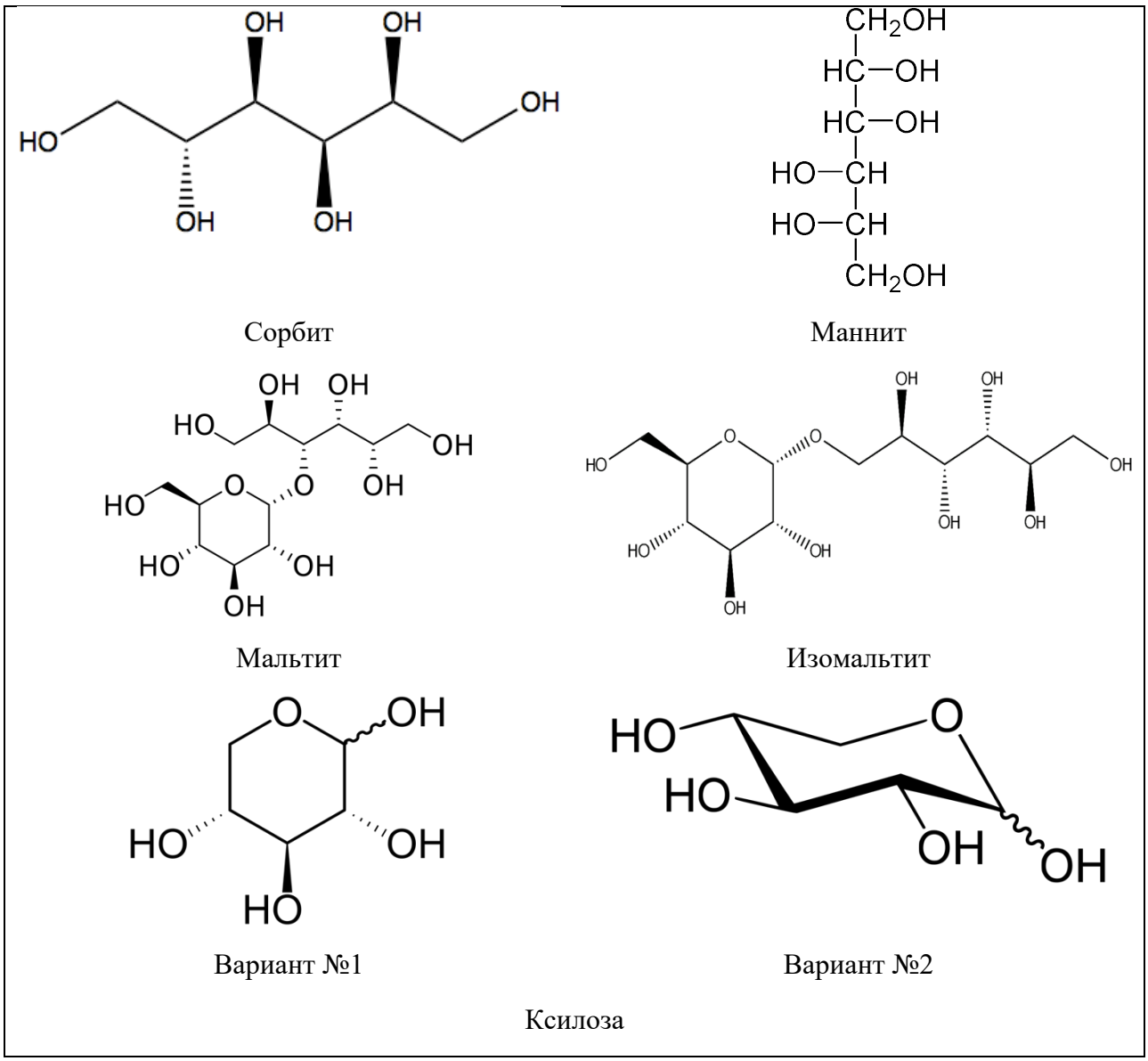


Рис. 3 – Химическая структура подсластителей

свойствами, однако менее калориен (его энергетическая ценность по разным оценкам составляет от 2 до 3 ккал/г против 3,9 ккал/г у сахарозы) и не приводит к разрушению зубов. Обладает средним гликемическим индексом 35 для порошковой формы и 52 для сиропа, т.е. меньше влияет на концентрацию глюкозы в крови, чем сахар.

9. *Изомальтит.* Изомальти́т (изома́льт, палатини́т) – O-α-D-глюкопиранозил-D-маннит ($C_{12}H_{24}O_{11}$), белые, сладкие на вкус кристаллы, растворимые в воде (рис. 3). В пищевой промышленности используется в качестве сахарозаменителя. По сладости изомальтит близок к сахарозе (0,5 сладости сахарозы), но плохо всасывается в кишечном тракте, используется как подсластитель и сахарозаменитель при производстве продуктов для диабетиков. Изомальт встречается в природе в сахарном тростнике, сахарной свёкле и мёде. В пищевой промышленности известен и зарегистрирован в качестве пищевой добавки Е953.

10. *Ксилоза.* Ксилоза – «древесный сахар», моносахарид из группы пентоз с эмпирической формулой $C_5H_{10}O_5$, принадлежит к альдозам (рис. 3). Удельное вращение водного раствора +18,8°. Не сбраживается обычными дрожжами. При восстановлении образует многоатомный спирт ксилит.

При окислении образует ксилоновую, а затем триоксиксилоглутаровую кислоту, используемую в аналитической химии и как заменитель лимонной кислоты в пищевой промышленности.

11. *Галактоза.* Галакто́за (от греческого корня γάλακτ-, «молоко») – один из простых сахаров, моносахарид из группы гексоз (рис. 4), изомер глюкозы. Отличается от глюкозы пространственным расположением водородной и гидроксильной групп у 4-го углеродного атома. Содержится в животных и растительных организмах, в том числе в некоторых микроорганизмах. Один из основных и важных элементов, входящих в питание (пищу) грудных детей. Входит в состав дисахаридов – лактозы и лактулозы.

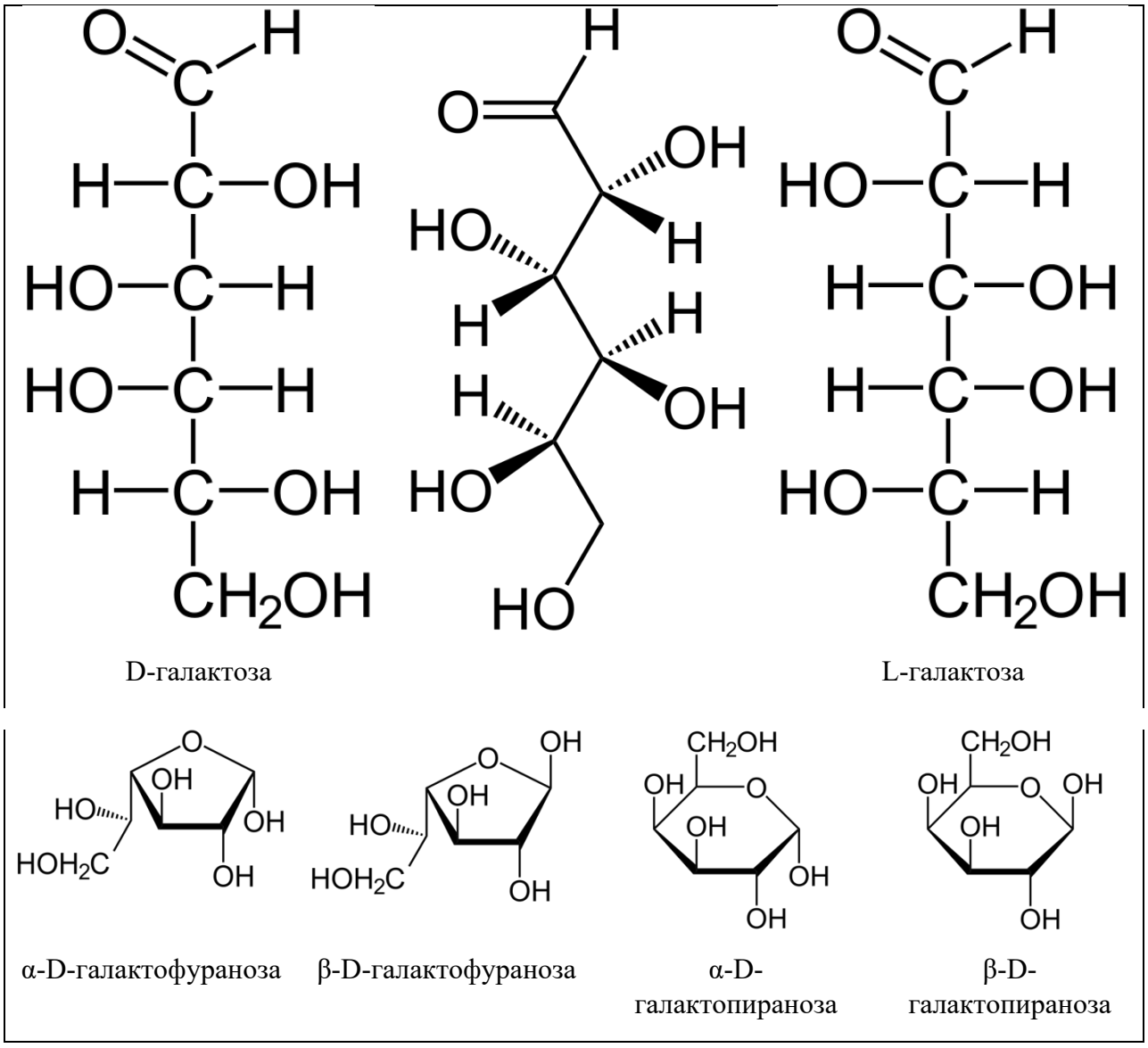


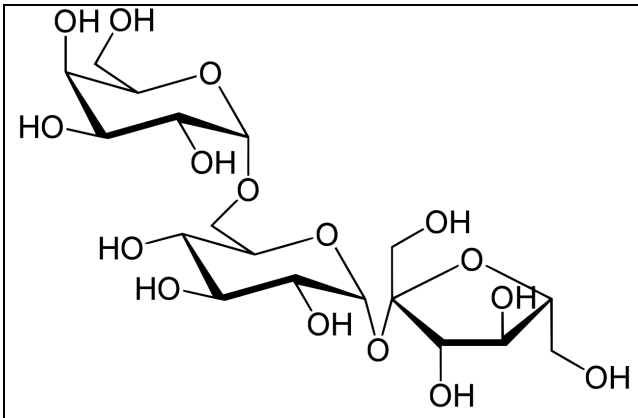
Рис. 4 – Особенности химической структуры фруктозы

12. *Рафиноза.* Рафиноза (раффиноза) – невосстанавливающий трисахарид (рис. 5), состоящий из остатков D-галактозы, D-глюкозы и D-фруктозы. Бесцветное растворимое в воде вещество с температурой плавления 80°C (пентагидрат) и 119–120°C (безводная). Один из распространённых растительных резервных углеводов (сахарная свёкла, семена хлопчатника и др.).

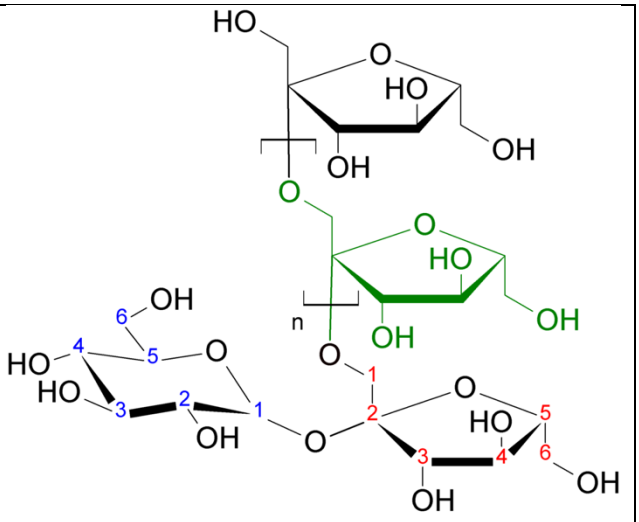
Полное название: Альфа-D-Галактопиранозил-(1-6)-альфа-D-глюкопиранозил-(1-2)-Бета-D-фруктофуранозид.

13. *Инулин.* Инулин, $(C_6H_{10}O_5)_n$ – органическое вещество из группы полисахаридов, полимер D-фруктозы (рис. 5). Инулин – полифруктозан, который может быть получен в виде аморфного порошка и в виде кристаллов, легко растворимый в горячей воде и трудно в холодной. Молекулярная масса 5000–6000. Имеет сладкий вкус. При гидролизе под действием кислот и фермента инулиназы образует D-фруктозу и небольшое количество глюкозы. Инулин, как и промежуточные продукты его ферментативного расщепления – инулиды, не обладает восстанавливающими свойствами. Молекула инулина – цепочка из 30–35 остатков фруктозы в фуранозной форме.

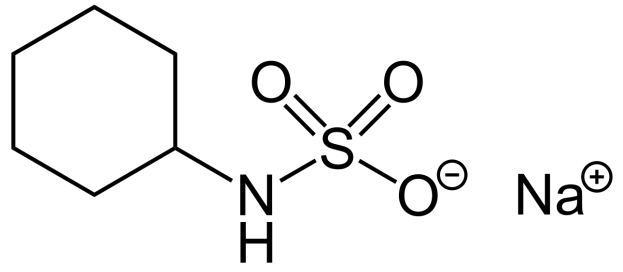
14. *Цикламат натрия.* Цикламат натрия – подсластитель, химическое вещество синтетического происхождения (рис. 5), используемое для придания сладкого вкуса. Цикламат натрия в 30–50 раз слаще сахара. Широко используется для подслащивания пищевых продуктов, напитков, лекарственных средств. Его часто используют с другими искусственными подсластителями, особенно сахарином; смесь из 10 частей цикламата на 1 часть сахарина является стандартной, маскирующая неприятные привкусы обоих подсластителей. Цикламат натрия дешевле, чем большинство подсластителей, включая



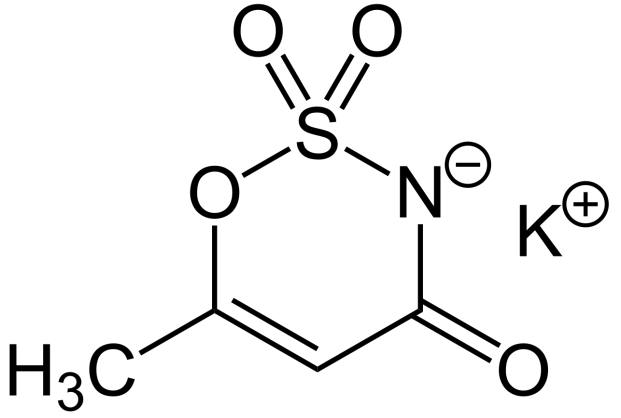
Рафиноза



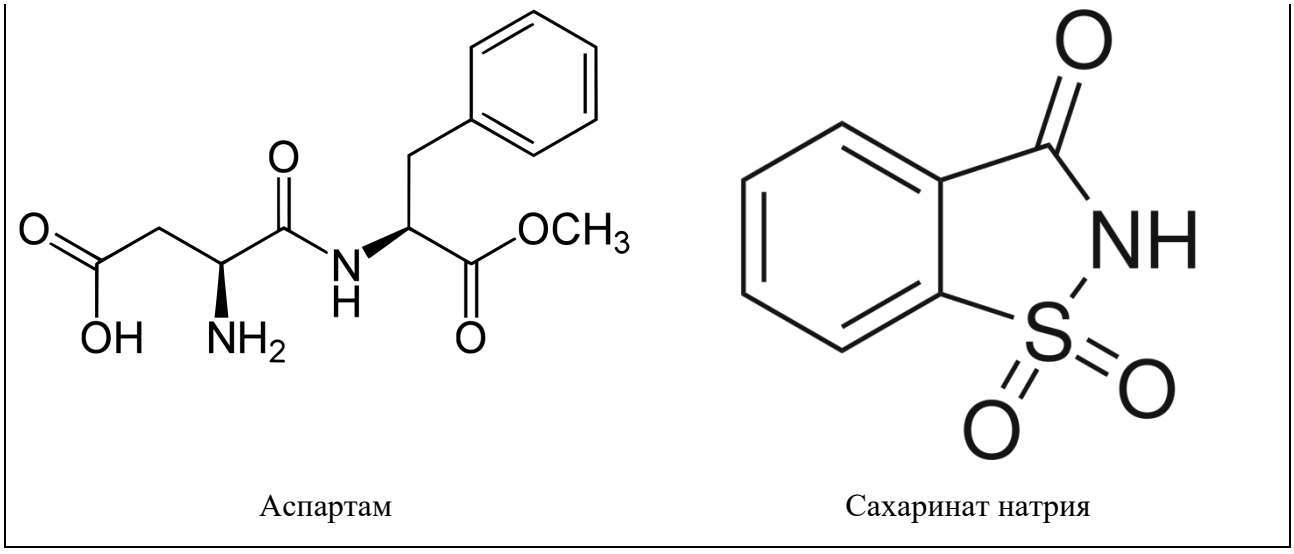
Инулин



Цикламат натрия



Ацесульфам



Аспартам Сахаринат натрия

Рис. 5 – Химическая структура подсластителей

сукралозу, и стабилен при нагревании. Подсластитель зарегистрирован как пищевая добавка Е952 в Кодексе Алиментариус.

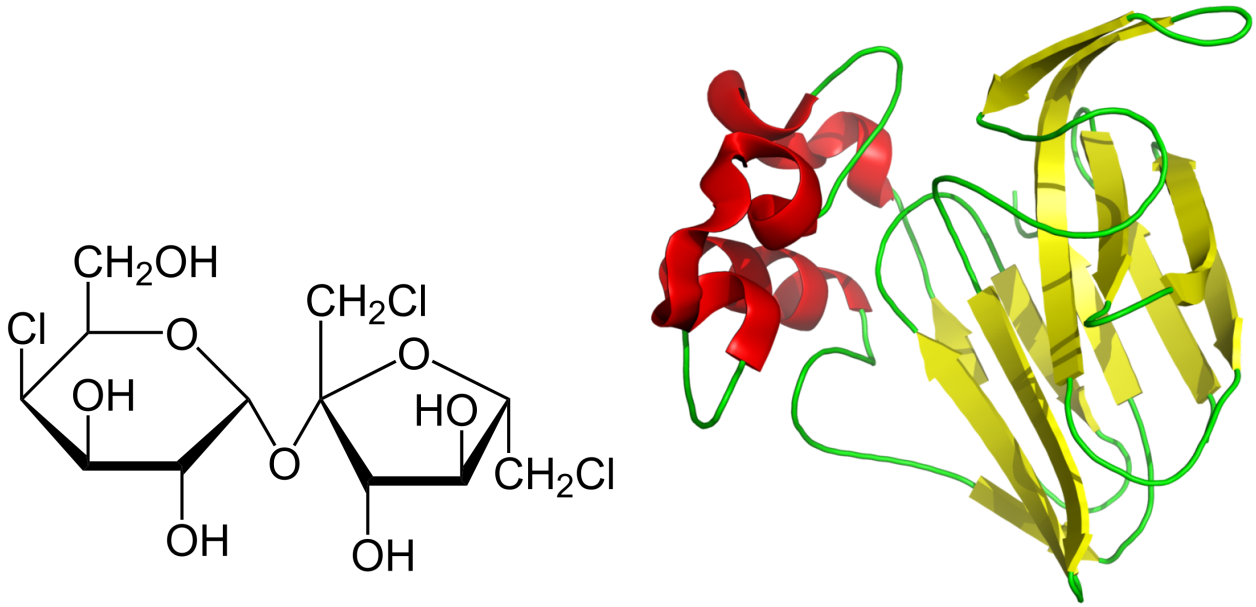
15. *Ацесульфам.* Ацесульфам (калиевая соль 2,2-диоксида 3,4-дигидро-6-метил-1,2,3-оксатиазин-4-она) – подсластитель синтетического происхождения (рис. 5), примерно в 180–200 раз слаще сахарозы (традиционного кулинарного сахара). Зарегистрирован как пищевая добавка Е950 в Европейском союзе. Представляет собой белый кристаллический порошок, легко растворимый в воде. Он был случайно открыт в 1967 г. немецким химиком Карлом Клауссом в компании «Hoechst».

16. *Аспартам.* Аспартам (англ. aspartame; L-Аспартил-L-фенилаланин) – искусственный подсластитель (рис. 5), используемый в качестве заменителя сахара, а также как пищевая добавка Е951. Аспартам имеет ту же калорийность, что и сахар, при этом имеет сладость в 200 раз больше привычной сахарозы. Он был синтезирован в 1965 г., его срок патента закончился в 1987 г. в Европе и в 1992 г. в США.

17. *Сахаринат натрия.* Сахаринат натрия (пищевая добавка Е954ii, сахарин натрия) – химическое соединение с формулой $C_7H_4NNaO_3S$ (рис. 5). Внешне выглядит как белый кристаллический порошок без запаха с интенсивным сладким вкусом (примерно в 550–350 раз слаще сахара) и горько-металлическим привкусом.

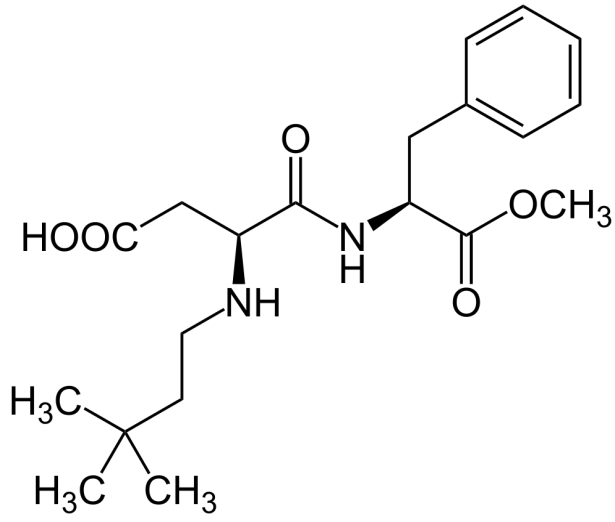
18. *Сукралоза.* Сукралоза (трихлоргалактосахароза) – искусственный подсластитель (рис. 6), используемый в качестве заменителя сахара и как пищевая добавка Е955 в большом количестве продуктов питания. Сукралоза была разработана английской фирмой Tate & Lyle в 1976 г. из обычного сахара и имеет вкусовые характеристики подобные сахару, при этом её сладость в 600 раз больше привычной сахарозы.

19. *Тауматин.* Тауматин (англ. Thaumatin) – низкокалорийный подсластитель и корректор вкуса из категории сладких белков (рис. 6). Этот белок обычно используется именно для коррекции вкуса, а не как заменитель сахара.

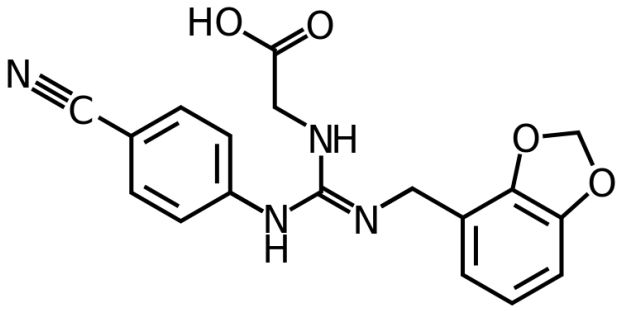


Сукралоза

Тауматин



Неотам



Лугдунаме

Рис. 6 – Химическая структура подсластителей

20. *Неотам.* Неотам – подсластитель, созданный компанией «NutraSweet» в качестве аналога аспартама; состоит из двух аминокислот: L-аспарагиновой кислоты и L-фенилаланина, соединённых с двумя органическими функциональными группами (рис. 6): метил-эфирной и неогексиловой. Неотам примерно в 30 раз слаще аспартама, в 7000–13000 раз слаще сахарозы, быстро метаболизируется и полностью выводится из организма путём естественных физиологических процессов. Имеет чистый сладкий вкус, подобный сахарозе, может применяться при выпечке и варке, поскольку более стоек к температуре, чем аспартам. Его использование может быть экономически выгодным в сравнении с аспартамом, поскольку для придания необходимой сладости требуется добавить меньшее количество неотама, чем аспартама.

21. *Лугдунаме.* Лугдунаме (от лат. Lugdunum для Лиона) является одним из самых мощных известных подсластителей. Лугдунаме, по оценкам, в 220000–300000 раз слаще, чем сахароза (столовый сахар), причем оценки в разных исследованиях различаются. Он был разработан в

Университете Лиона, Франция, в 1996 г. Лугдунам относится к семейству сильнодействующих подсластителей, которые содержат функциональные группы уксусной кислоты, присоединенные к гуанидину (рис. 6).

22. Стевиозид – гликозид из экстракта растений рода Стевия (Stevia) (рис. 7). Выделен в 1931 г. французскими химиками М. Бриделем и Р. Лавьеем. Стевиозид зарегистрирован в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки Е960 как подсластитель. Стевиозид приблизительно в 300 раз слаще сахарозы. Стевиозид не превращается в глюкозу в организме, и потому подходит в качестве подсластителя людям с диабетом.

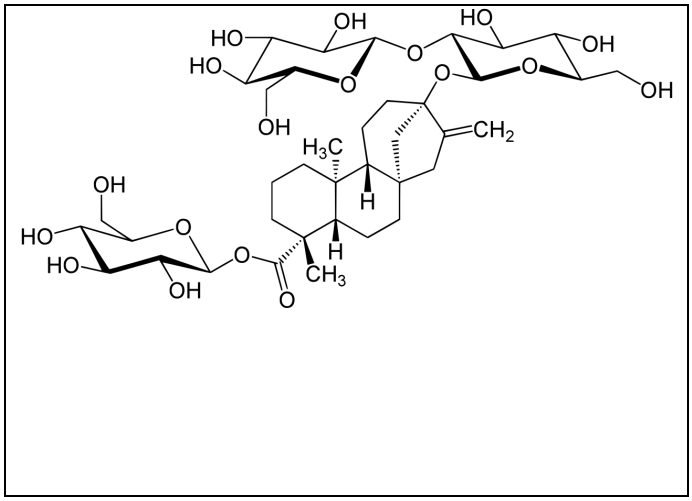


Рис. 7. – Химическая структура стевиозида

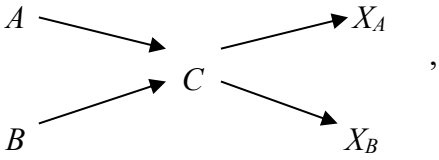
На начальном этапе проводят подбор необходимых ингредиентов-подсластителей с известной сладостью относительно сахаразы, сладость которой является эталонной и принимается за 1.

Далее требуемую относительно сахарозы сладость (C) записывают в месте пересечения двух линий в центре, а сладость имеющихся подсластителей (A) и (B) – у концов обеих линий: слева сверху подсластитель с большой сладостью (A), подсластитель с меньшей сладостью (B) – слева снизу.

На каждой линии вычитают одно стоящее значение относительной сладости на ней из другого, т.е. меньшее вычитают из большего и разность записывают у свободного конца той же линии (X_A) и (X_B).

Полученные числа, расположенные справа – вверху и внизу, указывают, сколько весовых частей каждого из подсластителей с известной относительной сладостью следует взять, чтобы получить композитный подсластитель с требуемой относительной сладостью.

При этом графическое или геометрическое запись алгоритма выражается следующим образом:



,

где $C - B = X_A$,

$A - C = X_B$,

при: $A > C$ и $B < C$.

Математическая или алгебраическая запись алгоритма выражается в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} C - B = X_A; \\ A - C = X_B; \\ C < A, \\ C > B \end{cases},$$

где C – необходимая конечная относительная сладость смеси,

A – относительная сладость первого подсластителя с большей сладостью ($A > C$), от. ед.,

B – относительная сладость первого подсластителя с меньшей сладостью ($B < C$), от. ед,

X_A – количество первого подсластителя, г или вес. ч.,

X_B – количество второго подсластителя, г или вес. ч.

На заключительном этапе осуществляют механическое смешивание подобранных и дозированных подсластителей в течение 5–10 мин при 50–100 об/мин.

Можно предположить, что при формировании вкусовых ощущений большое значение принадлежит геометрии анализируемого объекта. По-видимому, геометрия вкусовых рецепторов языка и анализируемых объектов вкуса создана по принципу комплементарности (т.е. по типу замок-ключ) [25].

Важно заметить, что анализируемые объекты вкуса обладают не только уникальной геометрией и различными размерами. Вероятно, вкусовые анализаторы универсальны в отношении размеров анализируемого объекта и имеют фрактальное строение, что позволяет точно определять вкус любого исследуемого образца.

Фракта́л (лат. fractus – дроблёный, сломанный, разбитый) – математическое множество, обладающее свойством самоподобия, то есть однородности в различных шкалах измерения. В математике под фракталами понимают множества точек в евклидовом пространстве, имеющие дробную метрическую размерность (в смысле Минковского или Хаусдорфа), либо метрическую размерность, отличную от топологической, поэтому их следует отличать от прочих геометрических фигур, ограниченных конечным числом звеньев.

Фрактальная структура вкусовых анализаторов, по-видимому, непрерывна. Геометрия поверхности анализируемого объекта вкуса обладает комплементарной прерывистой фрактальной структурой. Прерывистость фрактала у анализируемого объекта вкуса, вероятно, связана с наличием различных примесей. В природе не существует полностью чистых веществ. Благодаря наличию уникальной фрактальной прерывистости у различных анализируемых объектов вкуса имеется возможность существования такого большого (бесконечного) многообразия вкусовых оттенков.

Наименьшей неделимой фрактальной единицей, как вкусовых рецепторов, так и анализируемого объекта вкуса является электрон. Именно эта элементарная частица (электрон) обуславливает общую геометрию фракталов вкусовых анализаторов и анализируемого объекта вкуса. Кроме того, количество электронов на последнем энергетическом уровне у атомов обуславливает комплементарность вкусовых анализаторов и анализируемого объекта вкуса.

Создание композитных смесей подсластителей также позволяет сконструировать иерархическую структуру геометрии сладкого вкуса, что приводит к возможности пролонгации сладких ощущений. Разрушение в ротовой полости первого уровня геометрии иерархической структуры композитного подсластителя раскрывает новый уровень и т.д.

Таким образом, нами предложен высокоэффективный, простой и экономичный комбинаторный алгоритм целенаправленного регулирования сладости смесей подсластителей относительно сахарозы с графической или геометрической записью и математической смеси подсластителей с хорошими потребительскими свойствами: необходимой относительной сладостью, органолептическими показателями и физико-химическими свойствами.

Литература

1. Информационный ресурс Интернет: Сладкий вкус. Материал из Википедии – свободной энциклопедии: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%BA%D1%83%D1%81. – Дата последнего входа 28.10.2024 г.

2. Родюшкова, Г.В. Пищевая сладкая смесь (варианты) и содержащие её пищевые продукты: Патент № 2385644. RU, МПК[7] A 23L 1/22, A 23L 1/09 / Г.В. Родюшкова; заявка №2008121341/13; заявитель: ООО «Питэко»; заявл. 27.05.2008, опубл. 10.04.2010 // Государственный реестр изобретений Российской Федерации. – 2010.

3. Информационный ресурс Интернет: Разбавление. Материал из Википедии – свободной энциклопедии: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B1%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5. – Дата последнего входа 28.10.2024 г.

4. Litvyak, V. Features of the formation of taste sensations / Vladimir Litvyak, Alexey Sysa, Anatoly Batyan, Vyacheslav Kravchenko // Ukrainian Food Journal. – 2019. – Vol. 8. – №3. – P. 597–619. DOI: 10.24263/2304-974X-2019-8-3-15.

FORMATION OF ORGANOPHOSPHORUS OF DEALCOOLATED RED WINE THROUGH SPONTANEOUS LOW-LACTIC FERMENTATION

Taranenko V.I. graduate, Oseletseva I.V. doctor of technical sciences

Kuban State Technological University, Krasnodar

taranenko.aoc@gmail.com

Abstract

Malolactic fermentation is considered as a method of forming the organoleptic profile of red wine. Lactic acid bacteria in grape must are Lactiplantibacillus plantarum and Oenococcus oeni, as they are the most tolerant to wine. Malolactic fermentation, as a biological method of acid reduction, is not considered for de-alcoholized wine. The effect of the temperature mode on the spontaneous process of malolactic fermentation in dealcoholized red wine is investigated. The samples of unprocessed young red wines were used as the research material. The chemical composition of dealcoholized red wine was determined by chromatographic method. It was found that the total concentration of aromatic compounds increased during malolactic fermentation, while ethyl esters of fatty acids determine the aromatic profile of red wine. The low use of citric acid is explained by the adaptation of bacteria in conditions without ethyl alcohol. Was found that dealcoholized red wine after undergoing spontaneous malolactic fermentation showed good affinity for potassium, calcium and magnesium cations, while the concentration of sulfate ion did not increase. The potassium bifurcation point was fixed at the end of malolactic fermentation.

Introduction

Biological acid reduction of wine is the process of reducing acidity with the help of the vital activity of microorganisms, primarily as a result of malic-lactic or malic-ethanol fermentation. Malolactic fermentation is mainly used in the production of red wines, with special attention paid to wines with high acidity. At the same time, alcoholic fermentation is the main factor in the formation of the sensory profile of wine. Malolactic fermentation is the bioconversion of L-malic acid to L-lactic acid with the formation of carbon dioxide and prolongs the activity of lactic acid bacteria of the Oenococcus group (Lactobacillus, Pediococcus and Leuconostoc). Replacing the dicarboxylic L-malic acid, which causes a sharp effect, with a softer monocarboxylic L-lactic acid leads to an increase in the pH level, microbial stabilization and organoleptic modulation of the wine [1].

It is known that the microbiological composition of grape must is diverse and the number of lactic acid bacteria in a percentage of about 102-103 CFU/ml and mainly consists of Lactiplantibacillus plantarum and Oenococcus oeni [1]. During alcoholic fermentation, the bacterial population reduces diversity, but species with high ethanol tolerance increase biomass. Under conditions of spontaneous fermentation after alcoholic fermentation, the population of lactic acid bacteria begins to increase and when it reaches 106 CFU/ml, the consumption of L-malic acid begins [2]. In the competition between L. plantarum and O. oeni, which are the main species of lactic acid bacteria, the most tolerant to the wine environment are the strains of O. oeni, because they survive and develop largely due to their noticeable simultaneous resistance to pH and ethanol [3].

