

**«ПИЩЕВАЯ И МОРСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»
VII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**"FOOD AND MARINE BIOTECHNOLOGY"
VII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC CONFERENCE**

**СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS**

<i>Агафонова С.В., Дамбарович Л.В.</i> Соус на основе подсолнечного масла, обогащенный полиненасыщенными жирными кислотами рыбного сырья	3
<i>Байдалинова Л.С., Баженов Е.А.</i> Использование вторичного рыбного сырья для получения протеолитических ферментов	7
<i>Вацило В.С., Землякова Е.С.</i> Технология цукатов из растительного сырья Калининградской области	16
<i>Волков В.В., Мезенова О.Я., Хёлинг А., Гримм Т.</i> Перспективные направления переработки вторичного сырья животного и растительного происхождения с применением гидролиза.....	24
<i>Волков С.М., Еловегина Е.А., Кирсанов Д.О., Легин А.В., Лисицына И.А., Поздеева Ю.В., Федоров А.В.</i> Сенсорные характеристики водно-спиртовых эмульсий пищевых растительных масел.....	31
<i>Ключко Н.Ю., Филиппова Д.В., Фартышева А.Л., Стручкова А.В.</i> Анализ рынка молочной продукции в Калининградской области и пути повышения её биологической ценности	38
<i>Кучина Ю.А., Деркач С.Р., Куранова Л.К., Барышников А.В.</i> Получение рыбных консервированных продуктов с использованием желатина, выделенного из кожи трески.....	48
<i>Лосева Л.П., Крупская Т.К., Ануфрик С.С., Лысухо Н.А., Курамшина Н.Г.</i> Перспектива применения метода рентгенофлуоресцентного анализа в аспекте экологической безопасности	57
<i>Мащенко З.Е., Бахарев В.В., Альжанова А.К.</i> Влияние цефазолина на видовой состав биоценоза активного ила	66
<i>Мезенова О.Я., Байдалинова Л.С., Городниченко Л.В., Волков В.В., Мезенова Н.Ю.</i> Пищевые протеиновые и протеино-минеральные добавки, получаемые биотехнологическим путем из вторичного рыбного сырья Калининградской области	71
<i>Мезенова О.Я.</i> Функциональное и специализированное питание: проблемы и перспективы.....	80
<i>Минкошлова Л.А., Мезенова О.Я.</i> Разработка технологии овощефруктового сока, обогащённого ламинарией	86
<i>Нижельская К.В.</i> Пророщенное зерно черного риса в рецептурах мясных рубленых полуфабрикатов геродиетической направленности.....	94
<i>Орлов И.О., Землякова Е.С.,</i> Совершенствование рецептуры соуса функционального назначения	104

<i>Понаморева О.Н., Акатова Е.В., Беляева В.О., Строителев В.В.</i>	
Характеристика меда с разными сроками хранения по основным показателям и антибактериальной активности	111
<i>Потапова В.А.</i> Перспективы использования регионального растительного сырья в технологии снековой продукции на основе вторичного рыбного сырья.....	117
<i>Савина А.А., Абрамова О.В., Зайцев С.Ю.</i> Хитозан как ингибитор свиной панкреатической липазы	122
<i>Сумина Е.Б., Мезенова О.Я.</i> Исследования по получению и применению гидролизатов из голов копченой кильки в технологии обогащенных крекеров	128
<i>Тагиров Х.Х., Гизатов А.Я., Гизатова Н.В., Вагапов Ф.Ф.</i> Использование консорциумов молочнокислых бактерий для биомодификации вторичного и жесткого сырья мясоперерабатывающей промышленности	137
<i>Тимакова Р.Т.</i> Современные способы хранения охлажденной рыбы	141
<i>Ткаличева М.В., Байдалинова Л.С.</i> Повышение биологической ценности мясных сосисок при использовании каротиноидов.....	145
<i>Яковлев Д.А., Тупольских Т.И., Шумская Н.Н., Сердюк В.А.</i> Биотехнология переработки органических отходов с получением белковых продуктов	156

СОУС НА ОСНОВЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА, ОБОГАЩЕННЫЙ ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫМИ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ РЫБНОГО СЫРЬЯ

Агафонова Светлана Викторовна, доцент, канд. техн. наук
Дамбарович Леонид Васильевич, студент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

Изучена возможность использования жира, полученного из вторичного рыбного сырья, для создания обогащенного соуса типа «майонез», изготовленного на основе подсолнечного масла. Исследованы показатели гидролитической и окислительной порчи жира скумбрии. Исследованы органолептические физико-химические показатели качества соуса, обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами рыбного сырья

Введение

Соусом называется жидкая приправа к блюду, которая улучшает его вкус и придает ему более сочную консистенцию. В состав многих соусов входят различные специи, которые возбуждают аппетит, улучшают перевариваемость и усвояемость пищи. Зачастую соусы значительно увеличивают калорийность блюд.

Одним из наиболее часто употребляемых и промышленно изготавливаемых соусов в России является майонез. Доля Российской Федерации в мировом потреблении майонеза в 2014 г. составила около 38 %, а потребление майонеза оценивалось в 5,2 кг на душу населения в год [1]. Майонезы легко усваиваются организмом, поэтому используются при изготовлении различных блюд, бутербродов, салатов, в домашней кулинарии, в системе общественного питания.

Майонез приготавливается из рафинированных дезодорированных растительных масел с использованием пищевых добавок: эмульгаторов, стабилизаторов, загустителей и представляет собой эмульсию типа «масло в воде». Согласно ГОСТ майонезом называется продукт с массовой долей жира не менее 50 %, продукты меньшей жирности относятся к категории майонезных соусов [2, 3].

К продуктам здорового питания майонез не позволяет отнести его высокая жирность, а также жирнокислотный состав масел, использующихся для его изготовления. Ценность любого пищевого жира для организма человека обуславливается соотношением не только насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), но и отдельных классов ПНЖК, из которых особая роль отводится ПНЖК ряда омега-3. Положительный опыт использования омега-3 ПНЖК для лечения и профилактики сердечнососудистых заболеваний известен уже более 30 лет, однако, не так давно было установлено, что не все омега-3 способны оказывать благоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему. Одной из биологических функций полиненасыщенных жирных кислот является синтез гормоноподобных веществ – эйкозаноидов, которые оказывают разностороннее влияние на состояние организма человека. Установлено, что образующиеся из ПНЖК ряда омега-6 эйкозаноиды индуцируют воспалительные процессы, появление боли, усиливают агрегацию тромбоцитов и сужение сосудов. Для устранения этих явлений необходимо создать условия для синтеза антаго-

нистов – простагландинов, обладающих противовоспалительным, антиагрегантным, вазодилатационным действиями. Такие эйкозаноиды синтезируются только из омега-3 жирных кислот эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) [4]. Поскольку пути образования эйкозаноидов обеих групп являются конкурентными, необходимо соблюдать правильное соотношение в пище кислот ряда омега-6 и омега-3, адекватное значение которого для жителей России и стран Таможенного союза составляет 5: 1 [5]. Европейские и Западные клинические исследования показывают, что для обеспечения защиты сердечнососудистой системы соотношение омега-6 : омега-3 ПНЖК в питании должно составлять 1:1 [4, 6].

Традиционное сырье для производства майонезов – подсолнечное и оливковое масла. Жирнокислотный состав этих масел характеризуется большим содержанием полиненасыщенных жирных кислот ряда омега-6 и небольшим количеством ПНЖК омега-3, представленных преимущественно альфа-линоленовой кислотой. Как и во всех неводных объектах, жирные кислоты ЭПК и ДГК в этих маслах отсутствуют. При этом соотношение омега-6: омега-3 намного превышает адекватное (таблица 1).

Таблица 1

Характеристика жирнокислотного состава подсолнечного и оливкового масел [4]

Масло	Содержание омега-6 жирных кислот (линолевая), % от суммы жирных кислот	Содержание омега-3 жирных кислот (альфа-линоленовая), % от суммы жирных кислот	Соотношение омега-6: омега-3
Подсолнечное	62,0	0,3	222
Оливковое	5,4	0,6	9

Объекты и методы исследований

Для улучшения жирнокислотного состава майонеза предложено обогащение продукта рыбным жиром, являющимся богатым источником омега-3 жирных кислот, в том числе ЭПК и ДГК. Был выбран жир скумбрии, который, согласно литературным данным, содержит до 10 % ЭПК и до 12 % ДГК от суммы жирных кислот [7].

Рыбный жир был получен из недоиспользованного сырья – голов и хвостов скумбрии, образующихся при разделке рыбы на рыбокомбинатах Калининградской области. Жир являлся побочным продуктом производства белкового гидролизата, которое включало в себя операции ферментализации и/или термализации, центрифугирования, замораживания и разделения фракций [8].

Для установления возможности использования жира в пищевых целях в нем устанавливали значения кислотного и перекисного чисел, а также органолептические показатели его по стандартным методикам [9].

Для обогащения рыбным жиром был выбран майонез «Провансаль», стандартная рецептура которого представлена в таблице 2. В данной рецептуре подсолнечное масло в количестве 15 (№ 1), 20 (№ 2) и 25 (№ 3) % заменяли на жир скумбрии. Для стабилизации жировой фракции продукта, защиты лабильных ненасыщенных жирных кислот от окисления и улучшения органолептических характеристик в продукт вводили СО₂-экстракт гвоздики в количестве 0,2 % к жировой фракции. Выбранная дозировка экстракта обоснована для стабилизации рыбных жиров [10].

Для исследования качества готового продукта в нем определяли содержание влаги, жира (ускоренным методом), стойкость эмульсии и органолептические характеристики стандартными методами [11].

Таблица 2

Стандартная рецептура майонеза «Провансаль» и рецептура обогащенного рыбными ПНЖК соуса, кг на 100 кг готового продукта [2]

Компонент	Количество для изготовления:			
	майонеза «Провансаль»	Соуса, обогащенного ПНЖК рыбного сырья		
		№ 1	№ 2	№ 3
Масло подсолнечное рафинированное, дезодорированное	65,4	55,6	52,3	49,1
Жир скумбрии	-	9,8	13,1	16,3
Яичный порошок	5,0			
Молоко сухое обезжиренное	1,6			
Горчичный порошок	0,75			
Сода пищевая	0,05			
Сахар-песок	1,5			
Соль поваренная	1,0			
Кислота уксусная 80 %	0,55			
СО ₂ -экстракт гвоздики	-		0,13	
Вода питьевая	24,15			

Результаты

Установлено, что показатели гидролитической и окислительной порчи в полученном по схеме [8] жире не превысили установленных [12] значений: кислотное число – не более 4 мг КОН / г, перекисное число – не более 10 ммоль активного кислорода / кг (таблица 3).

Таблица 3

Показатели гидролитической и окислительной порчи и органолептическая характеристика жира скумбрии

Показатель	Значение
Кислотное число, мг КОН / г	1,1-1,2
Перекисное число, ммоль активного кислорода / кг	4,7-5,2
Цвет	От светло- до темно-желтого
Запах	Выраженный рыбный

Исследование органолептических показателей качества полученных образцов продукта (№ 1, № 2 и № 3) показало, что все три образца характеризовались легким рыбным запахом с оттенком, свойственным экстракту гвоздики. Вкус образцов продукта – выраженный рыбный, который, однако, даже в концентрации 20 % к общей массе жира в рецептуре, не воспринимался негативно. Исследование образца № 3 позволило установить содержание жира на уровне 67,2 %; содержание влаги – 26,3 %; стойкость эмульсии – 100 %.

Таким образом, жир, полученный из вторичного рыбного сырья, может быть использован для обогащения ПНЖК ряда омега-3 эмульгированных соусов, изготовленных на основе растительных масел. Замена 20 % подсолнечного масла на рыбный жир позволяет получить продукт с приемлемыми органолептическими и физико-химическими показателями качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернова, И.В. Состояние и перспективы развития масложировой отрасли в России / И.В. Чернова // МНПК «Стратегия инновационного развития агропромышлен-

ного комплекса в условиях глобализации экономики»: материалы, Воронеж, 19-20 ноября 2015 г. – Воронеж: ВГАУ им. императора Петра I. – С. 277-282.

2. Майонезы / А.П. Нечаев [и др.]. – СПб: ГИОРД, 2000. – 88 с.

3. ГОСТ 31761-2012 Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2013. – 11 с.

4. Гладышев, М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их источники для человека / М.И. Гладышев // Journal of Siberian Federal University. Biology. – 2012. – № 4. – С. 352-386.

5. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) от 28 мая 2010 года № 299.

6. Simopoulos, A.P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases / A.P. Simopoulos // Biomedicine and Pharmacotherapy. – 2006. – Vol. 60. – P. 502-507.

7. Ржавская, Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих / Ф.М. Ржавская. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 473 с.

8. Агафонова, С.В. Вторичное сырье рыбоперерабатывающих предприятий Калининградской области – источник ценного пищевого жира / С.В. Агафонова. – Известия КГТУ. – 2018. – № 49. – С. 69-74.

9. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М., 2010. – 123 с.

10. ГОСТ 31762-2012 Майонезы и соусы майонезные. Правила приемки и методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2014. – 31 с.

11. Байдалинова, Л.С. Полиненасыщенные жирные кислоты рыбного сырья в технологии функциональных продуктов / Л.С. Байдалинова, С.В. Андропова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 2. – С. 11-20.

12. Технический регламент ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tehnreg/deptexreg/tr/Documents/%D0%A2%D0%A0%20%D0%95%D0%90%D0%AD%D0%A1%20040-2016.pdf> (дата обращения 28.02.2018).

THE SAUCE ON THE BASIS OF SUNFLOWER OIL ENRICHED WITH POLYUNSATURATED FATTY ACIDS OF FISH RAW MATERIALS

Agafonova Svetlana Viktorovna, candidate of technical Sciences, associate Professor;
Dambarovich Leonid Vasilevich, student

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

The possibility of use of the oil received from secondary fish raw materials, for creation of the enriched mayonnaise-sauce made on the basis of sunflower oil is studied. Indicators of hydrolytic and oxidizing damage of oil of a mackerel are investigated. Organoleptic indicators of quality of the sauce enriched with polyunsaturated fatty acids of fish raw materials are investigated. Physical and chemical and organoleptic indicators of quality of a ready-made product are investigated.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

Байдалинова Лариса Степановна, канд. техн. наук, профессор
Баженов Елисей Александрович, магистрант

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: larisa.baydalina@klgtu.ru, ya.elisey2013@yandex.ru

Представлены результаты исследований общего химического состава и активности протеолитических ферментов пищеварительных органов хищных рыб (судака) и растительноядных (лещ) в различные периоды. В пищеварительных органах судака преобладают кислые протеиназы, в пищеварительных органах леща – протеиназы от нейтральных до щелочных. Преобладают щелочные протеиназы. Показана возможность выделения ферментов из вторичного сырья пресноводных рыб Калининградского региона. Определены характеристики ферментных препаратов

Введение

В настоящее время развитие биотехнологии, открытия в энзимологии позволили сделать ферментные препараты неизменными участниками многих технологий. Ферментные препараты позволяют повышать скорость прохождения многих технологических процессов, при этом увеличивать выход готовой продукции с улучшением качества и экономии ценного сырья.

Для получения ферментов, предназначенных для пищевых целей, используют органы и ткани сельскохозяйственных животных, культурных растений, специальные штаммы микроорганизмов (плесневые грибы, бактерии). По виду сырья и происхождению ферментные препараты делят на три группы: животного, растительного происхождения и микробиологического синтеза.

Ферментные препараты животного происхождения выделяют из желудочно-кишечных трактов животных. Фактически это пищеварительные ферменты. Вырабатываются протеолитические ферменты сычужный, пепсин, трипсин и химотрипсин.