For a controlled malolactic fermentation process, O. oeni starters are inoculated into the wine to ensure complete completion of the process. L. plantarum starters are also inoculated directly into wine, but their more limited tolerance to pH and ethanol leads to fermentation stopping [4,5]. O. oeni has a heteroenzymatic hexose metabolism pathway, which limits its suitability for inoculation into the must. L. Plantarum have facultative heterofermentative metabolism (homofermentative and heterofermentative pathway of sugar cleavage), which does not compromise volatile acidity due to low concentrations of pentose and oxygen. The short duration of malolactic fermentation with this strain of bacteria allows the process to be completed before a significant amount of ethanol is formed [6].

Malolactic fermentation directly affects the aromatic profile of wine through the biosynthesis or bioconversion of aromatically active compounds and their precursors. [7] The nature of its occurrence is of great analytical importance. If red wine has a high pH, low alcohol content and low SO_2 levels, malolactic fermentation with great restrictions can spontaneously begin under uncontrolled conditions. Putrescine and cadaverine are organic molecules obtained by enzymatic decarboxylation of some of their amino acids.

Lactic acid bacteria use all the acetaldehyde produced during the microoxygenation of red wines that have gone through the malolactic fermentation process [9]. The aroma of such wines will enhance from the initial profile of a freshly cut apple and the bitterness in the mouth to the pronounced character of ripe fruits, with softer tannins and enhance the impression of greenery. The completion of malolactic fermentation is determined by the presence of diacetyl, which in small quantities reduces the fruity character of the wine, and in large quantities releases notes of vanilla, cream and milk caramel. Bacterial strains are able to convert cinnamic acids into vinylphenols, which are a substrate for the synthesis of ethylphenols, which detect profiles of barnyard, leather and horse sweat in the case of ethylphenol and aromas of burnt gum and spices in the case of ethylgaiacols [10].

Yeast significantly affects malolactic fermentation, directly or indirectly inhibits the growth of bacterial cells. There are two types of malolactic fermentation: simultaneously with alcoholic and after alcoholic. In the first case, it is associated with the antagonism of food substances and the toxicity of metabolites. Such yeast metabolites that affect the growth of lactic acid bacteria are ethanol, SO_2, organic acids, medium chain fatty acids, and antimicrobial peptides. Ethanol is of the greatest importance as a percentage in inhibiting bacterial cell growth, taking into account the influence of temperature and the wine matrix. The introduction of starter cultures of any strains of malolactic bacteria begins with inactivation with ethanol, and, accordingly, the spontaneous process of malolactic fermentation is natural and biochemically suitable [11].

The spontaneous process of malolactic fermentation has not been studied for de-alcoholized wine, while it is known that red wines with a reduced ethanol content are more often subjected to malolactic fermentation [12].

De-alcoholization is the process of removing ethyl alcohol from wine. The de-alcoholization cycle is the time required to achieve the desired ethanol concentration in wine. In the EU Regulation 2021/2117, wine products are divided into wines with reduced, low and zero alcohol content. In this regard, de-alcoholization of wine using partial vacuum evaporation, membrane methods and distillation processes is allowed. In practice, the following methods are used: reverse osmosis, nanofiltration, pervaporation, vacuum distillation, osmotic distillation, rotating cone column and multistage membrane systems [13]. These de-alcoholization processes can affect the composition of the wine, its aroma, taste and mouthfeel.

Non-alcoholic wine is a drink that is produced using a technology similar to regular wine, but with an additional step of removing or reducing alcohol content, while the level does not exceed 0.5%. There is no separate regulatory documentation on the territory of the Russian Federation for the classification of wines with reduced, low and zero ethyl alcohol content. At the same time, information about the alcohol content should be clearly indicated on the packaging of non-alcoholic wine (for example, "non-alcoholic wine", "alcohol content not more than 0.5%"). According to the current regulatory documentation «de-alcoholized wine»:

- It is not subject to excise taxation, since the alcohol content in it is below the established threshold (0.5%).
- The product must comply with technical regulations and sanitary standards established for food products [14].

FZ 468 defines non-alcoholic wine as a food product obtained from wine, the volume fraction of ethyl alcohol in which does not exceed 0.5% after processing using a patented technology. The law stipulates that such wine is produced by removing ethyl alcohol from the wine, while preserving its taste and aroma.

The removal of ethyl alcohol to 1% allows you to preserve a significant amount of phenols, volatile compounds and sensory properties in wine, which in turn ensures the passage of spontaneous malolactic fermentation. It is known that malolactic fermentation is not a simple biological method of acidification of wine, the metabolic potential of malolactic bacteria is complex, and for de-alcoholized wines it has not been studied, while activation of various metabolic pathways of different types of malolactic bacteria during fermentation leads to increased complexity of aroma and taste.

The purpose of the research was to evaluate the effect of malolactic fermentation on the formation of the organoleptic profile of de-alcoholized dry red wine.

Materials and methods

The research materials used were dry red wine, unprocessed (source wine) and dealcoholized wine by vacuum evaporation at a temperature of 23°C at a vacuum of -92 kPa.

Compared with the original wine, de-alcoholized red wine was characterized by a high concentration of volatile components, especially furfural, isobutanol and hexanol. At the same time, the concentration of phenolic compounds did not undergo any significant changes, and the color intensity increased during dealcoholization, which is explained by the removal of ethanol [15].

The objects of the study were de-alcoholized wine at different stages of spontaneous malolactic fermentation under controlled temperature conditions: the first wine (control) is 10-11°C; sample No.1 is dealcoholized wine at a temperature of 15-18°C; sample No.2 is the initial stage of spontaneous malolactic fermentation of 15-18°C; sample No.3 and No.4 are the active phase of malolactic fermentation of 15-18°C; sample No.5 is the end of the malolactic fermentation process of 15-18°C;и sample No.6 is a dealcoholized wine that has undergone spontaneous malolactic fermentation of 10-11°C.

The analysis of organic acids, volatile compounds, vitamins and phenolic compounds was carried out by capillary electrophoresis using the 105M drip system (Lumex Group of Companies, Russia) in the laboratory of the Department of Winemaking Technology, Fermentation Industries, named after Professor A. A. Merzhanian, KubSTU. The measurement method is based on dilution of the sample and determination of the mass concentrations of the analyzed components by capillary electrophoresis with indirect detection at a wavelength of 254 nm.

Results and discussions

According to our experimental data, de-alcoholized wine underwent spontaneous malolactic fermentation due to an increase in storage temperature. The process of de-alcoholization of wine was accompanied by a concentration of non-volatile components, which resulted in a multiple increase in sensory absorption of acids. At the same time, the acidity of the original wine was significantly lower for vacuum evaporation distillation to remove ethyl alcohol [15].

It is known that malolactic fermentation involves 3 stages: import of L-malate into the cell; decarboxylation of L-malate to L-lactate; release of L-lactate into the growth medium.

The release of L-malate into the cell takes into account the concentration gradient: decarboxylation to L-lactate or conversion to pyruvate occurs based on the energy needs of the cell. NAD+ or NADP+ are cofactors for conversion to pyruvate. It has been established that pyruvate accumulation occurs under acid stress conditions, and decarboxylation to lactate consumes a proton [16]. In de-alcoholized wine, lactate is released through passive diffusion under conditions of "no inactivation in ethanol." This translocation of a proton across the cell membrane maintains a pH difference (ΔpH) as well as an electrical potential (δΨ). Consequently, the propulsive force of the proton is also maintained to generate energy in the form of ATP [17]. The conversion of L-malate to L-lactate is facilitated by acid stress, and the formation of pyruvate is reduced [18].

Organic acids. It is known that organic acids can make up up to 1% of the dry matter of grape must: L-tartaric acid is present in the highest concentration up to 10 g/l; L-malic acid up to 6.5 g/l; citric and ascorbic acids less than 1 g/l. In dealcoholized red wine, degradation of L-malic acid was observed during spontaneous malolactic fermentation, while the concentrations of L-tartaric and citric acids did not undergo significant changes. These organic acids predominantly stimulate the growth of malolactic bacteria [19].

The content of residual L-malic acid in the control sample corresponds to the norms of the final concentration of this compound in wine production. With a change in storage conditions, for example, an increase in temperature by ±5°C, a decrease in the concentration of L-malic acid was found from 2.33 g/dm^3 to 1.77 g/dm^3 (Fig. 1). The concentration of nitrogenous compounds increased as malolactic fermentation progressed. During malolactic fermentation, the residual nitrogen was converted into primary amine nitrogen and ammonium (Fig. 1).

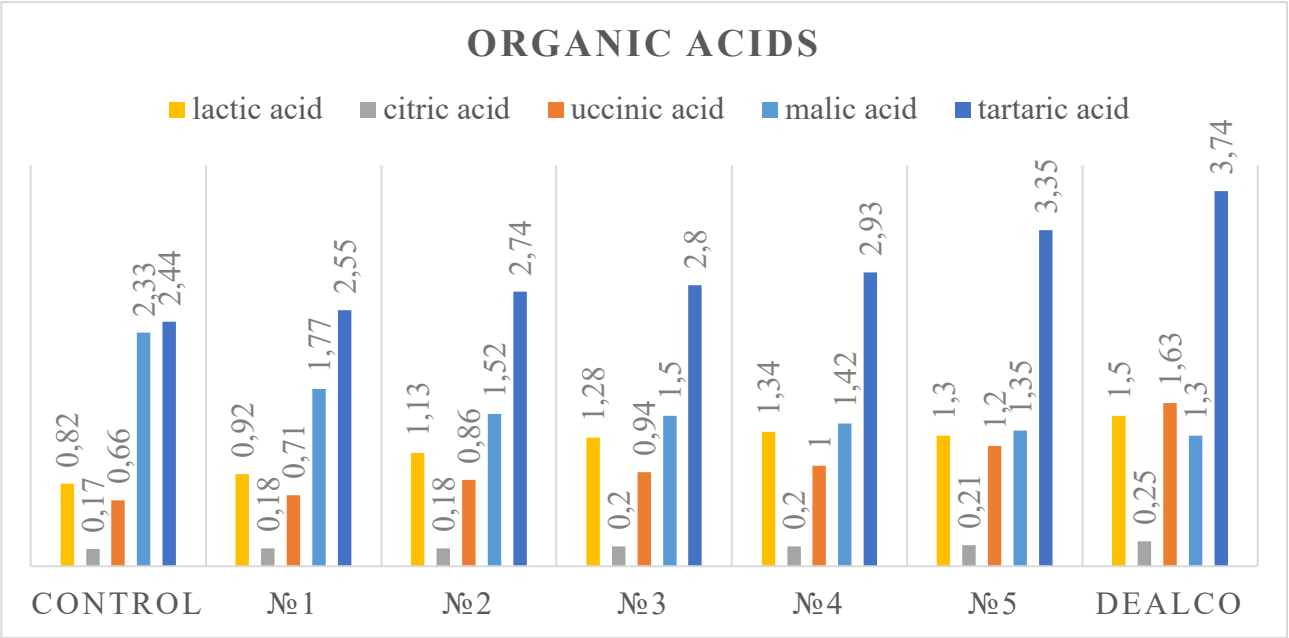


Figure 1 – Dynamics of changes in the concentration of organic acids in de-alcoholized wine

The formation of L-lactic acid in dealcoholized red wine has been quantified, since no sugars have been identified. It is known that D-lactic acid is formed as a result of lactic acid fermentation of sugars in both heterofermentative and homofermentative ways. A theoretically stoichiometric equation was compiled, in which 1.85g/dm^3 of L-lactic acid was formed from the initial L-malic acid 2.5g/dm^3, taking into account losses. It is known that some malolactic bacteria have D- or L-lactate dehydrogenases and racemases that can convert one isomer to another under various biological conditions, and these enzymes exhibit complex regulation, but the overall transformation occurs from the L-isomer to D [20].

Consumption of citric acid is a typical characteristic of malolactic bacteria in wine. Low consumption of citric acid was observed at pH 3.5. This is associated with the adaptation of bacteria to low pH [21], which is explained by a decrease in citrate intake in O. oeni strains that evolved in an acidic environment without the presence of ethyl alcohol.

Cations and anions. Inorganic anions and cations are an important characteristic of the composition, and, consequently, the naturalness and authenticity of wines, since they pass into wine from grapes and reflect the cationic-anionic composition of water and soil of the area where the grape grows. The pulp of grapes contains on average (in mg per g of ash residue) 180 mg of potassium, 24 mg of sodium, 52 mg of calcium, 34 mg of magnesium [22]. In wine, the proportions between calcium and magnesium may be reversed as a result of precipitation of tartaric acid. The concentration of the sulfate ion increases due to the oxidation of sulfuric acid. In grapes and wine, ammonium cations and nitrate anions are different forms of nitrogen. Some of the ammonium salts pass into wine as a result of yeast autolysis, and their amount may increase. The mass concentration of minerals increases during various technological operations. In de-alcoholized red wine, the content of anions and cations was found at an average level: K^+ in the range of up to 800 mg/dm^3, $NH4^+$ up to 30 mg/dm^3, Mg^{+2} up to 80 mg/dm^3, after undergoing spontaneous malolactic fermentation, a noticeable increase was recorded to 1200 mg/dm^3, 69 mg/dm^3 and 129 mg/dm^3, respectively (fig. 2).

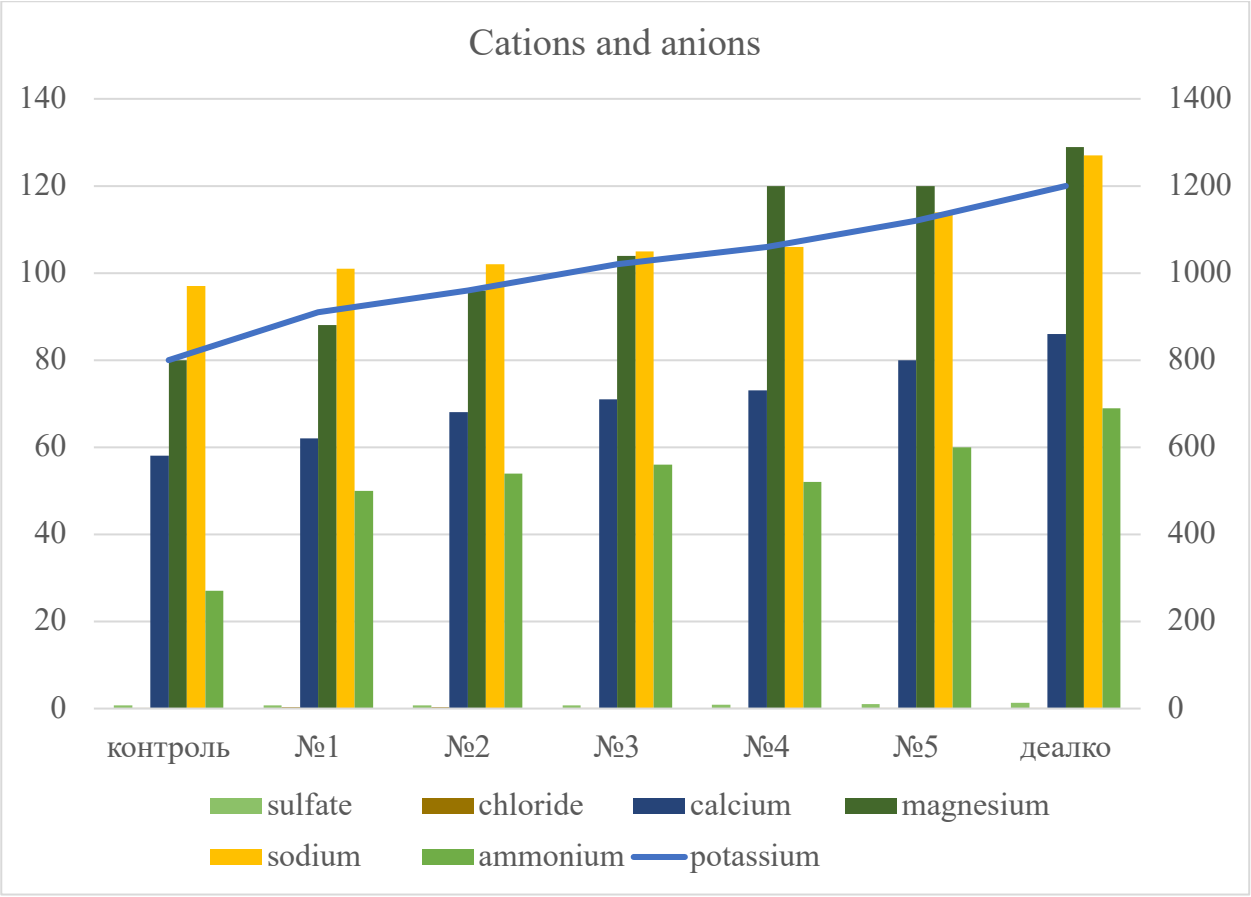


Figure 2 – Dynamics of changes in the concentration of cations and anions in de-alcoholized wine

During spontaneous malolactic fermentation, new exchange reactions occurred between dissolved cations of wine with higher affinity and fixed cations with lower affinity. In this phase, some of the low-affinity cations return to the wine. After malolactic fermentation, a significant increase in the content of potassium, calcium and magnesium was recorded in dealcoholized red wine, demonstrating good affinity for these cations. However, a wide release of sodium has been recorded, reaching a high concentration exceeding sodium (> 1 g/l); This evidence is not acceptable because the maximum limit for excess sodium content established by the OIV (1990) is 60 mg/l (expressed in NaCl), and for the United States the limit is 200 mg/l.

The increase in sodium content in the samples is explained by the content of more cations in red wine. Later, the concentration of potassium began to increase during malolactic fermentation in dealcoholized wine, indicating that an equilibrium between sodium and cations was reached; cation exchange continued with the release of potassium cation. The potassium breakout point was fixed at the end of malolactic fermentation; no breakout point was found for calcium during the entire process, which indicates a good affinity for this bivalent cation [23]. There was a significant release of magnesium into the wine. However, this cation does not affect the sensory characteristics and quality of the wine.

Conclusions

It has been demonstrated that in a de-alcoholized environment, organic acids and medium chain fatty acids can act as activators of cell biomass growth in malolactic bacteria, taking into account the influence of temperature and the wine matrix.

It was experimentally established that L-malic acid, which contained 2.5 g/dm^3, formed 1.85 g/dm^3 of L-lactic acid, which corresponds to the compiled stoichiometric equation.

It has been revealed that the process of dealcoholization can promote the release of a significant amount of sodium cations, while in the process of spontaneous malolactic fermentation, equilibrium is achieved through cation exchange with the release of potassium cation without the formation of tartaric acid salts.

It has been established that the method of implementing the malolactic fermentation process in dealcoholized wine through temperature control can be considered as a safe and effective practice for correcting the aromatic profile in the production of non-alcoholic wines.

Reference

1. J. Franquès, I. Araque, M. El Khoury, P.M. Lucas, C. Reguant, A. Bordons
Selection and characterization of autochthonous strains of Oenococcus oeni for vinification in Priorat (Catalonia, Spain) OENO One, 52 (1) (2018), pp. 45-56
2. A. Balmaseda, M. Lorentzen, L. Dutilh, R. Bauduin, H. Guichard, S. Ollivier, et al. Alcoholic fermentation drives the selection of Oenococcus oeni strains in wine but not in cider. International Journal of Food Microbiology, 400 (2023), Article 110276.
3. S. Bech-Terkilsen, J.O. Westman, J.H. Swiegers, H. Siegumfeldt, Oenococcus oeni, a species born and moulded in wine: A critical review of the stress impacts of wine and the physiological responses. Australian Journal of Grape and Wine Research, 26 (3) (2020), pp. 188-206
4. N.S. Brizuela, E. Franco-Luesma, B.M. Bravo-Ferrada, M. Pérez Jiménez, L. Semorile, E.E. Tymczyszyn, et al. Influence of Patagonian Lactiplantibacillus plantarum and Oenococcus oeni strains on sensory perception of Pinot Noir wine after malolactic fermentation. Australian Journal of Grape and Wine Research, 27 (1) (2021), pp. 118-127
5. P. Russo, V. Englezos, V. Capozzi, M. Pollon, S. Río, K. Rantsiou, et al. Effect of mixed fermentations with Starmerella bacillaris and Saccharomyces cerevisiae on management of malolactic fermentation. Food Research International, 134 (2020), Article 109246
6. V. Englezos, F. Torchio, P. Vagnoli, S. Krieger-Weber, K. Rantsiou, L. Cocolin Impact of Saccharomyces cerevisiae strain selection on malolactic fermentation by Lactobacillus plantarum and Oenococcus oeni American Journal of Enology and Viticulture, 71 (2) (2020), pp. 157-165
7. Izquierdo Canas P.M., Mena Morales A., Garcia Romero E. Malolactic fermentation before and during wine aging in barrels. Food Sci. Technol. 2016;66:468–474. doi: 10.1016/j.lwt.2015.11.003.
8. Akyereko, Y. G., Wireko-Manu, F. D., Alemawor, F., & Adzanyo, M. (2021). Effects of production methods on flavour characteristics of nonalcoholic wine. Journal of Food Quality, 2021, 1–10.
9. Mangindaan, D., Khoiruddin, K., & Wenten, I. G. (2018). Beverage dealcoholization processes: Past, present, and future. Trends in Food Science & Technology, 71, 36–45.
10. Sam, F. E., Ma, T., Liang, Y., Qiang, W., Atuna, R. A., Amagloh, F. K., Morata, A., & Han, S. (2021a). Comparison between membrane and thermal dealcoholization methods: Their impact on the chemical parameters, volatile composition, and sensory characteristics of wines. Membranes, 11(12), 957.
11. Schmitt, M., & Christmann, M. (2022). Dealcoholization of white wines. White wine technology (pp. 369–377). London: Academic Press.
12. В.И. Тараненко. И.В. Оселедцева. ПРОХОЖДЕНИЕ СПОНТАННОГО ЯБЛОЧНО-МОЛОЧНОГО БРОЖЕНИЯ В ДЕАЛКОГОЛИЗИРОВАННОМ КРАСНОМ ВИНЕ. Международная научно-практическая конференция “Инновационные технологии переработки растительного сырья и современные направления развития виноградарства и виноделия”, посвященная 100-летию кафедры Технологии виноделия и бродильных производств имени проф. А.А. Мержаниана г. Краснодар, Россия, 2025.
13. Lasik-Kurdyś M., Gumienna M., Nowak J. Influence of malolactic bacteria inoculation scenarios on the efficiency of the vinification process and the quality of grape wine from the Central European region. Eur. Food Res. Technol. 2017;243:2163–2173. doi: 10.1007/s00217-017-2919-x.
14. Федеральный закон от 27.12.2019 № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ.
15. Оселедцева И.В., Юрьев Э.В., Бложко А.А., Назаренко М.А. Исследование динамики процесса деалкоголизации вин вакуумным методом. Известия вузов Пищевая технология. 1 (399), 2025 DOI:10.26297/0579-3009.2025.1.10
16. Qi, Y.; Wang, H.; Chen, X.; Wei, G.; Tao, S.; Fan, M. Altered metabolic strategies: Elaborate mechanisms adopted by *Oenococcus oeni* in response to acid stress. *J. Agric. Food Chem.* **2021**, *69*, 2906–2918.

17. Balmaseda A., Rozes N., Leal M.A., Bordons A., Reguant C. Impact of changes in wine composition produced by non-Saccharomyces on malolactic fermentation. Int. J. Food Microbiol. 2021;337:108954. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108954
18. V. I. Taranenko, I. V. Oseledtseva, Effect of spontaneous malolactic fermentation on the formation of organoleptic properties of red wine after ethyl alcohol removal, BIO Web Conf., Volume 181, 2025, V International Scientific and Practical Conference "Ensuring Sustainable Development in the Context of Agriculture, Energy, Ecology and Earth Science" (ESDCA 2025)
19. Urbina A., Calderon F., Benito S. The Combined Use of Lachancea thermotolerans and Lactiplantibacillus plantarum (former Lactobacillus plantarum) in Wine Technology. Foods. 2021;10:1356. doi: 10.3390/foods10061356.
20. Gustaw K., Koper P., Polak-Berecka M., Rachwal K., Skrzypczak K., Wasko A. Genome and Pangenome Analysis of Lactobacillus hilgardii FLUB-A New Strain Isolated from Mead. Int. J. Mol. Sci. 2021;22:3780. doi: 10.3390/ijms22073780.
21. B. Desguin, P. Soumillion, R.P. Hausinger, P. Hols Unexpected complexity in the lactate racemization system of lactic acid bacteria FEMS Microbiology Reviews, 41 (Supp_1) (2017), pp. S71-S83
22. F. Julliat, C. Eicher, N. Tourti, P. Glaser, N. Cabanel, J. Coulon, et al.
Experimental evolution forcing Oenococcus oeni acid tolerance highlights critical role of the citrate locus. Research in Microbiology, 174 (2023), Article 104048
23. C. Ruiz-de-Villa, J. Gombau, M. Poblet, A. Bordons, J.M. Canals, F. Zamora, et al. Torulaspora delbrueckii Improves organoleptic properties and promotes malolactic fermentation in carbonic maceration wines Fermentation, 9 (2023), p. 1021,

СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ РЖАНО-ПШЕНИЧНОЙ И ПШЕНИЧНО-РЖАНОЙ ОБОЙНОЙ МУКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОБНОЙ ВЫПЕЧКИ

Кудрявцева Л.А., студент магистрант, Черник А.А., студент магистрант, Шмалько Н.А., кандидат технических наук, Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

e-mail: lida.kudryavtseva.02@mail.ru, kafedra-tith@yandex.ru, Mnv2408@gmail.com

Аннотация

В статье приведены способы проведения пробной лабораторной выпечки ржаного хлеба, а также результаты проведенной пробной выпечки для оценки хлебопекарных свойства ржаной обойной муки и ее смесей с пшеничной обойной мукой. Приводится пример модификации рецептуры и технологических режимов рассматриваемого способа выпечки с последующей оценкой органолептических и физико-химических показателей качества изделия.

Хлебопекарная отрасль входит в число ключевых сегментов пищевой промышленности мира, в том числе и России. На сегодняшний день в нашей стране выпускают свыше 800 наименований хлебобулочных изделий, созданных на базе отечественных научно-технических разработок. К основным целям, которые преследует хлебопекарная промышленность, относят: повышение качества хлеба и хлебобулочных изделий; обеспечение населения данными изделиями в объемах и ассортименте, соответствующих рациональным нормам их потребления для здорового образа жизни.

Для достижения поставленных целей и задач необходимо своевременно проводить модернизацию хлебопекарной промышленности, чтобы обеспечивать население достаточным количеством этим жизненно необходимым продуктом питания высокого качества. В статье [1] с соавторами ранее мы отмечали большую потребность населения в хлебе с более длительным сроком хранения: «длительная сохранность свежести хлебобулочных изделий при хранении в современных условиях приобретает большую актуальность из-за повышенного недовольства потребителей при возникновении быстрого черствения хлеба». Рыночные исследования рынка хлебобулочных изделий выявили данную потребность, что определяет необходимость следовать особым требованиям к сырью, технологиям, а также к качеству выпеченного хлеба.

Однако производство таких изделий требует разработки инновационных и уникальных технологических решений. Так, например, мы акцентировали внимание в статье [1] с соавторами важность учета качества сырья при приготовлении подобных изделий: «…вид и сорт хлебопекарной муки оказывают значительное влияние на выбор оптимальной рецептуры и технологии хлебобулочных изделий с удлиненными сроками хранения». Учитывая эти факторы, «…отметим, что хлеб из ржаной, ржано-пшеничной и пшенично-ржаной смеси муки черствеет медленнее, чем из пшеничной муки» [1].

Современная практика пролонгации свежести хлебобулочных изделий сочетает научно обоснованный подбор сырья, оптимизацию режимов производства, применение улучшителей, особые методы консервации и продвинутые барьерные упаковки. Одно из направлений совершенствования производства – интенсификация замеса и брожения теста для повышения производительности, сокращения потерь сырья и сохранения высоких органолептических свойств хлеба. Активные методы ускоренного брожения позволяют получить оптимальные вкус, аромат и структуру мякиша при минимальной продолжительности технологического цикла. Дальнейшие исследования направлены на поиск новых природных антиоксидантов и антимикробных добавок,

развитие биотехнологических заквасок и совершенствование многослойных упаковок для максимального продления сроков хранения.

Для получения хлеба высокого качества и продления его свежести при любом методе замеса важно обеспечить полноценное созревание теста – то есть достижение оптимальных структурно-механических характеристик и газообразующей способности, которые являются результатом необходимых превращений белков и углеводов. Тесто должно обладать заданными реологическими показателями, а также достаточной газо- и формоустойчивой способностью, чтобы готовый хлеб соответствовал стандартам и дольше сохранял свежесть. Литературные данные Л. Я. Ауэрмана и Е. И. Пайлера подтверждают тезис, что «хлеб из хорошо выброженного теста черствеет медленнее» [2, с. 69]. Это во многом связано с пептизацией белков клейковины под влиянием молочной и других кислот, возникающих в процессе созревания теста.

Из-за существенных различий в хлебопекарных свойствах ржаной и пшеничной муки технологии приготовления теста из них отличаются. Для ржаного теста необходимо разрыхление и создание определенной кислотности, чего достигают с помощью использования заквасок на основе молочнокислых бактерий и дрожжей (рисунок 1). Однако, их процесс приготовления довольно сложен: требуется специальное оборудование, постоянный контроль и немалые временные затраты.

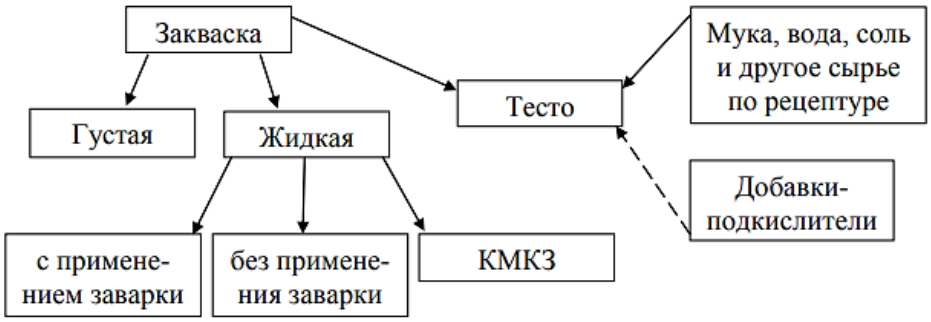


Рисунок 1 – Способы приготовления теста из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки

В связи с этим, в производстве хлеба из ржаной и ржано-пшеничной муки все чаще используют подкисляющие хлебопекарные добавки (в виде порошков, паст или жидкостей) в сочетании с хлебопекарными дрожжами. Использование таких добавок значительно упрощает и ускоряет технологический процесс, а также сокращает потребность в оборудовании и производственных площадях.

В ускоренных методах приготовления теста применяют такие добавки как «Ибис красный», «Ибис оранжевый», сухая смесь «Фермент соур», сухие закваски «Аграм светлый», «Аграм темный», жидкую закваску «Флюссигзауэр» и другие. Эти добавки содержат органические кислоты (молочную, лимонную, уксусную), набухающую пшеничную муку, солодовые продукты и другие компоненты. Дозировка подкисляющих добавок может варьироваться от 0,5 % до 4,0 % от массы ржаной муки, в зависимости от типа используемой сухой закваски и требуемой кислотности теста. При ускоренном однофазном способе приготовления теста для разрыхления применяют увеличенное количество хлебопекарных дрожжей.

В Санкт-Петербургском филиале ГосНИИ хлебопекарной промышленности «разработана добавка подкисляющая комплексная (ДПК) «Цитрасол», которая позволяет сократить процесс производства хлеба в 2,5–3,0 раза по сравнению с традиционным способом» [3, с. 41].

Изучив представленные способы приготовления теста, пришли к выводу, что регулятором созревания структурно-механических свойств теста являются растворы органических кислот, применение которых недостаточно разработано и внедрено в практике хлебопечения и воспринимается чаще как ускоренный метод. В связи с этим, целью данной работы является способ улучшения хлебопекарных свойств ржано-пшеничной и пшенично-ржаной обойной муки по результатам пробной выпечки. Предполагаем, что данная методика требует апробации и уточнения при применении модификации с использованием молочной кислоты.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- изучение хлебопекарных свойств муки и ее смесей и их показателей качества;

- изучение хлебопекарных свойств муки и ее смесей по методу выпечки с применением раствора молочной кислоты;

- модификация метода выпечки для изучения хлебопекарных свойств муки и ее смесей с применением раствора молочной кислоты.

Объектами исследования выступает мука пшеничная хлебопекарная обойная (цельнозерновая) и мука ржаная хлебопекарная обойная (цельнозерновая) «С.Пудовъ», изготовленная ООО «ХЛЕБЗЕРНОПРОДУКТ» (г. Таганрог, Россия) согласно ГОСТ 26574-2017; дата помола 22.02.2025г. Составлены опытные смеси муки по пропорциям согласно по ГОСТ 12183-2018: смесь ржано-пшеничная обойная хлебопекарная в соотношении 60:40 соответственно; пшенично-ржаная обойная в соотношении 70:30 соответственно. Качественная характеристика муки и ее смесей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика качества опытных смесей муки

Показатели качества	Образец муки			
	Пшеничная хлебопекарная обойная	Ржаная хлебопекарная обойная	Ржано-пшеничная (60:40) обойная смесь	Пшенично-ржаная (70:30) обойная смесь
Влажность, %	12,33	11,61	13,42	11,61
Кислотность, °Н	4,4	5,7	4,9	5,2
Автолитическая активность, %	28,4	30,89	29,46	23,76
Зольность (в пересчете на сухое вещество), %	1,41	1,71	1,68	1,49
Крупность помола, %: остаток на сите №23 проход сита №38	 25,44 2,12	 21,2 1,96	 16,68 6,96	 14,83 3,72
Число падения, с	584	233	300	357
Количество клейковины, %	27,78	-	-	19,08
Влажность клейковины, %	61,38	-	-	64,15
Качество клейковины, ИДК ед.	68	-	-	68

В результате исследований установлено, что мука пшеничная хлебопекарная обойная не обладает высоким качеством по показателю числа падения, что сильно влияет на качество вырабатываемого изделия. Все образцы муки и смеси не соответствуют требованиям стандарта по крупности. По органолептическим показателям все образцы муки и смеси соответствуют нормативным показателям: без посторонних запахов и привкусов, отсутствует зараженность амбарными вредителями. По структурно-механическим свойствам клейковины пшеничная обойная мука и пшенично-ржаная обойная смесь муки относятся к группе «средняя (хорошая)».

После оценки качества исследуемой муки и ее опытных смесей для оценки их хлебопекарных свойств и дальнейшей разработки технологии хлебобулочного изделия длительного хранения была проведена пробная лабораторная выпечка по рецептуре и методу, описанным в лабораторном практикуме [4].

Тесто из ржаной обойной муки готовят опарным способом. Перед началом работы определяют влажность муки, рассчитывают состав опары и теста, а также температуру воды. Приготовление разделено на два этапа: сначала опара, затем – собственно тесто. Общее количество воды вычисляется в зависимости от влажности муки. Температура воды для замеса опары и теста должна быть не ниже 30 °С для необходимой активации дрожжей. В рецептуре, отраженной в таблицах 2-4, на одну выпечку берут 150 г муки. Для приготовления изделий из ржано-пшеничной (60:40) и пшенично-ржаной (70:30) смесей муки в опару добавляем преимущественно ржаную муку, а в тесто ее остаток и пшеничную обойную муку.

Таблица 2 – Рецептура теста для пробной лабораторной выпечки из ржаной обойной муки [4]

Сырье	Опара	Тесто	Всего
Ржаная обойная мука, г	53	97	150
Вода, мл	28,63	84,48	113,11
Молочная кислота 80%, мл	0,5	0,5	1,0
Прессованные дрожжи, г	0,38	2,22	2,6
Соль поваренная пищевая, г	-	2,25	2,25

Таблица 3 – Рецептура теста для пробной лабораторной выпечки из ржано-пшеничной (60:40) смеси муки

Сырье	Опара	Тесто	Всего
Ржаная обойная мука, г	53	37	150
Пшеничная обойная мука, г	-	60	
Вода, мл	28,63	82,94	111,57
Молочная кислота 80%, мл (без разведения)	0,5	0.5	1,0
Прессованные дрожжи, г	0,38	2,22	2,6
Соль поваренная пищевая, г	-	2,25	2,25

Таблица 4 – Рецептура теста для пробной лабораторной выпечки из пшенично-ржаной (70:30) смеси муки

Сырье	Опара	Тесто	Всего
Ржаная обойная мука, г	45	-	150
Пшеничная обойная мука, г	7	97	
Вода, мл	28,24	82,25	110,49
Молочная кислота 80%, мл (без разведения)	0,5	0.5	1,0
Прессованные дрожжи, г	0,38	2,22	2,6
Соль поваренная пищевая, г	-	2,25	2,25

В предварительно взвешенный сосуд кладут 53 г муки. В отмеренном количестве воды растворяют 0,38 г прессованных дрожжей и 0,5 мл молочной кислоты (без разведения) и быстро замешивают шпателем до однородной консистенции. Сосуд неплотно закрывают и ставят на брожение в термостат при 30-32 °С на 240 мин (4 ч).

Воду заранее отмеряют, в ней разводят прессованные дрожжи и 0,5 мл молочной кислоты. Добавляют готовую опару, затем 97 г муки и вымешивают тесто (в лабораторной тестомесильной машиной или вручную). Помещают сосуд с тестом в термостат при 30 °С на 120 мин (2 ч). При отсутствии увлажнения воздуха сосуд накрывают, чтобы тесто не заветривалось. В начале и в конце обоих периодов брожения измеряют температуру опары и теста.

Выброженное тесто формуют, укладывают в металлические формочки, заранее смазанные тонким слоем растительного масла, размером 45×80 мм (основание), 55×95 мм (верхняя часть), высота 65 мм. Расстойка проходит в термостате при 32–34 °С и относительной влажности 75-85 % в течение 50 мин для теста из обойной муки. Выпекают в лабораторной печи при 230 °С в течение 30 мин.

Готовые пробные образцы изделий представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Готовые пробные образцы изделий: 1 – из ржаной муки; 2 – из ржано-пшеничной (60:40) смеси муки; 3 – из пшенично-ржаной (70:30) смеси муки.

Качественная характеристика оценки органолептических показателей готовых пробных образцов изделий приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика органолептических показателей качества выпеченных образцов изделий

Показатели качества	Пробный образец изделия		
	Из ржаной обойной муки	Из ржано-пшеничной (60:40) смеси муки	Из пшенично-ржаной (70:30) смеси муки
Внешний вид	Несимметричный, неправильная форма	Несимметричный, неправильная форма	Несимметричный, правильная форма
Состояние корки	Выпуклая, гладкая	Выпуклая, неровная поверхность	Выпуклая, неровная и бугристая поверхность
Цвет корки	Бледная	Бледная с прожилками коричневого	Бледная
Цвет мякиша	Серый, равномерный	Серый, равномерный	Серый, равномерный
Пористость	Поры мелкие,	Поры мелкие,	Поры средние,

мякиша	однородно распределены, средней толщины	неоднородно распределены, средней толщины	неоднородно распределены, средней толщины
Аромат и вкус	Приятный солодовенный аромат, кисловатый вкус	Приятный солодовенный аромат, кисловатый вкус	Приятный солодовенный аромат, кисловатый вкус

По результатам данного метода определения хлебопекарных свойств муки по экспресс-выпечке сделали вывод о необходимости модификации способа выпечки с целью сокращения процесса брожения при вводе 1 %-ного рабочего раствора молочной кислоты. К тому же в силу отличия проб от показателей стандарта крупности муки и изменения условия смачивания качества мы произвели модификацию для определения оптимальных технологических режимов для приготовления биотехнологического полуфабриката.

Для того чтобы выбрать оптимальное время для брожения опары и теста решили провести анализ их подъемной силы по ускоренному методу «шарика». Тесто готовили без опары, чтобы проверить целесообразность опарного способа. В результате было получено, что для всех видов опары оптимальная длительность выбраживания 210 мин. при подъемной силе шарика 30 мин., а для теста без опары:

- из ржаной муки – 90 мин. при подъемной силе шарика 7-9 мин;
- из ржано-пшеничной смеси муки – 105 мин. при подъемной силе шарика 7 мин;
- из пшенично-ржаной смеси муки – 55 мин. при подъемной силе шарика 8 мин.

По ходу проведения анализа были взяты пробы полуфабрикатов по окончании брожения массой по 5 г для определения кислотности и влажности.

Результаты определения кислотности и влажности выброженных полуфабрикатов отражены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика кислотности и влажности полуфабрикатов после брожения

Вид полуфабриката	Кислотность после брожения, °Н	Влажность после брожения, %
Ржаная опара	6,4	37,8
Ржаное тесто (без опары)	8,4	50,6
Ржано-пшеничная опара	5,9	39,1
Ржано-пшеничное тесто (без опары)	8,8	50,2
Пшенично-ржаная опара	6,8	38,2
Пшенично-ржаное тесто (без опары)	9,0	49,8

По результатам проведения анализа подъемной силы полуфабрикатов стало ясно, что использование опарного способа приготовления теста нецелесообразно, так как опара обладает более низкой кислотностью и низкой влажностью, чем тесто без нее, что не даст при выпечке необходимой оценки хлебопекарных свойств муки и изделия в целом. В связи с этим решили, что стоит модифицировать предыдущий способ и применить способ определения хлебопекарных свойств муки путем выпечки пробных лабораторных изделий, изготовленных однофазным способом с сокращенным брожением полуфабриката.

В качестве основы новой рецептуры обратились к сборнику инструкций [5]. Выбранные рецептуры хлебобулочных изделий и расчетное количество воды с учетом влажности используемой муки и рабочего 1 %-ного раствора молочной кислоты отражены в таблицах 7-9.

Опытным путем посредством замеса теста и органолептической оценки состояния и липкости полуфабриката было выяснено, что оптимальная влажность теста, учитываемая при расчете количества воды по рецептуре, должна быть равна 48 %.

Таблица 7 – Модифицированная рецептура пробной лабораторной выпечки из ржаной муки и рабочим 1 %-ным раствором молочной кислоты

Сырье	Количество по рецептуре
Ржаная обойная хлебопекарная, г	400
Вода, мл	281
Молочная кислота 80%, мл	3,5
Прессованные дрожжи, г	8,0
Соль поваренная пищевая, г	6,0

Таблица 8 – Модифицированная рецептура пробной лабораторной выпечки из ржано-пшеничной (60:40) смеси муки и рабочим 1 %-ным раствором молочной кислоты

Сырье	Количество по рецептуре
Ржаная обойная хлебопекарная, г	240
Пшеничная обойная хлебопекарная, г	160
Вода, мл	279
Молочная кислота 80%, мл	3,5
Прессованные дрожжи, г	8,0
Соль поваренная пищевая, г	6,0

Таблица 9 – Модифицированная рецептура пробной лабораторной выпечки из пшенично- ржаной (70:30) смеси муки и рабочим 1 %-ным раствором молочной кислоты

Сырье	Количество по рецептуре
Ржаная обойная хлебопекарная, г	280
Пшеничная обойная хлебопекарная, г	120
Вода, мл	279
Молочная кислота 80%, мл	3,5
Прессованные дрожжи, г	8,0
Соль поваренная пищевая, г	6,0

При замесе теста пользовались тестомесильной лабораторной машиной. Готовое тесто направляли в термостат при показаниях портативной метеостанции: температура 32-34 °С и относительная влажность 75-85 % на брожение в течение 60 мин (1 ч). Во время бродильного процесса был применен специальный датчик (детектор воздуха) для измерения концентрации CO2 (ppm) в термостате: в начале брожения показатель был равен 401; в конце брожения – 590, что говорит об успешной активации хлебопекарных прессованных дрожжей в полуфабрикате и повышению газообразования посредством добавления 1 %-ного раствора молочной кислоты. В конце брожения были взяты пробы полуфабрикатов для определения влажности и кислотности, результаты которых отражены в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристика кислотности и влажности полуфабрикатов после 60 мин брожения модифицированной рецептуры

Вид полуфабриката	Кислотность в конце брожения, °Н	Влажность в конце брожения, %
Ржаное тесто	10,2	49,6
Ржано-пшеничное тесто	9,7	51,6
Пшенично-ржаное тесто	9,4	49,7

Далее полуфабрикаты направляли на расстойку при температуре 32 °С и относительной влажности 75-85 % с увлажнением камеры расстоечного шкафа. О готовности полуфабриката к выпечке судили по внешнему виду и его структуре по методу, согласно которому после легкого нажатия на поверхность полуфабриката он не должен возвращаться в исходную форму. Согласно этому определили, что продолжительность расстойки в 50 мин достаточна для всех исследуемых видов полуфабриката. После расстоечного процесса делили тестовой полуфабрикат на формовой (400 г) и подовый (200 г) образцы изделия. Направляли заготовки на выпечку в лабораторную печь фирмы MIWE с увлажнением печной камеры на 30 мин при температуре 240 °С.

После выпечки измеряли температуру мякиша контактным пищевым термометром TP300 и инфракрасным (поверхностным) термометром GM320. О полной готовности изделия судили по температуре мякиша, которая должна быть не менее 92 °С. После остывания выпеченных образцов хлеба проводили оценку хлебопекарных свойств муки стандартными общепринятыми методами, результаты которых отражены в таблице 11.

Таблица 11 – Качественная характеристика результатов пробной лабораторной выпечки по модифицированному методу

Показатели качества	Пробный лабораторный образец выпечки		
	Из ржаной муки	Из ржано-пшеничной (60:40) смеси муки	Из пшенично-ржаной (70:30) смеси муки
Влажность, %	48,8	48,2	47,0
Кислотность, °Н	7,8	6,4	6,3
Пористость, %	46	51	50
Масса формового хлеба, г	344	349	352
Формоустойчивость подового хлеба (по H:D)	0,37	0,39	0,31
Объём формового хлеба по величине удельного объёма, $см^3$ на 100 г хлеба	735	780	790

В результате посредством проведения вышеописанных анализов, изучения и дальнейшей модификации рецептур и технологических режимов пробной лабораторной выпечки для оценки характеристик ржаной муки нам удалось разработать способ улучшения хлебопекарных свойств ржано-пшеничной и пшенично-ржаной обойной муки с использованием рабочего раствора 1%-ной молочной кислоты по результатам пробной выпечки.

Данный модифицированный способ выпечки в перспективе может применяться в лабораториях пищевых производств для более эффективного и быстрого способа получения информации о хлебопекарных возможностях ржаной обойной муки и ее смесей с пшеничной обойной мукой.

Литература

1. Шмалько, Н. А. Способы приготовления хлебобулочных изделий с удлиненными сроками хранения / Н. А. Шмалько, Л. А. Кудрявцева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2024. – № 25 (524). – С. 47-53. – URL: https://moluch.ru/archive/524/115958/ (дата обращения: 01.11.2025).

2. Горячева А. Ф., , Кузьминский Р. В. Сохранение свежести хлеба. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. с. 240.

3. Соболева Е.В., Сергачева Е.С. Технология и организация производства продуктов переработки зерна, хлебобулочных и макаронных изделий. Лабораторные работы: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 50 с.

4. Пучкова Л. И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – 3-е изд. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 232 с.

5. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 494 с.

СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНОЙ ВЫПЕЧКИ

Черник А.А., студент, Кудрявцева Л.А., студент, Шмалько Н.А., кандидат технических наук, Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар
e-mail: chernika1108@mail.ru, kafedra-tith@yandex.ru, Mnv2408@gmail.com

Аннотация

В статье приведены результаты изучения влияния введения амарантовой муки на хлебопекарные свойства муки и качество хлеба, приготовленного из пшеничной муки с пониженными хлебопекарными свойствами, а именно муки с крепкой по силе клейковиной. Указаны результаты изучения хлебопекарных свойств клейковинного комплекса пшеничной муки и проведения пробной лабораторной выпечки хлеба.

Как известно, «...качество пшеничного хлеба определяется его объемом, формой (особенно подового хлеба), окраской корки, цветом и эластичностью мякиша, пористостью (которая должна быть мелкой, тонкостенной и равномерной), вкусом и запахом», что отражено в источнике [1, с. 100].

Сила муки — это её способность формировать тесто, обладающее стабильными реологическими свойствами на всех этапах производства: от замеса до расстойки и выпечки. Этот показатель влияет на количество воды, необходимое для получения теста оптимальной консистенции. От силы муки зависит выход готового изделия, изменение структуры теста в процессе ферментации, а также его поведение при механической обработке.

Кроме того, сила муки напрямую связана с её способностью удерживать бродильные газы и сохранять форму тестовой заготовки. Эти характеристики определяют внешний вид хлеба, особенно подового, влияя на его объем и структуру внутренней пористости.

По данному параметру муку условно делят на три категории: сильная, средняя, слабая.

Сильная мука характеризуется высокой способностью к водопоглощению при замесе теста нормальной консистенции. Её тесто сохраняет стабильные свойства на протяжении всего производственного цикла: от замеса до расстойки. Благодаря этому подовые изделия из сильной муки имеют хороший объём, чётко выраженную форму и равномерно развитую пористость мякиша.

Слабая мука, напротив, вбирает меньше воды при формировании теста нужной консистенции. В процессе брожения такие тестовые массы быстро теряют свои структурные свойства: становятся жидкими, малопластичными, липкими и трудными в разделке. Заготовки из такого теста склонны к расплыванию, а готовый хлеб имеет меньший объём и нестабильную форму.

Мука средней силы занимает промежуточное положение между двумя крайними категориями, сочетая в себе умеренные показатели по водопоглощению, стабильности теста и форме выпеченных изделий.

Таким образом, сила муки — это комплексная характеристика, зависящая от вышеупомянутых факторов, среди которых главное место занимает состояние белково-протеиназного комплекса. Важное влияние также оказывают содержание и свойства крахмала, пентозанов (слизей), липидов, а также активность ферментов, активаторов и ингибиторов, воздействующих на эти компоненты.

Для производства хлеба соответствующего качества необходимо соблюдение определённых стандартов по содержанию клейковины. Так, согласно ГОСТ 26574-2017: в муке высшего сорта должно быть не менее 28% сырой клейковины, в муке первого сорта — не менее 30%, второго сорта — 25%, в обойной муке — не ниже 20%.

Сырая клейковина содержит значительное количество воды — от 150 до 250% относительно массы сухого вещества. Однако помимо белков в её состав входят и другие компоненты: крахмал, сахара, зола, липиды и клетчатка, доля которых составляет до 25%.

Наблюдается чёткая корреляция между общим содержанием белка в муке и количеством отмываемой клейковины. Чем выше уровень белков, тем больше можно получить клейковины. Исключения составляют пробы муки из зерна, повреждённого насекомыми, морозом или подвергавшегося сушке при высокой температуре. Также важно соблюдать качество самой клейковины: чем она более упругая и эластичная, тем сильнее считается мука.

Преимущественно силу муки принято определять по качеству отмытой из неё клейковины.

Качество клейковины определяют путем измерения её упругих свойств на приборе ИДК (измеритель деформации клейковины). Принцип и метод, заложенные в приборе ИДК, основаны на измерении величины остаточной деформации пробы клейковины после воздействия тарированной нагрузки в течение заданного времени (30 с).

В таблице 1 приводится шкала отнесения клейковины в зависимости от значения её упругих свойств к соответствующей группе качества.

Т а б л и ц а 1 – Классификация клейковины по упругим свойствам (ГОСТ 27839)

Группа качества	Характеристика клейковины	Сжимаемость клейковины из муки пшеничной сорта, ед. прибора	
		Высшего, первого, обойного	Второго
3	Неудовлетворительно крепкая	От 0 до 30	От 0 до 35
2	Удовлетворительно крепкая	От 35 до 50	От 40 до 50
1	Хорошая	От 55 до 75	От 55 до 75
2	Удовлетворительно слабая	От 80 до 100	
3	Неудовлетворительно слабая	105 и более	

Актуальной проблемой в хлебопечении является улучшение качества хлеба из муки с пониженными хлебопекарными свойствами, такими как недостаточное количество или качество клейковины, слабая ферментативная активность, наличие примесей проросшего или повреждённого зерна (в том числе клопом-черепашкой).

Ежегодно доля такой муки в производстве составляет от 50 до 70%. Чтобы компенсировать её недостатки и обеспечить выпуск качественного хлеба, применяют различные подходы, среди которых наиболее распространённым является смешивание с мукой более высокого качества.

На основе лабораторного анализа и пробных выпечек специалисты производственно-технологических лабораторий формируют помольные партии, подбирая такие сочетания муки, при которых недостатки одной партии перекрываются достоинствами другой.

Для стабилизации и повышения качества выпускаемых изделий проводят научно обоснованную оценку не только свойств самой муки, но и используемого оборудования, условий производства и выбранной комплексной технологии.

Применение комплексного подхода позволяет значительно улучшить показатели хлеба: увеличить его объём, развить структуру мякиша — сделать пористость равномерной, повысить упругость и снизить склонность к крошению. Получаемый продукт практически соответствует стандартным требованиям. Отказ же от одного или нескольких элементов комплексной технологии может снижать эффективность улучшений на 50% и более.

Подробные параметры приготовления теста приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Рецептура и режимы приготовления теста по комплексной технологии хлебобулочных изделий из муки пшеничной хлебопекарной с крепкой, короткорвущейся клейковиной

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса при способах приготовления теста			
	опарный		безопар-ный	интенсивная «холодная» технология
	опара	тесто		
Мука пшеничная хлебопекарная высшего или первого сорта, кг*	55,0-70,0	45,0-30,0	100,0	100,0
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг**	0,7-1,0	0-0,5	3,5	3,5-4,0
Соль поваренная пищевая, кг	–	по рецептуре		
Дополнительное сырьё, кг	–	по рецептуре		
Комплексный хлебопекарный улучшитель, кг***	–	0,05-0,3		
Вода питьевая, кг	по расчёту			
Кислотосодержащие полуфабрикаты – пшеничные закваски (КМКЗ и др.), спелая опара или тесто, кг	–	5,0-10,0	5,0-10,0	5,0-10,0
Влажность, %****	53-55	42-43	42-43	42-43
Температура начальная, °С	25-26	27-29	27-29	26-28
Продолжительность замеса, мин	10-15	10-15	10-45	10-40
Продолжительность брожения, мин, не более	190-210	60-90	90	40
*При приготовлении теста на жидких опарах количество муки в опару увеличивают до 35-40% от общей её массы. **При использовании сушёных или инстантных дрожжей их количество увеличивают на 20-30% об общей нормы. ***Рекомендуется использование комплексных хлебопекарных улучшителей серии «Амилокс», «Шанс» (ГОСНИИХП), улучшающие упруго-эластичные свойства теста. ****На больших густых опарах влажность увеличивают до 45-50%.				

Целью данной работы явилась разработка способа улучшения хлебопекарных свойств пшеничной муки по результатам лабораторной выпечки.

Задачи исследования заключались в следующем:

- изучение хлебопекарных свойств муки и показателей качества;
- изучение показателей качества полуфабрикатов;
- изучение влияния добавок на качество хлебопекарной муки;
- изучение хлебопекарной способности пшеничной муки;
- изучение влияния добавки на хлебопекарную способность муки.

В данной научно-исследовательской работе использовалась мука пшеничная высшего, первого сортов и мука общего назначения М 55-23 и М 75-23 фирмы «Агрокомплекс» им. Н.И. Ткачева.

Значения показателей качества исследуемых проб муки представлены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Характеристика качества проб муки

Образец муки	Высший сорт (ГОСТ)	Первый сорт (ГОСТ)	М 55-23 (СТО)	М 75-23 (СТО)
Влажность, %	14,4	13,2	12,9	11,7
Крупнота, %: остаток на сите 35 проход через сито 43	 - -	 0,84 98,48	 - -	 0,64 99,12
Кислотность, °Н	3,3	4,1	2,8	3,3
Зольность, %	0,39	0,51	0,3	0,45
Автолитическая активность, %, на рефрактометре: цифровом аналоговом	 35,9 33,3	 23,2 24,2	 24,1 20,6	 23,8 26,2
Содержание клейковины, %	32,2	34,7	30,9	32,6
Показатель ИДК, ед.пр.	64	62	52	54
Число падения, с	398	316	400	394

Для проведения исследования методом пробной лабораторной выпечки количество компонентов определяют по таблице 4 в зависимости от влажности используемой муки.

Т а б л и ц а 4 – Количественное соотношение компонентов рецептуры

Влажность муки, %	Кол-во муки, г	Количество муки для выпечки из муки сортов, г			Влажность муки, %	Кол-во муки, г	Количество муки для выпечки из муки сортов, г		
		высшего	первого	второго			высшего	первого	второго
10,0	1066	628	659	692	12,5	1097	597	628	661
10,1	1068	626	657	690	12,6	1098	596	627	660
10,2	1070	624	655	688	12,7	1100	594	625	658
10,3	1071	623	654	687	12,8	1101	593	624	657
10,4	1072	622	653	686	12,9	1102	592	623	656
10,5	1073	621	652	685	13,0	1103	591	622	655
10,6	1074	620	651	684	13,1	1105	589	620	653
10,7	1075	619	650	683	13,2	1106	588	619	652
10,8	1076	618	649	682	13,3	1107	587	618	651
10,9	1077	617	648	681	13,4	1108	586	617	650
11,0	1079	615	647	679	13,5	1109	585	616	649
11,1	1080	614	645	678	13,6	1111	583	614	647
11,2	1081	613	644	677	13,7	1112	582	613	646
11,3	1082	612	643	676	13,8	1114	580	611	644
11,4	1083	611	642	675	13,9	1115	579	610	643
11,5	1085	609	640	673	14,0	1116	578	609	642
11,6	1086	608	639	672	14,1	1117	577	608	641
11,7	1087	607	638	671	14,2	1119	575	606	639
11,8	1088	606	637	670	14,3	1120	574	605	638
11,9	1090	604	635	668	14,4	1121	573	604	637
12,0	1091	603	634	667	14,5	1123	571	602	635
12,1	1092	602	633	666	14,6	1124	570	601	634
12,2	1093	601	632	665	14,7	1125	569	600	633
12,3	1095	599	630	663	14,8	1127	567	598	631
12,4	1096	598	629	662	14,9	1128	566	597	630
					15,0	1130	564	595	628

Качество хлеба оценивают не ранее чем через 4 ч после выпечки, но не позднее чем через 24 ч. Для оценки берут формовой хлеб большего объема.

Органолептическую оценку выпеченного хлеба проводят по таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Органолептические показатели качества хлеба

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид хлеба: форма поверхность корки	Правильная, неправильная Гладкая, неровная (бугристая или со вздутиями), с трещинами, с подрывами, рваная
Цвет корки	Бледная, светло-желтая, светло-коричневая, коричневая, темно-коричневая
Состояние мякиша: цвет равномерность окраски эластичность пористость: по крупности по равномерности по толщине стенок пор липкость	 Белый, серый, темный, темноватый (для муки высшего и первого сортов) Светлый, темный, темноватый (для муки второго сорта и обойной) Равномерная, неравномерная Хорошая, средняя, плохая; отмечается плотность мякиша, если при надавливании не происходит его деформации Мелкая, средняя, крупная Равномерная, неравномерная Тонкостенная, толстостенная Отмечается в случае обнаружения
Вкус	Нормальный, свойственный хлебу; отмечается наличие посторонних привкусов
Хруст	Наличие или отсутствие хруста
Комкуемость при разжевывании	Наличие или отсутствие комкуемости
Крошковатость	Крошащийся, некрошащийся

В качестве улучшителя хлебопекарных свойств пшеничной муки использовали амарантовую муку, качество которой должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 71907- 2024 и вырабатываться в соответствии с технологическим регламентом (инструкцией) на производство муки, действующим на предприятии, с соблюдением требований, установленных данным нормативным документом.

По органолептическим показателям мука амарантовая должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 - Органолептические показатели амарантовой муки

Наименование показателя	Характеристика
Цвет	Белый с желтоватым или сероватым оттенком с заметными частицами оболочек зерна
Вкус	Свойственный амарантовой муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Запах	Свойственный амарантовой муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневых
Наличие минеральной примеси (хруст)	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста

Физико-химические показатели амарантовой муки по ГОСТ указаны в таблице 7.

Т а б л и ц а 7 – Физико-химические показатели амарантовой муки

Наименование показателя	Характеристика и норма для муки
Влажность, %, не более	10,0
Зольность в пересчете на сухое вещество, %, не более	2,5
Крупность помола, %: - остаток на сите по ГОСТ 4403, не более: из шелковой ткани № 27 или из полиамидной ткани 27 ПА-120 5,0 - проход через сито по ГОСТ 4403, не менее: из шелковой ткани № 43 или из полиамидной ткани 45/50 60,0	5,0 60,0
Металломагнитная примесь, мг в 1 кг муки размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении не более 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, не более*	3,0
* Размер и масса отдельных частиц более указанных значений — не допускается.	

В ходе лабораторного исследования качества используемой амарантовой муки получили следующие показатели качества: влажность – 7,5 %, кислотность – 6,4°, зольность – 2,62 %.

Результаты и их обсуждение. Очевидно, что амарантовая муки значительно отличается хлебопекарной, что нашло отражение в результатах изучения влияния добавки на качество клейковины пшеничной муки. Результаты замеса мучных полуфабрикатов представлены в таблицах 8 и 9.

Т а б л и ц а 8 - Показатели качества полуфабрикатов из исследуемой муки

Показатель	Высший сорт	Первый сорт	М 55-23	М 75-23
Влажность теста,%	37,34	35,2	39,9	35,9
Водопоглотительная способность,%	60,2	64,4	61,2	58,8
Содержание клейковины,%	32,2	34,7	30,9	32,6
Показатель ИДК, ед. пр.	74	74	62	64

Т а б л и ц а 9 – Влияние добавки на качество клейковины пшеничной муки

Показатель	Дозировка амарантовой муки, %	Высший сорт	Первый сорт	М 55-23	М 75-23
Водопоглотительная способность, %	2,5 5,0 7,5 10,0	57,2 53,9 67,5 62,4	59,2 55,9 57,4 59,2	55,8 59,3 59,2 59,2	55,2 55,1 58,0 58,4
Содержание клейковины, %	2,5 5,0 7,5 10,0	31,9 32,2 32,8 31,9	35,2 35,2 33,5 34,2	32,5 31,8 32,1 31,1	33,9 34,3 33,6 33,4
Показатель ИДК, ед. пр.	2,5 5,0 7,5 10,0	74 74 72 68	76 76 72 76	72 64 66 70	80 78 70 76

При замесе полуфабрикатов можно отметить, что при добавлении амарантовой муки заметно изменяется водопоглощение пшеничной муки, что улучшает пористость мякиша готового изделия: вариабельность параметра для муки высшего сорта — 8,58 % при среднем арифметическом 60,3 %, муки первого сорта — 2,38 % при среднем арифметическом 57,9 %, для муки типа М 55-23 — 2,55 % при среднем арифметическом 58,4 %, муки типа М 75-23 — 2,7 % при среднем арифметическом 56,7 %. Улучшение вариабельности данного показателя наблюдается для проб муки первого сорта и ниже, что связано с грубодисперсной структурой вносимой амарантовой муки.

Вариабельность содержания сырой клейковины при внесении улучшителя — амарантовой муки взамен части пшеничной следующая: для муки высшего сорта — 1,14 % при среднем арифметическом 32,2 %, муки первого сорта — 2,08 % при среднем арифметическом 34,5 %, для муки типа М 55-23 — 1,61 % при среднем арифметическом 31,9%, муки типа М 75-23 — 1,0% при среднем арифметическом 33,8 %. Соответственно, наименьшая вариабельность данного показателя характерна для наиболее оптимального варианта для внесения амарантовой муки.

Показатель ИДК варьирует следующим образом: для муки высшего сорта — 3,4 % при среднем арифметическом 72 ед., муки первого сорта — 2,31 % при среднем арифметическом 75 ед., для муки типа М 55-23 — 4,65 % при среднем арифметическом 68 ед., муки типа М 75-23 — 4,92 % при среднем арифметическом 76 ед., т.е. наилучшим объектом для улучшения качества служит проба пшеничной муки первого сорта.

Результаты изучения хлебопекарной способности пшеничной муки представлены в таблице 10.

Т а б л и ц а 10 – Показатели качества хлеба из сортовой хлебопекарной муки и муки общего назначения

Показатель	Сорт муки			
	Высший сорт	Первый сорт	М 55-23	М 75-23
Объемный выход, $см^3$	428	528	452	469
Формоустойчивость (H/D)	0,45	0,50	0,47	0,43
Пористость, %	81	82	81	76
Кислотность, °Н	1,2	1,4	1,2	1,2

Для улучшения была выбрана мука общего назначения М 75-23 в связи с более низкими показателями качества. В результате добавления амарантовой муки можно отметить, что дозировка 2,5% является оптимальной для булочных изделий, благодаря высокому показателю формоустойчивости, равному 0,56, а дозировка 7,5% - для формового хлеба, из-за увеличения объемного выхода, равного в опыте 486 $см^3$.

Т а б л и ц а 11 – Влияние добавки на хлебопекарную способность муки

Показатель	Дозировка амарантовой муки, %			
	2,5	5,0	7,5	10
Объемный выход, $см^3$	448	428	486	404
Формоустойчивость (H/D)	0,56	0,43	0,45	0,41
Пористость, %	78	76	74	75
Кислотность, °Н	1,4	1,6	1,7	1,8

Органолептическая оценка выпеченного хлеба по ГОСТ представлена в таблице 12.

Т а б л и ц а 12 – Органолептические показатели качества хлеба

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид хлеба: форма поверхность корки	 Правильная Гладкая
Цвет корки	Коричневая
Состояние мякиша: цвет равномерность окраски эластичность пористость: по крупности по равномерности по толщине стенок пор липкость	 Светлый Равномерная Хорошая Мелкая Равномерная Тонкостенная Не обнаружена
Вкус	Нормальный, свойственный хлебу
Хруст	Отсутствие хруста
Комкуемость при разжевывании	Отсутствие комкуемости

Иными словами, использование комплексных технологий позволяет эффективно перерабатывать пшеничную муку с различными отклонениями в качестве, обеспечивая выпуск хлеба, соответствующего стандартам. Это способствует рациональному использованию доступного сырья и внедрению современных достижений в области хлебопекарного производства.

В работе исследовано влияние введения амарантовой муки на хлебопекарные свойства теста и качество хлеба, приготовленного из пшеничной муки с пониженными хлебопекарными свойствами, характеризующейся содержанием крепкой клейковины и низкой эластичностью. Установлено, что частичная замена такой муки амарантовой способствует улучшению пластичности теста, снижению чрезмерной упругости клейковинного каркаса и повышению объёмного выхода хлеба.

Литература

1. Пучкова Л.И, Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть 1. Технология хлеба. – СПб: ГИОРД, 2005. – 559 с.

2. Ройтер И.М. Хлебопекарное производство. Технологический справочник. – изд. 4-ое, перераб. и доп. – Киев: Техніка, 1966. – 532 с.

3. Технохимический контроль хлебопекарного производства / И.Н. Маслов, К.Н Чижова, Т.И. Шкваркина, Н.В. Запенина, Ф.И. Заглодина. – изд. 4-ое, перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 396 с.

4. Черник А.А. Отчёт по преддипломной практике. 2025. URL: https://elkaf.kubstu.ru/api/student/showwork?id=243784&tipkontr_id=10&token=aa12691949784df89aab0f9c7b978bcfc15026e3 (дата обращения 02.11.2025).