Сычужный фермент включает два компонента - химозин и пепсин. Химозин (ренин) вырабатывается желудочными железами жвачных животных. В желудках молочных телят, ягнят и козлят в возрасте не более 10 дней вырабатывается ренин. У животных более позднего возраста вместе с ренином вырабатывается много пепсина, ухудшающего свойства сычужного ренина.

Пепсин (куриный, говяжий, свиной) в чистом виде выделяется из желудков млекопитающих животных, он сворачивает молоко, способствуя лучшему его усвоению. Это эндопептидаза, которая расщепляет пептидные связи в молекулах пептидов и белков.

Ферменты трипсин и химотрипсин получают из поджелудочных желез крупного рогатого скота. Эти ферменты гидролизуют белки и пептиды. Могут применяться в виде неочищенного панкреатина при производстве пищевых гидролизатов.

В технологии пищевых продуктов применяются ферментные препараты амилазы, протеазы, липазы, пектиназы, оксидазы. Ферменты широко применяют мясная, кондитерская, хлебобулочная, крупяная, консервная, крахмалопаточная, дрожжевая, рыбоперерабатывающая, маслоперерабатывающая, молокоперерабатывающая промышленности. Ферменты животного происхождения за счет молокосвертывающего

свойства применяются при производстве сыров. Используются ферментные препараты при получении соков, безалкогольных напитков, при производстве белковых гидролизатов, яичного порошка, инвертного сахара, шоколада, какао, кофе, пектина и др. Используются ферменты при производстве вин, спирта.

Для реструктурирования мяса или мышечной ткани рыб применяют протеолитические ферменты. При этом процесс протеолиза необходимо тщательно контролировать.

В России промышленная база по получению ферментов практически отсутствует, а общий объем производства не превышает 3 тыс. тонн. Большая же часть продукции (порядка 10 тыс. тонн) импортируется. [1]

Основной объем отечественного производства приходится на ферментные препараты для спиртовой промышленности. Их получением занимаются сами спиртовые производства, которые выпускают и используют ферменты для собственных нужд [1].

До недавнего времени единственным крупным производителем товарных ферментных препаратов в России являлось ООО «ПО «Сиббиофарм». Компания специализируется на производстве ферментов для кормо- и спиртопроизводства, а также для кожевенной и текстильной промышленности. Предприятие производит около 1 тыс. тонн ферментов в год и ежегодно увеличивает объем выпуска. Росту производства способствует как растущий внутренний спрос, так и значительный экспортный потенциал.

Из других предприятий, ориентированных на выпуск пищевых ферментов, можно отметить ОАО «Московский завод сычужного фермента», ЗАО «Завод эндокринных ферментов» (ферменты для ветеринарии, мясной и молочной промышленности) [1].

В 2014 году в Тамбовской области введено в эксплуатацию новое предприятие по выпуску ферментных препаратов – ООО «Агрофермент» - мощностью в 1000 тонн в год. Основная продукция – ферменты для кормов. Новый завод располагает возможностью перенастроить мощности для производства любого фермента для других отраслей: спиртопроизводства, хлебопечения, молочных продуктов, целлюлозно-бумажной, текстильной промышленности. «Агрофермент» использует штаммы микроорганизмов, разработанные в МГУ им. М.В. Ломоносова, Института Биохимии им А.Н. Баха РАН, Института биохимии и физиологии микроорганизмов РАН. Компания рассматривает возможности для расширения штаммов микробиологических культур [1].

Российский рынок ферментов сохраняет высокую зависимость от импорта: на иностранные поставки приходится до 80 % кормовых ферментных препаратов и 100% ферментов для бытовой химии. В России уже много лет представлена продукция ведущих биотехнологических компаний мира, но ни одна из этих компаний не организовала свое производство в России. Крупнейшими поставщиками ферментов на российский рынок являются датские компании Novozymes и Danisco, Biozym (Германия), Alltech (США), Shandong Longda Bio-Products Co (Китай) и др. В структуре потребления преобладают ферменты для бытовой химии: на долю сегмента приходится 37% (в денежном выражении) в общем объеме потребления ферментов. Многие иностранные компании работают напрямую с российскими и иностранными производителями моющих средств. Так, Biozym GmbH поставляет ферменты для ООО «Хенкель Рус», Novozymes A/S – для Procter & Gamble, Danisco A/S – для Procter & Gamble, ОАО «Невская косметика».[1]

Опережающими темпами растет потребление ферментов в сельском хозяйстве. На этот сегмент приходится более 30% в связи с необходимостью интенсификации животноводства [1].

Россия отстает от развитых стран по потреблению инновационных ферментных препаратов в ряде отраслей. Так, значительный потенциал роста имеется в пищевой

промышленности, в частности в хлебопечении, масложировой промышленности, мясной, рыбной промышленности.

Для обработки сырья животного происхождения представляется целесообразным использовать ферментные препараты, выделенные тоже из животного сырья.

Источником для получения протеолитических ферментов может служить вторичное рыбное сырье. Наибольшее количество исследований по характеристике ферментативной активности органов рыб, по технологии выделения ферментов проведено в основном с использованием океанических объектов [2].

В настоящее время интенсивность океанического рыболовства в Калининградском регионе значительно сократилась, и имеются тенденции к дальнейшему ее сокращению. В связи с этим внимание переработчиков стало сосредоточиваться на пресноводных объектах. Поэтому объектом настоящего исследования является вторичное рыбное сырье пресноводных рыб Калининградского региона.

Целью исследования является задача вовлечения вторичного рыбного сырья для получения протеолитических ферментов на основе инновационных технологий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать сырьевую базу для производства протеолитических ферментных препаратов;

- определить содержание протеолитических ферментов (активность) в пищеварительных органах пресноводных рыб в кислой, слабокислой, нейтральной и щелочной зонах;

- определить активность этих ферментов в различные месяцы года;

- определить зоны рН, соответствующие максимальной активности ферментов для получения ферментных препаратов именно при оптимальных уровнях рН;

- определить наличие и содержание в экспериментальных образцах полученных ферментных препаратов различных по рН-активности групп ферментов;

- установить оптимальные периоды года для производства ферментов из пищеварительных органов хищных и растительноядных рыб.

Объекты и методы исследования

Для получения ферментных препаратов использованы охлажденные пищеварительные органы рыб лещ и судак [3], отбираемые непосредственно при ручной разделке этих рыб, относящиеся ко вторичному рыбному сырью и соответствующие нормативной документации. Исследования химического состава и содержания ферментов проводили в периоды октябрь-ноябрь, декабрь, февраль, апрель и июнь.

Определение массовой доли влаги проводили по ГОСТ 7636-85 [4]. Содержание белков в пищеварительных органах рыб и получаемых ферментных препаратах определяли по методу Кьельдаля с использованием прибора UDK 127 (WELT Sientiftca). Определение массовой доли жира проводили по методу Сокслета [5], содержание золы определяли по массе остатка, образующегося после прокаливания пробы. Протеолитическую активность в пищеварительных органах и ферментных препаратах определяли по методу Ансона [5] в модификации Каверзневой Е.Д. [6] и Сергеевой Н.Т. [7] с соответствующим уточнением.

Для проведения исследований пищеварительные органы рыб (желудок, кишечник) освобождали от накапливающихся на них ожирков, отделяли от печени, остатков непереваренной и переваренной пищи, от остатков кровеносных сосудов и других частей, после чего измельчали. В связи со сложностями измельчения этого материала пищеварительные органы предварительно замораживали и в мороженом виде измельчали на волчке с диаметрами отверстий в решетке 3-5 мм.

Протеолитическую активность измеряли в вытяжках, полученных при обработке материала буферными растворами с рН 2,5; 5,5; 7,2 и 9,5, то есть в кислой, слабо кислой, нейтральной и щелочной зонах.

Ферментный препарат получали с использованием буферных растворов с установленными оптимальными значениями рН после термостатирования смеси в течение 4 часов при температуре 37-40 °С. В ферментных препаратах изучали химический состав и активность протеолитических ферментов при значениях рН от кислой зоны до щелочной.

Результаты и их обсуждение

При выполнении экспериментальных работ активность протеолитических ферментов определялась в соответствии с методом Ансона, предназначенным для исследования ферментных препаратов микробиологического синтеза, в качестве субстрата используется казеин. Концентрация казеина 2 г на 100 г буферного раствора при соответствующем рН.

При выборе необходимой концентрации субстрата необходимо исходить из того, что при воздействии фермента в реакционной смеси всегда должно быть избыточное количество субстрата, который гидролизует исследуемым ферментом.

При концентрации 2,0% казеин достаточно трудно растворяется в буферных растворах, особенно, если раствор имеет рН 2,5. В связи с этим нами проведено определение активности ферментов при использовании растворов субстрата с различными концентрациями, используемыми другими исследователями, а именно 0,65%; 1,0% и 2,0%. Для данной проверки использованы протеолитический ферментный препарат Alcalase ® 2,5 L и ферментный препарат, полученный из пищеварительных органов судака. Оба препарата исследовались в жидком виде. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты определения активности протеолитических ферментов при различных концентрациях субстрата казеина

Используемые ферментные препараты	Активность ферментов (ед/г) при концентрациях казеина в буферном растворе с рН 2,5, %		
	0,65	1,0	2,0
Alcalase ® 2,5 L	1,0	0,95	1,1
Ферментный препарат из пищеварительных органов судака	1,5	1,4	1,45

На основании полученных практически равных уровней активности ферментов при различных концентрациях казеина для дальнейших экспериментов была принята концентрация казеина 1,0% в буферных растворах при соответствующих рН.

Общий химический состав пищеварительных органов леща и судака в различные месяцы представлен в табл. 2.

Общий химический состав пищеварительных органов судака и леща

Виды рыб	Месяцы вылова рыб	Массовые доли, %			
		влаги	жира	белка	минеральных веществ
Судак	октябрь –ноябрь	64,42	25,28*	10,44	0,86
	декабрь	72,87	8,26**	16,19	0,62
	февраль	71,95	10,8**	15,87	1,08
	апрель	73,96	9,6**	15,28	0,86
	июнь	61,18	21,22**	16,86	0,74
Лещ	октябрь – ноябрь	58,5	25,55*	14,6	1,09
	декабрь	71,1	9,02**	16,95	0,87
	февраль	70,45	10,66**	16,82	1,09
	апрель	74,59	9,2**	15,63	0,58
	июнь	73,47	9,9**	15,68	0,95

* - пищеварительные органы с ожирками;

** - ожирки с пищеварительных органов удалены.

В пищеварительных органах судака и леща при достаточно большом содержании белка (16,5-17,0%) фиксируется значительное содержание жира. Так, в период октябрь - ноябрь содержание жира достигало 25,28-25,55%. Такое высокое содержание жира является негативным фактором при получении ферментных препаратов. В связи с этим стало необходимым при заготовке пищеварительных органов удаление с них ожирков. Это сразу же сказалось на содержании жира – оно снизилось до 8,28 – 10,5%. Начиная с декабря при заготовке пищеварительных органов ожирки удалялись.

Однако, к лету с повышением интенсивности питания содержание жира на пищеварительных органах судака вновь резко возросло. Теперь уже одним удалением ожирков достичь достаточного обезжиривания не удается, содержание жира вновь достигает 21,22% (табл.2).

В пищеварительных органах судака и леща присутствуют кислые, слабокислые, нейтральные и щелочные протеазы. Наибольшую ферментативную активность, как и ранее в пищеварительных органах салаки (балтийской сельди) [8], фиксировали в ноябре и декабре у судака при pH 9,5, у леща - во всех зонах pH от слабо кислой до щелочной (pH от 5,5 до 9,5).

В феврале-апреле –июне наибольшая активность в пищеварительных органах судака отмечается уже при pH 2,5.

У леща протеолитическая активность ферментов, начиная с декабря, резко падает и во всех зонах pH остается значительно ниже, чем у судака. В щелочной зоне (pH 9,5) сохраняется активность, хотя и сравнительно невысокая.

При выделении ферментных препаратов из пищеварительных органов рыб в феврале (табл. 3) максимальная активность для судака определена в кислой и слабокислой зонах, при pH 2,5 и 5,5.

Установлено, что в феврале активность протеолитических ферментов проявляется при всех уровнях pH, но наибольшая активность для комплекса из судака фиксируется при pH 2,5 (1,3 ед/г), несколько ниже, но достаточно высокая активность в слабо кислой зоне (при pH 5,5 – 1,2 ед/г). У комплекса из леща максимальная активность обнаруживается при pH 9,5 (1,8 ед/г). Активность эта выше, чем у препарата из судака. В

нейтральной зоне (рН 7,2) активность ферментного комплекса из леща 1,3 ед/г, что равно максимальной активности кислых протеиназ судака.

Таблица 3

Активность протеолитических ферментов различных групп в пищеварительных органах судака и леща в различные периоды и при различных уровнях рН

Пищеварительные органы рыб	Месяцы вылова рыб	Активность протеолитических ферментов, ед./г,			
		кислых, рН 2,5	слабо кислых, рН 5,5	нейтральных, рН 7,2	щелочных, рН 9,5
Судак	ноябрь	0,75	1,76	2,5	2,7
	декабрь	1,3	1,27	1,2	1,57
	февраль	1,8	0,5	0,5	0,5
	апрель	1,5	0,5	0,6	0,6
	июнь	3,2	0,6	0,8	1,04
Лещ	ноябрь	0,95	1,5	2,4	2,7
	декабрь	0,22	0,1	0,13	0,3
	февраль	0,2	0,5	0,5	1,4
	февраль	0,4	0,2	0,6	0,8
	июнь	1,1	2,3	4,3	5,1

Более информативно это видно на приведенных ниже рисунках 1 и 2.

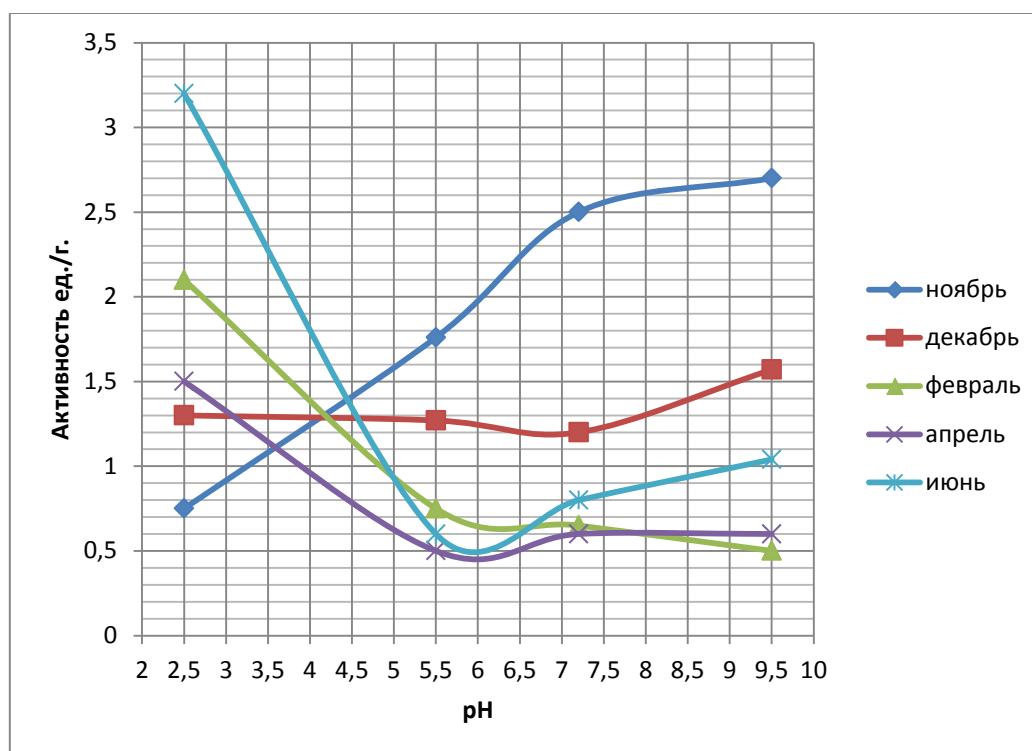


Рис. 1. Активность ферментов в пищеварительных органах судака в различные месяцы при различных рН

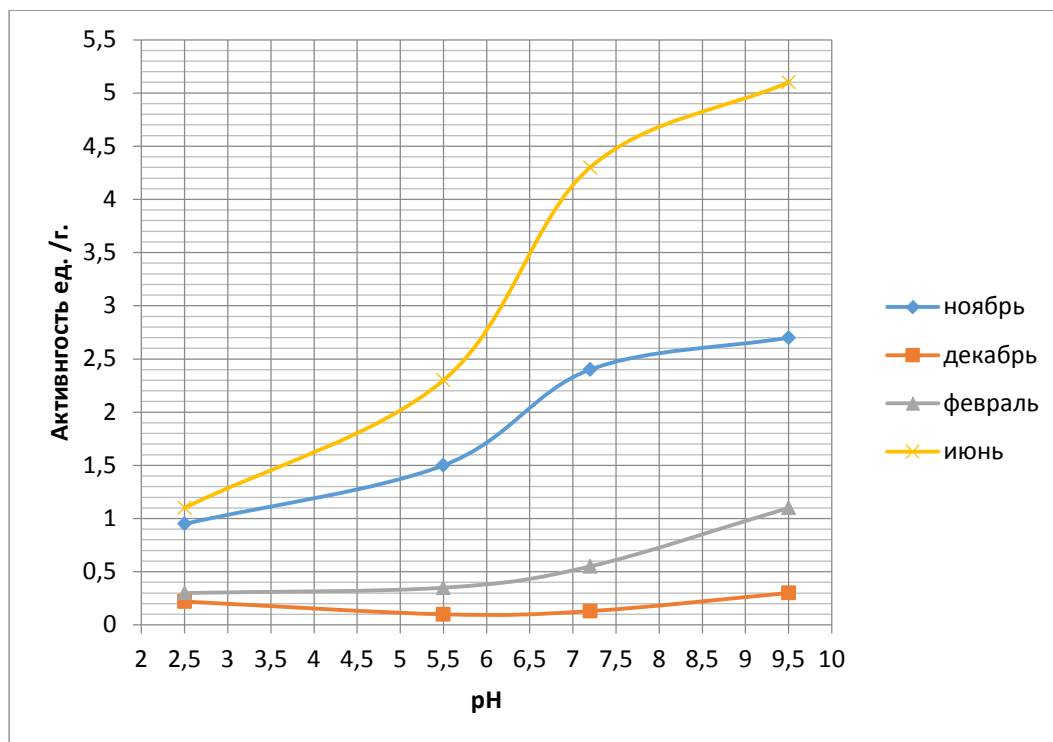


Рис. 2. Активность пищеварительных ферментов леща в различные периоды при различных рН

Таким образом, пищеварительные органы пресноводных рыб судак и лещ можно использовать для получения протеолитических ферментов, проявляющих свою активность в кислой, слабокислой, нейтральной и щелочной зонах. Пищеварительные органы судака целесообразно использовать для выделения кислых протеиназ. Ферментов с другими зонами активности в них достаточно мало. С началом весенне-летнего периода содержание кислых протеиназ в пищеварительных органах судака резко возрастает (рисунок 1).

Пищеварительные органы растительноядного леща богаты в основном щелочными протеиназами (рисунок 2), хотя имеются и нейтральные и слабо кислые компоненты. Это свидетельствует о целесообразности выделения ферментов при рН буферного раствора 8,0-9,5. При этом выделяется комплекс ферментов, в составе которого щелочные, нейтральные и слабо кислые протеиназы. Оптимальный период для выделения ферментов из этого сырья – летне-осенний. В этот период ферментов щелочной группы в пищеварительных органах леща почти в два раза больше, чем кислых ферментов у судака. Так как в этой зоне рН в основном присутствуют ферменты трипсин, химотрипсин или комплекс панкреатин, этот комплекс представляет значительный интерес для пищевой промышленности.

В период декабрь-февраль в пищеварительных органах даже питающейся рыбы лещ ферментов мало, значительно меньше, чем в пищеварительных органах хищной рыбы (рисунки 1 и 2). В ноябре зафиксирован всплеск активности в щелочной зоне, как для леща, так и для судака. Но объяснить причину этого пока не имеется возможности.

Оптимальным периодом для производства комплекса протеолитических ферментов из пищеварительных органов рыб можно считать летне-осенний. Из леща можно получать ферментные препараты, содержащие нейтральные и щелочные протеиназы. Судак в этот период может стать источником для получения кислых протеиназ.

Ориентируясь на полученные результаты, были приготовлены экспериментальные образцы ферментных препаратов с использованием экстрагентов при рН 2,5 для сырья из судака и рН 9,5 для обработки леща. Эти препараты представляют собой комплексы ферментов и в них в разных количествах содержатся кислые, слабокислые, нейтральные и щелочные протеиназы (табл. 4). В препарате из судака естественно преобладают кислые протеиназы, а в препарате из леща – щелочные.

Таблица 4

Активность при различных рН ферментов в ферментных препаратах, выделенных при оптимальных условиях из пищеварительных органов судака и леща, ед/г (по Ансону)

Пищеварительные органы рыб, рН при выделении	Активность ферментов в препаратах при различных рН, ед/г			
	2,5	5,5	7,2	9,5
Судак, рН 2,5	1,3	1,2	0,7	0,6
Лещ, рН 9,5	0,5	1,2	1,3	1,8

Комплексы ферментных препаратов из пищеварительных органов пресноводных рыб подобны комплексу, полученному нами ранее из пищеварительных органов салаки [8]. Это свидетельствует о возможности использования вторичного рыбного сырья из пресноводных объектов в качестве сырья для получения протеолитических ферментных препаратов.

Ферментный препарат из судака и леща в жидком виде требует использования консерванта. Достаточно хорошие результаты получаются при добавлении 10% поваренной соли (хлорида натрия) как для концентрата кислых протеиназ (из судака), так и для концентрата щелочных протеиназ (из леща). Оптимальные условия действия ферментов при температуре 35-40°С – кислая и слабо кислая среда (рН 2,5-5,5) и нейтральная и щелочная (с рН 7,0- 9,5). Раствор фермента можно хранить в пластиковых канистрах при температуре не ниже минус 5 °С. Характеристика ферментных препаратов показана в табл. 5.

Таблица 5.

Характеристика ферментных препаратов из пищеварительных органов пресноводных рыб

Показатели	Характеристика и нормы для препаратов ферментов	
	из пищеварительных органов судака	из пищеварительных органов леща
Внешний вид	Жидкий раствор ферментов	
Цвет	От светло-жёлтого до коричневого	
Запах	Со слабым специфическим запахом, характерным для данного вида продукции	
Массовая доля хлорида натрия, %	10,0 – 11,0	
рН 1%-ного раствора	2,5	9,5
Протеолитическая активность (по Ансону), ед/г., не менее	1,5	1,8

Проведенные исследования позволяют составить характеристику химического состава и активности протеолитических ферментов пищеварительных органов хищных рыб (судака) и растительноядных (лещ) в различные периоды. Максимальная активность наблюдается в весенне – летне-осенний периоды. В пищеварительных органах судака преобладают кислые протеиназы, в пищеварительных органах леща – группа ферментов от нейтральных до щелочных. Преобладающими являются щелочные протеиназы. С наступлением весны-лета с увеличением интенсивности питания возрастает содержание жира в пищеварительных органах, особенно существенно у судака. Даже при условии удаления ожирков при сборе пищеварительных органов в процессе выделения ферментов обязательно необходимо удалять экстрагирующийся жир путем сепарирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзор рынка биотехнологий в России и оценка перспектив развития. Журнал Frost & Sullivan, 2014. С. 48-49.
2. Биотехнология морепродуктов / Под. ред О.Я. Мезеновой. М.: МИР, 2006. 560 с.
3. Тылик К. В. Рыбы трансграничных водоёмов России и Литвы. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2007. – 248 с.
4. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов, 2010. 27 с.
5. ГОСТ Р 53974-2010 Ферментные препараты для пищевой промышленности. Метод определения протеолитической активности. М.: Стандартиформ, 2017. 12с.
6. Каверзнева Е.Д. Стандартный метод определения протеолитической активности для комплексных препаратов протеаз // Прикладная биохимия и микробиология, 1971. т. 7, в. 2. С. 225-228
7. Сергеева Н.Т. Практикум по биохимии: учебное пособие. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2008. 211 с.
8. Байдалинова Л. С. Баженов Е. А. К вопросу получения протеолитических ферментов из пищеварительных органов рыб (сельди балтийской) // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество: материалы XI Международной научно-практической конференции. Калининград: АтлантНИРО, 2017. С. 78-85.

USE OF SECONDARY FISH RAW MATERIAL FOR OBTAINING PROTEOLYTIC ENZYMES

Baydalinova Larisa Stepanovna, PhD in Engineering, Associate Professor,
Bazhenov Elisei Alexandrovich, Master

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: larisa.baydalinova@klgtu.ru

The results of investigations of the general chemical composition and activity of proteolytic enzymes of the digestive organs of predatory fish (pike perch) and herbivorous (bream) in different periods are presented. Pike perch's digestive organs are dominated by acid proteinases, in the digestive organs of bream-proteinase from neutral to alkaline. Alkaline proteinases predominate. The possibility of isolating enzymes from the secondary raw material of freshwater fish of the Kaliningrad region is shown. The characteristics of enzyme preparations have been determined.

ТЕХНОЛОГИЯ ЦУКАТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Вашило Виктория Сергеевна, магистр
Землякова Евгения Сергеевна, доцент, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: vashilo_vika@mail.ru , evgeniya.zemljakova@klgtu.ru

Статья посвящена оценке химического состава и хранимостпособности сырья, выращиваемого на территории Калининградской области. Определены органолептические и физико-химические показатели сырья в окончании процесса низкотемпературного хранения. Представлена технологическая схема производства овощных цукатов. С помощью метода интегрального дифференцирования составлена математическая модель и определены оптимальные количественные значения параметров технологических операций производства цукатов

На российском рынке ассортимент цукатов представлен в основном продукцией из тропических и субтропических фруктов, поставляемой из стран Азии. В настоящее время интерес к производству цукатов возрос. Плодовоовощная продукция всегда занимала важное место в рационе питания населения РФ, кроме того в настоящий момент агропромышленный комплекс имеет большое количество недоиспользуемого овощного сырья.

На территории Калининградской области к такому сырью можно отнести морковь, кабачки и тыкву. Согласно данным министерства сельского хозяйства Калининградской области за период 2015-2017 год сбор кабачков и тыквы увеличился в 3 раза, а потребление осталось на прежнем уровне [1].

Производство цукатов из овощного сырья является перспективным направлением, поскольку сырье для переработки имеет более низкую себестоимость и высокую доступность, чем плоды и ягоды. Кроме того изготовление цукатов, является безотходным производством, что значительно увеличивает интерес производителей [2].

Морковь является ценным сырьем для производства цукатов за счет высокого содержания каротина. Каротин является провитамином А, при употреблении в пищу, в организме человека, превращается в витамин А. Морковь содержит максимальное количество каротина среди всех овощей [3].

Тыква обладает диетическими и лечебно-профилактическими свойствами за счет высокого содержания макро- и микроэлементов, клетчатки, легкоусвояемых углеводов и наличия каротиноидов [4].

Кабачки представляют собой кустовую форму тыквы. Они богаты минеральными солями, важными для обмена веществ в организме человека. В большом количестве имеются соли калия, фосфора, магния, кальция.

В таблице 1 представлен химический состав основного сырья для производства цукатов [5].

Таблица 1

Химический состав основного сырья

Сырьё	Белки г	Жиры г	Усвояемые углеводы, г	Минеральные вещества, мг						Витамины, мг				
				Na	K	Ca	Mg	F	Fe	Каротин	B ₁	B ₂	PP	C
Морковь	1,3	0,1	6,2	1	200	51	38	55	0,7	9,00	0,06	0,07	1,00	5
Кабачки	0,6	0,3	4,9	2	238	15	9	12	0,4	0,03	0,03	0,03	0,60	15
Тыква	1	0,1	7,4	4	204	25	14	86	0,4	1,5	0,05	0,06	0,7	8

В качестве вспомогательного сырья при производстве цукатов используется: сахар и вода. В таблице 2 представлен химический состав вспомогательного сырья.

Таблица 2

Химический состав вспомогательного сырья

Сырьё	Белки, г	Жиры, г	Усвояемые углеводы, г	Минеральные вещества, мг					
				Na	K	Ca	Mg	F	Fe
Сахар-песок	0	0	99,8	1	3	2	Сл.	Сл.	0,3

Период потребления овощей в свежем виде ограничен. Чтобы использовать овощи в течение длительного времени применяют различные методы их консервирования. Наиболее простым и эффективным считается замораживание. По литературным данным этот метод позволяет сохранять полезные вещества на 60-90%, однако изменения в овощах, вызванные замораживанием, необратимы. По мере вымораживания влаги происходит концентрирование оставшегося раствора, теряют свою полупроницаемость клеточные стенки, при медленном замораживании образуются крупные кристаллы льда, всё это существенно сказывается на качестве продукта при размораживании [6].

Замораживать можно не все виды овощей. Пригодность овощного сырья для замораживания определяется особенностями сорта, местом произрастания, степенью зрелости и т. д.

Для обоснования возможности использования мороженых овощей, выращенных на территории Калининградской области, были проведены физико-химические и органолептические исследования в течение 9 месяцев хранения при температуре минус 18⁰С. Исследования проводились в течение вышеуказанного срока, так как выбранное сырьё выращивается сезонно и по прошествии этого времени начинается новый сезон сбора урожая.

Объектом исследований явились кабачки, морковь и тыква, свежемороженые, нарезанные на кубики с гранями не более 30 мм. Основные органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества определялись стандартными,

общепринятыми методами на соответствие требованиям национального стандарта ГОСТ Р 54683-2011 «Овощи быстрозамороженные и их смеси. Общие технические условия».

Также разработана балловая шкала для определения органолептических показателей сырья в процессе низкотемпературного хранения. По прошествии 9 месяцев хранения с помощью рефрактометрического метода определяли массовую долю растворимых сухих веществ; методом титрования в присутствии индикатора – органические кислоты; титриметрическим методом – витамин С. Результаты испытаний обрабатывались статистическими методами.

В исследованиях использовались овощи, собранные и замороженные в сентябре при температуре минус 18С⁰. Период исследований составил с сентября 2017 по май 2018 года.

Для замораживания овощи подготавливались следующим образом: сортировались, мылись, очищались, нарезались на кубики с гранями не более 30 мм, вторично мылись, обсушивались, упаковывались в пакеты из полиэтиленовые пленки массой нетто 0,5 кг, замораживались до температуры минус 18 °С.