ЭКСТРУДИРОВАНИЕ КОМБИКОРМОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПТИЦ БРОЙЛЕРНЫХ КРОССОВ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Дорошенко А.А., магистрант, Соловьева Е.В., кандидат технических наук, Замятин М.Д. магистрант, Мацакова Н.В., кандидат технических наук, Окаингни Ш. Р. Х., магистрант

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

d.alex20041905@gmail.com

Аннотация

В статье представлены результаты комплексного исследования процесса экструдирования комбикормовых смесей для бройлеров. Изучены физико-химические преобразования компонентов корма под воздействием экструзии[1,2]. Установлено, что экструдирование при температуре 130-150°С и давлении 25-40 атм. обеспечивает клейстеризацию 85-92% крахмала и денатурацию 70-80% белковых комплексов[3]. Проведенные производственные испытания показали, что использование экструдированных комбикормов в стартовый период выращивания бройлеров способствует увеличению сохранности поголовья на 2,3-2,8%, повышению среднесуточных привесов на 5-7% и улучшению конверсии корма на 4-6% по сравнению с гранулированными кормами[4]. Выявлены оптимальные параметры экструдирования для различных видов кормового сырья[5]. Разработаны практические рекомендации по компенсации потерь термолабильных питательных веществ путем пост-экструзионного ввода витаминно-минеральных премиксов и синтетических аминокислот[6]. Показана экономическая целесообразность применения экструдированных комбикормов в престартерный и стартовый периоды выращивания бройлеров[7].

Ключевые слова: бройлеры, экструдирование, комбикорма, клейстеризация крахмала, денатурация белка, продуктивность, экономическая эффективность.

Современное бройлерное птицеводство характеризуется высокой интенсивностью производства, что предъявляет повышенные требования к качеству комбикормов[8]. Одним из перспективных направлений совершенствования кормопроизводства является применение термомеханических методов обработки, среди которых особое место занимает экструзия[7].

Экструдирование представляет собой процесс непрерывной переработки кормовых смесей путем сочетания высокого давления, температуры и сдвиговых усилий с последующим резким перепадом давления при выходе через формующие отверстия. Данная технология позволяет коренным образом изменять физико-химические свойства компонентов корма, повышая их питательную ценность и безопасность [7].

Особую актуальность экструдирование комбикормов приобретает при выращивании молодняка бройлеров в первые дни жизни, когда пищеварительная система характеризуется морфологической и функциональной незрелостью[3]. Традиционные методы обработки кормов не всегда обеспечивают достаточную степень доступности питательных веществ для цыплят-бройлеров[4].

Целью настоящего исследования являлось комплексное изучение влияния экструдирования на питательную ценность комбикормовых смесей и продуктивные показатели бройлеров, а также разработка практических рекомендаций по оптимизации данного технологического процесса[5,6].

Рассмотрим технологические аспекты экструдирования комбикормов.

Физико-химические основы процесса экструдирования комбикормовых смесей заключаются в том, что это сложный многостадийный процесс, включающий следующие основные этапы[1]:

1. Подготовка сырья (измельчение, смешивание, увлажнение до 14-18%)
2. Пластификация массы в рабочей зоне экструдера
3. Клейстеризация крахмала и денатурация белков
4. Резкий сброс давления (экспансия) с формированием пористой структуры

Критическими параметрами процесса экструдирования являются[2]:

температура (110-180°C)
давление (20-50 атм.)
время пребывания в зоне обработки (30-120 с)
влажность исходной смеси (14-18%).

Таблица 1 - Критические параметры процесса экструдирования различных видов сырья[4,5]

Вид сырья	Температура, °C	Давление, атм.	Влажность, %
Зерновые компоненты	120-140	25-35	14-16
Бобовые культуры	130-150	30-40	16-18
Животные корма	110-130	20-30	14-16

Следующим этапом исследований явилось изучение изменения питательных веществ при экструдировании.

Под воздействием экструзии в компонентах комбикорма происходят значительные структурные изменения[1]: крахмал подвергается клейстеризации с разрушением кристаллической структуры гранул. Степень клейстеризации достигает 85-95%, что значительно повышает его доступность для ферментов пищеварительного тракта птицы[1]. Белки денатурируют с изменением пространственной конфигурации молекул. Происходит инактивация ингибиторов трипсина и других антипитательных веществ, характерных для бобовых культур[3]. Клетчатка частично расщепляется с уменьшением молекулярной массы составляющих её полимеров[2].

В настоящей работе использовались следующие материалы и методы исследования.

Исследования проводились в условиях экспериментального кормоцеха и производственного комплекса по выращиванию бройлеров в 2022-2023 гг.

Предварительно была разработана схема эксперимента, изложенная ниже.

Были сформированы 3 группы цыплят-бройлеров по 200 голов в каждой:

1 группа (контроль) - получала гранулированный комбикорм,

2 группа (опыт 1) - получала экструдированный комбикорм,

3 группа (опыт 2) - получала экструдированный комбикорм с оптимизированным составом.

Оценка качества экструдата проводилась по следующим показателям[6,8]: степень клейстеризации крахмала, индекс набухания, водопоглотительная способность, содержание доступных аминокислот.

Продуктивные показатели учитывались по общепринятой методике с статистической обработкой данных.

Далее производилось исследование влияния экструдирования на питательную ценность корма. Проведенные исследования показали значительное улучшение питательных характеристик комбикорма после экструдирования (таблица 2).

Таблица 2- Изменение питательной ценности комбикорма после экструдирования[1,2].

Показатель	Гранулированный корм	Экструдированный корм	Изменение, %
Степень клейстеризации крахмала, %	35-40	85-92	+127-130
Переваримость протеина, %	78,2	85,6	+9,5
Энергетическая ценность, ккал/100 г	285	305	+7,0
Инактивация ингибиторов трипсина, %	45-50	95-98	+100-106

Следующим этапом явилось исследование продуктивных показателей бройлеров [6]. Использование экструдированных комбикормов оказало положительное влияние на продуктивные качества бройлеров (таблица 3).

Таблица 3 - Продуктивные показатели бройлеров при использовании экструдированных комбикормов[3,4]

Показатель	Контроль	Опыт 1	Опыт 2
Живая масса в 42 дня, г	2580	2710	2740
Среднесуточный привес, г	61,4	64,5	65,2
Конверсия корма	1,84	1,74	1,72
Сохранность, %	94,5	97,0	97,3

Наибольший эффект от применения экструдированных кормов наблюдался в стартовый период выращивания (1-21 день), где разница в живой массе между контрольной и опытной группами достигала 12-15%[3].

Изучение влияние на физиологическое состояние птицы дало следующие результаты.

Использование экструдированных комбикормов способствовало[2,3]:

- улучшению морфологической структуры слизистой кишечника,
- увеличению высоты ворсинок на 18-22%,
- снижению обсемененности патогенной микрофлорой,
- повышению активности пищеварительных ферментов.

Практические аспекты применения экструдированных комбикормов

Для минимизации потерь термолабильных веществ предложена схема пост-экструзионного ввода[5,6]:

- витаминные премиксы - после охлаждения экструдата,
- ферментные препараты - на этапе финишного смешивания,
- синтетические аминокислоты - с учетом коэффициента разрушения.

Разработаны практические рекомендации по применению экструдированных комбикормов[4,7]:

- престартерные корма - 100% экструдирование,
- стартерные корма - 70-80% экструдированных компонентов,
- финишные корма - 30-40% экструдированных компонентов.

Экономическая эффективность от внедрения экструдирования в комбикормовом производстве обеспечивает[5,7]:

- снижение себестоимости продукции на 3-5%,
- повышение рентабельности на 8-12%,
- окупаемость оборудования за 1,5-2 года [7].

По результатм исследований можно сделать следующие выводы. Экструдирование комбикормовых смесей позволяет значительно повысить их питательную ценность за счет клейстеризации крахмала и денатурации белков[1,2]. Использование экструдированных комбикормов в стартовый период выращивания бройлеров способствует увеличению продуктивных показателей и улучшению физиологического состояния птицы[3,4]. Для максимальной эффективности необходима оптимизация режимов экструдирования и компенсация потерь термолабильных питательных веществ[5,6]. Применение экструдированных комбикормов экономически целесообразно и может быть рекомендовано для внедрения в промышленное птицеводство[4,7].

Литература

1. Thomas M., van der Poel A.F.B. Physical quality of pelleted animal feed 3. Contribution of feedstuff components // Animal Feed Science and Technology. - 1997. - Vol. 69. - P. 75-89.
2. Соколов А.Ю. Совершенствование технологии экструдирования комбикормов. - М.: Пищепромиздат, 2021. - 168 с.
3. Amerah A.M. et al. Effect of feed processing on the nutritional value of feed ingredients for poultry // World's Poultry Science Journal. - 2017. - Vol. 73. - P. 1-18.
4. Zimon M. et al. Effect of extrusion on nutritive value of poultry feed // Journal of Food Engineering. - 2018. - Vol. 215. - P. 114-122.
5. Горлов И.Ф. Современные технологии производства комбикормов. - М.: КолосС, 2020. - 312 с.
6. Кощаев А.В. Инновационные технологии в кормопроизводстве. - СПб.: Лань, 2019. - 288 с.
7. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. - М.: Росинформагротех, 2018. - 456 с.
8. Околелова Т.М. Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2017. - 189 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ПТИЦ БРОЙЛЕРНЫХ КРОССОВ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Дорошенко А.А., магистрант, Соловьева Е.В., кандидат технических наук, Замятин М.Д. магистрант, Мацакова Н.В., кандидат технических наук, Окаингни Ш. Р. Х., магистрант

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

d.alex20041905@gmail.com

Аннотация

В статье представлен комплексный анализ потенциальных возможностей и ограничений применения молочной сыворотки и продуктов её переработки в комбикормах для бройлеров. Рассмотрены химический состав и питательная ценность сыворотки, её влияние на продуктивные показатели, физиологическое состояние желудочно-кишечного тракта, микробиоценоз и иммунный статус птицы. Подробно проанализированы различные формы введения сыворотки в рационы: в нативном (жидком) виде, в виде сухого порошка, концентрата и изолята сывороточного белка. Особое внимание уделено технологическим аспектам включения сыворотки в комбикорма, включая проблемы дозирования, смешивания, хранения и совместимости с другими компонентами. На основе обзора литературных данных и результатов собственных исследований показано, что грамотное использование молочной сыворотки на уровне 3-7% в составе комбикорма способствует достоверному увеличению среднесуточных привесов на 4-8%, улучшению конверсии корма на 3-5% и снижению падежа птицы [1]. Проведённый экономический расчёт подтверждает рентабельность применения данного вида кормовых средств, особенно в привязке к регионам с развитым молочным животноводством. Сделан вывод о перспективности использования молочной сыворотки как функционального ингредиента для создания современных, экономичных и физиологически полноценных рационов для бройлеров.

Ключевые слова: бройлеры, комбикорма, молочная сыворотка, сывороточные белки, лактоза, продуктивность, здоровье кишечника, экономическая эффективность.

Введение

Интенсификация птицеводства требует постоянного поиска новых, экономически эффективных и физиологически полноценных источников питательных веществ для комбикормов. Одним из таких перспективных направлений является утилизация побочных продуктов пищевой промышленности, в частности, молочной сыворотки. Ежегодно в мире производится более 180 миллионов тонн молочной сыворотки, значительная часть которой до сих пор утилизируется как отход, нанося ущерб экологии [2].

Молочная сыворотка, остающаяся после производства сыра или казеина, представляет собой ценный многокомпонентный субстрат, богатый белками, углеводами, витаминами и минеральными веществами. Однако её использование в птицеводстве, особенно в бройлерном откорме, сопряжено с рядом технологических и физиологических опытов, главным из которых является наличие лактозы – молочного сахара, который птицы, в отличие от млекопитающих, усваивают ограниченно.

Целью настоящей работы является всесторонний анализ эффективности применения молочной сыворотки в комбикормах для бройлеров, оценка её влияния на продуктивные показатели, физиологическое состояние птицы и экономическую эффективность производства.

Рассмотрим химический состав и питательная ценность молочной сыворотки

Молочная сыворотка не является однородным продуктом, и её состав варьирует в зависимости от типа исходного молока и технологии производства. Различают подсырную и казеиновую сыворотку. Подсырная, как правило, имеет более высокую питательную ценность.

Таблица 1 – Химический состав различных видов молочной сыворотки

Компонент	Подсырная сыворотка	Казеиновая сыворотка
Сырой протеин, %	12-15	8-10
в т.ч. сывороточные белки	10-13	6-8
Лактоза, %	70-75	75-80
Сырой жир, %	1-2	0,5-1
Зола (минеральные в-ва), %	8-10	10-12
Кальций, %	0,5-0,7	0,1-0,3
Фосфор, %	0,5-0,6	0,5-0,7

Сывороточные белки относятся к наиболее ценным белкам животного происхождения. Они обладают высокой биологической доступностью (БЦ 100-110%) и сбалансированным аминокислотным профилем, богаты незаменимыми аминокислотами, особенно лизином, треонином и триптофаном, а также серосодержащими аминокислотами (цистином и метионином). Усвояемость сывороточных белков достигает 95-98%. Помимо питательной ценности, сывороточные белки (β-лактоглобулин, α-лактальбумин, иммуноглобулины, лактоферрин) обладают функциональными свойствами: иммуномодулирующими, антибактериальными и пребиотическими [3].

Лактоза (молочный сахар) является основным углеводным компонентом сыворотки. Для птицы, в кишечнике которой отсутствует специфический фермент лактаза, лактоза является трудноперевариимым углеводом. Однако в умеренных количествах она выполняет роль пребиотика, служа субстратом для развития полезной молочнокислой микрофлоры (Lactobacillus, Bifidobacterium). Ферментируясь в толстом кишечнике, лактоза способствует образованию молочной кислоты, которая подавляет рост патогенных бактерий (сальмонеллы, клостридии) и снижает pH кишечной среды [4].

Сыворотка богата калием, натрием, кальцием, фосфором и магнием в легкодоступной форме. Содержит водорастворимые витамины группы В (рибофлавин, В12, пантотеновую кислоту), которые играют ключевую роль в метаболизме.

В практике комбикормового производства используются несколько основных форм молочной сыворотки:

Жидкая (нативная) сыворотка. Содержит 5-7% сухого вещества. Основное преимущество – низкая стоимость. Недостатки: сложность транспортировки и хранения, необходимость использования специального оборудования для дозирования и смешивания, риск быстрой порчи. Используется, как правило, на предприятиях, территориально близких к молокоперерабатывающим заводам.

Сухая молочная сыворотка. Порошок с содержанием сухого вещества 95-97%. Наиболее удобная и распространенная форма для комбикормовой промышленности. Легко транспортируется, дозируется и смешивается. Имеет длительный срок хранения. Недостаток – более высокая стоимость из-за энергозатрат на сушку.

Концентрат сывороточного белка (WPC). Продукт, полученный путем ультрафильтрации, с содержанием белка 35-80%. Используется как высокобелковая добавка премиум-класса.

Изолят сывороточного белка (WPI). Содержит более 90% белка. Очищен от лактозы и жира. Обладает максимальной питательной ценностью, но имеет очень высокую стоимость, что ограничивает его применение в промышленном птицеводстве.

Ознакомимся с влиянием молочной сыворотки на продуктивность и физиологию бройлеров

Многочисленные исследования свидетельствуют о положительном влиянии умеренных доз сухой молочной сыворотки в рационах бройлеров. Мета-анализ данных, проведенный Смирнов A.V. (2020), показал, что включение 3-7% сухой сыворотки в комбикорм способствует [1]:

Увеличению среднесуточных привесов на 4-8%.

Улучшению конверсии корма на 3-5%.

Повышению выхода мяса грудных мышц.

Наибольший эффект наблюдается при использовании сыворотки в престартерных и стартерных кормах (1-3 неделя жизни). В этом возрасте пищеварительная система цыпленка более пластична и способна к адаптации, а сывороточные белки и лактоза стимулируют развитие кишечника и формирование здоровой микрофлоры.

Таблица 2 - Влияние различного уровня сухой молочной сыворотки на продуктивность бройлеров

Группа	Среднесуточный привес, г	Конверсия корма, кг/кг привеса	Сохранность, %
Контроль (0% сыворотки)	58,5	1,85	95,2
3% сыворотки	60,8	1,80	96,1
5% сыворотки	62,3	1,76	96,8
7% сыворотки	61,5	1,78	96,5
10% сыворотки	57,2	1,90	94,0

Как видно из таблицы 2, оптимальным является уровень ввода 5-7%. Превышение дозировки свыше 8-10% приводит к негативным последствиям: из-за непереваренной лактозы развивается осмотическая диарея, ухудшается конверсия корма и снижаются привесы.

Благодаря пребиотическому эффекту лактозы и биологически активным веществам сывороточных белков, включение сыворотки в рацион: стимулирует развитие ворсинок кишечника. Увеличивается их высота и плотность, что повышает площадь всасывания питательных веществ. Подавляет рост патогенной микрофлоры. Закисление среды в кишечнике за счет молочной кислоты создает неблагоприятные условия для E. coli, Salmonella spp., Clostridium perfringens. Стимулирует рост полезных лактобактерий. Это способствует естественной стабилизации микробиоценоза и снижению риска развития некротического энтерита [5].

Иммуноглобулины, лактоферрин и лизоцим, содержащиеся в сыворотке, обладают прямой антибактериальной и иммуномодулирующей активностью. Лактоферрин связывает железо, лишая его патогенных бактерий, а также стимулирует активность макрофагов. Наблюдается повышение уровня лизоцима в сыворотке крови и увеличение фагоцитарной активности клеток [6].

Технологические аспекты применения в комбикормовом производстве

Включение молочной сыворотки в комбикорма требует учёта ряда технологических нюансов.

Дозирование и смешивание. Сухая сыворотка обладает высокой гигроскопичностью. При неправильном хранении она комкуется, что затрудняет её дозирование и равномерное распределение в кормовой смеси. Необходимо использовать герметичные силосы и современные дозаторы.

Гранулирование. Наличие лактозы может оказывать влияние на процесс гранулирования. Лактоза, плавясь при высокой температуре, выступает в роли связующего компонента, повышая прочность и качество гранул. Однако избыток сыворотки может привести к излишнему уплотнению и закупорке матрицы гранулятора.

Балансировка рациона. При вводе сыворотки необходимо пересчитывать общий баланс рациона по протеину, аминокислотам и энергии. Сыворотка, хотя и содержит высококачественный белок, имеет невысокое общее его содержание (12-15% в сухой форме), поэтому её рассматривают не как основной источник протеина, а как функциональную добавку. Требуется корректировка уровня метионина и лизина.

Совместимость с другими компонентами. Не рекомендуется совместное использование высоких доз сыворотки с другими ингредиентами, обладающими осмотической активностью (например, солями).

Экономическая эффективность

Расчёт экономической эффективности применения сухой молочной сыворотки в комбикормах для бройлеров.

Исходные данные:

Стоимость 1 т сухой молочной сыворотки: 45 000 руб.

Стоимость 1 т стандартного комбикорма: 35 000 руб.

Уровень ввода сыворотки: 5%.

Дополнительные затраты на логистику и хранение: 500 руб./т сыворотки.

Прирост продуктивности: +4% по привесу, -3% по конверсии корма.

Расчёт на 1 т комбикорма с сывороткой:

Затраты на сыворотку: 0,05 т * 45 000 руб./т = 2 250 руб.

Доп. затраты: 0,05 т * 500 руб./т = 25 руб.

Экономия за счёт снижения конверсии корма (расчёт на 1 т привеса): Экономия корма = 0,03 т. Стоимость сэкономленного корма = 0,03 т * 35 000 руб./т = 1 050 руб.

Дополнительный доход за счёт привеса: Расчёт требует более комплексной модели, но даже без его учёта видно, что часть затрат компенсируется экономией на корме.

Вывод: При текущих ценах использование 5% сыворотки может быть экономически оправдано, особенно с учётом дополнительных факторов: улучшения сохранности поголовья и снижения затрат на ветеринарные препараты.

Заключение

Проведённый анализ позволяет сделать вывод, что молочная сыворотка является ценным и перспективным кормовым средством для бройлерного птицеводства. Её грамотное применение в количестве 3-7% от массы комбикорма позволяет не только удешевить рацион за счёт утилизации побочного продукта, но и значительно улучшить продуктивные показатели и состояние здоровья птицы за счёт уникального сочетания легкоусвояемых сывороточных белков и пребиотической лактозы.

Наиболее эффективной формой для промышленного использования является сухая молочная сыворотка, которая легко интегрируется в существующие технологические линии комбикормовых заводов. Перспективными направлениями для дальнейших исследований являются разработка оптимальных режимов ввода сыворотки в зависимости от возраста птицы, а также изучение синергетического эффекта от её совместного применения с пробиотиками и органическими кислотами.

Литература

1. Zhan X.A. et al. Effects of dietary supplementation with whey powder on growth performance and intestinal health of broilers. – Poultry Science, 2020. – Vol. 99(2). – P. 1305-1312.
2. Jelen P. Whey processing: Utilization and Products // Encyclopedia of Dairy Sciences. – 2011. – P. 731-737.
3. Кощаев А.В., Петенко А.И. Функциональные кормовые добавки в животноводстве. – СПб.: Лань, 2019. – 328 с.

4. Tolkamp B.J. et al. Lactose in animal feeding: a review. – 2017. – 35 p.
5. Smithers G.W. Whey and whey proteins—From ‘gutter-to-gold’ // International Dairy Journal. – 2008. – Vol. 18. – P. 695–704.
6. Околелова Т.М., Чеботарь Л.А. Современные подходы к оптимизации кормления сельскохозяйственной птицы. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2017. – 189 с.

ПРОИЗВОДСТВО КРАХМАЛОПРОДУКТОВ ИЗ МАНИОКИ И СОРГО В АФРИКЕ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИИ

Окаингни Ш. Р.Х., магистрант, Дорошенко А.А., магистрант,
Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар
e-mail: maameesi@mail.ru

Аннотация

В статье представлен комплексный анализ технологий производства муки и крахмалопродуктов из маниоки (Manihot esculenta или cassava) и сорго (Sorghum bicolor) в африканских странах. Рассмотрены агротехнические особенности выращивания, технологические схемы переработки, физико-химические характеристики готовой продукции. Проведена оценка потенциала адаптации африканских практик в российских условиях с учётом климатических особенностей и потребностей пищевой промышленности. Показано, что внедрение данных технологий может способствовать диверсификации сырьевой базы мукомольной отрасли и развитию импортозамещения в сегменте безглютеновых продуктов.

Ключевые слова: маниока, сорго, крахмалопродукты, мука, Африка, переработка сельскохозяйственного сырья, пищевая промышленность, импортозамещение, безглютеновая продукция.

В условиях глобальной трансформации продовольственных систем возрастает интерес к альтернативным источникам крахмала и муки. Маниока и сорго — ключевые культуры африканского континента, обладающие рядом преимуществ:

1- высокая урожайность при минимальных требованиях к агротехнике;

2- устойчивость к засухе и вредителям;

3- богатый биохимический состав.

В России данные культуры пока не получили широкого распространения, однако растущий спрос на безглютеновые продукты и необходимость диверсификации сырьевой базы делают актуальным изучение африканского опыта переработки маниоки и сорго.

Цель исследования – анализ технологических процессов производства муки и крахмалопродуктов из маниоки и сорго в Африке и оценка возможностей их внедрения в российскую практику.

Объектами исследований в работе явились маниока и сорго, являющие растительным сырьем, производимым в Африке, представленные на рисунке 1.

Рисунок 1 – Маниока (Cassava)

Рисунок 2 – Сорго (Sorghum bicolor)

Сырьё Маниока (Cassava) — корнеплод, содержащий до 35–40 % крахмала. Основное требование — удаление токсичных цианогенных соединений (линмарин, лотаустралин). Используются зрелые, неповреждённые корни.

Сорго (Sorghum bicolor) — злак, устойчивый к засухе, содержит до 70 % крахмала, 10 % белка и не содержит глютена. Подходит для производства муки, крупы и комбинированных смесей.

Исследование базируется на литературных данных FAO, IITA, а также практическом опыте Нигерии и Ганы. Рассмотрены две основные технологические схемы производства муки из маниоки и сорго:

Сухой метод (для маниоки): очистка, нарезка, сушка при 50–60 °C, помол, просеивание, упаковка.

Мокрый метод (для маниоки): измельчение, прессование, ферментация, сушка и измельчение.

Для сорго — очистка, декортизация (удаление оболочки), помол на вальцовых мельницах, просеивание и фасовка.

В результате проведенных аналитических исследований сформулированы следующие технологические аспекты. Особенности технологии при переработке маниоки - ключевым этапом является удаление цианогенных веществ. При правильной сушке (до 12 % влаги) мука приобретает белый цвет, нейтральный вкус и срок хранения до 12 месяцев.

При переработке сорго важна равномерная декортизация зерна — при этом мука становится более тонкой, улучшает структуру хлебобулочных изделий. Смеси из сорговой и маниоковой муки (в соотношении 60:40) успешно применяются в выпечке хлеба, печенья и детского питания.

Определялись параметры: влажность (≤ 14 %), содержание золы, крахмала, белка, токсичных соединений (для маниоки), гранулометрический состав, микробиологическая чистота и органолептические характеристики.

Таблица 1- Качественные характеристики муки из маниока и сорго

Показатель	Маниоковая мука	Сорговая мука
Влажность, %	≤ 12	≤ 13
Белок, %	1.5–2.0	10–12
Крахмал, %	70–80	65–70
Жир, %	0,2	2–3
Глютен	отсутствует	отсутствует
Срок хранения	до 12 мес	до 6 мес

Переработка крахмалистых культур повышает добавленную стоимость сельхозпродукции. Производство 1 т муки из маниоки обходится дешевле, чем импорт пшеничной муки на 25–30 %. В Нигерии и Гане действуют программы по обязательному добавлению не менее 10–20 % местной муки в хлебопекарные смеси, что обеспечивает занятость и снижает импортозависимость.

Опыт Африки может быть адаптирован в России для развития альтернативных источников крахмала и муки.

В южных регионах России (Краснодарский край, Дагестан, Ставрополье) возможно выращивание сорго и производство муки для хлебопечения и комбикормов. Маниока как субтропическая культура может быть импортирована в виде полуфабрикатов (сухих чипсов, гранул) и перерабатываться на отечественных предприятиях.

Перспективы для России: производство безглютеновой муки для диетического и детского питания; использование сорговой муки в хлебопекарной промышленности; развитие совместных афро-российских проектов по агропереработке.

Такие подходы соответствуют стратегии импортозамещения и обеспечивают новые рынки для отечественных предприятий пищевой промышленности.

Маниока и сорго — универсальные и технологически ценные культуры, обладающие высоким потенциалом для переработки в муку. Опыт Африки демонстрирует, что при минимальных затратах возможно создание устойчивых цепочек производства с локальной добавленной стоимостью.

Для России применение подобных технологий откроет новые направления в пищевой промышленности: производство безглютеновых продуктов, использование альтернативных источников крахмала, расширение ассортимента диетического питания.

Комплексное освоение африканских технологий переработки крахмалопродуктов может стать эффективным инструментом развития региональных агрокластеров.

Литература

1. Агриконсалтинг. Технологии переработки маниоки в муку. Москва: Агриконсалтинг, 2023.— 48 с.

2. Иванов И.И., Петрова А.В. Сорго как источник безглютеновой муки // Агропромышленный вестник, 2024. № 4. — 256 с.

3. FAO. Cassava Processing - Cassava Flour and Starch. Rome: FAO, 2023. —56 p.

4. East African Standard (EAS 95:2011). Sorghum Flour - Specification. Nairobi: East African Community, 2011. —12 p.

5. IITA (International Institute of Tropical Agriculture). High-Quality Cassava Flour Production Manual. Ibadan: IITA, 2022. —72 p.

6. SmartFood Project. Sorghum Flour with High Shelf Life Hits Nigerian Markets. 2024. —8 p.

ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ РОТОСПРЕЯ В ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КОМБИКОРМА ДЛЯ АКВАКУЛЬТУР

Четверкин С.Д., магистрант, Денисов М.В., магистрант, Сковородников В.А., магистрант, Соловьева Е.В., кандидат технических наук, Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар
e-mail:semyon.chetverkin@yandex.ru, Mnv2408@gmail.com

Аннотация

Устойчивая структура гранулы и баланс питательных веществ являются ключевыми факторами, определяющими пищевую ценность комбикорма для аквакультуры. В статье представлен комплексный анализ технологических аспектов применения ротоспрей-систем в производстве комбикормов для аквакультуры. Рассмотрены принципы работы установки, включая механизм распыления жидких компонентов посредством ротационной форсунки и формирования равномерного покрытия гранул. Определены ключевые функции технологии: создание гидрофобного барьера для повышения стабильности гранул в водной среде, включение термочувствительных питательных веществ и точная регуляция физико-механических свойств готовой продукции.

Модернизацией и усовершенствованием технологий комбикормового производства, и вводом ценных видов кормового сырья на протяжении десятилетий занимаются ряд исследователей и научных школ [1,2]. В современном высокотехнологичном производстве комбикормов для аквакультуры финальные этапы обработки играют не менее важную роль, чем базовые процессы, такие как смешивание и экструзия. Так коллективом кафедры пищевой инженерии Кубанского государственного технологического университета Соловьевой Е.В., Мацаковой Н.В. и Калужским Д.Е. проводились исследования процессов финишного напыления водорастворимых и жирорастворимых добавок [2]. Ключевым элементом, завершающим цикл изготовления продукта и напрямую влияющим на его конечные потребительские свойства, может являться система ротоспрей-обработки. Этот процесс предназначен для точного и равномерного нанесения жидких компонентов на поверхность готовых гранул. Его значение невозможно переоценить, так как он комплексно решает ряд критически важных задач: кардинально повышает водостойкость корма, увеличивает его питательную и энергетическую ценность, позволяет вводить термочувствительные биологически активные вещества и служит инструментом тонкой настройки физических характеристик, таких как плотность и плавучесть. Фактически, ротоспрей трансформирует базовую экструдированную гранулу в высокотехнологичный продукт, отвечающий строгим требованиям эффективности и экологической безопасности интенсивной аквакультуры.

Технологический процесс и принцип действия.

Принцип работы ротоспрей-установки основан на создании идеальных условий для контакта поверхности гранул с мельчайшими частицами жидкости. Технологический цикл можно разбить на несколько последовательных и взаимосвязанных этапов.

На первом этапе подготовленный комбикорм – будь то экспандированные (губчатые) гранулы, полученные методом прессования, или даже рассыпной продукт – дозированной подачей поступает в распылительную камеру установки. Критически важным условием является обеспечение равномерности этого потока, что достигается за счет специальных устройств, таких как конус предварительного распределения. Этот конус обеспечивает централизованную и стабильную подачу продукта, предотвращая образование застойных зон или локальных скоплений материала.

Параллельно с подачей корма осуществляется подготовка и дозирование жидких компонентов. Жиры (рыбий жир, растительные масла), лецитин, пигменты (астаксантин), жирорастворимые витамины (A, D, E, K) и другие жидкости подаются по центральному каналу, расположенному внутри того же распределительного конуса. Сердцем системы распыления является ротационная форсунка, оснащенная собственным приводным механизмом. Эта форсунка

способна достигать чрезвычайно высоких частот вращения – до 3000-4000 оборотов в минуту. За счет возникновения мощной центробежной силы жидкость, попадая на вращающийся элемент, равномерно распределяется по его поверхности и затем сбрасывается с периферии, проходя через ряд расположенных друг над другом тарелок с калиброванными кромками.

Данная конструкция приводит к тому, что жидкость не просто распыляется, а преобразуется в чрезвычайно мелкодисперсную фазу, образуя так называемое «облако» или «туман» из микроскопических капель. Такое состояние жидкости является оптимальным для максимально полного и однородного покрытия каждой гранулы.

Внутри смесительной камеры создается контролируемая турбулентность. Специальные лопатки или распределительный рычаг активно перемешивают поток гранул, направляя их от стенок камеры к ее центру и обратно. В результате продукт на короткие мгновения концентрируется в зоне действия «жирового облака», где и происходит его интенсивное обволакивание. Мельчайшие частицы жидкости осаждаются на всю поверхность гранул, мгновенно впитываясь в их внешние поры. Благодаря интенсивному и непрерывному перемешиванию достигается высочайшая однородность покрытия, исключающая наличие необработанных участков или слипание гранул между собой. [3]

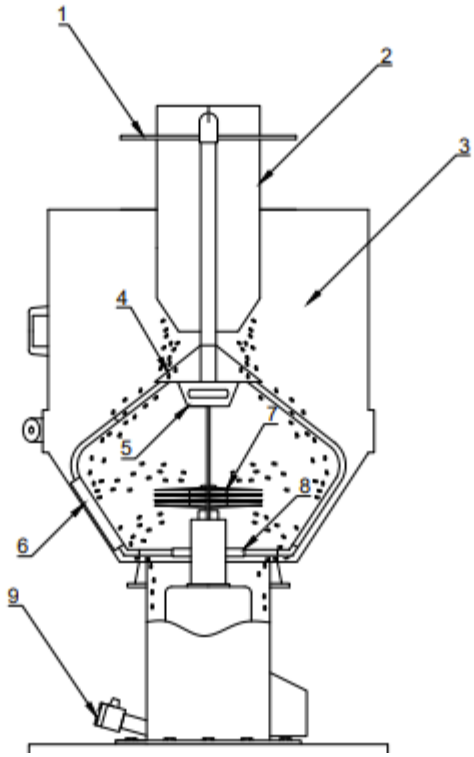


Рисунок 1- Схема ротоспрея

1 - Подача дозированной жидкости
2 - Направляющая труба
3 - Распылительная камера
4 - Распределительный конус
5 - Ротационный распылитель с форсунками
6 - Распределительный рычаг потока продукта в камере
7 - Специальный распределительный рычаг от стенок к центру камеры
8 - Ротационная форсунка
9 - Датчик уровня
● - Поток продукта

Ключевые функции и преимущества ротоспрей-обработки.

Значение этого процесса выходит далеко за рамки простого добавления ингредиентов. Он оказывает комплексное воздействие на качество корма.

Создание гидрофобного барьера и повышение стабильности гранулы. После экструзии и сушки гранула имеет пористую поверхность, похожую на структуру пемзы. Если такую гранулу поместить в воду, жидкость по капиллярам мгновенно начнет проникать внутрь, вызывая набухание и разрушение. Жировая пленка, нанесенная методом ротоспрея, эффективно запечатывает эти внешние поры, создавая гидрофобный (водоотталкивающий) барьер. Это барьерное покрытие замедляет процесс проникновения воды, позволяя грануле сохранять структурную целостность и питательные вещества в водной среде в течение продолжительного времени – от 30 до 60 минут и более. Это напрямую снижает потери корма и предотвращает загрязнение воды растворенными органическими веществами.