Результаты органолептической оценки сырья после 9 месяцев хранения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Органолептические показатели замороженного сырья

Показатель	Тыква		Кабачки		Морковь	
	Замороженные	После размораживания	Замороженные	После размораживания	Замороженные	После размораживания
Внешний вид	Очищенные и нарезанные (кубиками с гранями не более 30 мм)	Чистые, незначительное отделение сока	Очищенные и нарезанные (кубиками с гранями не более 30 мм)	С легкими повреждениями (надрезами, с надломами, нажимами и т. Д.)	Очищенные и нарезанные (кубиками с гранями не более 30 мм)	Чистые, без отделения сока. Частично сморщенные кусочки
Вкус и запах	Свойственные данному виду овощей, без посторонних привкуса и запаха		Свойственные данному виду овощей, без посторонних привкуса и запаха	Слабо выраженный вкус, трудноуловимый запах	Свойственные данному виду овощей, без посторонних привкуса и запаха	
Консистенция	Плотная	Размягченная частично	Плотная	Размягченная частично	Плотная	Излишне плотная, близкая к консистенции свежих овощей
Цвет	Однородный, свойственный тыкве (желтый)	Неоднородный, свойственный тыкве (желтый)	Однородный, свойственный кабачкам (светло-желтый)		Однородный, свойственный моркови (оранжевый)	

Ухудшение связано с тем, что в продукции появляются следующие дефекты органолептических показателей:

- внешнего вида – смерзшиеся кусочки овощей;
- цвета – экземпляры с неоднородной окраской;
- консистенции – излишне плотная /мягкая, с потерей формы;
- запаха – трудноуловимый;
- вкуса – слабовыраженный.

Определены физико-химические показатели сырья после 9 месяцев низкотемпературного хранения. Результаты исследования основных физико-химических показателей сырья, определяющих качество замороженных овощей представлены в таблице 4.

Таблица 4

Физико-химические показатели сырья

Овощи	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Титруемые кислоты (по яблочной), %	Витамин С, мг/ 100 г
Свежие кабачки	8,1	0,15	20,9
Замороженные кабачки	8,5	0,16	18,0
Свежая тыква	8,3	0,10	10,3
Замороженная тыква	9,4	0,11	9,6
Свежая морковь	9,2	0,12	8,6
Замороженная морковь	10,8	0,11	7,7

Как видно из данных таблицы 4 динамика содержания основных пищевых веществ замороженных овощей имеет аналогичную тенденцию, в процессе хранения наблюдается снижение содержания растворимых сухих веществ и витамина С при одновременном увеличении органических кислот.

На основании комплекса проведенных исследований и анализа существующих технических решений была разработана технологическая схема производства овощных цукатов, которая обеспечивает не только качество готового продукта, но и высокие вкусовые показатели.

Технология овощных цукатов предусматривает введение в базовую технологию следующих операций: бланширование и вымачивание. Для оптимизации значений параметров сушки и бланширования применяли математическое двухфакторное планирование эксперимента, а именно ортогональный центральный композиционный план второго порядка для двух факторов. Диапазоны изменения варьируемых факторов и пределы их варьирования приведены в таблице. Условия опытов, а также данные для расчета коэффициентов математической модели по матрице и плану ОЦКП приведены соответственно в таблицах.

В результате реализации плана эксперимента были получены следующие значения частных параметров оптимизации, использованные для последующего построения математической модели (таблица 5).

Результаты экспериментов по оптимизации процесса производства цукатов

№ опыта	План эксперимента		Частные отклики		Y
	V _б	V _с	Органолептическая оценка, баллы	Влажность, %	
1	15	7	18,8	22,7	0,2543
2	5	7	20,4	14,2	0,0346
3	15	5	21,7	17,1	0,1643
4	5	5	19,4	21,8	0,2205
5	15	6	19,8	16,4	0,0683
6	5	6	22,4	15,6	0,1298
7	10	7	21,2	14,8	0,0809
8	10	5	23,1	14,3	0,0100
9	10	6	24,8	17,9	0,0040

Y - обобщенный параметр оптимизации

В результате математической обработки полученных данных первоначально была получена модель в кодированном виде (1).

$$y=0,1074+0,31854x_1-0,0332x_2-0,0302x_1x_2+0,0054(x_1^2-2/3)+0,0570(x_2^2-2/3) \quad (1)$$

Для отыскания оптимальных значений необходимо было перейти от кодированной модели к натуральной, подставив значения x_1 и x_2 , выраженные через их натуральные величины. Модель второго порядка в натуральном виде (формула 2) применима для отыскания оптимальных значений факторов:

$$y=0,0615-0,0124 \cdot V_b -0,0093 \cdot V_c -0,0012 \cdot V_b \cdot V_c +0,0152 \cdot V_b^2+0,0012 V_c^2 \quad (2)$$

Исследование функции отклика в графической интерпретации (рисунок) показывает области локализации оптимальных значений варьируемых дозировок компонентов, соответствующих точке экстремума.

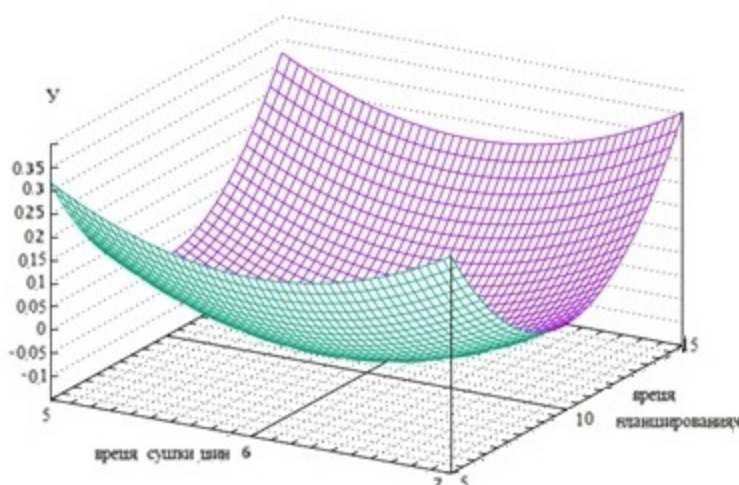


Рисунок - Геометрическая интерпретация процесса оптимизации процесса производства цукатов

Оптимальные количественные значения данных факторов, установленные методом интегрального дифференцирования, составили:

время бланширования = 11 мин;

время сушки = 5,5 часов;

Использование полученных количественных значений взаимосвязанных операций бланширования и сушки, помогают составить общую схему приготовления цукатов из сырья, выращиваемого на территории Калининградской области. Приемка основного и вспомогательного сырья начинается с оценки их качества в порядке, установленном ОТК (лабораторией) предприятия на основании действующих нормативов и стандартов:

- кабачки по ГОСТ Р 56565-2015;
- морковь по ГОСТ 33540-2015;
- тыкву по ГОСТ 7975-2013;
- сахар-песок по ГОСТ 12569-2016.

Прием замороженного сырья имеет ряд недостатков, несмотря на дешевизну сырья. Такое сырье требует дополнительного цеха и оборудования для размораживания, обработки, сушки, а также отдельной морозильной камеры для хранения. Сезонное производство не требует дополнительных затрат.

1) Операция - инспекция. Назначение: удаление дефектного сырья и посторонних примесей, получение партий сырья однородных по степени, зрелости и цвету. Способы и параметры проведения: удаляют овощи, пораженные болезнями и вредителями, сортируют сырье по степени зрелости и цвету, удаляют посторонние примеси. Применяемое оборудование: транспортеры ленточный ТСИ, роликовый КТО.

2) Операция - мойка. Назначение: удаление с поверхности овощей механических загрязнений, микроорганизмов и ядохимикатов. Способы и параметры проведения: овощи моют в двух установленных последовательно машинах, косточковые плоды – в машине и под душем, ягоды – под душем при давлении воды не более 49 кПа или при слабом встряхивании. Применяемое оборудование: моечные машины барабанная КМ-1 и вентиляторная КУМ-1.

3) Операция - очистка (от сердцевины, от кожуры). Назначение: удаление несъедобных частей овощей. Способы и параметры проведения: способы очистки зависят от вида обрабатываемых плодов. Плодоножки удаляют у всех видов. Удаляют семенное гнездо и плодоножку, очищают от мякоти и семян. Применяемое оборудование: машина для удаления плодоножек М8/КЗП, машина для очистки и резки УТМ-1. Операция - очистка (от кожицы). Назначение: улучшение вкуса и внешнего вида, облегчение диффузии сахара в ткани. Способы и параметры проведения: механическим способом очищают от кожицы. Применяемое оборудование: машина УТМ-1, сортировочный конвейер ТСИ.

4) Операция – ополаскивание. После обработки плоды промывают холодной проточной водой. Применяемое оборудование: душевые насадки, моечная машина КУМ.

5) Операция - нарезка. Назначение: разделение сырья на более мелкие части для облегчения диффузии сахара, удобства употребления и более полного использования вместимости тары. Способы и параметры проведения: сырье нарезают кубиками с гранями 20-30 мм. Применяемое оборудование: машина А9-КРВ «Ритм».

6) Операция - бланширование. Назначение: проводится для облегчения дальнейшей переработки. Способы и параметры проведения: овощи подвергаются бланшированию в кипящей воде в течение 11 мин. Применяемое оборудование: бланширователь БК.

7) Операция - приготовление сиропа. Назначение: улучшение вкусовых и потребительских свойств продукта. Способы и параметры проведения: заданное количество сахара растворяют в кипящей воде, фильтруют через ткань. Применяемое оборудование: сиропная станция, варочный котел МЗС-374. Операция - заливка сиропом. Назначение: ускорение диффузии сахара в ткани, облегчение варки. Способы и параметры

проведения: концентрация сиропа при заливке 50-60%. Температура сиропа при заливке 80-90°C.

8) Операция - варка. Назначение: равномерное насыщение сиропом без нарушения целостности и формы. Продолжительность при варке в двустенных котлах 5-6 ч. Применяемое оборудование: варочный котел МЗС-244а.

9) Операция - отделение от сиропа и подсушка. Назначение: отделить овощи от сиропной массы. Способы и параметры проведения: сливают сироп и подсушивают овощи путем обдувания воздухом температурой 60-80°C. Сироп, слитый перед сушкой, используется для приготовления повидла или другой фруктовой продукции. Для глазированных цукатов подсушивание проводят в течение 12—18 ч. Содержание сухих веществ после подсушки должно быть не менее 80%. Применяемое оборудование: решетчатые противни с отверстиями диаметром 5-7 мм.

10) Операция - обсыпка сахаром. Назначение: придание продукту привлекательного внешнего вида. Способы и параметры проведения: подготовленные овощи передают на обсыпку сахарным песком. Для обсыпки применяют просеянный сухой мелкий сахарный песок в количестве 13-15% к массе овощей. Овощи подают во вращающийся перфорированный металлический барабан конической формы с диаметром отверстий 5-7 мм. В барабане сахар равномерно распределяется по поверхности овощей. Применяемое оборудование: вращающийся барабан конической формы с диаметром отверстий 5-7 мм.

11) Операция - сушка. Назначение: предупреждение слипания и повышение стойкости при хранении. Способы и параметры проведения: овощи, обсыпанные сахаром, сушат на перфорированных решетках в сушильных камерах в один слой. Противни помещают на передвижные стеллажи и загружают в сушильную камеру. Температура сушильного воздуха должна составлять 50—70°C, заканчивается процесс сушки через 5ч 30 мин, когда влажность продукта достигает 14-17%. Применяемое оборудование: камерная сушилка.

12) Операция - упаковывание. Назначение: придание товарного вида, удобство реализации. Способы и параметры проведения: цукаты, предназначенные для розничной торговой сети, комплектуют в наборы, которые фасуют в крафт пакет дой-пак зип-лок до 200 г. Применяемое оборудование: транспортер ТПС-1.

13) Операция - хранение. Назначение: правильно сохранить произведенный товар для розничной или оптовой торговли. Способы и параметры проведения: цукаты хранят в сухих помещениях с влажностью воздуха не более 75% при температуре от 0 до 20°C. Срок хранения цукатов: для розничной продажи – 3 месяца со дня выработки [7].

Таким образом была получена усовершенствованная технология производства овощных цукатов, позволяющая получить функциональный продукт, производство которого экономически рентабельно для Калининградской области.

Результаты проведенного научного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Анализ научно-технической литературы показал актуальность и перспективность усовершенствования технологии цукатов функционального назначения за счет использования овощного сырья, выращиваемого на территории Калининградской области.

2. Обоснованы выбор и использование основного сырья – кабачки, тыква, морковь (источники ценных витаминов, природных антиоксидантов и пищевых волокон, минеральных веществ).

3. Исследован химический состав и технологические особенности основного сырья для получения новых видов цукатов.

4. Установлен характер изменения основных пищевых веществ овощей, хранящихся при отрицательных температурах. Показано, что в течение 9 месяцев хране-

ния происходит незначительное снижение содержания растворимых сухих веществ, углеводов, и витамина С при одновременном увеличении органических кислот. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования мороженых овощей в качестве основного сырья для производства цукатов.

5. Описаны основные технологические операции процесса производства цукатов, составлена технологическая схема.

6. Выбраны параметры предварительной обработки сырья (тыква, кабачки, морковь) исходя из его особенностей.

7. Для оптимизации параметров сушки и бланширования применяли ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов. Оптимальные значения факторов составили: время бланширования = 11 мин и время сушки = 5,5 часов.

8. Усовершенствована технология получения овощных цукатов и изготовлены экспериментальные образцы.

9. Исследованы органолептические показатели готового продукта.

10. Проведены физико-химические исследования готового продукта. Установлен функциональный ингредиент-клетчатка. При употреблении 100 г цукатов из кабачков, тыквы, моркови происходит удовлетворение суточной потребности в клетчатке на 15,6%; 15,04%; 19,44 % соответственно.

11. Проведены микробиологические испытания хранимоспособности готового продукта, безопасности используемого основного и вспомогательного сырья. На основе анализа динамики органолептических и микробиологических показателей качества обоснован срок годности овощных цукатов, который составил 3 месяца.

12. Показана экономическая эффективность от внедрения обоснованной технологии цукатов в условиях Калининградской области: срок окупаемости проекта составит 5 месяцев, рентабельность – 30%.

13. Разработаны проект ТУ «ЦВЕТОМИКС» и ТИ к ним.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг агропродовольственного рынка [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Калининградской области URL: <http://mcx39.ru/> (дата обращения: 28.11.2017).

2. Скрипников Ю.Н. Хранение и переработка овощей, плодов и овощей. – М.: Агропромиздат, 1986. 206 с.

3. Бессмертная, И.А. Сырье и материалы в технологии продуктов питания из растительного сырья [Текст] / И.А. Бессмертная – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2011. 225 с.

4. Справочник технолога плодоовощного производства. Составитель М.Г. Куницына [Текст].- Спб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2004. 480 с.

5. Вашило В.С. Органолептическая оценка цукатов из сырья, выращиваемого на территории Калининградской области / В.С. Вашило, Е.С. Землякова // Вестник молодежной науки. Серия: Биотехнология, техника пищевых производств и технология продуктов питания. – КГТУ. – 2017. – С. 11-15.

6. Определение периода хранения пищевого продукта при замораживании [Электронный ресурс]// Альтернатива технолога. URL: <http://alternativa-sar.ru/tehnologu/pishchevye-dobavki-i-ingredienty/r-stele-srok-godnosti-pishchevykh-produktov/1194-15-3-opredelenie-sroka-khraneniya-pishchevogo-produkta> (дата обращения: 27.02.2018).

7. Косолапова, Г.Я. Фрукты: сушка, переработка, хранение [Текст] / Г.Я. Косолапова – Алма-Ата: Кайнар, 2004. 176 с.

TECHNOLOGY OF CANDIED FRUITS FROM VEGETABLE RAW MATERIALS OF THE KALININGRAD REGION

Vashchilo Viktoriya Sergeevna, magistr
Zemlyakova Yevgeniya sergeevna, Cand. tech. Sci., Associate

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia;
e-mail: vashilo_vika@mail.ru

The article is devoted to the assessment of the chemical composition and the storage capacity of raw materials grown on the territory of the Kaliningrad region. Organoleptic and physicochemical parameters of raw materials are determined in the end of the low-temperature storage process. The technological scheme of production of vegetable candied fruits is presented. Using the method of integral differentiation, a mathematical model and the results of optimal quantitative values of the parameters of technological operations of candied fruits are compiled.

УДК 664.38

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОЛИЗА

¹Волков Владимир Владимирович, зам. начальника технопарка

¹Мезенова Ольга Яковлевна, д-р техн. наук, профессор

²Хёлинг Аксель, д-р экон. наук, директор

²Гримм Томас, директор

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: vladimir.volkov@klgtu.ru, mezenova@klgtu.ru

²Технологическая компания ANiMOX GmbH, г. Берлин, Германия;
e-mail: a.hoehling@animox.de , t.grimm@animox.de

В данной статье рассмотрены различные области применения гидролиза для комплексной глубокой переработки вторичного сырья животного и растительного происхождения, а также перспективное направление использования получаемых при гидролизе вторичного сырья животного происхождения жиров для биотехнологических целей

Сегодня уникальный потенциал вторичного рыбного сырья, накапливающегося в огромных масштабах в морских и береговых условиях, практически не используется. Российские производители рыбной продукции, особенно в море, при изготовлении мороженой рыбы (первичной продукции) ее предварительно разделявают (на филе, обез-

главливанием, потрошением). При этом отходы преимущественно сбрасываются в море. По статистике только всего лишь 30% от объема отходов сегодня в России перерабатывается, притом только на кормовую рыбную муку. Данная ситуация объясняется нехваткой оборудования, невозможностью перерабатывать жирное сырье, плохой хранимоспособностью муки из-за быстрой окисляемости жира. Примерно 10% от общей массы вылавливаемой рыбы сегодня безвозвратно теряется, нанося при этом значительный ущерб окружающей среде. В абсолютном выражении эта цифра составляет 10 млн. тонн натурального рыбного сырья в год, при этом данная масса представляет собой композицию уникального химического состава [1]. Рыбные отходы содержат от 15 до 35% массы полноценного белка, от 2 до 30% ценного жира, от 1,2 до 23% органических минеральных веществ (макро- и микроэлементы), в них очень много ценных и уникальных по своей природе биологически активных веществ (эйкозапентаеновая и докозагексаеновая жирные кислоты класса омега 3, лецитин, активные ферменты, гормоны, все незаменимые аминокислоты – лизин, метионин, цистин и др.: все виды водорастворимых витаминов – группы В, С, Д, А и др., уникальные минералы - кальций, фосфор, магний, йод, бром и др.).

Комплексная технология глубокой переработки сырья на принципах комбинированного ферментного и физического гидролиза позволяют управляемо на молекулярном уровне разделять сырье на востребованные продукты по химической природе. При глубоком фракционировании становится возможным получение пептидов (белки высокой усвояемости и низкой молекулярной массы), липидов (жиры) и минеральных веществ (макро- и микроэлементы). Варьируя параметрами технологии, получают протеины заданной молекулярной массы (низкие ди-, три- и другие олигопептиды, средней (от 10 до 1000 Да) и высокой молекулярной массы (более 1000 Да), а также липиды высокой биологической эффективности и белково-минеральную добавку, в состав которой входят пищевые волокна животного происхождения (высокомолекулярные коллагеновые белки структурных тканей) [2].

Преимуществом технологии является сохранение ценного биопотенциала морских ресурсов в готовой продукции. Обычные химические методы гидролиза (кислотный, щелочной), применяемые для извлечения белка, разрушают многие незаменимые аминокислоты, значительно понижая биологическую ценность белкового продукта и сопутствующего жира, в конечных продуктах имеется высокое содержание соли, что ограничивает их использование в пищевой промышленности. Кроме того, высокие концентрации реагентов приводят к высокой стоимости конечного продукта, загрязнению сточных вод химическими веществами. Комбинированный гидролиз не имеет указанных выше недостатков и не предусматривает применение химических реагентов. В технологии и соответствующем оборудовании используются процессы замкнутого энергетического и водного цикла, что позволяет полностью использовать сырье на полезные продукты и обеспечить экологичность переработки.

Данная технология позволяет решить проблему утилизации биологических отходов рыбоперерабатывающих предприятий и судов в масштабах целых приморских регионов. Эта же технология позволяет перерабатывать отходы не только рыбы, но и морепродуктов (ракообразные - крабы, креветки и др.; моллюски – двустворчатые, головоногие и др.; голотурий – кукумарины, трепанги и др.; морских млекопитающих (тюлени, котики и др.), а также вторичные ресурсы мясопереработки. С учетом универсальности и модульности оборудования степень его загрузки при размещении на берегу можно регулировать и оптимизировать путем варьирования составом и количеством исходного сырья.

Технология может внедряться с использованием дооснащенных рыбомучных установок на вновь строящихся на отечественных верфях крупнотоннажных траулерах-

процессорах, при модернизации доступными отечественными устройствами (измельчители, реакторы, сепараторы, сушильные устройства) и необходимыми контрольно-измерительными приборами. Максимальная автоматизация процесса переработки снижает операционные расходы на управление, энергию, пар, пресную воду. Такой подход позволяет обеспечить современный стандарт рыбной отрасли и морского промысла - полностью безотходное производство, исключение любых выбросов за борт, обеспечение высоких показателей эффективности, гибкость привязки к конкретным производствам на берегу.

Преимуществом технологии комбинированного гидролиза являются также уникальные показатели качества получаемых продуктов. По внешним характеристикам, органолептическим свойствам, молекулярному и химическому составу белковые продукты принципиально отличаются от традиционной белковой продукции животного происхождения (пищевая и кормовая рыбная и животная мука, белковые гидролизаты и концентраты и др.). Рыбная мука является композицией белков, жиров и минеральных веществ, поэтому плохо хранится, быстро окисляется и становится токсичной. Применение стимуляторов для откорма животных, включая антибиотики, негативно сказывается на качестве животной белковой продукции, которая имеют ограниченное применение (например, для детей, беременных женщин и лиц с определенными отклонениями в развитии - нельзя), в данном случае могут быть непредсказуемые последствия, вплоть до воздействия на генетическом уровне. Этим объясняется и достаточно высокий ценовой диапазон намеченной к выпуску продукции по сравнению с классической.

Получаемые протеины являются превосходной белковой пищевой добавкой, применяемой в качестве источника незаменимых аминокислот, в специализированном и функциональном питании (спортивном, геродиетическом и др.). Данные протеины имеют высокую степень усвояемости, поэтому являются уникальной подкормкой в составе стартовых кормов для мальков в аква- и марикультуре. По сравнению с обычным кормом для рыб в рыбоводстве, прежде всего, для мальков, содержащим антибиотики, стимуляторы роста, растительные белки, предлагаемый протеиновый компонент рыбного белка имеет несравненные преимущества, что доказано практикой.

Существенные преимущества в качестве имеют жировые и белково-минеральные продукты, получаемые в предлагаемом проекте из вторичного рыбного сырья методом молекулярного фракционирования. Жировые продукты представляют собой концентраты уникальных омега – 3 жирных кислот (до 30 % и выше), обладают функциональным и фармакологическим эффектами и могут быть использованы не только в кормовой отрасли, но и в качестве пищевых и биологически активных добавок, рекомендуемых диетологами всех стран мира. Белково-минеральная фракция представляет собой композицию ценных минералов костных тканей рыб (кальция, фосфора, магния, йода, брома, калия и др.) в составе с коллагеновыми белками – уникальными пищевыми волокнами животного происхождения. Данная композиция может быть использована в пищевом секторе, как источник эссенциальных веществ, ежедневно рекомендуемых в питании человеку, а также и в качестве кормового компонента в составе кормов, предназначенных для объектов рыболовства, аквакультуры и сельскохозяйственных животных.

При гидролизе вторичного сырья животного происхождения могут образовываться жиры и эмульсии, которые не подходят для использования в пищевых и кормовых целях. Их переработка является важным фактором в создании комплексной безотходной технологии утилизации вторичного сырья. Одним из перспективных направлений использования таких жиров является их применение для биотехнологических целей для производства полигидроксиалканоатов, (ПГА). ПГА - это семейство природных биополиэфиров, синтезируемых различными микроорганизмами в условиях огра-

ниченного роста [3]. Впервые ПГА были открыты Лемуаном в 1926 году [4]. ПГА вызывает исследовательский и коммерческий интерес благодаря биodeградируемости, биосовместимости, и возможности производства из возобновляемых вторичных источников, таких, как вторичные животные и растительные жиры, непригодные для пищевых или кормовых целей. Они включают в себя животные жиры, масло для жарки, пищевые отходы, отходы жировых производств и др [5].

ПГА синтезируется многими микроорганизмами (например, *Ralstonia eutropha*, *Alcaligenes eutrophus*, *Azotobacter chroococcum*) и обладают широким спектром физико-механических свойств, позволяющим производить из них практически все типы полимерных изделий. Они устойчивы к термическому воздействию и в то же время быстро разлагаются в природных условиях. Кроме биоразлагаемости, ПГА является биологически совместимым материалом, что делает возможным их медицинское применение.

Бактерию *Ralstonia eutropha* можно найти как в почве, так и в воде. Штаммы бактерии *Ralstonia eutropha* способны аккумулировать большое количество ПГА и при этом до сих пор нет данных о каких-либо патогенных штаммах *Ralstonia eutropha*.

Одной из сложностей для использования животных жиров низкого качества является их высокая температура кипения и это осложняет их переработку бактериями *Ralstonia eutropha*. Однако, группе ученых из Технического Университета Берлина под руководством д.т.н. Себастьяна Риделя в совместной работе с технологической компанией ANiMOX, Германия благодаря специальным подходам по эмульсификации животных жиров низкого качества удалось достичь в эксперименте на 5-литровом ферментёре выработку 0,40 г ПГА/1 г жира и производительность 0,36 г · л⁻¹ · ч⁻¹ [6]. Для сравнения на глюкозе достигается выработка 0,32-0,42 г ПГА/1 г глюкозы, а на растительных жирах 0,72-0,76 г ПГА/1 г растительного жира. При цене на животные жиры низкого качества 100-200 долл. США/тонна, цене пальмового масла 660-680 долл. США/тонна и цене глюкозы 500-700 долл. США/тонна, вторичное жировое сырьё животного происхождения показывает большой коммерческий потенциал для производства ПГА и делает возможным вывод на рынок ПГА-биополимеры по цене 1500-2000 долл. США/тонна.

Еще одним перспективным направлением получения протеиновых гидролизатов является переработка вторичного белоксодержащего сырья, образующегося после экстракции жиров (пальма, соя, подсолнечник, рапс, хлопок, арахис и др.) или другого вида переработки растительного сырья (пивная дробина, барда и т.п.). Ниже в таблице 1 приведены данные по объемам потенциальных источников вторичного протеинового сырья растительного происхождения на примере сои, рапса и подсолнечника [7].

Таблица 1

Источники протеинов растительного происхождения

Категория	Содержание протеинов	Мир в целом (2005/06)		ФРГ (2010)	
		Шрот	Протеины	Шрот	Протеины
Растительное происхождение	% (сухое вещество)	т	т	т	т
Соя	48	160.000.000	77.000.000	Нет данных	Нет данных
Рапс	40	25.000.000	10.000.000	4.455.000	1.693.000
Подсолнечник	40	16.000.000	5.000.000	Нет данных	Нет данных

Как видно из таблицы 1 имеется огромный сырьевой потенциал для более глубокой переработки вторичного сырья растительного происхождения для получения протеиновых гидролизатов. Данное сырье в настоящее время используется в основном для кормовых целей, однако более глубокая переработка способна сделать возможным получение из него продуктов со значительно более высокой добавленной стоимостью для использования, в том числе и для пищевых целей.

Рассмотрим потенциал переработки вторичного белоксодержащего растительного сырья на примере рапса. Производство рапса является наиболее важной масличных культур ЕС, за ним следует подсолнечник. При переработке рапса масло составляет около 40% по массе, а побочные продукты около 60% по массе. Рапсовый белок, составляющий 32-36% жмыха или шрота рапсового пресса, имеет сбалансированный аминокислотный состав и соответствующие технологические свойства для пищевого использования.

Тем не менее, все еще существуют проблемы, которые ограничивают использование рапсового жмыха для коммерческого производства белковых и биоактивных соединений, особенно в отношении органолептических свойств и уровней вредных или антипитательных факторов, таких как глюкозинолаты и фитаты. Негативные факторы, влияющие на активное коммерческое использование рапсового жмыха, включают в себя прежде всего наличие фитатов, являющихся эффективными хелаторами минералов и белков, фенольных соединений, генерирующих нежелательные цвета и ароматы, следов глюкозинолатов, считающихся антинутриционными для животных, но играющих спорную роль в здоровье человека, и высокое содержание углеводов (36% по сухому веществу), влияющее на усвояемость и технологические свойства жмыха. Поэтому текущие стратегии использования побочных продуктов переработки рапса включают использование жмыха в качестве источника белка в кормовых рецептурах для животных, а также в качестве удобрения или почвенного покрова для предотвращения эрозии.

В связи с этим необходимы новые технологии для того чтобы улучшить функциональность, биологическую ценность, и сенсорные свойства продуктов, получаемых из рапсового жмыха. Водная экстракция белков в щелочных или кислотных условиях активно изучается с 1970-х годов с целью получения высокобелковых фракций для пищевых целей [8-10]. Кроме того, ферментативная обработка с использованием ферментов, разрушающих клеточную стенку, оказалась успешной для извлечения протеина и получения гидролизатов белка из рапсового жмыха [11-13].

Потенциал рапсовых белков имеется в ряде пищевых применений, однако коричневая окраска белковых фракций, образующихся в результате окисления фенольных соединений, рассматривается как основное ограничение их включения в пищевые продукты. Концентраты рапсового белка успешно применяются в качестве альтернативы концентратам соевого или люпинового белка в рецептурах колбасных изделий для предотвращения разделения воды и масла [14-15], а также в хлебобулочных изделиях и майонезе для замены яичного белка. При добавлении этого белкового концентрата в колбасные препараты взамен казеина сенсорный анализ показал, что рапсовый белок обладает улучшенным вкусом, хорошей текстурой и характерным ароматом [15].

Помимо белка, жмых рапса также привлек большое внимание как источник антиоксидантных фенольных соединений, таких как синапин и синаповая кислота [16]. Фенольные экстракты рапса доказали свою эффективность в предотвращении нежелательного окисления эмульсий и масел, поэтому они могут служить как естественные предохранители в различных еде и косметических продуктах [17-18].

Учитывая большое количество рапсового жмыха, его переработка с целью получения продуктов с более высокой добавленной стоимостью является перспективной. В то время как многие исследователи используют различные технологии для выделения

белков, фенольных соединений и других интересных биоконпонентов в основном для пищевых применений, другие больше сосредоточены на валоризации этих потоков в целом, избегая дорогостоящих этапов очистки.