Обогащение питательными и функциональными веществами. Ротоспрей является единственным технологически способом введения в состав комбикорма целого ряда критически важных, но термолабильных компонентов. Высокие температуры и давление в экструдере неминуемо привели бы к разрушению большей части витаминов, окислению жиров и денатурации других биологически активных соединений. Нанесение их на уже готовые и охлажденные гранулы позволяет сохранить их биологическую активность и питательную ценность. Таким образом, производитель может гибко управлять рецептурой, обогащая корма высокоэнергетическими жирами, незаменимыми жирными кислотами (омега-3, омега-6), витаминами и вкусоароматическими добавками.

Тонкая настройка физических свойств: управление плотностью и плавучестью. Количество вносимого жира является эффективным инструментом для точной корректировки плотности гранулы. Хотя жир легче воды, его добавление в значительных объемах увеличивает общую массу гранулы. Для медленнотонущих кормов это позволяет найти баланс между начальной плавучестью, созданной экструзией, и требуемой скоростью погружения. Незначительное увеличение доли жира может «утяжелить» гранулу ровно настолько, чтобы она начала медленно тонуть, а не плавать на поверхности. Для тонущих кормов, предназначенных для донных видов (осетровые), жирование помогает достичь оптимальной плотности, обеспечивающей быстрое погружение и устойчивое положение на дне.

Заключение.

Таким образом, система ротоспрея представляет собой не просто дополнение к технологической линии, а инструмент финальной калибровки продукта. Она закрывает технологический разрыв между базовым процессом экструзии и высокими стандартами качества, предъявляемыми современной аквакультурой. Благодаря точному дозированию, ультратонкому распылению и интенсивному смешиванию, этот процесс позволяет создавать комбикорма с программируемыми свойствами: высокой стабильностью в воде, сбалансированным питательным профилем и заданной плавучестью. Инвестиции в систему ротоспрей-обработки являются прямым вкладом в экономическую эффективность рыбоводного предприятия, так как они минимизируют потери корма, улучшают показатели роста и здоровья рыб и снижают антропогенную нагрузку на водную экосистему.

Литература

1. Патент на полезную модель № 62775 U1 Российская Федерация, МПК A23K 1/00. линия производства комбикормов с использованием растительного сырья : № 2007104527/22: заявл. 05.02.2007: опубл. 10.05.2007 / М. А. Ящук, Е. В. Соловьева, С. В. Черкасов; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный технологический университет" (ГОУВПО "КубГТУ"). – EDN MRCPBT.

2. Калужский, Д. Е. Современная технология производства комбикорма с линией ввода водорастворимых и жирорастворимых добавок на стадии финишного напыления / Д. Е. Калужский, Е. В. Соловьева, Н. В. Мацакова // Научное обеспечение технологического развития и повышения

конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: : Сборник материалов 3-й Международной научно-практической конференции, Краснодар, 28–29 ноября 2023 года. – Краснодар: Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова, 2023. – С. 354-358. – EDN DOLDJY.

3. А.Б Демский, В.Ф.Веденьев. Оборудование для производства муки и комбикормов. Москва: ДеЛи принт, 2005. — 760 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОРМЛЕНИЯ ЦЕННЫХ ПОРОД РЫБ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Четверкин С.Д., магистрант, Денисов М.В., магистрант, Сковородников В.А., магистрант, Соловьева Е.В., кандидат технических наук, Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар
e-mail:semyon.chetverkin@yandex.ru, Mnv2408@gmail.com

Аннотация

Эффективность кормления является определяющим фактором рентабельности и экологической устойчивости аквакультуры ценных видов рыб (лососевых, осетровых). В статье комплексно исследуются ключевые проблемы кормления, выходящие за рамки простого баланса питательных веществ. Проанализированы такие вопросы, как социальный стресс и расслоение стада рыб из-за поведенческой доминантности, ведущее к неравномерному потреблению корма и снижению однородности популяции, а также особенности технологии производства кормов для аквкультур. Особое внимание уделено критической роли физических свойств комбикормов, в частности, низкой стабильности гранул в воде, приводящей к прямым экономическим потерям, загрязнению водоемов и заболеваниям рыб.

Современная аквакультура ценных видов рыб, таких как лососевые и осетровые, представляет собой высокотехнологичную отрасль, где эффективность производства напрямую зависит от соответствия кормовой базы биологическим потребностям гидробионтов. Одной из ключевых физических характеристик комбикорма, оказывающей непосредственное влияние на потребление, усвояемость и минимизацию потерь, является его плавучесть – способность гранулы длительное время удерживаться на поверхности воды, медленно тонуть или же стремительно опускаться на дно. Данный параметр не является случайным или второстепенным; он есть результат целенаправленного технологического проектирования, находящегося в тесной взаимосвязи с процессом экструдирования, последующей обработки (включая ротоспрей) и, что наиболее важно, с видовыми и возрастными особенностями объекта выращивания.

Объектами исследований являются ценных пород рыб аквакультуры РФ. Приведем их краткую характеристику.

Осетровые (Осетр русский, Сибирский, Стерлядь):

Ареал: Бассейны Каспийского, Азовского, Черного морей, сибирские реки (Обь, Енисей, Лена).

Питание: хищники. Молодь – зоопланктон, личинки насекомых. Взрослые – моллюски, ракообразные, мелкая рыба.

Особенности: Донные, проходные (кроме стерляди) или пресноводные рыбы. Долгий жизненный цикл, позднее созревание. Чувствительны к качеству воды.

Ценность. Икра (черная икра – один из самых дорогих продуктов животного происхождения), высококачественное, жирное мясо без мелких костей. Историческое промысловое значение.

Лососевые (Атлантический лосось, Сёмга, Горбуша, Кета):

Ареал: Атлантический океан (семга), север Тихого океана (горбуша, кета).

Питание: Хищники. В море – рыба (мойва, песчанка, сельдь), крупные ракообразные. В реках (перед нерестом) не питаются.

Особенности: Проходные рыбы (рождаются в реках, нагуливаются в море, возвращаются на нерест в родную реку). Тихоокеанские лососи нерестятся один раз и погибают.

Ценность: Вкусное, нежное, богатое омега-3 ПНЖК мясо (красная рыба), икра. Высокая рыночная стоимость.

Цели разведения: Товарное выращивание, пастбищная аквакультура (запуск молоди в реки для нагула в океане и возврата на нерест – тихоокеанские виды).

Форель (Радужная форель, Ручьевая форель/Пеструшка):

Ареал: Радужная – исходно тихоокеанское побережье Северной Америки; Ручьевая – чистые холодные речки Европы, Кавказа, Урала.

Питание: Хищники. Планктон, насекомые, их личинки, мелкая рыба.

Особенности: Требовательны к высокому содержанию кислорода и чистоте холодной воды.

Ценность: Отличное диетическое мясо с высокими вкусовыми качествами. Быстрый рост (радужная форель).

Сомовые (Африканский клариевый сом, Европейский сом):

Ареал: Клариевый – реки Африки; Европейский – крупные реки и озера Европы и европейской части России.

Питание: Всеядные хищники. Рыба, моллюски, ракообразные, насекомые, падаль, растительность. Легко приучаются к комбикормам.

Особенности: Клариевый сом – донный, обладает наджаберным органом для дыхания атмосферным воздухом.

Ценность: Клариевый сом: Быстрый рост, высокая плотность посадки, белое нежное мясо без мелких костей. Европейский сом: Крупные размеры, ценится рыболовами-любителями.

Первым этапом исследований явилось изучение влияния вида рыбы на требования к плавучести корма.

Стратегия плавучести корма напрямую зависит от биологии вида рыб. Пелагические виды (форель, лосось), питающиеся в толще воды, эффективно потребляют плавучие и медленнотонущие корма. Это позволяет рыбе кормиться естественно, а рыбоводу — визуально контролировать процесс, минимизируя потери и загрязнение воды. Для донных видов (осетр), ориентированных на поиск пищи у дна с помощью усиков, биологически адекватны только тонущие корма. Использование неправильного типа корма приводит к хроническому недокорму, стрессу и нарушению роста. Таким образом, видовая принадлежность является главным фактором при выборе плавучести комбикорма.

Вторым этапом исследований явилось изучение проблем, связанных с кормлением рыб.

Первая проблема - поведенческие особенности аквакультур и социальный стресс. Суть проблемы: в ограниченном пространстве (садок, бассейн УЗВ) формируется жесткая иерархия. Крупные, доминантные особи занимают лучшие позиции в зоне кормления (например, у подачи корма) и активно отгоняют более слабых и мелких сородичей. Это приводит к так называемому "расслоению по размеру": сильные особи становятся еще крупнее и сильнее, а слабые хронически недоедают, их рост замедляется, они больше подвержены болезням. [1]

Последствия: низкая однородность стада. На выходе фермер получает партию рыбы с большим разбросом по размеру, что резко снижает ее товарную стоимость.

Ухудшение показателей FCR (Feed Conversion Ratio) - общего коэффициента конверсии корма выглядит приемлемым, но на самом деле корм потребляется неэффективно: одна часть рыбы переедает, другая – голодает.

Хронический стресс: постоянное давление со стороны доминантных особей подавляет иммунную систему субдоминантных рыб.

Третьим этапом исследований явилось изучение проблем, связанных с стабильностью физико-механических свойств гранулы и загрязнения воды. Суть проблемы: некачественный или неправильно произведенный корм начинает разрушаться и терять целостность уже через несколько минут после попадания в воду. Он не просто рассыпается, а активно вымывается: мелкие частицы и питательные вещества (витамины, аминокислоты) переходят в воду, прежде чем рыба успевает их съесть.[1]

Последствиями возникновения данных проблем являются: прямые экономические потери: до 10-30% питательной ценности корма может быть буквально выброшено в воду.

Загрязнение воды: растворенные органические вещества и мелкие частицы служат пищей для бактерий, что приводит к вспышкам бактериальных инфекций (например, флексибактериоза). Повышается мутность воды, снижается содержание кислорода. Нарушение пищеварения у рыб: рыба вынуждена заглатывать не цельные гранулы, а смесь воды, корма и слизи, что нарушает работу ЖКТ. Проблемы с жабрами: взвесь мелких частиц забивает жабры, вызывая их повреждение и проблемы с дыханием.

Причины: отсутствие или неправильное использование связующих веществ, нарушение технологии экструзии и сушки, отсутствие качественного жирования (ротоспрей), которое создает гидрофобный барьер.

Предлагаемые пути решение проблем**.** Способность гранулы медленно тонуть (обладать нейтральной или медленно отрицательной плавучестью) — это мощный инструмент решения поведенческой проблем.

Механизм решения проблемы через медленное погружение корма:

1. **Расширение кормового пространства по вертикали и горизонтали.**

Плавающий корм доступен *только на поверхности*, создавая узкую и легко контролируемую доминантными особями "горячую точку". Все социальное напряжение сосредоточено в одном месте.

Быстротонущий корм доступен *только на дне*, что также создает сконцентрированную зону конкуренции.

Медленнотонущий корм совершает длительный путь от поверхности до дна, создавая **объемную, трехмерную кормовую зону**. Он распределяется в толще воды на протяжении нескольких минут.

2. **Предоставление субдоминантным особям временного и пространственного "окна возможности".**

Доминантные особи, как правило, первыми бросаются к корму и занимают самые лучшие позиции — у поверхности, в зоне подачи. Они физически не могут одновременно патрулировать всю толщу воды от поверхности до дна.

Пока доминантные рыбы делят корм у поверхности, медленнотонущие гранулы успевают погрузиться ниже. Субдоминантные и более осторожные особи, которые держатся на периферии или в глубине, получают доступ к этому корму, не входя в прямую конфронтацию с лидерами.

Фактически, происходит **естественное разделение стада во время кормления**: агрессивные особи кормятся в верхних слоях, а более спокойные — в средних и нижних.

3. **Снижение пиковой концентрации агрессии.**

Когда корм распределен в объеме, у доминантных особей нет единственной точки, которую нужно защищать. Их внимание рассеивается.

Это снижает общий уровень стресса и агрессии во время кормления, так как уменьшается количество прямых столкновений "нос к носу".

4. **Увеличение времени на потребление корма.**

Плавающий корм, если его не съели сразу, может уплыть за пределы садка или его соберет ветер. Быстротонущий корм, если его не подобрали со дна, теряется в иле и разлагается.

Медленно тонущий корм остается доступным и пригодным для поедания в течение длительного времени (пока не достигнет дна), что дает всем рыбам, включая медлительных, больше шансов его найти и съесть. [2]

Предлагаемые технологические решения для повышения устойчивости и стабильности физико-механических свойств гранул и снижения загрязнения воды.

Вывод:

Таким образом, использование медленнотонущих кормов является элегантным решением, которое использует физические свойства корма для мягкого управления

поведенческими факторами. Это не решает проблему иерархии на 100%, но **кардинально снижает ее негативные последствия.** Такой подход позволяет:

Повысить однородность стада за счет лучшего питания субдоминантных рыб.

Улучшить общий коэффициент конверсии корма (FCR), так как корм распределяется равномерно и не пропадает зря

Снизить хронический стресс у части популяции, что положительно сказывается на иммунитете и темпах роста.

Вторая проблема решается комплексом технологических и рецептурных мер.

Проблема стабильности гранулы и последующего загрязнения воды решается за счет комплексного подхода, затрагивающего как рецептуру корма, так и технологию его производства. Ключевым моментом является создание прочной, гидрофобной гранулы, которая сохраняет целостность и питательные вещества в воде в течение времени, необходимого рыбе для ее потребления. Это достигается, прежде всего, за счет процесса экструзии, при котором смесь ингредиентов подвергается воздействию высоких температур и давления.

В этих условиях крахмалы, содержащиеся в составе, клейстеризуются, как естественный клей, связывающий частицы и формирующий пористую, но прочную внутреннюю структуру гранулы. Последующая сушка фиксирует эту структуру, удаляя излишки влаги. [3]

Однако одной экструзии недостаточно. Решающую роль играет этап жирования, или ротоспрей-обработки, когда на высушенные гранулы под давлением распыляются жиры и другие жидкие компоненты. Образующаяся тонкая жировая пленка выполняет роль гидрофобного барьера, который герметизирует внешние поры гранулы и замедляет проникновение воды в ее внутренние слои. [4]

Параллельно с этим в рецептуру вводятся специализированные связующие вещества, такие как гуаровая камедь или лигносульфонаты, которые значительно усиливают вязкость кормовой массы и цементируют ее, повышая механическую прочность гранулы даже после длительного нахождения в воде.

Дополнительным фактором, снижающим загрязнение, является использование высокоусвояемых ингредиентов, которые минимизируют выделение рыбой непереваренных остатков. В совокупности эти меры — экструзия, жирование и применение связующих — позволяют добиться того, что гранула не разрушается в воде 30-60 минут, что сводит к минимуму вымывание питательных веществ, обеспечивает полноценное питание рыбы и предотвращает загрязнение водоема органическими отходами.

Литература

1. Мельник С.С., Воронин В.В. Современные проблемы производства комбикорма для ценных пород рыб.. В сборнике: молодежный вектор развития аграрной науки. Материалы 72-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов. воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. 2021. С. 353-357.

2. Карагичева И.А. Особенности кормления лососевых видов рыб в условиях центра "разведения ценных пород осетровых" В сборнике: Наука и молодёжь: новые идеи и решения. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград, 2024. С. 345-348.

3 Василенко В.Н., Фролова Л.Н., Дорохин Р.В., Кочкин И.Ю., Еремин И.Д., Линков И.М. Исследование процесса экструзии комбикормовых смесей для ценных пород рыб. В сборнике: Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение. Сборник научных статей и докладов X Международной научно-практической конференции ВГУИТ. Воронеж, 2023. С. 371-372.

4 Афанасьев В., Богомолов И., Остриков А. Технология и оборудование для производства комбикормов для ценных пород рыб. Комбикорма. 2021 № 6. С. 41-44

ИНУЛИН В РЕЦЕПТУРНОМ СОСТАВЕ НИЗКОКАЛОРИЙНОГО МАРМЕЛАДА

Куракина А.Н., кандидат технических наук, Филиппова Е.В., кандидат технических наук, Красина И.Б., доктор технических наук, Волошина С.А., студент

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар
e-mail: anya_esina@mail.ru

Аннотация

В статье представлены результаты исследований по совершенствованию технологии и оценка качества мармелада, обогащенного инулином. Инулин обладает множеством полезных свойств. Исследования показывают, что инулин полезен для людей в преддиабетном состоянии. Он способствует снижению веса и способствует нормализации уровней холестерина и триглицеридов в крови. Помимо источника клетчатки, инулин повышает всасываемость кальция и магния.

В работе были представлены органолептические свойства мармеладной массы с внесением инулина в различных дозировках. Доказано его положительное влияние на органолептические и физико-химические свойства готового мармелада.

Во всём мире наблюдается устойчивый рост внимания к качеству питания, обусловленный увеличением распространённости неинфекционных заболеваний, таких как ожирение, диабет 2-го типа, сердечно-сосудистые патологии, повышением осведомлённости о роли микронутриентов и биологически активных веществ, развитием концепции персонализированного питания, усилением регуляторных требований к маркировке и составу продуктов.

Согласно отчётам, ВОЗ и FAO, к 2030 г. доля функциональных продуктов на мировом рынке может достичь 25–30 % от общего объёма пищевой продукции [1].

Под функциональными продуктами понимают пищевые изделия, которые содержат биологически активные компоненты, не просто обеспечивают организм энергией и нутриентами, но и оказывают целенаправленное благотворное влияние на здоровье и способствуют повышению сопротивляемости заболеваниям, оптимизации физиологических процессов, поддержанию активности и жизненного тонуса. Такие продукты выходят за рамки базовой питательной ценности, выполняя профилактическую и/или коррекционную функцию. Важное место среди данных продуктов занимают пребиотики.

Пребиотики — ключевой элемент современных функциональных продуктов питания. Их включение в рацион способствует поддержанию здоровой микробиоты, оказывает системное благотворное влияние на организм, отвечает запросам потребителей на профилактику и персонализацию питания.

Дефицит пищевых волокон в рационе действительно может привести к ряду патологических состояний, и запоры — одно из наиболее очевидных последствий. Пищевые волокна играют ключевую роль в поддержании нормальной работы желудочно-кишечного тракта, и их недостаток нарушает естественные процессы пищеварения.

Связь дефицита пищевых волокон с развитием ряда заболеваний, включая рак толстой кишки, синдром раздражённого кишечника (СРК), желчнокаменную болезнь, сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, ишемическую болезнь сердца, варикозное расширение и тромбоз вен нижних конечностей, действительно часто упоминается в научной литературе. Однако степень доказательности этих связей варьируется, и многие из них остаются предметом исследований и дискуссий.

Одним из наиболее широко распространенных в природе пребиотиков является инулин.

Инулин — природный полисахарид группы фруктанов, полимер D-фруктозы. Он состоит преимущественно из фруктозных остатков (до 95 %), легко растворяется в горячей воде, хуже — в холодной, имеет сладковатый вкус (около 10 % от сладости сахарозы). Инулин встречается более чем в 36 000 видах растений [2]. Это второй по распространённости запасной углевод после

крахмала. Основными источниками инулина являются корень цикория и топинамбур. Содержание инулина в них различается незначительно и составляет в среднем 14-18 %.

Инулин — многофункциональный пребиотик с доказанными эффектами: нормализует микробиоту кишечника, улучшает минеральный обмен, снижает кардиоваскулярные риски, поддерживает иммунную функцию [3,4].

Калорийность инулина всего 1-1,5 ккал/г, благодаря чему он используется в качестве заменителя высококалорийных продуктов.

Таким образом, пищевую добавку в виде инулина можно рекомендовать для использования в пищевой промышленности с целью производства новых видов функциональных кондитерских изделий.

С целью снижения сахароемкости и увеличения пищевой ценности желейного мармелада нами была исследована возможность полной замены сахара на инулин.

В работе были изучены органолептические свойства мармеладной массы с внесением инулина в дозировках 20 %, 30 %, 50 %.

Органолептическая оценка мармелада по ГОСТ 6442 показала, что замена сахара на инулин не приводит к критическому ухудшению органолептических свойств мармелада. Результаты органолептической оценки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели мармелада с использованием инулина

Показатели	Дозировка инулина, %			
	0	20	30	50
Цвет	Прозрачный, светлый	Прозрачный		
Вкус	Свойственный желейному мармеладу	Сладко-кислый, приятный		
Запах	отсутствует	отсутствует		
Консистенция	студнеобразная, незатяжистая			
Вид в изломе	прозрачный слой, стекловидный излом			
Форма и внешний вид	правильная с четким рисунком			

Из таблицы следует, что цвет мармелада остается прозрачным. Вкус приобретает немного сладко-кислый привкус. Запах не изменяется.

Литература

1. Надежкина М.С. Инулин: свойства, применение. Мировой рынок инулина / М.С. Надежкина, О.А. Сагина. – Modern Science, 2020. – № 1-2. – С. 76-80.

2. Лысенко А.В., Крицкая С.С., Куракина А.Н., Красина И.Б., Филиппова Е.В., Шпынев Н.И. / В сборнике: Приоритетные направления развития науки и технологий. XXVIII Международная научно-практическая конференция. Тула, 2021. С. 171-173.

3. Куракина А.Н. Разработка технологии функциональных жевательных конфет / А.Н. Куракина, И.Б. Красина. – В книге: Медицинская наука и здравоохранение: материалы XII научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России. под редакцией В.П. Крылова. – 2014. – С. 68-70.

4. Куракина А.Н. Формирование рецептуры функциональных жевательных конфет / А.Н. Куракина, Е.В. Филиппова, И.Б. Красина. – В сборнике: Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений. Материалы VI Международной научно-технической конференции. Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 2017. – С. 460-465.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО АССОРТИМЕНТА МУКИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ РЫНКЕ

Чмыхало В.К., студент магистрант, Мироненко Г.А., студент магистрант, Викторов Г.О., студент магистрант, Афанасьев М.В., студент магистрант, Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

e-mail: Mnv2408@gmail.com

Аннотация

Аннотация. В статье проведен комплексный сравнительный анализ современного ассортимента муки, представленного на потребительском рынке. Рассмотрены традиционные и новые виды муки, сформировавшиеся в ответ на запросы здорового питания. Проанализированы ключевые характеристики различных видов муки: ботаническое происхождение, химический состав (с акцентом на содержание белка, клетчатки, витаминов и минералов), технологические свойства и влияние на организм человека. Особое внимание уделено безглютеновым альтернативам пшеничной муке. На основе проведенного анализа систематизированы преимущества и недостатки каждого вида, а также сферы их оптимального применения в кулинарии и хлебопечении. Сделан вывод о значительной диверсификации ассортимента муки, позволяющей потребителю осуществлять осознанный выбор в соответствии с диетическими потребностями, гастрономическими предпочтениями и целями здорового питания.

Мука является одним из базовых продуктов питания, используемым для производства хлеба, кондитерских и макаронных изделий, а также в качестве компонента множества других пищевых продуктов. Традиционно доминирующее положение на рынке занимает пшеничная мука, что обусловлено ее превосходными технологическими свойствами, главным из которых является способность образовывать клейковину (глютен), обеспечивающую эластичность и пористость теста.

Однако в последнее десятилетие рынок муки претерпел значительные изменения. Многочисленные работы ученых посвящены исследованиям динамично меняющегося рынка мукомольной и крупяной промышленности[1,2]. Растущая распространенность заболеваний, связанных с непереносимостью глютена (целиакия, чувствительность к глютену), а также общемировой тренд на здоровое и осознанное питание стимулировали спрос на альтернативные виды муки. На полках магазинов появилась мука из различных злаков, псевдозлаков, бобовых, орехов и даже овощей. Данный ассортимент характеризуется широким разнообразием по пищевой ценности, функциональным свойствам и вкусовым характеристикам, что создает необходимость в их систематическом сравнительном анализе.

Цель исследования – провести сравнительный анализ современного ассортимента муки по ключевым параметрам: ботаническое происхождение, химический состав, технологические свойства и область применения.

Классификация и ассортимент муки

Современный ассортимент муки можно классифицировать по нескольким признакам:

1. По виду сырья:

Злаковая: пшеничная, ржаная, ячменная, овсяная, рисовая, кукурузная, гречневая (гречиха – псевдозлак), амарантовая (амарант – псевдозлак), сорговая.

Бобовая: нутовая, чечевичная, соевая, гороховая.

Ореховая: миндальная, кокосовая, фундучная.

Из семян и овощей: льняная, конопляная, тыквенная.

2. По содержанию клейковины:

Содержащие глютен: пшеничная, ржаная, ячменная, овсяная.

Безглютеновые: рисовая, кукурузная, гречневая, бобовые, ореховые, из масличных семян.

3. По степени обработки и способа получения:

Сортовая мука, получаемая при сложном помоле: производится из эндосперма зерна, с присутствием различного содержания алейронового слоя и оболочечных продуктов, характеризуется высоким содержанием крахмала и низким – клетчатки, витаминов и минералов.

Цельнозерновая мука: производится из цельного зерна (с оболочкой, зародышем и эндоспермом), сохраняет все питательные компоненты зерна.

Далее представлен сравнительный анализ пищевой ценности и химического состава различных видов муки. В качестве объектов исследования взяты хлебопекарные виды муки, такие как: мука пшеничная высшего сорта, мука пшеничная цельнозерновая и мука ржаная; безглютеновые виды муки, как гречневая мука, рисовая мука, кукурузная мука, нутовая мука, а также были рассмотрены миндальная мука и кокосовая мука.

Пищевая ценность муки напрямую зависит от исходного сырья.

Пшеничная мука высшего сорта: источник углеводов (крахмал). Содержит незначительное количество белка (10-12%), клетчатки (3-4,5%), витаминов группы В и минералов. Высокий гликемический индекс (ГИ).

Цельнозерновая пшеничная мука. Содержит больше белка (13-14%), богата клетчаткой (10-12%), витаминами группы В (В1, В2, В6, фолиевая кислота), витамином Е, магнием, цинком, железом. Низкий ГИ по сравнению с мукой высшего сорта [3].

Ржаная мука. Отличается более темным цветом и выраженным вкусом. Содержит меньше клейковины, но больше клетчатки и пищевых волокон, в том числе пентозанов, которые обладают высокой водопоглотительной способностью. Богата витаминами группы В, железом и магнием. Обладает меньшим ГИ, чем пшеничная мука.

Безглютеновые виды муки:

Гречневая мука.

Не содержит глютен, богата растительным белком (~13%), незаменимыми аминокислотами (лизин), клетчаткой, рутином (укрепляет сосуды), магнием и железом. Имеет характерный ореховый вкус.

Рисовая мука.

Легкоусвояемый продукт с высоким содержанием крахмала. Бедна белком (7%) и клетчаткой. Часто используется в смесях с другими видами муки для придания структуры.

Кукурузная мука.

Богата каротиноидами, клетчаткой, витаминами А, Е, группы В. Не содержит глютен, но требует добавления связующих компонентов в выпечке [4].

Нутовая мука.

Обладает высокой пищевой ценностью: содержит до 20-22% белка, богата клетчаткой, витаминами и минералами (железо, калий, магний). Имеет специфический бобовый привкус, который исчезает при термической обработке.

Миндальная мука.

Отличается очень высоким содержанием белка (21%), полезных жиров, витамина Е и магния. Низкое содержание углеводов, что делает ее популярной в низкоуглеводных диетах (кето, LCHF). Калорийна.

Кокосовая мука.

Содержит рекордное количество клетчатки (до 40%), обладает низким ГИ. Богата растительными белками и полезными жирами. Сильно впитывает влагу, что требует корректировки рецептов.

В таблице представлена сравнительная характеристика пищевой ценности исследуемых видов мукивидов муки.

Т а б л и ц а - Сравнительная характеристика пищевой ценности различных видов муки (в расчете на 100 г)

Вид муки	Белки. г	Жиры. г	Углеводы. г	Клетчатка. г	Глютен	Ккал
Пшеничная в/с	10,3	1,1	70,0	3,5	Да	334
Пшеничная ц/з	13,0	2,5	62,0	10,0	Да	340
Ржаная ц/з	8,9	1,7	61,8	12,5	Да	293
Гречневая	13,0	3,4	65,0	10,0	Нет	353
Рисовая	7,0	2,5	76,0	2,4	Нет	360
Нутовая	22,0	6,0	58,0	10,0	Нет	387
Миндальная	21,0	50,0	20,0	12,0	Нет	602
Кокосовая	20,0	12,0	60,0	40,0	Нет	440

Данные являются усредненными и могут варьироваться в зависимости от производителя.

Сравнительный анализ технологических свойств и применения исследуемых видов муки.

Технологические свойства муки определяют ее поведение в тесте и конечные характеристики продукта.

Пшеничная мука высшего сорта является «золотым стандартом» для выпечки, требующей пышности и нежной мякоти (бисквиты, сдоба, торты, воздушный хлеб). Клейковина образует упругую сеть, удерживающую пузырьки газа.

Цельнозерновая пшеничная и ржаная мука производят более плотный и влажный мякиш. Выпечка из них получается более ароматной, сытной, но менее пышной. Часто используются в смеси с мукой высшего сорта.

Безглютеновые виды муки не способны образовывать эластичный каркас самостоятельно. Для достижения желаемой структуры в выпечке применяются смеси из 2-3 видов муки (например, рисовая + кукурузная + картофельный крахмал) и добавление гидроколлоидов (ксантановая камедь, гуаровая камедь), которые выступают в роли загустителей и стабилизаторов.

Гречневая мука придает выпечке темный цвет и выраженный вкус, идеальна для блинчиков, оладий, безглютенового хлеба.

Нутовая мука обладает связующими свойствами, может использоваться как загуститель в соусах, а также для приготовления омлетов и фалафеля.

Мука из орехов придают выпечке насыщенный вкус и влажную текстуру, широко используются в кондитерских изделиях (макаруны, пирожные), но требуют хранения в холоде из-за высокого содержания жиров.

Проведенный сравнительный анализ позволяет констатировать, что современный ассортимент муки представляет собой диверсифицированную и сегментированную систему, отвечающую разнообразным запросам потребителей.

Традиционная пшеничная мука, особенно цельнозерновая, сохраняет свои позиции благодаря сбалансированному составу и универсальным технологическим свойствам. Однако безглютеновые альтернативы (гречневая, рисовая, нутовая, ореховые муки) формируют быстрорастущий сегмент рынка, предлагая решения для людей с медицинскими ограничениями и приверженцев здорового образа жизни.

Каждый вид муки обладает уникальным сочетанием пищевой ценности и функциональных характеристик. Выбор оптимального вида зависит от целей: для легкой и пышной выпечки незаменима пшеничная мука высшего сорта; для повышения питательной ценности и снижения ГИ – цельнозерновые виды; для безглютеновой диеты – сложные смеси на основе рисовой, кукурузной муки с добавлением связующих компонентов.

Таким образом, понимание особенностей различных видов муки позволяет не только расширить кулинарный кругозор, но и целенаправленно формировать рацион, обогащенный необходимыми нутриентами.

Литература

1. Мучные смеси для хлебобулочного и кондитерского производства / Т. Н. Санькова, А. Г. Коробка, Н. А. Андреев, Н. В. Мацакова // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Краснодар, 16–18 сентября 2021 года. – Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2021. – С. 58-64. – EDN XGKAMR.

2. Полушкин, И. Е. Анализ современного состояния внутреннего и внешнего рынков сырья и продукции мукомольной промышленности / И. Е. Полушкин, И. В. Томашев, Н. В. Мацакова // Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности : Сборник материалов 2-й Международной научно-практической конференции, Краснодар, 01–02 декабря 2022 года. – Краснодар: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова" РАН, 2022. – С. 237-242. – EDN YWSGPK.

3.Микробиологическая безопасность хлеба из цельнозерновой муки ремесленного изготовления / Н. А. Шмалько, Н. В. Мацакова, С. В. Демченко [и др.] // Хлебопечение России. – 2023. – Т. 67, № 1. – С. 55-64. – EDN IEZHZU.

4. Симич Ю.Р., Потапова А.Н. Безглютеновые продукты: сырье, технологии, ассортимент // Пищевая промышленность. – 2022. – № 3. – С. 18-22.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ ПРИМЕЛЬНИЧНОГО ЭЛЕВАТОРА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 250 Т/СУТКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСА ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ

Афанасьев М.В., студент магистрант, Мироненко Г.А., студент магистрант, Чмыхало В.К студент магистрант., Данилов А.С., ст. преподаватель, Данилова А.Н. аспирант, Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

e-mail: maxim2003af@gmail.com

Аннотация

В статье представлена разработка инновационной технологии примельничного элеватора производительностью 250 т/сутки, предназначенного для обеспечения сырьем комплекса глубокой переработки зерна пшеницы и кукурузы. Рассмотрены технологические решения, включающие приемку, очистку, сушку и хранение зерна с использованием современного оборудования. Приведены расчеты емкостей, производительности технологических линий и спецификация основного оборудования. Обоснованы экономические показатели проекта.

Современный агропромышленный комплекс России предъявляет высокие требования к эффективности переработки и хранения зерна. Ключевым звеном в этой цепочке выступают элеваторы, обеспечивающие сохранность качества зерна и его подготовку к помолу и процессам глубокой переработки [1].

Глубокая переработка зерна позволяет получать продукты с высокой добавленной стоимостью: крахмал, глютен, патоку, биополимеры и другие производные [2]. Для обеспечения стабильного качества такой продукции необходимы однородные партии зерна с заданными характеристиками, что требует внедрения инновационных решений в области формирования товарных и помольных партий [3].

Целью работы является разработка инновационной технологии примельничного элеватора для комплекса глубокой переработки зерна пшеницы и кукурузы. Задачи проекта включают: оптимизацию технологической схемы приёмки, очистки, сушки и хранения зерна; расчёт и подбор современного оборудования; экономическое обоснование проекта.