Использование этих высокобелковых промышленных потоков с применением экологически безопасных биомеханических и ферментативных технологий обработки, несомненно, откроет новые перспективы в пищевой промышленности и косметической отраслях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка потенциала вторичного белоксодержащего сырья на предприятиях Калининградской области и России / О.Я. Мезенова, В.В. Волков, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова // Вестник образования и науки Северо-Запада России. – 2017. – Т. 4. – № 4. [Электронный ресурс] Электрон. дан. Режим доступа URL <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2017/12/2017-N4-Mezenova.pdf> (дата обращения 07.07.18)
2. Хёлинг А. Протеины из вторичного сырья – инновационные компоненты в экологичном промышленном производстве. / Волков В. В. // Известия Калининградского государственного технического университета. -2015. - №38. С. 83-92
3. Hazer, B., & Steinbuchel, A. (2007). Increased diversification of polyhydroxyalkanoates by modification reactions for industrial and medical applications. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Appl Microbiol Biotechnol*, 74(1), 1-12. doi: 10.1007/s00253-006-0732-8
4. Anderson, A.J.; Dawes, E.A. Occurrence, metabolism, metabolic role, and industrial uses of bacterial polyhydroxyalkanoates. *Microbiol. Rev.* 1990, 54, 450–472.
5. Koller, M.; Atlić, A.; Dias, M.; Reiterer, A.; Brauneegg, G. Microbial PHA production from waste raw materials. In *Plastics from Bacteria: Natural Functions and Applications*; Chen, G.-Q., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2010; Volume 14, pp. 85–119.
6. Riedel, S.L.; Jahns, S.; Koenig, S.; Bock, M.C.E.; Brigham, C.J.; Bader, J.; Stahl, U. Polyhydroxyalkanoates production with *Ralstonia eutropha* from low quality waste animal fats. *J. Biotechnol.* 2015, 214, 119–127.
7. Хёлинг А., Гримм Т., Волков В. В., Мезенова Н. Ю., Протеины из вторичного рыбного сырья как инновационные компоненты спортивного питания, Научный журнал «Известия КГТУ», №39, 2015 г.
8. Bérot, S., Compoint, J. P., Larré, C., Malabat, C., Guéguen, J. Large Scale Purification of Rapeseed Proteins (*Brassica Napus* L.). *J. Chromatogr. B* 2005, 818 (1), 35-42.
9. Ghodsvali, A., Khodaparast, M. H. H., Vosoughi, M., Diosady, L. L. Preparation of Canola Protein Materials Using Membrane Technology and Evaluation of Meals Functional Properties. *Food Res. Int.* 2005, 38 (2), 223-231.
10. Xu, L., Diosady, L. L. Processing of Canola Proteins. A Review. In: *Canola and Rapeseed: Production, Processing, Food Quality, and Nutrition*; Thiyam-Holländer, U., Eskin, M. N. A., Matthäus, B., Eds.; CRC Press: Boca Raton, 2012; pp. 59-78.
11. Sari, Y. W., Bruins, M. E., Sanders, J. P. M. Enzyme Assisted Protein Extraction from Rapeseed, Soybean, and Microalgae Meals. *Ind. Crops Prod.* 2013, 43 (1), 78-83.
12. Niu, Y. X., Li, W., Zhu, J., Huang, Q., Jiang, M., Huang, F. Aqueous Enzymatic Extraction of Rapeseed Oil and Protein from Dehulled Cold-Pressed Double-Low Rapeseed Cake. *Int. J. Food Eng.* 2012, 8 (3), 1-14.
13. DeCastro, F. B., Carlsson, T. I., Kvist, S. U., Lawther, J. M. Process for the Fractionation of Oilseed Press Cakes and Meals, 2005.

14. Von Der Haar, D., Müller, K., Bader-Mittermaier, S., Eisner, P. Rapeseed Proteins – Production Methods and Possible Application Ranges. *Oilseeds fats Crop. Lipids* 2014, 21 (1), 1-8.
15. Yoshie-Stark, Y., Wada, Y., Schott, M., Wäsche, A. Functional and Bioactive Properties of Rapeseed Protein Concentrates and Sensory Analysis of Food Application with Rapeseed Protein Concentrates. *LWT - Food Sci. Technol.* 2006, 39 (5), 503-512.
16. Chen, Y., Thiyam-Hollander, U., Barthet, V. J., Achary, A. A. Value-Added Potential of Expeller-Pressed Canola Oil Refining: Characterization of Sinapic Acid Derivatives and Tocopherols from Byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2014, 62 (40), 9800-9807.
17. Sørensen, A.-D. M. D. M., Friel, J., Winkler-Moser, J. K., Jacobsen, C., Huidrom, D., Reddy, N., Thiyam-Holländer, U. Impact of Endogenous Canola Phenolics on the Oxidative Stability of Oil-in-Water Emulsions. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2013, 115 (5), 501-512.
18. Thiyam, U., Stöckmann, H., Zum Felde, T., Schwarz, K. Antioxidative Effect of the Main Sinapic Acid Derivatives from Rapeseed and Mustard Oil by-Products. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2006, 108 (3), 239-248.

PROMISING DEVELOPMENTS OF PROCESSING TECHNOLOGIES FOR BY-PRODUCTS OF ANIMAL AND PLANT ORIGIN USING HYDROLYSIS

¹Volkov Vladimir Vladimirovich, Deputy Head of Technopark

¹Mezenova Olga Yakovlevna, Doctor of Technical Sciences, Professor

²HöllingAxel, Doctor of Economics, CEO

²Grimm Tomas, CEO

¹FGBOU VO "Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, Russia,

e-mail: vladimir.volkov@klgtu.ru, mezenova@klgtu.ru

²Biotechnology company ANiMOX GmbH, Berlin, Germany,

e-mail: a.hoehling@animox.de, t.grimm@animox.de

Various application fields of hydrolysis for complex deep processing of by-products of animal and plant origin as well as promising utilization of fats of animal origin after hydrolysis for biotechnological processes are discussed in this article.

СЕНСОРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНО-СПИРТОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ ПИЩЕВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

¹Волков Сергей Михайлович, канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник

²Еловегина Елена Александровна, студент.

^{1,3}Кирсанов Дмитрий Олегович, д-р хим. наук, профессор

^{1,3}Легин Андрей Владимирович, канд. хим. наук, зав. лабораторией

¹Лисицына Ирина Анатольевна, зав. отделом исследования жиров

²Поздеева Юлия Васильевна, студентка

^{1,2}Федоров Александр Валентинович, д-р техн. наук, зав. кафедрой,
гл. науч. сотрудник

¹ВНИИЖиров, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: vniig@vniig.org

²Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: afedorov@corp.ifmo.ru

³Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
Россия, e-mail: d.kirsanov@gmail.com

Приводятся результаты измерения разности потенциалов жиросодержащих водно-спиртовых эмульсий. рассчитаны суммарные значения стандартных отклонений средних арифметических численных значений потенциалов сенсоров, принятых в качестве критериев воспроизводимости результатов измерений. Установлено существенное влияние температуры, при которой проводятся исследования, а также способы получения образцов растительных масел

Пищевые растительные масла (ПРМ) являются наиважнейшим продуктом, который используется в питании непосредственно, если можно так выразиться в «живом виде» и являются исходным сырьем для производства широкого спектра масложировых продуктов: маргаринов, спредов, майонезов, соусов, кетчупов. ПРМ незаменимы в консервной, хлебопекарной, кондитерской промышленности. Пожалуй, в настоящее время нет такой отрасли пищевой индустрии, где бы ни использовался это ценный продукт.

Качество ПРМ во многом определяет не только пищевую ценность, но и органолептические показатели готовой продукции. Оперативная информация о свойствах гомогенных и гетерогенных как твердых, так и жидкофазных систем, получаемая с помощью применения фундаментальных физических и физико-химических принципов, имеет наиважнейшее важное прикладное значение. В пищевой промышленности эта информация используется для контроля технологических процессов и для мониторинга изменения потребительских свойств готовой продукции [1,2].

В реальном пищевом производстве успешно применяются спектральные методы, такие как спектрофотометрия, ПК-, ЯМР-спектроскопия, а также метод ядерной магнитной релаксации, они используемые для экспресс-контроля качества производимой продукции. Все же при обнаружении целевых компонентов, доля которых существенно ниже основной массы базовых компонентов, эффективность данных методов снижается.

Известны и применяются на практике методы контроля качества пищевых продуктов, основанные на измерениях электрохимических свойств жидкофазных систем, в том числе и растворов. Потенциометрическое титрование используется для определения кислотного и перекисного чисел при анализе качества ПРМ по ГОСТ № 5476-80 и

ГОСТ Р ИСО 27107-2010. Качество ПРМ определяется при помощи вольтамперометрического метода. Для установления окислительной стабильности ПРМ измеряются электропроводность дистиллированной воды, абсорбирующей летучие продукты окисления образцов в соответствии ГОСТ № 31758-2012.

В отдельных случаях исследуются также электрофизические свойства ПРМ, а именно, их диэлектрическая проницаемость и удельная электрическая проводимость. Определяемые при этом характеристические частоты и характеристические активные проводимости используются в качестве изменяющихся параметров.[3].

Наш научный коллектив в разном составе неоднократно обращался к проблеме разработки принципиально новых методов определения качественных показателей ПРМ. В работе [4] измерялись амплитуды переменного тока в конденсаторе объемом около 10 мл, в котором находился образец исследуемого растительного масла. При этом амплитуда подаваемого тока изменялась в интервале 4-12 В, а частота в интервале 0,5 – 3500,0 Гц. При этом обнаружена зависимость величины амплитуды тока, а также амплитуд Фурье-спектров различных образцов подсолнечного масла от содержания в нем олеиновой кислоты ПРМ. Однако полученные результаты, хотя и обнадеживают нас, мы отчетливо представляем, что предстоит провести еще большую работу по идентификации параметров.

Для определения состава многокомпонентных жидкофазных систем, в том числе и качества пищевой продукции, ускоренное развитие в последнее время получил так называемый метод мультисенсорной потенциометрии. Основные принципы реализации этого метода применительно к широкому кругу задач изложены в работе [5]. Нами для идентификации параметров были проведены исследования [6] образцов ПРМ с использованием массива датчиков, выполненных по технологии и из материалов, представленных в [7,8].

Получены численные значения разности потенциалов между электродом сравнения и каждым из электродов массива в водно-спиртовом экстракте анализируемого образца растительного масла. После математической обработки экспериментальных данных с использованием методов формального независимого моделирования аналогий классов линейного дискриминантного анализа [9] были созданы математические модели, позволяющие на основе экспериментальных данных различать образцы «прогорклого» и товарного растительных масел.

Так для оливкового масла были проведены аналогичные измерения с использованием массива сенсоров с целью определения зависимости между качественным составом этих масел и местом произрастания масличных культур [10, 11]. Полученные результаты показывают высокую эффективность использованного метода мультисенсорной потенциометрии для определения индивидуальных характеристик исследованных образцов оливковых масел.

Преимуществами мультисенсорной потенциометрии при условии решения задач подбора эффективного массива сенсоров, их кондиционирования и отмывки является относительно быстрое проведение измерений, высокая чувствительность к широкому спектру аналитов в образцах продуктов питания. Причем для проведения анализа методом мультисенсорной потенциометрии по сравнению с другими известными методами требуется существенно меньшее количество пробы, а используемые растворители могут быть легко регенерированы для повторного использования. При этом высокая эффективность при сравнительно невысокой стоимости оборудования, программного обеспечения и используемых расходных материалов при их малом ассортименте делает этот метод коммерчески привлекательным. Преимущества метода мультисенсорной потенциометрии объясняют высокий рейтинг публикаций в данной сфере научных исследований.

На предварительном этапе программы исследований эффективности использования мультисенсорной потенциометрии для прямого, совместного определения нормируемых показателей качества ПРМ был сформирован массив из 12 электродов, изготовленных с использованием технологий [5, 6, 8,12]. На основе этого массива была собрана модельная установка [5] для проведения измерений разности потенциалов. В ходе предварительных исследований образцов подсолнечного масла были определены условия кондиционирования, отмывки электродов и подбора концентраций компонентов маслосодержащей водно-спиртовой эмульсии. В качестве спиртового компонента эмульсии использовался изопропиловый спирт в соотношении с водой 40:60-60:40. Содержание анализируемого образца растительного масла в водно-спиртовой эмульсии не превышало 0,5 %.

Измерения проводились при нормальных условиях и комнатной температуре. При этом температура колебалась от 17 до 22°C. Такой диапазон температур при проведении измерений разности потенциалов однофазных растворов аналитов методом мультисенсорной потенциометрии считается допустимыми. Относительное отклонение численных значений разности потенциалов, рассчитанное по уравнению Никольского (1) [5,7] в случае изменения температур на 5-10°C, оказывается существенно ниже отклонения численных значений разности потенциалов, измеренных для параллельных проб в известных исследованиях.

$$E = E^0 + \frac{RT}{z_i F} (\alpha + \sum K_{ij} (\alpha_j)^{z_i/z_j}) \quad (1)$$

где E - разность потенциалов (эдс) электрохимической ячейки, состоящей из электрода сравнения и ИСЭ; E^0 - стандартный потенциал; R - газовая постоянная; T - абсолютная температура; F - постоянная Фарадея; z_i - и z_j - заряды основного и мешающего ионов соответственно; α - коэффициент селективности ИСЭ к основному иону i в присутствии мешающего иона j .

Очевидно, что состояние аналита в гетерофазной системе, каковой и являются исследуемые жиросодержащие водно-спиртовые эмульсии, существенно отличается от его состояния в однофазном растворе, для которого предложено уравнение Никольского (1). Следовательно, фактор изменений температуры должен быть учтен при анализе экспериментальных данных.

Для исследования свойств маслосодержащих водно-спиртовых эмульсий были выбраны образцы рафинированного и нерафинированного подсолнечного масла, рафинированного рапсового масла и нерафинированного горчичного масла. Жирнокислотный состав исследованных образцов ПРМ представлен в табл. 1. Данные по жирнокислотному составу в табл. 1 были получены в соответствии с нормативной документацией на газожидкостном хроматографе «Bruker-436GS» с использованием капиллярной колонки длиной 30 м, диаметром 0,25 мм и активной фазой на основе полиэтиленгликоля.

Кондиционирование массива электродов в водноспиртовой эмульсии анализируемого образца ПРМ производилось в течение 10 мин. Измерения разности потенциалов выполнялись в автоматическом режиме в течение 2-3 мин через каждые 3с. После этого сенсорный массив и электрод сравнения поочередно промывался гексаном, раствором ПАВ и дистиллированной водой. После стадии кондиционирования приготавливали четыре одинаковые пробы маслосодержащей эмульсии на основе определенного образца ПРМ для проведения четырех параллельных измерений разности потенциалов. После проведения измерений массив электродов промывался таким же образом, как и на стадии кондиционирования.

Таблица 1

Жирнокислотный состав образцов растительных масел (относит. %)

Условное обозначение жирных кислот	Рафинированное подсолнечное масло обр. № 1%	Рафинированное подсолнечное масло обр. № 2%	Нерафинированное подсолнечное масло обр. № 3%	Нерафинированное подсолнечное масло обр. № 4%	Рафинированное рапсовое масло обр. № 5%	Нерафинированное горчичное масло обр. № 6%
C _{14:0}	-	-	0,1	-	-	0,2
C _{16:0}	6,0	6,1	6,4	6,5	4,2	3,7
C _{16:1}	0,1	-	-	-	0,2	0,2
C _{18:0}	3,6	2,2	2,8	2,2	1,8	2,2
C _{18:1}	25,5	24,5	23,7	28,1	62,4	42,2
C _{18:3}	-	0,2	0,1	-	7,8	10,4
C _{20:0}	0,3	0,2	0,3	0,3	0,6	0,7
C _{20:1}	0,3	0,1	-	0,1	1,2	3,2
C _{20:2}	-	-	-	-	0,1	0,3
C _{22:0}	0,7	0,4	0,8	0,3	0,3	0,3
C _{22:1}	-	-	-	-	0,4	4,0
C _{22:2}	-	-	-	-	-	0,2
C _{24:0}	0,2	-	0,3	-	0,1	0,2
C _{24:1}	-	-	-	-	-	0,5

После этого вычисляли средние значения каждой из параллельных проб как совместно с результатами стадии кондиционирования, так и без них. Результаты вычислений представлены в табл. №2-4.

Таблица 2

Средние значения потенциалов сенсоров (мВ) параллельных проб и стандартные отклонения в водно-спиртовых эмульсиях образцов ПРМ с кондиционированием при комнатной температуре (17°C+1°C)

Наименование образца	Наименование параметра	Порядковый номер электрода								
		1	2	3	4	5	6	7	8	Сумма
Раф.подсолнечное образец № 1	Ср.знач.(мВ)	230	202	133	141	-285	96	-414	-150	-
	Станд.откл.	4	1	2	5	4	4	10	8	39
Раф.подсолнечное образец № 2	Ср.знач.(мВ)	194	168	114	131	-287	70	-369	-229	-
	Станд.откл.	15	18	24	27	18	21	42	42	208
Нераф.подсолнечное образец № 3	Ср.знач.(мВ)	180	142	109	ПО	-257	109	-384	209	-
	Станд.откл.	43	47	36	42	18	31	14	22	252
Нераф.подсолнечное образец № 4	Ср.знач.(мВ)	206	194	140	147	-283	114	-404	-150	-
	Станд.откл.	7	4	5	8	5	13	16	21	79
Раф.рапсовое образец № 5	Ср.знач.(мВ)	189	154	91	108	-324	72	-387	-182	-
	Станд.откл.	9	16	29	23	17	33	38	64	228
Нераф.горчичное образец № 6	Ср.знач.(мВ)	245	210	132	154	-257	103	-371	-134	-
	Станд.откл.	11	3	7	5	3	4	5	5	43

Целью настоящего исследования является определение целесообразности учета численных значений разности потенциалов, полученных при кондиционировании для определения стандартного отклонения средних значений по каждому электроду массива, а также влияние качества ПРМ на стандартное отклонение численных значений среднего арифметического каждого из этих ПРМ. Полученные данные служат основа-

нием для проведения сравнительного анализа величин суммарного стандартного отклонения, который позволяет предварительно оценить влияние технологии получения ПРМ, разновидности ПРМ, а также температурных колебаний окружающей среды, на воспроизводимость экспериментальных данных, учитываемое при планировании дальнейших исследований.

Таблица 3

Средние значения потенциалов сенсоров (мВ) параллельных проб и стандартные отклонения в водно-спиртовых эмульсиях образцов ПРМ без кондиционирования при комнатной температуре (17°C+1°C)

Наименование образца	Наименование параметра	Порядковый номер электрода								Сумма
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Раф.подсолнечное образец № 1	Ср.знач.(мВ)	230	202	133	139	-283	95	-418	-53	
	Станд.откл.	4	1	3	1	2	3	4	6	25
Раф.подсолнечное образец № 2	Ср.знач.(мВ)	187	160	104	121	-289	61	-365	-247	-
	Станд.откл.	4	2	13	19	20	4	48	16	126
Н ер аф. подсолнеч-образец № 3	Ср.знач.(мВ)	173	134	101	101	-261	101	-389	204	-
	Станд.откл.	47	50	36	41	18	30	11	21	254
Н ер аф. подсолнеч-образец № 4	Ср.знач.(мВ)	207	195	138	144	-281	108	-411	-146	-
	Станд.откл.	7	3	3	4	1	7	7	22	55
Раф.рапсовое образец № 5	Ср.знач.(мВ)	151	119	64	79	-264	47	-319	-165	-
	Станд.откл.	84	7	8	7	3	8	24	25	165
Нераф.горчичное образец № 6	Ср.знач.(мВ)	250	212	133	153	-256	102	-370	-133	-
	Станд.откл.	5	2	7	5	3	4	4	5	35

Решение задачи воспроизводимости численных значений разности потенциалов в маслосодержащих водно-спиртовых эмульсиях, измеренных методом мультисенсорной потенциометрии, является основой для разработки экспресс-метода совмещенного анализа нормируемых показателей качества ПРМ.

Полученные численные значения средних арифметических разности потенциалов параллельных проб и стандартных отклонений при комнатной температуре (17°C+1°C) с кондиционированием и без кондиционирования для образцов ПРМ, пронумерованных в соответствии с табл. 1, представлены в табл. 2-3.

Таблица 4

Средние значения потенциалов сенсоров (мВ) параллельных проб и стандартные отклонения в водно-спиртовых эмульсиях образцов ПРМ без кондиционирования при комнатной температуре (22°C+1°C)

Наименование образца	Наименование параметра	Порядковый номер электрода								Сумма
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Раф.подсолнечное образец №1	Ср.знач.(мВ)	241	205	42	73	-315	-24	-455	222	
	Станд.откл.	4	3	6	8	1	13	4	5	44
Раф.подсолнечное образец № 2	Ср.знач.(мВ)	228	203	132	151	-297	114	-384	193	
	Станд.откл.	1	1	3	3	8	17	6	4	43
Н ер аф. подсолнеч-образец № 3	Ср.знач.(мВ)	244	203	148	137	-272	119	25	235	
	Станд.откл.	8	6	0	10	4	4	121	5	15
Н ер аф. подсолнеч-образец № 4	Ср.знач.(мВ)	226	188	94	114	-300	107	-404	194	
	Станд.откл.	4	1	20	28	5	22	17	7	105

Сравнение суммарных значений стандартных отклонений для одних и тех же образцов ПРМ, представленных в табл. 2-3, позволяет установить, что каждое суммарное стандартное отклонение, рассчитанное с учетом результатов измерений стадии кондиционирования в табл. 2 во всех случаях оказывается выше, чем суммарное значение стандартных отклонений, рассчитанных без учета результатов измерения разности потенциалов стадии кондиционирования в табл. 3. Это указывает на то, что структура поверхности электродов на стадии кондиционирования существенным образом меняется, относительно ее первоначального состояния. Причем эти изменения оказываются более значительными, чем изменения состояния поверхности в последующих измерениях четырех параллельных проб. Поскольку увеличение суммарных стандартных отклонений, принятых в качестве критериев оценки воспроизводимости откликов сенсоров, в случае расчетов с кондиционированием свидетельствует о существенном снижении воспроизводимости измерений потенциалов сенсоров, то, следовательно, результаты измерений разности потенциалов при кондиционировании не следует учитывать в расчете этих критериев воспроизводимости, для формирования более адекватных математических моделей.

Сравнение данных для образцов ПРМ, полученных по различным технологиям, а именно, образцов нерафинированного и рафинированного масла, показывает, что суммарные значения стандартного отклонения в обоих случаях могут изменяться в достаточно широком интервале численных значений. Так, согласно данным табл. 3, для образцов № 1 и 2 рафинированного подсолнечного масла суммарные значения стандартного отклонения составляют, соответственно, 25 и 126. Для образцов № 3 и 4 нерафинированного подсолнечного масла суммарные значения стандартных отклонений составляют, соответственно, 254 и 55. При этом суммарные значения стандартного отклонения для образца № 5 рафинированного рапсового масла составляет 165, а для образца № 6 нерафинированного горчичного масла - 36.

Задача численных значений потенциалов сенсоров от вида масла и способа получения ПРМ может быть решена при их измерениях у большего количества образцов ПРМ, запланированных на следующем этапе научной программы исследований свойств маслосодержащих водно-спиртовых эмульсий методом мультисенсорной потенциометрии.

Для изучения влияния колебаний температуры на воспроизводимость измерений потенциалов массивом сенсоров в параллельных пробах были проведены исследования водно-спиртовых эмульсий образцов № 1 и 2 рафинированного и образцов № 3 и 4 нерафинированного подсолнечных масел также и при другой комнатной температуре ($22^{\circ}\text{C}+1^{\circ}\text{C}$). Причем расчет среднеарифметических значения четырех параллельных проб и стандартных отклонений проводился уже без учета значений потенциалов сенсоров, полученных на стадии кондиционирования. Численные значения средних арифметических разности потенциалов параллельных проб и стандартных отклонений при комнатной температуре ($22^{\circ}\text{C}+1^{\circ}\text{C}$) представлены в табл. № 4.

Сравнение данных табл. № 3 и 4 для одинаковых образцов показывает, что для образца № 1 при увеличении температуры суммарное стандартное отклонение увеличилось с 25 до 44. Для образца № 2, наоборот, произошло снижение суммарного стандартного отклонения со 126 до 43. Для образца № 3 суммарное стандартное отклонение уменьшилось с 254 до 159. Для образца № 4 суммарное стандартное отклонение увеличилось с 55 до 105. Причем для значения комнатной температуры $22^{\circ}\text{C}+1^{\circ}\text{C}$ суммарное стандартное отклонение средних значений потенциалов параллельных проб для образцов рафинированного подсолнечного масла оказывается существенно ниже, чем суммарное стандартное отклонение для образцов нерафинированного подсолнечного масла. Это означает, что воспроизводимость результатов измерений для исследованных

образцов рафинированного подсолнечного масла оказывается существенно выше, чем у образцов нерафинированного подсолнечного масла.

Полученные при различных значениях температуры данные измерений разности потенциалов для образцов подсолнечного масла показывают достаточно выраженную их зависимость от, существенно отличающуюся от температурной зависимости численных значений потенциалов электродов, которая описывается уравнением Никольского (1). Обнаруженная в данном исследовании температурная зависимость численных значений разности потенциалов, измеренных мультисенсорной системой, как и зависимость воспроизводимости результатов измерений потенциалов от способа получения ПРМ, требуют дальнейшего системного изучения в рамках общей научной программы разработки экспресс-метода совмещенного анализа нормируемых показателей качества ПРМ. Разрабатываемый метод может быть эффективным при определении качественных показателей ПРМ как в процессе извлечения и переработки масел, так при их использовании в пищевом производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брайен Р.О. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. СПб., 2007. 751 с.
2. Рудаков О.Б., Пономарев А.Р., Полянский К.К., Любарь А.В. Жиры. Химический состав и экспертиз. Методы определения качества. М., 2005. 312 с.
3. Современные аспекты технологии и экспертизы растительных масел. СПб., 2012.
4. Kovalskiy I, Lukyanov G., Fedorov A., Volkov S. "Sensor for determining the composition of fluid" IEEE WORKSHOP 2016. Industrial and Medikal measurement and Sensor Technology. Mulheim an der Rhur. 2016.
5. Власов Ю.Б., Легин А.В., Рудницкая А.М. Мультисенсорные системы типа электронный язык - новые возможности создания и применения химических сенсоров // Успехи химии. № 75 (2). 2006. 141-150 с.
6. Legin A., Budnitskaya A., Seleznev B., Ivanov A., Vlasov Yu. Electronic tonque distinguishes rancidity of vegetable oils, in Proceedings of Sensors 2001, 8-10 May. Nuremberg, Germany. P. 47.
7. Никольский Б.П. Ионоселективные электроды // Химия. Л., 1980. 240 с.
8. Vlasov Yu.G., Bychkov E.A., Legin A. V. Chalcogenide glass chemical sensors: Research and analytical applications // Talanta. 1994. № 41(6) P. 1059-1063.
9. Esbensen K., Schonkopf S., Midtgaard T, Guyot D. Multivariate Analysis in Practice CAMO ASA. Norvey, 1998.
10. Dias EG., Fernandes A., Veloso A.S.A., Machado, A.A.S.E, Pereira, J.A., Peres, A.M. Single-cultivar extra virgin olive classification using f potentiometric electronic tongue // European Food Research and Technology. 2016. V. 242 (2). P. 259-270.
11. Veloso A.S.A., Dias EG., Rodrigues N., Pereira J.A., Peres A.M. Sensory intensity assessment of olive oils using an electronic tongue // Talanta. 2016. № 146. P. 585-593.
12. Научный совет по аналитической химии ИХНМ РАН. Проблемы аналитической химии. Т.14: Химические сенсоры / под ред. Ю.Г.Власова. М., 2010. 399 с.

SENSORY CHARACTERISTICS OF THE HYDROALCOHOLIC EMULSIONS OF FOOD OILS

¹Volkov Sergey M. Ph. D., senior researcher

²Elovegina Elena A. student

^{1,3}Kirsanov Dmitry O. doctor of chemistry, professor

^{1,3} Legin Andrey V. Ph. D, head laboratory

¹ Lisitsyna Irina A. Head of fat research Department

²Pozdeeva Julia V. student

^{1,2} Fedorov Alexander V. doctor of technical, head. Department of food biotechnology of plant raw materials, chief researcher

¹All-Russian research Institute of fats, St. Petersburg, Russia, e-mail: vniig@vniig.org

²ITMO University, St. Petersburg, Russia, e-mail: afedorov@corp.ifmo.ru

³St. Petersburg state University, St. Petersburg, Russia, e-mail: d.kirsanov@gmail.com

The results of measuring the potential difference of fat-containing water-alcohol emulsions are presented. the total values of standard deviations of the arithmetic mean numerical values of the sensor potentials, accepted as the criteria for the reproducibility of the measurement results, are calculated. The significant influence of the temperature at which the studies are conducted, as well as the method of obtaining samples of vegetable oils, is established.

УДК 637.354.8, 612.392.86

АНАЛИЗ РЫНКА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Ключко Наталия Юрьевна, канд. техн. наук, доцент

Филиппова Дарья Владиславовна, студентка

Фартышева Анастасия Леонидовна, аспирантка

Стручкова Алёна Владимировна, студентка

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru

Анализ рынка обогащенной биологически активными веществами молочной продукции в Калининградской области показал, что интерес потребителей к ней неуклонно растет. Установлены основные предпочтения респондентов при выборе сливочного масла и сыров. Проведены исследования по совершенствованию рецептуры рассольного сыра, сливочного масла путем их обогащения водорослями. Даны рекомендации по употреблению функциональных продуктов

Из 7 млрд жителей нашей планеты от нехватки йода страдают почти 2 млрд. Калининградская область – территория со средней степенью йодного дефицита, однако растет число жителей, у которых диагностированы болезни, вызванные нехваткой йода: гипотиреоз – на 4,26 %, многоузловой зоб – на 39,5 % [1, 2].

Основными источниками йода являются различные морепродукты: рыба, водоросли, моллюски, креветки и другие. Лучше сохраняется йод в сушеных водорослях, которые традиционно используются как профилактическое средство для предупреждения возникновения зоба и гипотиреоза.

Известно, что йод и кальций являются синергистами по отношению друг к другу [3]. Следовательно, целесообразно обогащать йодом именно молочные продукты, как основные источники кальция.

Молочным продуктам, принимая во внимание их биологическую ценность, принадлежит основополагающая роль в организации правильного питания населения. Поэтому приоритетными направлениями «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» является увеличение объемов производства молочных продуктов из собственных сырьевых ресурсов, повышение их потребления населением, сокращение импорта товарных ресурсов молока и молочных продуктов [4].

Сливочное масло в России - товар народного потребления. Данный продукт представляет собой жировую эмульсию, преобладающей составной частью которой является молочный жир, произведенный из коровьего молока, молочных продуктов и (или) побочных продуктов переработки молока путем отделения от них жировой фазы и равномерного распределения в ней молочной плазмы с добавлением не в целях замены составных частей молока, немолочных компонентов или без них добавления [5]. Сливочное масло отличается высоким содержанием жирорастворимых витаминов А, D, Е, К, низкомолекулярных жирных кислот (масляной, капроновой, олеиновой), минеральных веществ (кальций, фосфор, калий, натрий, железо). Эти химические вещества входят в состав клеточных мембран, необходимы для синтеза гормонов и участвуют в регуляции физиологических процессов организма. Холестерина в сливочном масле больше, чем в других животных жирах, его количество в среднем составляет 0,2%. Объем рынка сливочного масла в России растёт и на 2017 год составлял 269 тысяч тонн, что на 20,55% больше чем в 2012 году [6]. По данным Министерства Здравоохранения РФ норма потребления животных масел в России составляет 2 килограмма на человека в год.