Элеватор – это промышленное зернохранилище, в конструкции которого учтены все технологические процессы, обеспечивающие приём, подготовку, хранение и отпуск зерна[4]. Исторически элеваторная промышленность развивалась в направлении увеличения вместимости и совершенствования технического оснащения, однако вопросы целенаправленного формирования партий зерна с заданными свойствами оставались недостаточно проработанными[5]. Глубокая переработка зерна включает извлечение химических компонентов (крахмал, глютен, витамины), которые используются как самостоятельные продукты или подвергаются дальнейшей переработке [3]. Для пшеницы и кукурузы установлены строгие технические условия, регламентированные ГОСТ 9353-2016 и ГОСТ 13634-90 соответственно [6, 7].

В работе разработаны следующие проектные решения. Проектируемый элеватор предназначен для обеспечения сырьем мельницы производительностью 250 т/сутки с линией глубокой переработки. Годовой объем заготовки зерна составляет 161 280 т. Технологическая цепочка включает:

1. Приёмку зерна с детальной оценкой качества кукурузы и пшеницы по ряду показателей, характеризующих зерновую массу как объект хранения, переработки в муку и глубокой переработки.
2. Временное хранение в конусных силосах с предусмотрением раздельного складирования по всем учитываемым показателям.
3. Предварительную очистку.
4. Сушку, с подбором режимов с учетом дальнейшей переработки.
5. Основную очистку.

6. Долгосрочное раздельное хранение в плоскодонных силосах с учетом назначения.
7. Отгрузку на помол.

Расчёт и обоснование оборудования для разработанной технологии состоит в следующем.

Расчёт приемно-отпускных устройств. Время разгрузки одного автомобиля – 15 мин. Производительность приемки – 160 т/ч. Для обеспечения бесперебойной работы мельницы предусмотрена приемка зерна в течение 42 суток.

Ёмкости для временного хранения. Рассчитано 3 конусных силоса объёмом 750 м³ каждый. Время заполнения – 14 ч.

Зерносушильное оборудование. Выбрана зерносушилка Vesta-50 производительностью 50 т/ч. Преимущества: высокая энергоэффективность (КПД до 60%), автоматизированная система управления, использование антикоррозийных материалов.

Оборудование рабочей башни. Производительность оборудования – 192 т/ч. Подобран сепаратор предварительной очистки Alfa PRO A-250 (250 т/ч) и сито-воздушный сепаратор Universal-250.

Плоскодонные силосы.Рассчитано 6 силосов серии SP общей вместимостью 177408т.

Автомобилеразгрузчик. Выбран автомобилеразгрузчик АВС-100 производительностью 100 т/ч. Преимущества: пятиопорная конструкция, синхронизированные приводы, повышенная надежность.

Нория. Принята нория EV-E 200 производительностью 200 т/ч. Конструкция выполнена из оцинкованной стали, предусмотрены взрыворазрядные клапаны.

Экологические и безопасные решения. Для очистки воздуха от пыли установлены циклофены, обеспечивающие эффективность до 99%. Предусмотрены системы аспирации, противопожарные мероприятия (огнетушители, пожарные щиты), а также мероприятия по защите от поражения электрическим током.

При расчете экономической эффективности проекта взяты технологические параметры элеватора (табл.1), рассчитаны капитальные вложения (табл.2)

Таблица 1- Технологические параметры элеватора.

Показатель	**Значение**
Производительность мельницы, т/сутки	250
Годовой объем заготовки зерна, т	161280
Производительность приемки, т/ч	160
Количество конусных силосов, шт	3
Количество плоскодонных силосов, шт.	6
Производительность зерносушилки, т/ч	50

Таблица 2 - Капитальные вложения.

Статья	**Сумма, тыс. руб**
Строительство зданий и сооружений	72600
Машины и оборудование	25300
Монтажные работ	7700
Прочие работы	44000
Итог	110000

В результате предварительных экономических расчетов элеватор, на который было потрачено 1,1 млрд рублей при производительности мельницы 250 т/ сутки, окупится в течение 3-4 лет. Разработанный проект реализует принципы управления качеством зерна пшеницы и кукурузы, предложенные в работе. Элеватор функционирует не как пассивное хранилище, а как активный

технологический узел, обеспечивающий формирование стабильных помольных партий для глубокой переработки [2].

Заключение. В результате выполненной работы разработана инновационная технология примельничного элеватора для комплекса глубокой переработки зерна пшеницы и кукурузы. Проект включает:

- современную технологическую схему приёмки, очистки, сушки и хранения зерна;
- подбор высокоэффективного оборудования;
-экономическое обоснование с расчётом ключевых показателей (капитальные вложения – 1,1 млрд руб., рентабельность – 29,7%, срок окупаемости – 3–4 года);
-меры по обеспечению безопасности и экологичности.

Практическая значимость работы заключается в создании активного технологического узла, определяющего стабильность и эффективность последующей переработки. Реализация проекта позволит увеличить добавленную стоимость зерна, снизить зависимость от импорта специализированных продуктов и создать новые рабочие места в агропромышленном секторе.

Литература

1. Вобликов Е.М. Технология элеваторной промышленности. – СПб.: Лань, 2022.
2. Алифанова В.В. и др. Технология хранения и переработки зерна. Технология мукомольного производства. – Белгород: БелГАУ, 2024.
3. Бальхин М.Г. и др. Зерно, мука и хлеб России. Производство – хранение – переработка – рынок. – М.: РОСБИОТЕХ, 2020.
4. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю. Курсовое и дипломное проектирование мукомольных заводов. – Краснодар: КубГТУ, 2013.
5. ВНТП 05-88. Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов. – М.: Минхлебопродукт СССР, 1988.
6. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия.
7. ГОСТ 13634-90. Кукуруза. Требования при заготовках и поставках.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЛИНИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО САХАРА НА САХАРНОМ ЗАВОДЕ

Сковородников В.А., магистрант, Решетова Р.С., доктор технических наук, Мацакова Н.В., кандидат технических наук, Денисов М. В., магистрант, Четверкин С.Д. магистрант

Кубанский Государственный Технологический Университет г. Краснодар
e-mail: velplesha@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается экономическая целесообразность внедрения линии получения жидкого сахара на действующих сахарных заводах. Проведена оценка влияния интеграции линии жидкого сахара на общие производственные и финансовые показатели предприятия. На основе расчётов определены капитальные вложения, эксплуатационные расходы, себестоимость выпускаемой продукции, прибыль и срок окупаемости проекта. Установлено, что организация производства жидкого сахара позволяет рациональнее использовать сырьё, сократить потери сахарозы и повысить рентабельность производства. Полученные результаты подтверждают эффективность внедрения линии жидкого сахара как перспективного направления модернизации сахарных предприятий.

На сахарных заводах России вырабатывают только кристаллический сахар, что не всегда экономически целесообразно. На производство кристаллического сахара из концентрированного раствора, полученного при переработке сахарной свеклы или сахара-сырца, затрачивается большое количество материалов и энергоресурсов. Многие пищевые предприятия России - консервные, кондитерские, безалкогольных напитков, винодельческие, хлебопекарные и другие используют кристаллический сахар для получения сахарных растворов с содержанием сухих веществ (СВ) не более 70%. Дополнительные расходы, связанные с поставками сахара в мешках, увеличивают себестоимость продукции [1].

В мировой практике на сахарных заводах, специализирующихся на производстве сахара рафинадного достоинства, применяют технологии получения жидкого, инвертированного сахара и пищевого сиропа для различных отраслей промышленности. Выпуск различных видов жидкого сахара в США и Англии постоянно растет и в настоящее время составляет 30% общего количества производимого в этих странах сахара [2].

Современная сахарная промышленность характеризуется повышенными требованиями к эффективности использования сырья, энергетических ресурсов и материально-технических средств. Повышение конкурентоспособности предприятий возможно только при условии внедрения энергосберегающих технологий, комплексного использования сырья и постоянного обновления производственной инфраструктуры. Сахарные заводы, работающие по традиционным схемам, часто сталкиваются с проблемами неравномерной загрузки оборудования, сезонности производства и ограниченного ассортимента продукции. В этих условиях особое значение приобретает внедрение технологий, позволяющих диверсифицировать выпуск и повысить экономическую устойчивость предприятия.

Одним из наиболее перспективных направлений модернизации является организация линии получения жидкого сахара. Жидкий сахар представляет собой концентрированный раствор сахарозы, очищенный от механических и коллоидных примесей, устойчивый к кристаллизации и готовый к применению в пищевой промышленности. В отличие от кристаллического сахара, такой продукт не требует последующего растворения, что значительно упрощает его использование в смежных отраслях — при производстве напитков, кондитерских изделий, консервов и соусов.

В работе [3] показана целесообразность вывода части сиропа после выпарной установки на длительное - до 4 месяцев хранение в резервуары и обоснована экономическая эффективность данного решения, позволяющего стабилизировать работу сахарного завода при перебоях в поставке

свеклы в течение производственного сезона и уменьшить затраты на модернизацию продуктового отделения. Выведенный на хранение сироп может быть использован для получения жидкого сахара.

Производство жидкого сахара на базе действующих сахарных предприятий рассматривается как эффективный способ увеличения объёма товарной продукции и снижения удельных энергетических затрат. Основная особенность этой технологии заключается в том, что она интегрируется в существующую технологическую схему завода без необходимости полной реконструкции. Большинство стадий переработки сахарной свеклы остаются неизменными, поскольку операции по очистке, выпариванию и фильтрации сиропов применяются и при традиционном производстве кристаллического сахара. Это даёт возможность использовать существующие коммуникации, энергосистемы, транспортные линии и инженерную инфраструктуру, что существенно снижает капитальные затраты при внедрении линии жидкого сахара.

Экономическая целесообразность внедрения такой линии обусловлена совокупностью факторов. Во-первых, за счёт сокращения числа энергозатратных стадий — кристаллизации, сушки и расфасовки — снижается общий расход пара и электроэнергии. Во-вторых, уменьшаются потери сахарозы, так как жидкий продукт не подвергается дополнительному нагреву и пересушиванию. В-третьих, повышается коэффициент использования сырья: побочные потоки сиропов и межкристальных растворов, ранее направлявшиеся в мелассу, теперь могут использоваться для приготовления жидкого сахара, что увеличивает общий выход товарной продукции.

Дополнительным преимуществом является возможность реализации жидкого сахара в межсезонный период, когда основное производство не функционирует на полную мощность. Это создаёт предпосылки для более равномерной загрузки оборудования и персонала в течение года. Предприятие получает возможность перерабатывать ранее накопленные сиропы или полуфабрикаты, обеспечивая непрерывность производственного процесса и повышая коэффициент использования основных фондов.

В работе [4] представлены результаты исследования состава и количества микрофлоры в сиропе разной концентрации после обработки электромагнитным полем крайне низкой частоты (ЭМП КНЧ) до и после хранения сиропа в течение 60 суток в закрытых сосудах. Результаты показали, что при обработке сахарных растворов перед хранением ЭМП КНЧ количество микроорганизмов не увеличивается в растворах с концентрацией СВ 70%.

Внедрение линии жидкого сахара требует определённых капитальных вложений, связанных с приобретением технологического оборудования, монтажом насосов, ёмкостей, фильтров, а также внедрением автоматизированных систем контроля параметров процесса. Однако структура этих вложений сбалансирована: значительная их часть компенсируется за счёт экономии энергоресурсов и уменьшения эксплуатационных затрат в последующие годы эксплуатации линии. В среднем удельные капитальные затраты при интеграции линии жидкого сахара оказываются на 20–30% ниже, чем при строительстве отдельного технологического комплекса, что делает проект особенно привлекательным для действующих предприятий.

Экономическая оценка внедрения линии жидкого сахара основана на анализе капитальных и эксплуатационных затрат, а также показателей себестоимости и рентабельности производства. Капитальные вложения включают стоимость основного технологического оборудования, пусконаладочные и строительные работы, монтаж коммуникаций и подключение линии к существующим системам энерго- и водоснабжения. Наибольшая доля инвестиций, как правило, приходится на технологическое оборудование — ёмкости для хранения сиропа, насосные агрегаты, фильтрующие установки, теплообменники и системы автоматического контроля. Оставшаяся часть капитальных затрат связана с реконструкцией отдельных участков, установкой контрольно-измерительных приборов, а также адаптацией линий транспортировки и фасовки готового продукта.

Несмотря на значительный объём первоначальных вложений, проект внедрения линии жидкого сахара отличается сравнительно коротким сроком окупаемости. Это объясняется высокой долей экономии эксплуатационных затрат, прежде всего на электроэнергию и пар. Исключение стадий кристаллизации и сушки позволяет снизить тепловые потери и уменьшить расход топлива в котельных. Кроме того, уменьшается потребность в упаковочных материалах, так как жидкий сахар

может поставляться в ёмкостях многократного использования, что снижает себестоимость единицы продукции и упрощает логистику.

Эксплуатационные расходы линии включают стоимость сырья, вспомогательных материалов, энергии, заработной платы, амортизации и текущего ремонта оборудования. По сравнению с традиционным производством кристаллического сахара, структура затрат несколько изменяется: возрастает доля расходов на фильтрационные материалы и санитарную обработку оборудования, но сокращаются расходы на сушку, фасовку и складирование готовой продукции. В целом, анализ показывает, что совокупные эксплуатационные затраты при производстве жидкого сахара ниже на 10–15%, чем при выпуске эквивалентного количества кристаллического сахара, что подтверждает экономическую привлекательность проекта.

Себестоимость продукции формируется с учётом всех затрат, приходящихся на единицу объёма выпускаемого жидкого сахара. В расчёт включаются расходы на электроэнергию, пар, воду, реагенты, оплату труда, амортизацию оборудования и ремонт. При этом в структуре себестоимости основная доля приходится на энергоносители и заработную плату производственного персонала. За счёт сокращения энергоёмких операций и частичной автоматизации процессов удаётся снизить трудоёмкость и энергопотребление, что обеспечивает экономию на основных статьях расходов.

Экономический эффект от внедрения линии жидкого сахара выражается не только в снижении себестоимости, но и в увеличении выручки за счёт расширения ассортимента. Жидкий сахар может реализовываться как самостоятельный продукт или использоваться для производства специализированных сиропов, глазурей и других продуктов с высокой добавленной стоимостью. Это обеспечивает заводу устойчивый доход и позволяет гибко реагировать на изменения рыночной конъюнктуры.

Дополнительным фактором повышения рентабельности является рациональное использование побочных потоков. При традиционном производстве часть сахарозы теряется при кристаллизации и сушке, а также при обращении с мелассой. При внедрении линии жидкого сахара эти потери минимизируются, поскольку продукт реализуется в жидком виде и не требует дополнительного механического воздействия. Повышение коэффициента использования сахарозы на 1–1,5% приводит к заметному увеличению объёмов товарного продукта и, соответственно, к росту прибыли.

Срок окупаемости инвестиций в линию жидкого сахара, как показывают расчёты, составляет несколько лет и зависит от масштабов производства и объёмов реализации. При этом уровень рентабельности проекта превышает среднеотраслевые показатели, что делает внедрение линии не только технологически, но и финансово целесообразным. Учитывая стабильный спрос на жидкий сахар со стороны предприятий пищевой промышленности, подобные проекты обладают высокой степенью инвестиционной надёжности.

Следует отметить и логистические преимущества такого вида продукции. Транспортировка жидкого сахара в специализированных ёмкостях снижает риск повреждения и потерь при перевозке, упрощает разгрузочно-погрузочные операции и уменьшает необходимость в складских площадях. За счёт этого оптимизируются расходы на хранение, транспорт и упаковку, что также положительно влияет на конечную себестоимость и рентабельность производства.

В целом, экономические расчёты показывают, что внедрение линии жидкого сахара способствует увеличению общей прибыльности предприятия, повышению отдачи капитальных вложений и росту производственной эффективности. За счёт снижения энергопотребления, оптимизации технологических процессов и расширения ассортимента предприятие получает устойчивый источник дохода и возможность долгосрочного развития.

С технологической точки зрения внедрение линии получения жидкого сахара обеспечивает значительное повышение эффективности производства. Особое внимание уделяется оптимизации тепловых потоков и рациональному использованию вторичных энергетических ресурсов. На большинстве сахарных заводов значительная часть пара, образующегося при выпаривании сиропов, утилизируется недостаточно эффективно. При интеграции линии жидкого сахара этот пар используется повторно, что позволяет уменьшить нагрузку на котельное хозяйство и сократить

общий расход топлива. Таким образом, экономия энергии становится одним из важнейших факторов, обеспечивающих рентабельность новой технологической схемы.

Кроме того, установка линии жидкого сахара создаёт условия для более равномерного распределения технологической нагрузки по цехам. При традиционной схеме основная нагрузка приходится на периоды активной переработки сахарной свеклы, тогда как в межсезонье часть оборудования простаивает. Производство жидкого сахара позволяет использовать мощности более гибко, так как продукт можно получать из накопленных сиропов или промежуточных растворов. Это повышает коэффициент использования оборудования и снижает износ агрегатов за счёт равномерной работы без резких пусков и остановок.

Внедрение линии жидкого сахара также способствует улучшению условий труда и повышению технологической дисциплины. Благодаря автоматизации процессов контроля температуры, давления и концентрации сиропов исключается необходимость постоянного участия оператора на всех стадиях. Это снижает вероятность ошибок и повышает стабильность качества готового продукта. Применение современных систем управления позволяет контролировать параметры в реальном времени, обеспечивая оптимальные условия для технологических реакций и минимизируя перерасход ресурсов.

Для повышения чистоты раствора и снижения цветности предложено проводить сатурирование с использованием глубокого пересатурирования. Данный прием позволяет максимально удалить несахара из раствора и сформировать осадок несахаров с хорошими фильтрационными и седиментационными свойствами [5].

Особое значение имеет экологическая составляющая внедрения линии жидкого сахара. Исключение стадий кристаллизации и сушки ведёт к снижению количества выбросов в атмосферу и уменьшению образования пыли. Кроме того, сокращается объём сточных вод за счёт более рационального использования воды на промывку оборудования и фильтрацию сиропов. Современные фильтрационные системы позволяют повторно использовать часть промывных растворов, что способствует снижению общего водопотребления. Таким образом, внедрение линии жидкого сахара не только повышает экономическую эффективность, но и способствует улучшению экологических показателей производства.

Одним из ключевых преимуществ технологии является более полное использование сахаросодержащего сырья. При производстве кристаллического сахара часть сахарозы остаётся в мелассе и побочных потоках, что снижает выход товарного продукта. Линия жидкого сахара позволяет переработать эти потоки, превращая их в продукцию, пригодную для реализации. Это обеспечивает не только увеличение доходов предприятия, но и снижение количества отходов, подлежащих утилизации. В результате завод получает дополнительную прибыль при одновременном снижении нагрузки на окружающую среду.

С точки зрения организации производства, интеграция линии жидкого сахара требует внедрения системы строгого контроля качества на всех стадиях технологического процесса. Высокая чистота продукта является обязательным требованием, так как жидкий сахар поставляется предприятиям пищевой промышленности и должен соответствовать санитарно-гигиеническим нормам. Для этого применяются многоступенчатые системы фильтрации, ультрафильтрации и пастеризации, обеспечивающие стабильность физико-химических показателей продукта. Современные линии также оборудуются автоматическими моечными установками, что облегчает поддержание санитарного состояния оборудования и снижает трудоёмкость обслуживания.

Интеграция линии жидкого сахара благоприятно сказывается на общем уровне энергоэффективности производства. За счёт применения рекуперационных теплообменников, повторного использования конденсата и тепла выпарных установок удаётся сократить расход пара и электроэнергии на единицу продукции. Энергосбережение становится одним из важнейших источников экономии эксплуатационных расходов. Кроме того, рационализация тепловых потоков способствует снижению температуры выбросов и уменьшению теплового загрязнения окружающей среды.

Экономический эффект от внедрения линии жидкого сахара проявляется не только в прямом увеличении прибыли, но и в повышении устойчивости предприятия к рыночным колебаниям.

Благодаря диверсификации ассортимента и расширению каналов сбыта, завод получает возможность оперативно адаптироваться к изменениям спроса и ценовой конъюнктуры. В периоды снижения цены на кристаллический сахар предприятие может перераспределить часть мощности на производство жидкого сахара, сохраняя высокий уровень загрузки оборудования и стабильные финансовые результаты.

Кроме того, выпуск жидкого сахара способствует укреплению кооперационных связей между предприятиями пищевой промышленности. Продукт востребован на внутреннем рынке, что позволяет формировать долгосрочные договоры поставок и обеспечивать предсказуемость денежных потоков. Для заводов, расположенных вблизи крупных перерабатывающих центров, это создаёт значительное конкурентное преимущество, так как сокращаются транспортные издержки и обеспечивается оперативность поставок.

В современных условиях развития промышленности вопросы повышения эффективности производства и рационального использования ресурсов приобретают стратегическое значение. Для сахарных предприятий это особенно актуально, поскольку их экономическая устойчивость во многом зависит от колебаний цен на сырьё, энергоносители и готовую продукцию. Внедрение линии жидкого сахара становится инструментом, который позволяет смягчить влияние этих факторов, диверсифицировать источники дохода и обеспечить стабильную рентабельность производства.

Производство жидкого сахара является примером внедрения инноваций, направленных на комплексную переработку сырья и минимизацию отходов. Такая технология отвечает современным тенденциям развития пищевой промышленности, где важное значение придаётся не только экономическим, но и экологическим и энергетическим аспектам. Комплексная модернизация, включающая установку линии жидкого сахара, способствует переходу предприятия к модели устойчивого производства, в которой эффективность определяется не только прибылью, но и рациональностью использования природных и трудовых ресурсов.

Одним из ключевых последствий внедрения линии жидкого сахара является повышение конкурентоспособности предприятия. В условиях рынка, насыщенного однотипной продукцией, именно способность быстро адаптироваться к потребностям клиентов и расширять ассортимент становится определяющим фактором успеха. Наличие в производственной структуре линии жидкого сахара позволяет предприятию выпускать продукт, соответствующий современным стандартам пищевой промышленности, и выходить на новые сегменты рынка. Это обеспечивает устойчивое положение завода и способствует росту его репутационной и инвестиционной привлекательности.

Особое значение имеет и влияние проекта на структуру занятости и квалификацию персонала. Внедрение новой технологической линии требует подготовки специалистов, способных работать с современными автоматизированными системами управления и контроля. Это стимулирует развитие профессиональных компетенций, повышает уровень технической культуры производства и способствует росту производительности труда. В результате создаются предпосылки для формирования инновационной среды внутри предприятия, что положительно влияет на его дальнейшее развитие.

С макроэкономической точки зрения широкое распространение линий получения жидкого сахара способствует укреплению производственной базы сахарной отрасли. Благодаря более полному использованию сырья и снижению издержек увеличивается общий объём выпуска товарной продукции и повышается эффективность использования сельскохозяйственных ресурсов. Это, в свою очередь, ведёт к росту добавленной стоимости, создаваемой внутри страны, и способствует развитию внутреннего рынка пищевых ингредиентов. Развитие таких технологий позволяет снизить зависимость отрасли от импортных компонентов и создать основу для экспорта готовой продукции.

Внедрение линии жидкого сахара также оказывает положительное влияние на региональное развитие. Сахарные заводы, являясь градообразующими предприятиями, формируют значительную часть экономической активности в своих регионах. Повышение эффективности их работы приводит к увеличению налоговых поступлений, росту занятости и развитию смежных отраслей —

транспорта, энергетики, сельского хозяйства. Таким образом, эффект от внедрения линии жидкого сахара выходит за рамки отдельного предприятия и способствует комплексному развитию территорий, где расположены сахарные производства.

Особенно важно подчеркнуть, что подобные проекты обладают высоким потенциалом масштабирования. Внедрение линии жидкого сахара не требует принципиального изменения технологического процесса, поэтому может быть реализовано как на крупных предприятиях, так и на средних заводах, располагающих минимальным запасом производственных площадей и энергетических мощностей. Это делает технологию универсальной и доступной для большинства участников отрасли.

В перспективе развитие производства жидкого сахара способствует формированию более устойчивой и конкурентоспособной сахарной промышленности. Применение современных технологий переработки позволяет стабилизировать уровень себестоимости, повысить качество продукции и снизить воздействие на окружающую среду. Сочетание экономических, технологических и экологических преимуществ делает внедрение линии жидкого сахара важным шагом на пути к созданию эффективной, инновационной и устойчивой системы переработки сахаросодержащего сырья.

Совокупность полученных эффектов — экономических, энергетических, технологических и экологических — позволяет утверждать, что внедрение линии получения жидкого сахара является экономически оправданным и стратегически необходимым направлением модернизации сахарных заводов. Эта технология обеспечивает предприятиям возможность устойчивого развития, рационального использования ресурсов и укрепления позиций на рынке, что в конечном итоге способствует повышению эффективности всей отрасли в целом.

Литература

1. Решетова Р.С., Бганцева О.Ю. Обоснование технологической схемы получения жидкого сахара из полупродуктов свеклосахарного производства. Изв. вузов. Пищевая технология. 2019. No 5-6 С. 39-40

2. Сапронов А.Р., Сапронова Л.А., Ермолаев С.В. Технология сахара. СПб.: Изд-во «Профессия», 2015, 294 с.

3. Решетова Р.С., Ворвуль А.Г., Гаманченко М.А. Повышение эффективности работы продуктового отделения свеклосахарного завода // Сахар. 2011. No 9. С. 50-52.

4. Решетова Р.С., Ворвуль А.Г., Ильчишина Н.В. Воздействие электромагнитной обработки на микрофлору сахарного сиропа при хранении // Изв. вузов. Пищевая технология. 2011. No 4. С. 71-72.

5. Решетова Р.С., Гаманченко М.А., Игнатьев А.А. Разработка способов очистки сахаросодержащих растворов в свеклосахарном производстве // Изв. вузов. Пищевая технология. 2009. No 4. С. 58-60.

ТЕХНОЛОГИЯ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ГЛЮКОЗНО-ФРУКТОЗНЫХ СИРОПОВ НА САХАРНОМ ЗАВОДЕ

Денисов М. В., магистрант, Решетова Р.С., кандидат технических наук, Мацакова Н.В, кандидат технических наук, Сковородников В.А., магистрант, Четверкин С.Д. магистрант

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

e-mail: denisov9165@bk.ru, mnv2408@gmail.com

Аннотация

Физико-химические свойства глюкозно-фруктозных сиропов (ГФС) хорошо зарекомендовали себя во многих отраслях пищевой промышленности, и с каждым годом спрос на него все больше увеличивается как в России, так и в мире. Целью исследований является разработка технологических решений, направленных на модернизацию современных технологий переработки сахарной свеклы в сахар-песок. Предлагаемая ниже технология позволит сахарным заводам на базе имеющегося производства получать дополнительный продукт - глюкозно-фруктозный сироп, что сделает производство более энергоэффективным и экономический выгодным.

Глюкозно-фруктозный сироп получает все большее распространение на предприятиях пищевой перерабатывающей промышленности в основном из - за своих физико-химических, органолептических, биологических и механических свойств. Сладость, которая в 1,2 – 2 раза больше, чем у белого сахара, текучесть, стабильность, возможность хорошо смешиваться с другими продуктами позволяет данному сиропу быть полезным и иногда незаменимым компонентом при производстве продуктов питания. В настоящее время данный сироп в больших количествах используют кондитеры и производители напитков, как алкогольных, так и безалкогольных. Из – за содержания в сиропе как глюкозы, так и фруктозы сладость более равномерно распределяется в продукте. Глюкозно-фруктозный сироп так же имеет свойство продлевать срок годности продукта, в котором содержится, что полезно для разного рода напитков, соусов, кондитерских изделий, молочных продуктов. [1]

Область применения глюкозно-фруктозных сиропов не ограничивается только пищевыми производствами. ГФС является ценным сырьем и для медицины и даже для косметологии.

В кондитерском производстве производители заменяют до 100 % сахарозы глюкозно-фруктозным сиропом он не изменяет сладость, аромат и структуру продукта. Наличие большого количества моносахаридов в сиропе и особенно гигроскопичной фруктозы обеспечивает отличную смачивающую способность. Глюкозно-фруктозным сиропом можно заменить до 20—50 % сахарозы в тортах, до 20 % - при выработке белой глазури, 25% - 75 % — в глазури для зефира и полностью заменить сахарозу в желейных начинках.

В производстве джемов и консервов использование глюкозно-фруктозных сиропов позволяет повысить бактериальную стабильность и усилить аромат фруктов. Добавление 50 % глюкозно-фруктозного сиропа и 50 % высокомальтозной патоки вместо сахарозы устраняет кристаллизацию сахарозы при хранении готовых продуктов.

При приготовлении маринадов, компотов и других консервированных продуктов высокое осмотическое давление глюкозно-фруктозных сиропов способствует более быстрому проникновению сахаров в ткань консервируемых продуктов. [2]

Для получения глюкозно-фруктозного сиропа в основном используют кукурузный крахмал с высоким содержанием глюкозы (96 %), полученные при ферментативном гидролизе крахмала. Для удаления растворимых примесей глюкозный сироп обрабатывают ионообменными смолами и активированным углем. Очищенный глюкозный сироп направляют на выпаривание до содержания сухих веществ от 40 до 50 %. При более высокой концентрации сиропа увеличивается его вязкость и падает скорость изомеризации. Иногда вместо выпаривания сироп стерилизуют при 125 °С в течение 2 мин, после чего его охлаждают до 60 °С. В подготовленный субстрат добавляют ионы

магния и кобальта для повышения активности фермента и бисульфит для предупреждения развития микрофлоры.

Ферментный препарат (глюкоизомеразу) дозируют по его глюкоизомеразной активности. В процессе изомеризации необходимо контролировать и поддерживать на заданном уровне величину pH субстрата. Процесс изомеризации длится около 20 – 24 ч до содержания фруктозы в гидролизате 42 %. Далее сироп отстаивают в течение нескольких часов и сливают так, чтобы осевший на дно фермент был покрыт слоем сиропа во избежание его контакта с воздухом. В реактор вновь подают свежий субстрат, и начинается новый цикл. Фермент используют от 5 до 30 дней и выводят из производства.

Полученный сироп подкисляют соляной кислотой до pH 4,5, очищают ионообменными смолами и обесцвечивают активированным углем. Далее сироп уваривают при 60 °С (при более высоких температурах фруктоза разлагается) в выпарных установках пленочного типа до содержания сухих веществ от 71 до 74 %, охлаждают до 30 °С и хранят при температуре 25–30 °С, так как при температуре ниже 25 °С начинается кристаллизация глюкозы, а при температуре выше 30 °С нарастает цветность сиропа из-за разложения моносахаридов. [3]

Получение глюкозно-фруктозных сиропов возможно и другим способом, а именно инверсией сахарозы. Ближайшим аналогом является способ, предусматривающий смешивание сахарного песка и воды при перемешивании и нагревании до 70-80°С. В раствор сахара вводят лимонную кислоту в количестве 0,35% к массе сахара в виде 10%-ного раствора и доводят до кипения. По этой технологии уваривание происходит в течение 120 мин при температуре 104-106°С, повышается общая сладость изделия, исключается стадия нейтрализации, из-за склонности к гидратации, происходит дополнительное связывание влаги и ее удержание, что препятствует быстрому «черствению» готовых изделий. Кислая среда инвертного сиропа (pH 3,4-4,1) обеспечивает снижение рецептурного количества химических разрыхлителей на 30-32%. Недостатком данного способа является длительность процесса инверсии сахарозы в моносахара в течение 100-120 мин. [4]. Инвертный сахарный сироп по своей природе содержит 50% глюкозы и 50% фруктозы не меняя соотношения, а также не содержит в своем составе олигосахаридов, что делает его лучшей альтернативой.

Разработкой инновационных технологических решений направленных на модернизацию современных технологий переработки сахарной свеклы в сахар-песок с расширением ассортимента выпускаемой продукции, с целью диверсификации производства и повышения энергоэффективности и экономической выгоды современных сахарных заводов занимаются исследователи кафедры пищевой инженерии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет».

Суть предлагаемых технологических решений заключается в следующем. В кристаллизационном отделении сахарного завода используется сложная технология перекристаллизации в сиропо-варочных котлах сахарного сиропа с поэтапным выделением из него кристаллов сахара. Чистый белый сахар получается только на первой стадии, остальные две три или более перекристаллизаций направлены на выделение желтого сахара, который отправляется в виде клеровки в первый сиропо-варочный котел. Такая технология переработки несет большие затраты на перекристаллизацию желтых сахаров и некондиционного сахара получаемого в сушилке. Для снижения затрат и получения дополнительного продукта на рисунке ниже приведена технологическая схема и необходимое оборудование для производства инвертного сахарного сиропа (ГФС) на сахарном заводе.

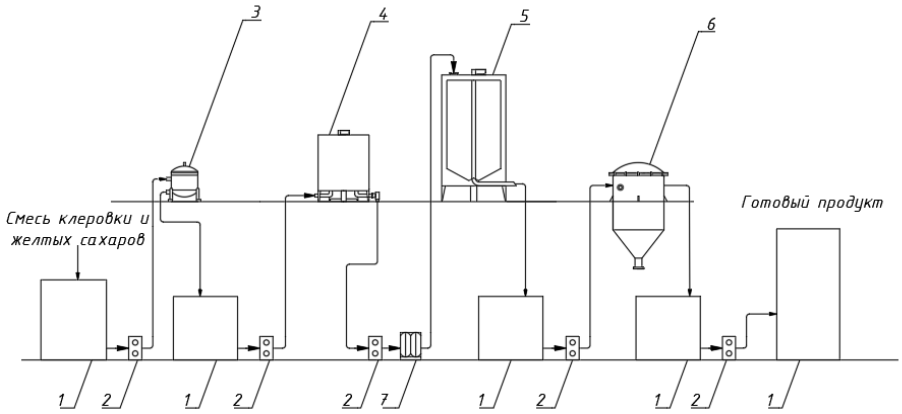


Рисунок - Технологическая схема и необходимое оборудования для производства инвертного сахарного сиропа (ГФС) на сахарном заводе.

Необходимое технологическое оборудование для получения ГФС: 1- емкости для хранения; 2- шестерёнчатые насосы для перекачки продукта; 3-мешочные фильтры; жидкостно-струйные сульфитаторы; 4 -сироповарочный котел; 5- водоохладитель; 6- паточные фильтры; 7-пластинчатый теплообменник.

Сырьем для производства будет являться раствор желтых сахаров и некондиционного сахара полученного в результате сушки белого сахара. Предложенная технологическая схема предусматривает растворение желтых и некондиционного сахаров чистой горячей водой. Дополнительно можно использовать очищенный сироп с чистотой не менее 92 %.

Технология получения сиропа начинается с фильтрации смеси клеровок некондиционного сахара и желтых сахаров в кристаллизационном отделении сахарного завода. Сироп поступает через насосы в мешочные фильтры для очистки от крупных частиц. После фильтрации смесь подается на жидкостно-струйные сульфитаторы, где обрабатывается диоксидом серы. При пропускании диоксида серы через сироп образуется сернистая кислота, которая обесцвечивает сироп. Кроме обесцвечивания сернистая кислота снижает щелочность сиропа и способствует уменьшению вязкости сиропа. Фильтрованный и сульфитированный сироп перекачивается в сироповарочный котел для выпаривания воды и сгущения сиропа до СВ 80%. По достижении необходимых условий в котел добавляют лимонную кислоту. Происходит гидролиз, в результате которого сахароза распадается на молекулы глюкозы и фруктозы.

Получается инертный сахар формула превращения сахарозы представлена ниже [5]

$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

Инвертный сироп, получившийся в котле, перекачивается через пластинчатый теплообменник в водоохладитель, где постоянно перемешивается и охлаждается до 40 °С. Для предотвращения потемнения добавляется 10 %-й раствор гидрокарбоната натрия. В глюкозно-фруктозном сиропе содержится небольшое количество продуктов термического распада глюкозы и фруктозы. По этой причине он не бесцветный, а имеет слабую окраску.

Охлажденный сироп перекачивается на фильтрацию при помощи патронных фильтров, где очищается от взвешенных частиц и накипи.

Готовый глюкозно-фруктозный сироп перекачивается в сборники, откуда могут разливаться в потребительскую тару либо отгружаться цистернами.

В результате такого способа получения ГФС у завода снижаются затраты на производство белого сахара, а также появляется дополнительный продукт. Себестоимость производства ГФС меньше, чем если бы его производить на предприятиях по получению другой готовой продукции из белого сахара.

Литература

1. https://mksegment.ru/c/glyukozno-fruktoznyj-sirop-naznachenie-i-primenenie (дата обращения 28.10.2025);

2. https://delai.ex-u.ru/articles/glyukozno-fruktoznyy-sirop-dlya-chego.html (дата обращения 29.10.2025);

3. СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИНВЕРТНОГО СИРОПА ДЛЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ Аксёнова Л.М., Духу Т.А., Савенкова Т.В., Талейсник М.А., Щербакова Н.А., Солдатова Е.А., Герасимов Т.В., Остапенкова Н.А., Панфилов В.А., Никольский К.Н., Подхомутов Н.В., Винке А.Л. Патент на изобретение RU 2447157 C1, 10.04.2012. Заявка № 2010143971/13 от 28.10.2010;

4. https://poznayka.org/s64369t2.html (дата обращения 28.10.2025);

5. https://med.ogorodguru.ru/razlozhenie-sahara-na-glyukozu-i-fruktozu/ (дата обращения 30.10.2025).

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОВАРНЫХ И ПОМОЛЬНЫХ ПАРТИЙ НА ПРИМЕЛЬНИЧНОМ ЭЛЕВАТОРЕ

Замятин М.Д., студент магистрант, Дорошенко А.А., студент магистрант, Афанасьев М.В., студент магистрант, Данилов А.С., ст. преподаватель, Данилова А.Н. аспирант, Мацакова Н.В., кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

e-mail: zamyatin.maxim2003@gmail.com, Mnv2408@gmail.com

Аннотация

В статье производится анализ проблем современных элеваторов и предлагаются инновационные технологические решения с целью формирования помольных партий зерна необходимого качества на примельничном элеваторе.

Проблема: Традиционные схемы работы элеваторов при взаимодействии с мельницами характеризуются недостаточной гибкостью и не обеспечивают стабильность качества зерновых партий, что негативно сказывается на эффективности мукомольного производства. Разработана технология интеллектуального управления зерновыми потоками, обеспечивающая формирование партий с заданными качественными характеристиками. Внедрение предлагаемой технологии позволяет значительно повысить стабильность и качество производимой муки, сократить потери зерна и увеличить пропускную способность элеваторно-мельничного комплекса.

Аграрно-промышленный комплекс России предъявляет все более высокие требования к эффективности переработки и хранения зерна. Ключевым звеном в этой цепочке выступают элеваторы, обеспечивающие сохранность качества зерна и его подготовку к помолу [1]. Исторически элеваторная промышленность развивалась в направлении увеличения вместимости и совершенствования технического оснащения, однако вопросы целенаправленного формирования партий зерна с заданными свойствами оставались недостаточно проработанными [2].

Традиционные подходы к формированию партий часто сводятся к простому объединению зерна по формальным классам, что не учитывает всей совокупности факторов, влияющих на конечное качество муки [3]. Это обуславливает актуальность разработки инновационных решений в области формирования товарных и помольных партий, основанных на принципах глубокой идентификации и управляемого смешивания.

Исследование заключается в том, что внедрение системы интеллектуального управления качеством зерна на всех этапах – от приемки до отгрузки на помол – позволит обеспечить формирование высокооднородных партий и принципиально повысить эффективность мукомольного производства.

Товарная партия определяется как однородная по качеству масса зерна, предназначенная для реализации или отгрузки на определенные цели (производство хлеба, крупы, макаронных изделий). Процесс формирования включает: предварительную оценку качества: отбор проб и лабораторный анализ по ключевым показателям, определяющим безопасность, сохранность и дальнейшее использование зерна [4]. Идентификацию и размещение: зерно с разными исходными характеристиками размещается раздельно с обязательной маркировкой. Группировку по целевым показателям: объединение партий зерна в товарные партии осуществляется по критериям, регламентированным стандартами, таким как класс, тип, влажность, содержание примесей [5].

Цель формирования помольных партий – обеспечение стабильности технологического процесса переработки и получение муки с заданными хлебопекарными свойствами. Алгоритм формирования включает: анализ компонентного состава: оценка имеющихся партий зерна по типам, подтипам, районам произрастания, качеству клейковины, зольности. Смешивание

(компаундирование): проведение пробных лабораторных помолов смесей с различными соотношениями компонентов для оценки хлебопекарных свойств. Формирование конечной смеси: создание однородной помольной партии с заданными параметрами.

В Таблице 1 представлен пример сформированной помольной партии с указанием целевых показателей качества муки.

Т а б л и ц а 1 - Пример сформированной помольной партии зерна и целевые показатели муки

Исходное качество зерна	Целевые параметры муки	Назначение муки
Зерно 5-го класса, содержание клейковины 16-17%	Сила муки (W): 90-130 (очень слабая), содержание клейковины 20-21%	Вафли, бисквит
Зерно 4-го класса, содержание клейковины 18-21%	Сила муки (W): 130-180 (слабая), содержание клейковины 22-24%	Крекеры, маффины, пряники
Зерно 3-го класса, содержание клейковины 22-23%	Сила муки (W): 170-200 (средняя), содержание клейковины 25-27%	Хлеб, кексы, слоеные изделия

Разработанная технология формирования партий базируется на принципах глубокой идентификации и управляемого смешивания партий зерна, что является развитием идей, изложенных в работах [1, 3]. В отличие от традиционных подходов, где формирование партий часто сводится к простому объединению зерна по формальным классам, предлагаемая технология предполагает активное управление качеством на основе предварительного анализа и пробных помолов.

Проведенный анализ показывает, что ключевым преимуществом предлагаемой технологии является создание замкнутой системы управления качеством, где элеватор выполняет не просто функцию хранения, а становится активным участником технологической цепи мукомольного производства. Это согласуется с современными тенденциями в агропромышленном комплексе, где все большее значение приобретают сквозные технологии контроля качества от поля до прилавка.

Сравнительный анализ с традиционными методами выявил следующие принципиальные отличия:

1. Проактивность: вместо реактивного подхода (реагирование на несоответствия) применяется проактивный, основанный на прогнозировании свойств конечной продукции.
2. Индивидуализация: технология позволяет формировать партии под конкретные требования производителей муки, что особенно актуально в условиях специализации хлебопекарного производства.
3. Оптимизация ресурсов: целенаправленное использование зерна разных классов качества позволяет максимизировать экономический эффект от переработки.

Важным аспектом является масштабируемость предлагаемых решений. Технология может быть адаптирована как для крупных элеваторно-мельничных комплексов, так и для предприятий среднего размера. При этом уровень автоматизации процессов может варьироваться в зависимости от экономической целесообразности.

Следует отметить потенциальные барьеры при внедрении технологии:

1. Необходимость модернизации лабораторной базы для оперативного контроля качества;
2. Требования к квалификации персонала;
3. Первоначальные инвестиции в систему управления данными о качестве зерна.

Ограничения исследования включают его теоретический характер. Выводы сделаны на основе анализа литературных данных и моделирования, а не данных промышленной эксплуатации. Для верификации результатов необходимы натурные испытания на действующем элеваторно-

мельничном комплексе. Кроме того, исследование не учитывало региональные особенности производства зерна, которые могут влиять на вариабельность его качества.

Проведенное исследование позволяет подтвердить первоначальную гипотезу о том, что внедрение системы интеллектуального управления качеством зерна позволяет обеспечить формирование высокооднородных партий и принципиально повысить эффективность мукомольного производства. Разработана и научно обоснована инновационная технология формирования товарных и помольных партий зерна, основанная на принципах глубокой идентификации и управляемого смешивания.

Ключевые результаты внедрения технологии включают:

1. Достижение принципиально нового уровня стабильности мукомольного производства за счет обеспечения высокой однородности помольных партий.
2. Снижение операционных затрат на 15-20% благодаря минимизации потерь при переналадке оборудования и сокращению случаев пересортицы.
3. Повышение конкурентоспособности продукции за счет возможности гарантированного обеспечения стабильных показателей качества муки.
4. Оптимизацию использования складских емкостей и оборудования через внедрение системы интеллектуального управления зерновыми потоками.
5. Создание основы для цифровой трансформации элеваторного хозяйства с возможностью прогнозирования качества конечной продукции.

Практическая значимость работы заключается в том, что предлагаемые решения позволяют трансформировать традиционный элеватор из пассивного хранилища в активный технологический узел, определяющий стабильность и эффективность последующего передела. Внедрение технологии особенно актуально в условиях импортозамещения и роста требований к качеству отечественной мукомольной продукции.

Перспективные направления для будущих исследований:

1. Разработка алгоритмов оптимизации для автоматизированного управления процессом формирования партий с использованием методов искусственного интеллекта.
2. Исследование влияния микробиологических и биохимических показателей зерна на стабильность хранения и качество формируемых партий.
3. Адаптация технологии для формирования партий других культур (рожь, ячмень, зернобобовые) с учетом их специфических характеристик.
4. Разработка интеграционных решений для создания единого информационного пространства "поле-элеватор-мельница".
5. Исследование экономической эффективности внедрения технологии на предприятиях различной мощности и специализации.

Дальнейшее развитие работы видится в апробации предлагаемой технологии на производственных площадках и разработке типовых регламентов для ее внедрения в практику элеваторных предприятий.

Литература

1. Бальхин, М. Г., Бутковский, В. А., Ильина, О. А., и др. (2020). «Зерно, мука и хлеб России. Производство – хранение – переработка – рынок». РОСБИОТЕХ.

2. Вобликов, Е. М. (2022). «Технология элеваторной промышленности». Лань.

3. Алифанова, В. В., Васильева, А. Э., Дубровский, А. А., & Шарапова, Н. А. (2024). «Технология хранения и переработки зерна. Технология мукомольного производства». БелГАУ им. В.Я. Горина.

4. ГОСТ 13586.3-2015. (2015). «Зерно. Правила приемки и методы отбора проб». Стандартинформ.

5. ГОСТ 9353-2016. (2016). «Пшеница. Технические условия». Стандартинформ.
6. ВНТП 05-88. (1988). «Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов. Минхлебопродукт СССР.»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕЦИТИНА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Поликарпова Ю.И., Клименко С.И., Вершинина О.Л., Мацакова Н.В.

ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

e-mail: mrs.polikarpova@vk.com

Аннотация

В данной статье рассмотрена возможность использования лецитина. Исследованы источники получения лецитина, функциональные свойства и механизмы действия в пищевых системах, изучены области применения лецитина в различных секторах пищевой промышленности, а также вопросы безопасности и регламентации. Рассмотрены современные тенденции и перспективы развития рынка лецитина как сырьевого компонента в пищевой промышленности.

Лецитин – это собирательное название для сложной смеси липидов, преимущественно фосфолипидов, широко распространенных в природе и играющих важную роль в клеточных мембранах живых организмов, как животных, так и растений. В пищевой промышленности лецитин применяется в первую очередь как эмульгатор, стабилизатор, антиоксидант и модификатор текстуры, а также улучшитель реологических свойств. Его универсальность и многофункциональность обусловлены его амфифильной природой – способностью притягивать как водные, так и жировые компоненты [1].

Все более широкое использование лецитина в пищевых продуктах обусловлено не только его технологическими преимуществами, но и растущим спросом потребителей на натуральные и "чистые" продукты. В отличие от многих синтетических добавок, лецитин получают из природных источников, что делает его привлекательным для производителей, стремящихся соответствовать современным трендам в пищевой индустрии [2].

Лецитин представляет собой не однородное вещество, а сложную смесь различных липидов, в состав которой входят фосфолипиды, гликолипиды, триглицериды, жирные кислоты, углеводы и небольшое количество других веществ. Соотношение компонентов в лецитине может значительно варьироваться в зависимости от источника и способа его получения, что, в свою очередь, влияет на его функциональные свойства.

Основными компонентами лецитина, определяющими его эмульгирующие свойства, являются фосфолипиды, в частности:

– Фосфатидилхолин (PC): является ключевым компонентом лецитина и обладает выраженными амфифильными свойствами. Молекула PC состоит из гидрофильной фосфатной группы, связанной с холином, и двух гидрофобных жирнокислотных остатков.

– Фосфатидилэтаноламин (PE): похож по структуре на PC, но вместо холина содержит этаноламин. Обладает меньшей гидрофильностью, чем PC, и играет важную роль в стабилизации эмульсий и формировании липосом.

– Фосфатидилинозитол (PI): содержит инозитол в качестве гидрофильной группы. PI участвует в сигнальных путях клеток и может влиять на вязкость и стабильность эмульсий.

– Фосфатидная кислота (PA): является предшественником других фосфолипидов и может присутствовать в лецитине в небольших количествах.

Кроме фосфолипидов, в составе лецитина могут присутствовать глисolipids (например, галактолипиды), триглицериды, жирные кислоты (в свободной или связанной форме) и углеводы. Содержание и соотношение этих компонентов также влияют на технологические свойства лецитина [3].

Основными источниками лецитина для пищевой промышленности являются:

– Соя: соевый лецитин является наиболее распространенным и коммерчески доступным источником. Он извлекается из соевого масла на этапах дегуммирования и рафинации. Процесс получения соевого лецитина относительно прост и экономически выгоден.

– Подсолнечник: подсолнечный лецитин приобретает все большую популярность, особенно в связи с растущей озабоченностью аллергенностью сои. Он также извлекается из подсолнечного масла в процессе его переработки. Характеризуется более светлым цветом и менее выраженным запахом по сравнению с соевым лецитином.

– Яичный желток: яичный лецитин является традиционным, но более дорогим источником лецитина. Ранее широко использовался в пищевой промышленности, но в настоящее время его применение ограничено из-за высокой цены и риска аллергических реакций.

– Рапс: рапсовый лецитин является еще одним растительным источником лецитина, но его доля на рынке значительно меньше, чем у соевого и подсолнечного лецитина.

– Микробные источники: ведутся исследования по получению лецитина из микроорганизмов, таких как дрожжи и бактерии. Этот подход может быть перспективным в будущем, особенно для производства лецитина с заданным составом и свойствами[4].

Процесс получения лецитина, как правило, включает экстракцию липидов из исходного материала (например, соевых бобов или семян подсолнечника) с использованием органических растворителей, последующую очистку и отделение лецитина от других липидов и примесей. Важным этапом является дезодорация, направленная на удаление нежелательных запахов и вкусов.

Лецитин проявляет широкий спектр функциональных свойств в пищевых продуктах, которые обусловлены его уникальной амфифильной структурой. Механизмы действия лецитина основаны на его способности взаимодействовать одновременно с водными и жировыми фазами, снижать поверхностное натяжение и стабилизировать дисперсные системы.

Лецитин является эффективным эмульгатором, поскольку он способен снижать поверхностное натяжение между маслом и водой, образуя стабильные эмульсии. Молекулы лецитина располагаются на границе раздела фаз, ориентируя свои гидрофобные части к маслу, а гидрофильные – к воде, что препятствует расслоению эмульсии. Лецитин стабилизирует эмульсии, суспензии и пены, предотвращая агломерацию частиц и выпадение осадка. Он образует защитный слой вокруг дисперсных частиц, препятствуя их контакту и слипанию.

Также лецитин может изменять вязкость и текучесть пищевых продуктов. В некоторых случаях он может увеличивать вязкость, а в других – наоборот, снижать ее. Влияние лецитина на реологические свойства зависит от его концентрации, состава и взаимодействия с другими компонентами продукта.

Лецитин улучшает текстуру и органолептические свойства пищевых продуктов. Он может делать продукты более мягкими, кремообразными, гладкими и приятными на вкус, а также лецитин используется для предотвращения прилипания теста к формам и противням в хлебопекарной промышленности. Важно отметить, что лецитин может способствовать разрыхлению теста и увеличению объема готовых изделий.

Некоторые типы лецитина проявляют антиокислительные свойства, защищая жиры от окисления и продлевая срок годности продуктов. Механизм антиокислительного действия лецитина связан с его способностью связывать ионы металлов, катализирующих окисление, и нейтрализовать свободные радикалы.

Благодаря своим многофункциональным свойствам, лецитин находит широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности:

1. Кондитерская промышленность: лецитин является незаменимым ингредиентом в

производстве шоколада и шоколадных изделий. Он снижает вязкость шоколадной массы, улучшает ее текучесть, облегчает формование и предотвращает поседение шоколада (образование белого налета на поверхности). Лецитин также используется в производстве карамели, пралине, печенья и других кондитерских изделий для улучшения текстуры, эмульгирования жиров и увеличения срока годности.

2. Хлебопекарная промышленность: лецитин добавляют в тесто для улучшения его реологических свойств, увеличения объема хлеба, улучшения структуры мякиша, предотвращения прилипания теста к оборудованию и формам, а также для продления свежести хлебобулочных изделий.

3. Маргариновая и масложировая промышленность: лецитин используется в качестве эмульгатора и стабилизатора в маргарине, спредах, растительных маслах и других масложировых продуктах. Он обеспечивает стабильность эмульсии воды в масле, улучшает текстуру и предотвращает расслоение.

4. Производство майонеза и соусов: лецитин является ключевым эмульгатором в майонезе, обеспечивающим стабильную эмульсию масла и воды. Он также используется в различных соусах и заправках для улучшения текстуры, консистенции и предотвращения расслоения.

5. Производство молочных продуктов: лецитин добавляют в мороженое для уменьшения размера кристаллов льда, улучшения текстуры и стабильности, предотвращения усадки и улучшения взбиваемости. Он также может использоваться в производстве йогуртов, десертов и других молочных продуктов для улучшения консистенции и предотвращения синерезиса (отделения сыворотки).

6. Производство напитков: лецитин используется в производстве различных напитков, включая соевое молоко, растительные напитки, шоколадные напитки и спортивные напитки, для стабилизации дисперсий, улучшения текстуры и предотвращения выпадения осадка.

7. Производство полуфабрикатов и сухих смесей: лецитин улучшает смачиваемость и растворимость сухих смесей, таких как сухие супы, соусы, каши и десерты, облегчая их приготовление и предотвращая образование комков.

8. Производство мясных и рыбных продуктов: лецитин может использоваться в производстве мясных и рыбных продуктов для улучшения текстуры, удержания влаги и улучшения выхода готового продукта.

Лецитин считается безопасным для употребления в пищу и имеет статус GRAS (Generally Recognized As Safe) в большинстве стран мира, включая США и страны Европейского союза. Это означает, что он признан безопасным для использования в пищевых продуктах при соблюдении надлежащих производственных практик.

В большинстве стран мира не существует ограничений на максимальное содержание лецитина в пищевых продуктах. Однако, в некоторых странах, особенно в отношении соевого лецитина, существуют требования к маркировке продуктов, содержащих лецитин, из-за потенциальной аллергенности сои. Для потребителей с аллергией на сою важно внимательно читать состав продуктов и избегать продуктов, содержащих соевый лецитин.

Важным аспектом безопасности лецитина является контроль его качества и чистоты. Производители должны обеспечивать отсутствие в лецитине вредных примесей, таких как остаточные растворители, тяжелые металлы и пестициды. Строгий контроль качества на всех этапах производства – от выбора сырья до упаковки готового продукта – является обязательным.

Мировой рынок лецитина демонстрирует устойчивый рост, обусловленный растущим спросом на натуральные и функциональные ингредиенты в пищевой промышленности. Растущая популярность лецитина связана с несколькими ключевыми факторами:

1. Увеличение спроса на "чистые" продукты: потребители все больше предпочитают продукты, содержащие натуральные ингредиенты и не содержащие искусственных добавок.

2. Развитие пищевой промышленности в развивающихся странах: рост пищевой промышленности в развивающихся странах способствует увеличению спроса на лецитин.

3. Инновационные применения лецитина: постоянные исследования и разработки расширяют области применения лецитина в пищевой промышленности, а также в других отраслях, таких как

косметика, фармацевтика и корма для животных.

4. Развитие альтернативных источников лецитина: растущая озабоченность по поводу аллергенности сои стимулирует разработки и коммерциализацию альтернативных источников лецитина, таких как подсолнечный, рапсовый и микробный лецитин[5].

Перспективными направлениями развития рынка лецитина являются:

1. Разработка лецитинов с улучшенными функциональными свойствами: исследования направлены на создание лецитинов с повышенной эмульгирующей способностью, улучшенной стабильностью, антиокислительными свойствами и другими полезными свойствами.

2. Использование лецитина в микрокапсулировании: лецитин используется для микрокапсулирования различных биологически активных веществ, таких как витамины, пробиотики и ароматизаторы, для защиты их от разрушения и улучшения их высвобождения в организме.

3. Получение лецитина из новых источников: продолжаются исследования по получению лецитина из новых источников, таких как водоросли, насекомые и побочные продукты пищевой промышленности.

4. Разработка экологически чистых технологий производства лецитина: совершенствование технологий экстракции и очистки лецитина с использованием экологически безопасных растворителей и методов является важной задачей.

В заключение статьи можно отметить, что лецитин является универсальным и ценным ингредиентом в пищевой промышленности, обладающим широким спектром функциональных свойств. Его использование позволяет улучшить качество, текстуру, стабильность и срок годности пищевых продуктов. Растущий спрос на натуральные и "чистые" продукты, а также постоянные инновации в области пищевых технологий будут способствовать дальнейшему расширению применения лецитина в пищевой промышленности в будущем. Важным аспектом является обеспечение безопасности, качества и устойчивости производства лецитина для обеспечения его долгосрочного использования и удовлетворения потребностей потребителей. Развитие альтернативных и экологически чистых источников и технологий производства лецитина также будет способствовать устойчивому развитию этого рынка.

Литература

1. Локтев Д.Б., Зонова Л.Н. Продукты функционального назначения и их роль в питании человека // Общественное здоровье и организация здравоохранения, экология и гигиена человека. Вятский медицинский вестник. 2010. с. 48-53.
2. Тхайшаова А.Б. Формирование и оценка потребительских свойств пищевых продуктов функционального назначения с использованием композиционных смесей // Материалы VI Всероссийской научнопрактической конференции (с международным участием). 2016, стр. 97-100
3. Вольнова, Е. Р. Различные способы получения лецитина из продуктов растительного и животного сырья / Е. Р. Вольнова, А. С. Козырева, А. Е. Ляшенко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 17 (359). — С. 28-32.
4. Сагдуллаевна М.Е., Давронбекова Д.Ж., Таджиева Ш.А. Источники и способы получения лецитина // Журнал «Research Focus», №2, 2023, стр. 16-21
5. Жаркова И.М., Рудаков О.Б., Полянский К.К., Росляков Ю.Ф., Лецитины в технологиях продуктов питания: монография. Воронеж, 2015. 257 с.

УПРАВЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТЬЮ ХРАНЕНИЯ КОНДИТЕРСКОЙ ГЛАЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Вербицкая З.А., кандидат технических наук, Баранов М.И., магистрант, Клименко Н.А., магистрант

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, e-mail: zinaida_27@bk.ru

Аннотация

В данной статье описывается выбор оптимального ввода антиоксидантной добавки к жировому ингредиенту на основе фракционированного пальмового масла в качестве источника окислительной стабильности готовой продукции (глазированных кондитерских изделий и кондитерских глазурей) при хранении.

В продолжение исследований окислительной стабильности новых жировых ингредиентов проведены дополнительные исследования по изучению необходимости добавления специализированных добавок, влияющих положительно на окислительную стабильность готовой продукции.

Витамин Е является незаменимым и необходимым для здоровья веществом: проявляет антиоксидантную активность, способствует антивозрастному эффекту и омоложению организма, способствует предотвращению атеросклероза, а также может усиливать иммунные функции организма [1-2]. Витамин Е не может вырабатываться организмом человека и поэтому может быть получен только из пищевых источников. Пальмовое масло богато витамином Е по сравнению с другими растительными маслами и содержит его на уровне более 1172 частей на миллион. Это больше, чем содержание витамина Е в соевом масле (958 частей на миллион), подсолнечном масле (546 частей на миллион), кукурузном масле (782 частей на миллион). Защита от окисления у пальмового масла обеспечивается наличием смеси природных антиоксидантов: токотриенола и токоферола [3-4].

Пальмовое масло, состоящее главным образом из триглицеридов пальмитиновой и олеиновой кислоты, при комнатной температуре имеет полутвердую консистенцию. Сырое пальмовое масло имеет глубоко оранжево-красный цвет, в основном за счет высокого содержания каротина — 500-700 мг/кг, состоящего на 90% из альфа- и бета-каротина. Интенсивность темно-красного цвета может быть снижена путем теплового отбеливания до низкого уровня, при котором каротин не окисляется и стабилизируется, при нарушении условий обработки в сыром пальмовом масле может появиться коричневый цвет, который очень трудно удаляется. Красное пальмовое масло, обработанное низкотемпературной дистилляцией для сохранения каротина, продается как масло, полезное для здоровья, и используется как натуральный пигмент для маргарина и шортенинга [5-6].

Сбалансированный жирнокислотный состав (примерно равное содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот с преобладанием незаменимых олеиновой (С18: 1), линолевой (С18: 2) и линоленовой (С18: 3)) и высокое содержание витаминов А и Е позволяют использовать пальмовое масло и его фракции в кондитерских изделиях, особенно в кондитерской глазури, не только как структурообразователь, но также как стабилизатор профиля окисления продукта [7].

Сырое пальмовое масло имеет характерный «ореховый» или «фруктовый» вкус, легко удаляющиеся при обработке паром. Было обнаружено, что для пальмового масла физическая рафинация намного лучше, чем щелочная. В некоторой степени защита от окисления обеспечивается присутствием смеси природных антиокислителей: токотриенолов, на которые приходится 73% антиокислительной активности, и токоферолов (27%) при их суммарном содержании 600-1000 мг/кг. При физической рафинации содержание этих антиоксидантов понижается примерно наполовину. При окислении обработанного пальмового масла обычно образуется тонкий, своеобразный фиалковый аромат. На окислительную устойчивость пальмового масла влияет присутствие больших количеств бета-каротина, который действует как ускоритель окисления даже в присутствии токоферола и токотриенола, поэтому при хранении лучшие показатели наблюдаются у

полностью рафинированного и отбельного пальмового масла, а не сырого. Следовательно, необходимо четко понимать уровень антиоксидантной защиты, который может гарантировать масло, прошедшее стадию рафинирования [8-9].

Результаты ранее проведенного эксперимента показали, что жировой ингредиент «НА-2-15» на основе фракционированного пальмового масла, содержащий 34,1% POP, 16,0 % POS и 34,2% SOS, не проявляет эвтектики при смешивании с маслом какао, и с вводом 1,5% эмульгатора сорбитан стеарат обладает оптимальными реологическими характеристиками для применения в производстве кондитерских глазурей на его основе.

Для оценки стойкости к окислению «НА-2-15» с добавлением и без добавления в него специализированных антиокислительных добавок на основе пальмового масла, было определено время индукции ускоренным методом, а также проведена оценка окисления образцов в условиях стандартного хранения. Содержание антиокислителя варьировалось от 0% до 0,5% ввода.

Измерения времени индукции ускоренным методом (высокая температура и повышение содержания кислорода) были определены с помощью анализатора "Ransimat 743" (результаты приведены на рисунке).

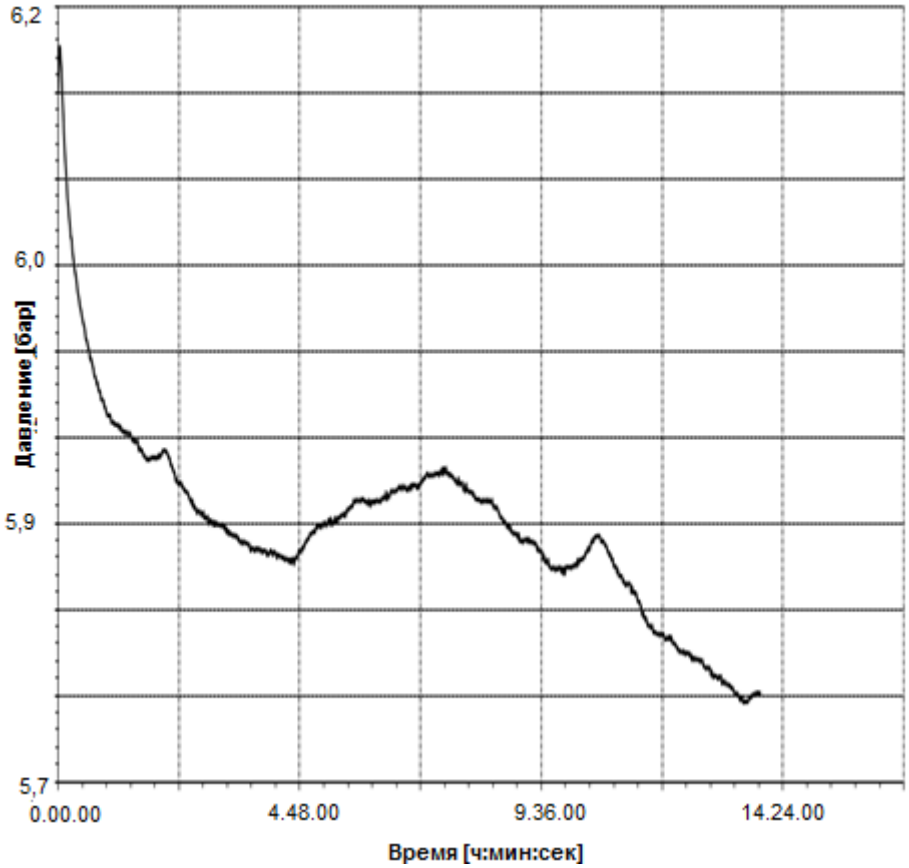


Рисунок – Индукционный период для «НА-2-15» с вводом 1,5% антиоксиданта

Индекс окислительной стабильности (Oil Stability Index) - применяемый Американским обществом химиков масложировой промышленности (American Oil Chemists Society (AOCS) метод, который определяет относительную устойчивость жира или масла к окислению. Данный метод пришел на смену устаревшему МАК (Метод активного кислорода или Active Oxygen Method (AOM), последний был более трудоемким, требовал применение хлор-содержащих растворителей и не давал необходимую воспроизводимость межлабораторных результатов. В ходе исследования (OSI) наблюдаемая скорость окисления остается низкой до определенного момента, этот период называется индукционным периодом окисления. После индукции скорость окисления начинает стремительно увеличиваться. Данный метод, в отличие от перекисного и кислотного чисел, позволяет предсказать срок хранения растительных масел и их склонность к окислительной порче. Чем выше OSI, тем дольше растительное масло сохраняет свое качество и тем менее оно подвержено окислительной порче.

После месяца хранения кондитерской глазури стандартным способом (температура хранения 18°С±2°С) была проведена сравнительная оценка органолептических характеристик методом дегустационной оценки по 10-ти бальной шкале. А также определены показатели окислительной стабильности жировой фазы: кислотное, перекисное, анизидиновое числа. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Результаты анализа показателей качества в процессе хранения

Наименование продукции	Показатели окислительной стабильности				Органолептические показатели			
	Перекисное число, ммоль О2/кг	Кислотное число, мг КОН/кг	Анизидиновое число	Общая дегустационная оценка	Вкус	Аромат	Твердость	Плавление
«НА-2-15» без антиоксиданта	2,3	0,25	2,50	7,0	7,5	7,0	6,4	6,7
«НА-2-15» с 0,1% антиоксиданта	1,8	0,20	1,56	7,5	7,6	7,1	6,3	6,7
«НА-2-15» с 0,25% антиоксиданта	1,2	0,15	1,38	8,1	7,8	7,3	6,3	6,6
«НА-2-15» с 0,5% антиоксиданта	1,0	0,12	1,04	8,5	8,5	7,8	6,5	6,8

В результате сравнительного анализа можно сделать вывод, что в ходе полного цикла хранения антиоксидантная стабильность образца с максимальным вводом антиоксиданта выше.

Таким образом, рекомендован ввод антиоксиданта в количестве 0,5% к массовой доле жирового ингредиента «НА-2-15» и дальнейшее изучение поведения жирового ингредиента в готовой глазированной продукции (миграция жировой фазы, поседение, влияние на органолептические свойства в процессе хранения).

Литература

1. Юркова, А. А. Витамин е: состав, свойства, биологическая роль / А. А. Юркова // Modern Science. – 2020. – № 11-2. – С. 16-20.

2.Черевач, Е. И. Оценка антиоксидантной активности композиций из растительного сырья Дальнего Востока / Е. И. Черевач, Л. А. Теньковская // Наука и современность. – 2013. – № 24. – С. 228-231.

3.Жиры в пищевой промышленности/ Канеш К. Раджа (ред.-сост.) – Перев. С англ. Под науч.ред. д-ра техн. Наук… - СПб.: ИД «Профессия», 2016. – 464 с.

4.Королев И.С. На чем работать кондитерам будущего? / И.С. Королев // Масла и жиры. 2021. №03-04. С.10-11.

5.Предыбайло А.В. Улучшители масла какао, перспективы применения / А.В. Предыбайло // Масла и жиры. 2022. №7-8. С.17-19

6.Расширение сырьевой базы для производства функциональных кондитерских изделий / Романова Н.Н., Кочетов В.К., Агеева Н.В. // Кондитерское и хлебопекарное производство, 2019.№11-12 (184). С. 30-33.

7. Современное состояние и тенденции развития в производстве кондитерских изделий функционального назначения /Романова Н.Н., Кочетов В.К., Агеева Н.В. // В сборнике: Кондитерские изделия XXI века. Материалы докладов XII Международной конференции. 2019. С. 21-24.

8.Баранова, Е. И. Сохранение качества кондитерских глазурей в процессе хранения / Е. И. Баранова, Н. И. Власова // Актуальные и инновационные технологии переработки агропищевого сырья и водных биологических ресурсов : Сборник материалов Материалы международной научно-практической конференции, Краснодар, 19 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2023. – С. 187-190.

9. Шумкова, К. А. Способы продления сроков годности кондитерских изделий / К. А. Шумкова, Е. И. Баранова // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : Сборник научных статей и докладов X Международной научно-технической конференции, Воронеж, 01–02 июля 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2022. – С. 112-116.

АЛЬТ-МУКА: КАК НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЗЛАКИ И БОБОВЫЕ ЗАВОЕВЫВАЮТ РЫНОК ЗОЖ-ПРОДУКТОВ

Мироненко Г.А., студент магистрант, Чмыхало В.К Афанасьев М.В., Викторов Г.О студент магистрант, Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

gora.mironenko@gmail.com

Аннотация

В статье приведены способы проведения результаты анализа и исследований альтернативной муки (альт-муки). Приводилось исследование предлагаемого сырья на рынке ЗОЖ-продуктов. Были выявлены категории уникальных видов сырья (псевдозлаковые, древние злаки, бобовые, орехи и семена масличных культур) и выявлены преимущества данных пищевых продуктов.

Современным вектором развития рынка зож-продуктов является переосмысление базового сырьевого компонента (ресурса).

Мука долгое время ассоциировалась в первую очередь с пшеницей. Однако в последние годы пищевая промышленность переживает "альтернативную революцию", где традиционное пшеничное зерно уступает место целой палитре нетрадиционных злаков, псевдозлаков и бобовых. Эти новые виды муки, объединенные понятием альт-мука или альтернативная мука, активно завоевывают рынок продуктов здорового образа жизни (ЗОЖ), предлагая потребителям не только безглютеновые решения, но и уникальные профили питательных веществ.

1. Драйверы спроса: почему альт-мука стала популярной?

Рост популярности альтернативной муки обусловлен несколькими ключевыми факторами:

1) распространение целиакии и чувствительности к глютену: потребители, исключающие глютен по медицинским показаниям или личным убеждениям, ищут функциональные заменители пшеничной муки (рисовая, кукурузная, гречневая);

2) Спрос на высокобелковые продукты: Для веганов, вегетарианцев и спортсменов мука из бобовых (гороховая, чечевичная) и киноа является эффективным способом увеличить содержание белка в рационе.

3) Интерес к "древним" злакам: Потребители ищут продукты с богатой историей и меньшей степенью селекционной обработки (спельта, тефф, амарант), которые часто обладают более высоким содержанием микроэлементов.

4) Функциональность в производстве: Производители используют альт-муку для улучшения текстуры, влагоудерживающей способности и срока годности готовых продуктов.

2. Главные игроки на рынке альт-муки

Рынок альтернативной муки можно условно разделить на несколько категорий, каждая из которых предлагает свои уникальные преимущества которые представляются в таблице ниже:

Таблица – Категории уникальных видов сырья

Виды сырья	Примеры альт-муки	Ключевые преимущества	Применение в производстве
Псевдозлаки	Гречневая, киноа, амарантовая	Безглютеновые, высокое содержание белка, богаты антиоксидантами и клетчаткой	Хлебцы, сухие завтраки, загустители в соусах
Древние злаки	Спельта, камут (хорасан), тефф	Высокое содержание клетчатки, легко усваиваются, низкий гликемический индекс	Ремесленный хлеб, макаронные изделия премиум-класса
Бобовые	Гороховая, чечевичная, нутовая, соевая	Очень высокое содержание растительного белка, низкая стоимость, хорошая функциональность	Мясозаменители (котлеты, колбасы), протеиновые батончики
Орехи и семена масличных культур	Миндальная, кокосовая, льняная	Безглютеновые, низкоуглеводные (кето/палео), богаты полезными жирами	Кондитерские изделия, выпечка без дрожжей, диетические смеси

3. Производственные вызовы для переработчиков

Переход от традиционной пшеничной муки к альтернативному сырью ставит перед производителями ряд серьезных задач:

1) отсутствие клейковины (глютена): для безглютеновой муки (например, рисовой или амарантовой) отсутствует белковый каркас, необходимый для подъема теста. Производителям приходится использовать гидроколлоиды (ксантановая камедь, гуаровая камедь) или специализированные смеси для компенсации.

2) сложности помола: многие виды сырья, например, бобовые или орехи, имеют более высокое содержание жиров, что требует специализированного оборудования для помола с контролем температуры, чтобы избежать прогоркания и сохранить питательную ценность.

3) Вкус и аромат: Некоторые виды альт-муки (например, гороховая) имеют выраженный "травянистый" или бобовый привкус. Технологи работают над методами бланширования, обжарки или ферментации сырья для нейтрализации нежелательных нот.

4) Устойчивость поставок: в отличие от пшеницы, поставки многих древних и экзотических злаков могут быть менее стабильными, что требует от производственных компаний диверсификации поставщиков и более жесткого контроля качества.

Технология экструзии. Ключ к функциональности альт-муки и круп

Является ли экструзия ключом к функциональности продуктов?

Экструзия — это процесс гидротермической (тепловой и водной) обработки сырья, при котором оно продавливается через формующее отверстие (фильеру) под высоким давлением и при

высокой температуре. Этот процесс занимает всего несколько секунд, но кардинально меняет структуру и свойства растительного сырья.

В пищевой промышленности экструзия является основой для производства сухих завтраков, снеков, инновационных видов макаронных изделий и, что важно для нашей темы, модифицированной функциональной муки и круп.

Как экструзия преобразует альт-муку?

При обработке альт-муки (особенно из бобовых, риса, или амаранта) экструзия выполняет несколько критически важных задач:

1. Денатурация белка и инактивация антипитательных веществ

Сырье, особенно бобовые (соя, горох, нут), содержит антипитательные факторы (например, ингибиторы трипсина, лектины), которые ухудшают усвоение белка и вызывают дискомфорт в ЖКТ.

Экструзия, благодаря сочетанию высокой температуры, влаги и давления эффективно инактивирует эти вещества, делая бобовую и злаковую муку более безопасной и питательной. И в результате улучшается усвояемость белка и снижается необходимость в длительной предварительной обработке (например, замачивании).

2. Клейстеризация крахмала

Большинство видов муки богаты крахмалом. При экструзии происходит его полная клейстеризация. В ходе этого процесса, цепочки крахмала разрушаются, делая его легкодоступным для пищеварительных ферментов.

Перечислим результаты исследований данной работы:

1. Повышается скорость приготовления продукта (например, экструдированную гречневую муку можно просто залить кипятком).

2. Улучшается растворимость муки для использования в напитках и смесях.

3. Мука приобретает отличные связующие и загущающие свойства, что важно для безглютеновой выпечки и детского питания.

Гомогенизация и повышение водосвязывающей способности

Экструзионная обработка создает однородную структуру продукта. Мука приобретает высокую пористость. В результате экструдированная мука может поглощать и удерживать значительно больше воды, чем исходное сырье. Это критически важно для хлебопечения, так как позволяет получить более влажные, мягкие и свежие продукты с увеличенным сроком годности.

Для пищевых производителей, освоение технологий работы с нетрадиционным сырьем открывает огромные возможности для создания инновационных и высокомаржинальных продуктов, которые могут соответствовать самым требовательным запросам рынка ЗОЖ.

Заключение

Альт-мука — это не просто модный тренд, а фундаментальное изменение в подходе к базовым пищевым **сырьевым компонентам**. Она отвечает глобальным вызовам, связанным с питанием, здоровьем и экологией.

В результате посредством проведения аналитических исследований, изучения характеристик альт-муки нам удалось провести исследования рынка ЗОЖ-продуктов, а также выявить определенные достоинства подобного пищевого продукта.

ЗАМОРОЗКА КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Клименко Н.А., магистр, Баранов М.И., магистр, Тарасенко Н.А., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар

e-mail: nika.klimenko467@gmail.com

Аннотация

В статье рассмотрен метод шоковой заморозки как эффективный способ увеличения сроков хранения мучных кондитерских изделий. Приведены основные технологические принципы процесса, его влияния на физико-химические и органолептические показатели продукции, а также преимущества применения шоковой заморозки на предприятиях кондитерской промышленности. Особое внимание уделено сохранению структуры, вкуса и свежести изделий при соблюдении оптимальных режимов замораживания и хранения.

Современные тенденции развития пищевой промышленности направлены на повышение качества и увеличение сроков хранения продукции без искусственных консервантов. Одним из наиболее перспективных методов является шоковая заморозка, позволяющая сохранить свежесть и структуру мучных кондитерских изделий на длительное время.

Шоковое замораживание представляет собой промышленный метод, используемый для долговременного хранения пищевых продуктов, готовых к употреблению. Преимуществом использования низкотемпературного консервирования при условии соблюдения температурных режимов непрерывной холодильной цепочки является длительное сохранение скоропортящегося сырья и продуктов с сохранением вкуса, пищевой и энергетической ценности, т.е. без потери их качества и безопасности [1].

Это процесс быстрого охлаждения продукта до температуры от – 30 °С до – 40 °С в течение короткого промежутка времени – от 15 до 90 минут в зависимости от массы и состава изделия [2]. При таком воздействии влага в продукте превращается в мелкие кристаллы льда, что предотвращает разрушение клеточных структур и сохраняет форму изделия.

Перед замораживанием изделия должны пройти полное или частичное выпекание. Это зависит от дальнейшего способа реализации: полностью выпеченные изделия могут быть готовы к употреблению после размораживания, а полуфабрикаты подвергаются дополнительной термической обработке на месте реализации. Важным этапом является быстрое охлаждение продукции до температуры около + 4 °С перед помещением в морозильную камеру, чтобы минимизировать образование инея и предотвратить деформацию.

При соблюдении технологического режима сохраняются основные показатели качества – вкус, аромат, пористость и влажность. Быстрое замораживание позволяет избежать усушки, изменения цвета и развития микрофлоры. При медленном замораживании, напротив, формируются крупные кристаллы льда, повреждающие структуру теста, что приводит к ухудшению текстуры и снижению объема изделий после размораживания.

Для обеспечения стабильного качества необходимо строго контролировать условия хранения – температура не выше – + 18 °С и относительная влажность не более 80% [3]. Нарушение этих параметров может привести к усушке, поседению поверхности и снижению потребительских свойств.

Главным преимуществом шоковой заморозки является значительное продление сроков хранения без использования консервантов. В обычных условиях хранения при температуре от + 18 °С до + 25 °С мучные кондитерские изделия сохраняют свежесть не более 3 – 7 суток, в то время как при хранении в замороженном состоянии этот срок может достигать 3 – 6 месяцев, а для некоторых видов изделий – до 9 месяцев без потери качества. Такое увеличение срока хранения обусловлено рядом факторов:

- Снижение активности воды – замораживание переводит влагу в твердое состояние, что делает ее недоступной для микробиологических процессов и замедляет биохимические реакции.

- Подавление микрофлоры – низкие температуры препятствуют росту плесеней, дрожжей и бактерий, что обеспечивает микробиологическую стабильность продукта.

- Замедление окислительных процессов – при температуре ниже – 18 °С резко снижается скорость окисления липидов, что сохраняет вкус и аромат изделия.

Шоковая заморозка особенно эффективна при производстве бисквитных тортов, пирожных, кексов и слоеных изделий. Данный метод открывает новые возможности для предприятий малого и среднего бизнеса, позволяя создавать ассортимент свежей продукции с длительным сроком реализации без потери качества.

В промышленности используются следующие основные типы оборудования:

1. Флюидизационные (сквозные) морозильные тоннели. Это оптимальное решение для мелкоштучных или сыпучих изделий таких как эклеры, некоторые виды печенья. Принцип работы основан на создании мощного потока холодного воздуха, который приводит изделия во взвешенное состояние и обеспечивает максимально быстрое и равномерное промораживание.

2. Конвейерные (спиральные) морозильные аппараты. Данный тип оборудования подходит для заморозки широкого ассортимента продукции с разными геометрическими формами и сроками заморозки – от круассанов до бисквитных коржей и готовых тортов. Изделия размещаются на сетчатом конвейре, который движется по спирали внутри камеры, постоянно подвергаясь воздействию встречных потоков холодного воздуха.

3. Шкафы шоковой заморозки. Это наиболее универсальное и доступное решение для средних и малых кондитерских производств, пекарен. Шкафы представляют собой стационарные камеры, куда продукция загружается на стеллажах.

Для поддержания стабильного качества на протяжении всего периода хранения особое значение имеет правильная упаковка. Замороженные кондитерские изделия упаковывают в влагонепроницаемые и термоустойчивые материалы: полипропиленовые пакеты, комбинированные пленки с барьерными свойствами. Такая упаковка предотвращает сублимацию влаги, адсорбцию посторонних запахов и образование инея.

Не менее важен процесс размораживания. Его следует проводить постепенно – при температуре от + 2 °С до + 6 °С в течение 6 – 10 часов. Быстрое размораживание при высоких температурах вызывает потерю влаги, ухудшение текстуры и образование конденсата на поверхности изделия. Оптимальное размораживание позволяет восстановить до 95 – 98 % первоначальных свойств, включая вкус, аромат и пористость.

Шоковая заморозка – одна из наиболее надежных и безопасных способов продления сроков хранения мучных кондитерских изделий. Она обеспечивает сохранность структуры, вкуса и аромата продукции, при этом исключая необходимость применения химических консервантов. Внедрение данной технологии способствует оптимизации производственного процесса, снижению потерь и расширению географии сбыта, что делает ее актуальной и экономически выгодной для современного кондитерского производства.

Литература

1. Особенности и перспективы развития технологии шоковой заморозки хлебобулочных изделий / Е. Н. Олейникова, М. А. Янова, Л. Г. Ермош [и др.] // Хлебопродукты. – 2023. – № 10. – С. 62-67.

2. Технология шоковой заморозки продуктов [Электронный ресурс]. – URL: https://iqfreezing.ru/notes/tekhnologiya-shokovoj-zamorozki-produktov (дата обращения: 10.11.2025).

3. Температурно-влажностный режим на складе [Электронный ресурс]. – URL: https://yolka.io/temperaturnii-rezhim-normi-sklada (дата обращения: 11.11.2025).

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КРУАССАНОВ НА ИХ КАЧЕСТВО

Баранов М.И., магистрант, Клименко Н.А., магистрант, Тарасенко Н.А. кандидат технических наук

ФГБОУ ВО КубГТУ, г.Краснодар

e-mail: mmbrnv@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена исследованию критически важных факторов технологии приготовления, определяющих качество круассанов. Актуальность работы обусловлена сложностью достижения стабильных органолептических и структурно-механических показателей данного вида продукции. В работе систематизированы знания о влиянии на конечный продукт таких параметров, как качество муки и специализированного маргарина для слоения, реологические свойства теста, точное соблюдение температурно-временных режимов на этапах охлаждения, складывания и расстойки. Проанализированы причины возникновения основных дефектов и обоснована синергетическая природа технологического процесса, где нарушение на любом этапе приводит к отклонениям в качестве. Сделан вывод о том, что технология приготовления является строго сбалансированной системой, а её комплексный контроль является необходимое условием для получения круассанов с эталонными характеристиками.

Круассаны, как один из наиболее узнаваемых и популярных видов слоёной дрожжевой выпечки, занимают значительное место в ассортименте хлебопекарных и кондитерских предприятий по всему миру. Их отличительными характеристиками являются нежная, воздушная, хрустящая и многослойная структура с выраженной слоистостью и эластичный мякиш. Однако достижение эталонного качества круассанов представляет собой сложную технологическую задачу. Стабильность органолептических и структурно-механических показателей конечного продукта в значительной степени зависит от многочисленных и взаимосвязанных факторов на всех этапах производства.

В условиях растущей конкуренции на рынке хлебопекарной продукции и повышения требований потребителей к качеству, исследования, направленные на оптимизацию технологии приготовления круассанов, являются особенно актуальными.

Фундаментом для создания такого качественного вида изделий служит правильно подобранная мука. Для данного вида продукции требуется мука с достаточно высоким содержанием белка (клейковины), которая обеспечит тесту необходимую упругость и эластичность. Эти свойства критически важны для удержания образующегося при брожении углекислого газа и паров воды при выпечке, что и приводит к формированию желаемого объёма и открытой, но в то же время эластичной пористости мякиша. Использование слабой муки неизбежно приведёт к расплыванию заготовок и получению плотного, слипшегося мякиша.

Несмотря на кажущуюся простоту рецептуры, технологический процесс приготовления круассанов включает ряд критически важных операций: приготовление и охлаждение теста, слоение с тестовой основой и масляным слоем (маргарином), многократное складывание и раскатывание,

этап брожения и, наконец, выпечка. Каждый из этих этапов вносит существенный вклад в формирование пористости, объёма, текстуры и вкусоароматических свойств изделия.

При этом ключевую роль играет не только температура, но и само качество масляного слоя. Использование специализированного маргарина для слоения (с высоким содержанием жира и определённой пластичностью) является обязательным условием. Его температура плавления и твёрдость должны быть идеально сбалансированы с тестовой основой, чтобы создавать чёткие барьеры между слоями и не впитываться в тесто.

Отличным подтверждением критической важности выбора жира являются исследования, посвященные конкретно этой проблеме. Так, в работе Сазоновой А.В., Ларькиной А.В. и Яновой М.А. [1] было проведено сравнительное исследование влияния различных видов маргарина на качество зернового круассана. Авторы экспериментально доказали, что специализированный маргарин для слоения обеспечивает наилучшие результаты по ключевым органолептическим и физико-химическим показателям: готовое изделие имеет правильную форму, эластичный мякиш без следов непромеса и оптимальную влажность. В то же время, использование твердого и мягкого маргарина, не предназначенного для слоения, приводило к таким дефектам, как залипание мякиша, его повышенная крошливость и наличие локальных скоплений жира, что визуально свидетельствует о нарушении целостности слоев при формовании и выпечке. Эти данные наглядно демонстрируют, что применение специализированного сырья является не рекомендацией, а обязательным условием для достижения эталонного качества круассанов.

Классическая технология также подразумевает создание определённого количества слоёв, часто это 27 или 55, достигаемых путём многократного складывания, например, «три в три». Нарушение этой последовательности или чрезмерное раскатывание, истончающее слои, приводит к их слипанию и потере текстуры. Кроме того, между этапами раскатки тесту необходимо давать отдых в холодильнике. Это не просто пауза, а технологическая необходимость: охлаждение предотвращает непластичную упругую деформацию теста, снижает риск разрыва масляного слоя и позволяет клейковине «расслабиться», что в итоге облегчает формование и способствует лучшему подъему.

Критически важно учитывать реологические свойства на этапе замеса. Как показано в исследованиях, реологические свойства слоёного теста, сформированные на этапе замеса, являются определяющим фактором его способности воспринимать и удерживать масляный слой при последующем раскатывании и складывании [2].

Нарушение режимов на любом из этапов – например, неправильная температура теста и масла, приводящая к их смешиванию или разрыву слоев, недостаточная или избыточная расстойка, неверно подобранный температурный профиль выпечки – неизбежно ведёт к дефектам готовой продукции: низкому удельному объёму, грубой пористости, недостаточной слоистости, бледной или, напротив, подгоревшей поверхности.

Так, низкий объем может быть вызван не только нарушением расстойки, но и использованием слабой муки с низким содержанием клейковины или слишком быстрым брожением, при котором дрожжи истощаются до выпечки. Недостаточная слоистость является прямым следствием «прорыва» масла в тесто. Это происходит, если масло слишком твердое и ломается при раскатке, или, наоборот, слишком мягкое и впитывается в тесто. В результате слои «склеиваются» и не разделяются в печи. Бледная поверхность, в свою очередь, может быть связана не только с температурой, но и с недостаточным количеством сахара в рецептуре, который участвует в карамелизации и образовании румяной корочки.

Существенное влияние на качество круассанов оказывает и используемое технологическое оборудование. Поддержание стабильного низкотемпературного режима на всех этапах подготовки теста является залогом успеха. Для этого критически важны холодильные камеры с точным контролем температуры и влажности. Использование ламинаторов теста позволяет добиться равномерной толщины пласта и минимизировать механическое воздействие на тесто, что снижает риск разрыва масляного слоя и обеспечивает предсказуемую, однородную слоистость готового изделия. Технология приготовления круассанов зависит не только от рецептуры и мастерства технолога, но и от точности и возможностей оборудования.

Следует подчеркнуть, что все технологические параметры являются звеньями одной цепи. Например, даже идеально подобранная мука и маргарин не компенсируют ошибок на этапе расстойки, а точный температурный режим выпечки не исправит дефектов, заложенных на этапе неправильного складывания. Формирование эталонного круассана – это результат синергии, где каждый этап готовит основу для успешного выполнения следующего. Нарушение на любом из них создаёт эффект, приводящий к отклонению от желаемого стандарта качества.

Существует острая необходимость в систематизации знаний о влиянии каждого технологического параметра на качество круассанов.

В контексте оптимизации производства и стандартизации качества круассанов значительный интерес представляют ресурсосберегающие технологии отложенной выпечки, в частности, метод глубокой заморозки полуфабрикатов. Однако традиционное замораживание тестовых заготовок после формования, несмотря на свою распространенность, зачастую приводит к ухудшению реологических свойств теста, снижению газообразующей способности дрожжей и, как следствие, к получению изделий с низким удельным объёмом и неудовлетворительной структурой. Наиболее перспективной альтернативой является технология FTO (Freezer to Oven), которая подразумевает выпечку замороженных полуфабрикатов без стадий разморозки и окончательной расстойки. Ключевыми преимуществами данного метода являются сокращение технологического цикла, снижение влияния человеческого фактора и значительное увеличение срока хранения продукции. Основным же сдерживающим фактором её широкого внедрения является трудность достижения стабильно высокого удельного объёма и выраженной слоистости готовых изделий [3].

Поскольку технология FTO является экстремальной для дрожжевого теста, требуется не просто использование «улучшителей», а применение конкретных типов ингредиентов. Для стабилизации структуры теста используются криопротекторы, такие как специальные ферменты и эмульгаторы, которые защищают клейковину и крахмальные гранулы от повреждения кристаллами льда при заморозке, сохраняя газоудерживающую способность. Также критически важны адаптированные дрожжи - особые штаммы, устойчивые к глубокой заморозке и обладающие замедленной активностью, которые «просыпаются» непосредственно в печи, обеспечивая мощный паровой подъем. Качество полуфабриката сильно зависит от скорости заморозки. Шоковая заморозка позволяет образовать мелкие кристаллы льда, которые минимально повреждают клеточную структуру дрожжей и клейковины, в отличие от медленной заморозки, при которой образуются крупные разрушительные кристаллы.

Таким образом, технология приготовления оказывает решающее влияние на качество круассанов, представляя собой строго сбалансированную систему. Достижение эталонных показателей объёма, слоистости и текстуры возможно лишь при комплексном контроле всех этапов - от выбора сырья с определёнными реологическими свойствами до соблюдения температурно-временных режимов выпечки и заморозки, где нарушение любого параметра неминуемо ведёт к дефектам готового изделия.

Литература

1. Сазонова А.В. Влияние различных видов маргарина на качество и характеристики круассана зернового / А. В. Сазонова, А. В. Ларькина, М. А. Янова // Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: Материалы II Международной научной конференции, Красноярск, 15 декабря 2022 года / Отв. за выпуск А.В. Коломейцев, Е.А. Речкина. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 277-279.

2. Андреев А.Н. Классификация и реологическая оценка качества слоеных хлебобулочных изделий / А. Н. Андреев // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 1.

3. Дмитриева Ю.В. Влияние различных технологий отложенной выпечки и улучшителей на качество круассанов / Ю. В. Дмитриева, А. Н. Андреев // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2016. – № 3. – С. 39-47.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСПАНДИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ

Викторов Г.О., студент магистрант, Чмыхало В.К., студент магистрант, Мироненко Г.А., студент магистрант, Соловьева Е.В., кандидат технических наук, Мацакова Н.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар

e-mail: , georgevictorov1@yandex.ru

Аннотация

В статье представлен комплексный анализ современных технологических линий экспандированных комбикормов и влияния процесса экспандирования на качественные показатели готовой продукции. Исследованы различные схемы технологических линий, включая линии с пресс-гранулятором и без него. Показано, что применение экспандирования позволяет существенно улучшить питательную ценность кормов.

Повышение эффективности животноводства напрямую связано с качеством используемых кормов. Постоянно совершенствуются технологии производства комбикормов путем разработки инновационных технических и технологических решений [1,2]. Традиционные технологии производства комбикормов, такие как измельчение и гранулирование, не всегда в полной мере обеспечивают решение задач по повышению переваримости питательных веществ и обеззараживанию сырья. Поэтому более востребованными становятся интенсивные методы гидротермической обработки, среди которых особое место занимает экспандирование. Данная технология позволяет целенаправленно изменять структуру корма, оказывая комплексное влияние на его санитарно-гигиенические и питательные свойства.

В современных условиях экономически целесообразно производство комбикормов, максимально приближенное к потребителю, с использованием менее энергоёмких технических средств и местного сырья. Затраты на корма составляют до 75% в структуре себестоимости продукции животноводства, что обуславливает необходимость поиска эффективных технологий обработки кормового сырья. Традиционные технологические операции, основанные на механическом измельчении зернового сырья и гранулировании, не позволяют полностью использовать потенциал производимого корма [3].

Увеличение продуктивности животноводства напрямую зависит от обеспечения поголовья высококачественными кормами, что является основой для организации полноценного и сбалансированного кормления. Термомеханическая обработка кормов, в частности экспандирование, выступает как эффективный метод повышения их питательной ценности. К основным достоинствам экспандеров относятся: низкая энергоемкость, продолжительный ресурс эксплуатации рабочих органов, высокая степень интеграции жидких компонентов. Совершенствование конструктивно-режимных характеристик экспандера представляет собой комплексную, но актуальную и значимую научно-техническую задачу, решение которой способствует углубленному исследованию влияния разнообразных факторов на повышение результативности процесса экспандирования.

Процесс экспандирования представляет собой активную механическую и гидротермическую обработку комбикорма, его компонентов или смесей под воздействием давления, пара и высоких температур. Этот метод положительно влияет на качество комбикорма, превращая крахмал в более усвояемую форму, повышает усваиваемость клетчатки, частично денатурирует белок. Экспандер может входить в состав линии гранулирования, а также представлен в виде самостоятельной линии экспандирования сырья и комбикормов .

Отличие процесса экспандирования от экструдирования заключается в более кратковременном (до 5 с) воздействии на продукт более высокого давления (до 40 бар) при более низкой, чем при экструдировании, температуре – 90-140°С (рис. 3.77, а). На выходе из экспандера в

результате резкого падения давления происходит мгновенное испарение содержащейся в продукте влаги, благодаря чему продукт не требует сушки [5].

Жидкие добавки, такие как, жир, меласса, растительное масло, а также воду и пар, вводят непосредственно в смеситель. В экспандер подается только пар. В смесителе и экспандере происходит механическое перемешивание компонентов с жидкостями и паром, обработка высоким давлением при выдавливании продукта через заслонку с приводом от гидроцилиндра. Режимы обработки зависят от конкретной рецептуры комбикорма и включают: увлажнение до 17-18%, нагрев от 100 до 130 ºС, давление от 1,0 до 4,0 МПа, время обработки до 6 секунд.

Самостоятельная линия экспандирования позволяет обрабатывать отдельные виды сырья. Это позволяет производить различные виды готового продукта.

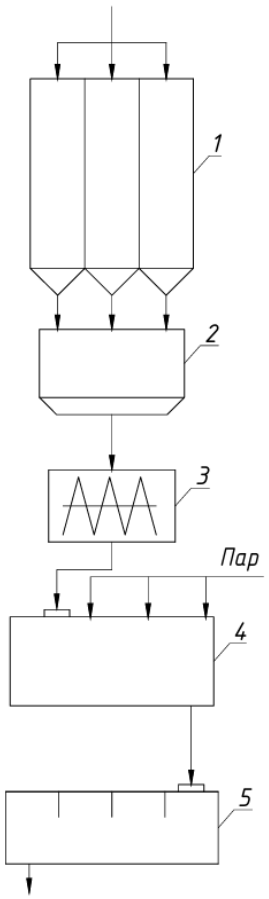


Рисунок 1- Самостоятельная линия экспандирования
1 – оперативные емкости; 2 – дозатор; 3 – смеситель; 4 – экспандер; 5– охладитель

Использование экспандера в линии гранулирования (рисунок 2) улучшает качество гранул, повышает эффективность пресс-гранулятора до 30%. За счет ввода жидких добавок уменьшается толщина матрицы на грануляторе [3].

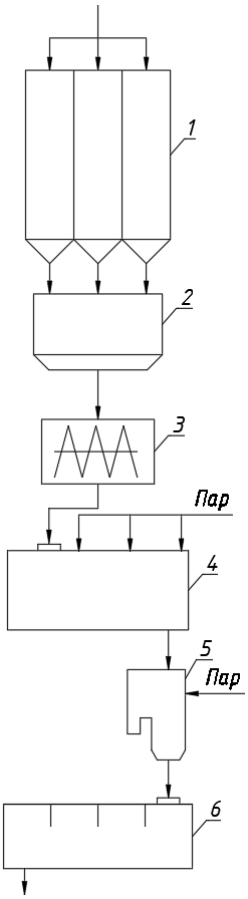


Рисунок 2 - Линия экспандирования и гранулирования комбикормов

1 – оперативные емкости; 2 – дозатор; 3 – смеситель; 4 – экспандер; 5 – пресс-гранулятор; 6 – охладитель

В таблице 1 приведено сравнение показателей качества комбикорма ЭК-1 при экспандировании, в разных видах выпуска. [6]

Таблица 1 – Качество комбикорма ЭК-1 при экспандировании

Вид комбикорма	Сырой протеин , %	Водо- + солерастворимые белки, %	Сырой жир, %	Активность липазы, мг КОН/г
Рассыпной	20,0	11,40	4,53	0,39
Крупка из экспандата	20,6	9,20	2,79	0,26
Крупка из гранулированного экспандата	22,2	11,40	3,80	0,20
Крупка из гранул	22,1	9,90	3,76	0,30

Основные технические и технологические параметры работы линии экспандирования и гранулирования комбикормов представлены в таблице 2. Представленные данные свидетельствуют о том, что при тепловой обработке незначительно снижается содержание водорастворимых фракций белка. В рассыпном комбикорме отмечена низкая активность липазы, которая при экспандировании снижается в два раза [6].

Таблица 2 – Технические параметры процессов экспандирования и гранулирования комбикорма

Вид комбикорма		Крупка из экспандата	Крупка из гранулированного экспандата	Крупка из гранул
Кондиционер	Температура пропаренного комбикорма, °С	85	85-88	84-88
	Давление пара, МПа	0,25	0,17	0,17
Экспандер	Температура экспандата на выходе, °С	103-104	100	-
	Производительность, т/ч	13,1	13,0	-
	Нагрузка электродвигателя , А	230	228	-
Пресс-гранулятор	Удельный расход электроэнергии, кВтч/т	10,2	10	-
	Производительность, т/ч	-	-	13,5
	Нагрузка электродвигателя, А	-	-	270
	Диаметр отверстий матрицы, мм	-	-	4

Проведенное исследование показывает, что экспандирование является эффективным методом гидротермической обработки, позволяющим существенно улучшить качественные показатели комбикормов. Значительно повышается питательная ценность за счет преобразования крахмала в более усвояемую форму, увеличения переваримости клетчатки, частичной денатурации белка и снижения активности антипитательных веществ (липазы).

Литература

1. Патент на полезную модель № 62775 U1 Российская Федерация, МПК A23K 1/00. линия производства комбикормов с использованием растительного сырья : № 2007104527/22 : заявл. 05.02.2007 : опубл. 10.05.2007 / М. А. Ящук, Е. В. Соловьева, С. В. Черкасов ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный технологический университет" (ГОУВПО "КубГТУ"). – EDN MRCPBT.

2. Калужский, Д. Е. Современная технология производства комбикорма с линией ввода водорастворимых и жирорастворимых добавок на стадии финишного напыления / Д. Е. Калужский, Е. В. Соловьева, Н. В. Мацакова // Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: : Сборник материалов 3-й Международной научно-практической конференции, Краснодар, 28–29 ноября 2023 года. – Краснодар: Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова, 2023. – С. 354-358. – EDN DOLDJY.

3. Припоров, И.Е. Технология приготовления экспандированных кормов для сельскохозяйственных животных / И.Е. Припоров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5 (91). – С. 113–117.

4. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных / В.А. Афанасьев, А.И. Орлов, Л.Я. Бойко. – Воронеж: ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт», 2007. – 389 с.

5. Технологии и оборудование для производства комбикормов и премиксов: учеб. пособие / В.И. Пахомов, Д.В. Рудой, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, А.В. Ольшевская; Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019. – 228 с.

6. Разработка технологий и оборудования для производства высокоусвояемых комбикормов для сельскохозяйственных животных, птицы, пушных зверей и рыб ценных пород / Богомолов И.С. / Воронежский государственный университет инженерных технологий, Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Воронеж, 2022. – 335 с.