Рассольный сыр - сыр, созревающий и/или хранящийся в растворе солей [5]. Этот продукт пользуется большой популярностью во всем мире, может употребляться как самостоятельный продукт или в составе блюд. Сочетание витаминов и минеральных веществ с полноценными белками и жирами способствуют наилучшему усвоению всех питательных веществ, которые имеются в рассольных сырах [7, 8].

Производство мягких сыров в России сегодня занимает 7 % от производства других видов сыров. Помимо промышленности, активно развивают данное направление и крестьянские фермерские хозяйства. В связи с этим исследования по расширению ассортимента сливочного масла, рассольных сыров, повышение их биологической ценности представляется актуальным [8].

В работе были поставлены следующие задачи: провести анализ рынка рассольных сыров и сливочного масла в Калининградской области; определить возможность повышения биологической ценности рассольного сыра путем использования водоросли *Fucus vesiculosus*.

В работе использованы аналитические и экспериментальные методы исследований: органолептические, физико-химические и биохимические (для определения количественного и качественного состава).

По статистическим данным Росстата производство сливочного масла в России на 2015 год составило 248 тысяч тонн. В 2016 году было произведено 254,2 тысяч тонн, а в 2017 году 269 тысяч тонн, что на 5,5% и 7,8% выше показателей предыдущих годов

соответственно. В Калининградской области за 2017 год было произведено 1,6 тысяч тонн сливочного масла [9]. Основной ассортимент масла на полках города занимают местные производители, которые пользуются высоким спросом среди потребителей: ОАО «Молоко», ООО «Залесский фермер» и ООО «Гусевмолоко». Данные молочные фабрики выпускают традиционное масло 72,5% жирности и крестьянское 82,5% жирности. ООО «Гусевмолоко» выпускает две торговые марки – это «Кот-де-франс» и «Неженская». По результатам исследования Роскачества Калининградское сливочное масло «Крестьянское» (ОАО «Молоко») и «Кот де Франс» (ООО «Гусевмолоко») назвали товарами повышенного качества. Сливочное масло этих производителей абсолютно безопасно, оно не содержит антибиотиков и опасных бактерий. В продукте также отсутствуют консерванты и красители. Результаты исследования показали, что масло действительно сделано из качественных сливок, без добавления растительных жиров.

В зависимости от жирности сливочное масло подразделяют на: традиционное - 82,5%, любительское - 80%, крестьянское - 72,5%, бутербродное - 61%, чайное - 50%, масло с различными наполнителями (шоколадное, фруктовое, медовое) - 62% и топленое - не менее 98%. Эксперты утверждают, что наиболее полезным для организма является сливочное масло 82,5% жирности, но злоупотреблять им не рекомендуется, суточная норма потребления масла для здорового человека считается 10 - 30 граммов.

В Калининградской области на сегодняшний день можно приобрести следующие виды масла: сладкосливочное, кислосливочное, вологодское, любительское, с наполнителями и крестьянское.

Цены на молочную продукцию в последнее время устойчиво повышаются, сливочное масло не исключение. По данным экспертов, это следствие повышения цен на сырое молоко в 2013-2014 годах. Цена сливочного масла в апреле 2016 года снизилась на 0,7% (261,2 руб./кг), при этом, годовой рост стоимости составил 4,6%. По данным Росстата Калининградской области цена килограмм сливочного масла за 2017 год составляла 546,30 рублей, можно вычислить среднюю цену за упаковку 180 граммов, которая составляет 98,33 рублей [9]. Исследуя ассортимент сливочного масла Калининградской области можно составить диаграмму средней цены за 180 граммов 72,5% жирности (рис. 1) и 82,5% жирности (рис. 2).

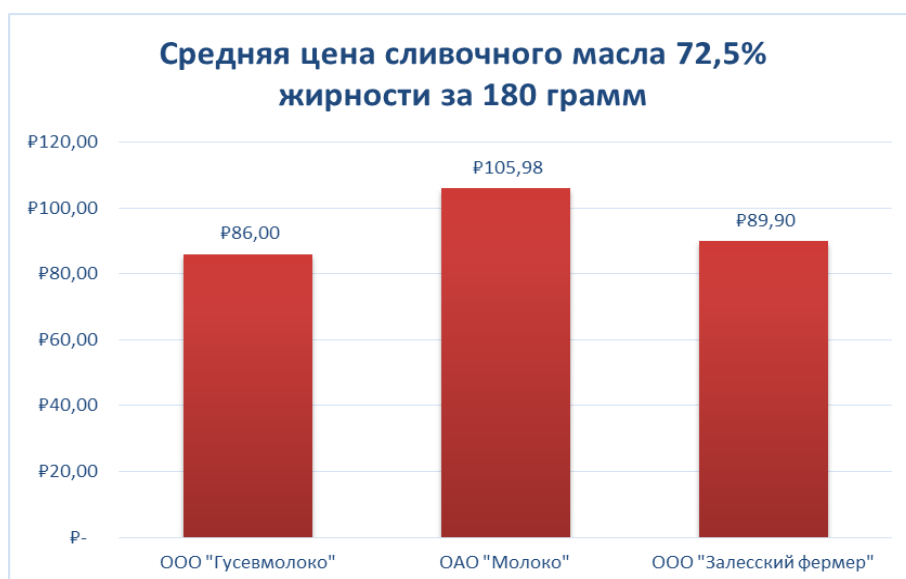


Рис. 1. Средняя цена сливочного масла 72,5% жирности за 180 грамм

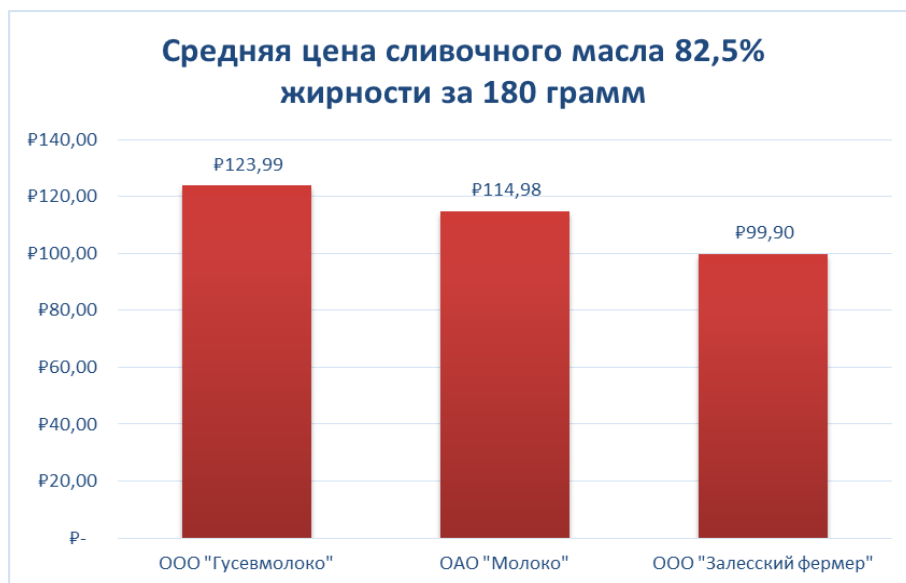


Рис. 2. Средняя цена сливочного масла 82,5% жирности за 180 грамм

Сливочное масло не входит в число дешёвых продуктов, поэтому используются различные способы снижения цены на данный продукт. На отечественном рынке не редко можно встретить спред и маргарин. Их цена намного ниже, но по качеству они сильно отличаются от натурального сливочного масла.

В соответствии с ГОСТ Р 52178-2003, маргарин – это эмульсионный жировой продукт с массовой долей жира не менее 20% [10]. Основу для производства маргарина составляет саломас - гидрогенизированные растительные масла, перечень которых утвержден ГОСТом. В маргарин могут добавляться не только растительные жиры, но и животные, в том числе жиры рыб и морских млекопитающих, молоко или продукты его переработки. За 2017 год цена килограмма маргарина в Калининградской области составила 202,07 рублей, что на 63% меньше цены сливочного масла [9]. Основным производителем маргарина Калининградской области это ОАО «Знаменский маргариновый завод».

Спред по определению ГОСТ Р 52100-2003, пластичный эмульсионный жировой продукт с массовой долей общего жира не менее 39%, изготовленный из молочного жира, сливок и (или) сливочного масла и натуральных и (или) модифицированных растительных масел [11]. Производители спредов используют в основном переэтерифицированные, а не гидрированные жиры, за счет чего удается значительно снизить содержание трансизомеров. Согласно ГОСТу, оно не должно превышать 8%. У маргарина таких ограничений нет. Также маргарин не обязан быть пластичным, а спред не содержит жиры рыб и морских млекопитающих.

В Европейских странах спред давно используют вместо сливочного масла для бутербродов и выпечки. Но в России к спреду относятся недоверчиво, потому что некоторое время его выдавали за сливочное масло недобросовестные производители.

По данным Роскачества с 15 июля 2018 года в силу вступают изменения в технический регламент «О безопасности молока и молочной продукции». Главное нововведение в техническом регламенте - это уточнение понятия, и классификации молочных продуктов с заменителем молочного жира [12]. Таким образом, молочные продукты с добавлением растительного жира больше не могут называться прежними названиями, например, «сливочное масло». Теперь такой товар станет называться «молочкосодержащим продуктом с заменителем молочного жира». Плюс в названии будет указываться технология его производства. Получится, например, «молочкосодержащий продукт с заменителем молочного жира, произведенный по технологии сливочного масла».

Несмотря на то что закон вступит в силу 15 июля, новые названия на этикетках покупателей увидят, через полгода, уточняют в Роскачестве, - на изменение упаковки и деклараций на продукцию дается 180 дней. Всё это делается ради честного рынка, чтобы потребитель точно был уверен в продукте, который он покупает.

Аналитический обзор статистических данных Росстата по выпуску сыров (в целом) в Калининградской области показал, что региональные производители работают на местном сырье, что обуславливает небольшие объемы производств, а также маленький рынок сбыта. Установлено, что в 2015 г. в области было произведено 4893 тонны. В 2016 году выход продукции вырос на четверть и составил 6019 тонн. Рост продолжился и в 2017 г.: только за первое полугодие была произведена 3391 тонна сырной продукции. Средняя цена килограмма сыра также растет. В сентябре 2014 года она составляла 358 рублей, через год выросла на 8,4%, а по состоянию на сентябрь 2016 и 2017 годов - до 408 и 423 рублей соответственно [2].

Анализ производителей сыров показал, что крупнейшими предприятиями, выпускающими полутвёрдые сыры в Калининградской области являются ООО «Гусевмолоко» и ОАО «Молоко». Первый специализируется на сортах Голландский, Балтийский, Маасдам и Российский, второй – на Сливочном и Российском, а также плавленных. Два других крупных производителя молочной продукции в регионе специализируются преимущественно на выпуске плавленных сыров - ООО «Витако» и ООО «Залесский фермер».

Сегмент мягких и рассольных сыров, а также сыров из овечьего и козьего сыра, устойчиво занят крестьянско-фермерскими хозяйствами («КФХ С. Вислова», «Тасалиев», «Нойдам», Личное подсобное хозяйство Фартышев). В небольших объемах мягкие сыры выпускают АО «Кировский сырзавод» и ООО «Залесский фермер» - «Моцарелла» и «Чизарио».

Для определения спроса на новую продукцию – рассольные сыры повышенной биологической ценности, нами был проведен социологический опрос. Среди респондентов 57,8 % составили женщины, 42,2% - мужчины.

Установлено, что 46,7% опрошенных покупают сыры один раз в неделю, 44,4% - один раз в две недели (рис. 3). Следовательно, можно утверждать, что сыры - это продукт массового потребления.

При выборе продукта большинство покупателей ориентируются на цену (50% респондентов), 24,4% - на качество и производителя (рис. 4). 50% респондентов отдают предпочтение российским маркам и производителям, остальные 23,3% - зарубежным, 26,7% - и тем, и другим (рис. 5). Большинство опрошиваемых по количеству приобретает единоразово до 300 г сыра - 63,3%, от 300 – 500 г - 35,6% (рис. 6).

Первое место по популярности занимают твёрдые, на втором - рассольные сыры (рис. 7). 92,2 % опрошенных положительно относятся к появлению на рынке рассольного сыра функционального назначения (рис. 8), в качестве его обогащающих компонентов большинство респондентов (70%) хотели бы видеть морские водоросли (рис. 9).

Как часто Вы покупаете сыр?

90 ответов

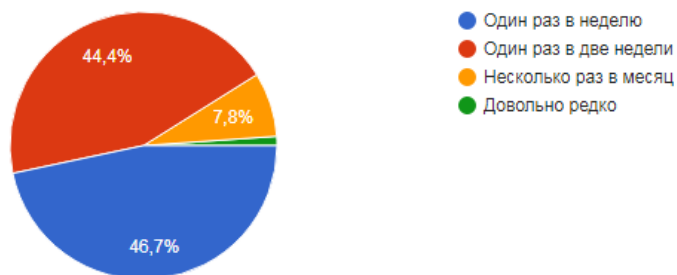


Рис. 3. Распределение респондентов по частоте употребления сыра

Что для Вас является наиболее важным при выборе сыра?

90 ответов

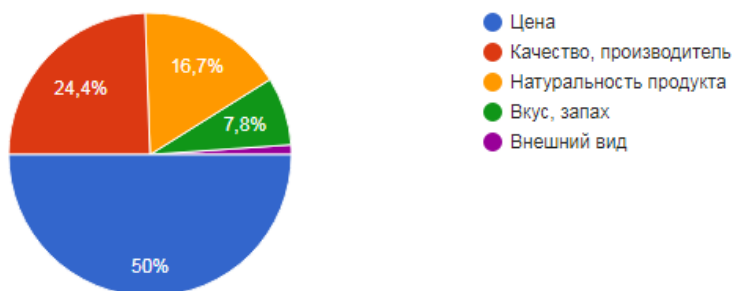


Рис. 4. Критерии выбора сыров при покупке, %

Сыры каких производителей Вы предпочитаете?

90 ответов

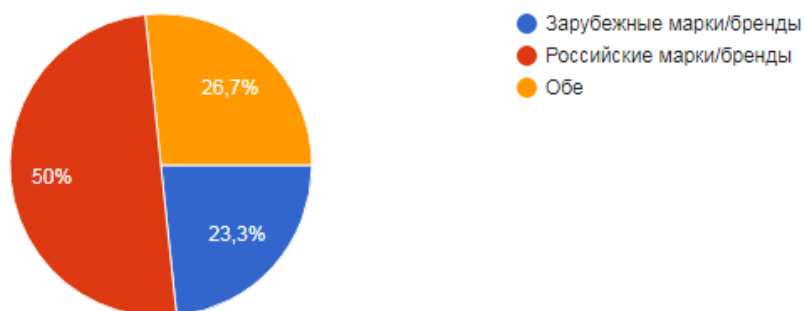


Рис. 5. Предпочтения потребителей по производителям сыра, %

Какое количество продукта Вы берёте?

90 ответов

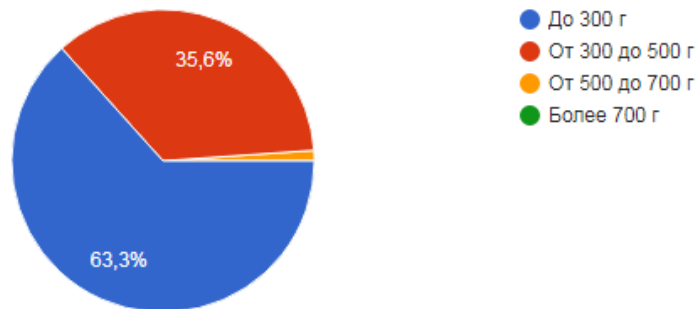


Рис. 6. Предпочтения потребителей по количеству приобретаемого сыра, %

Какие виды сыра Вы покупаете чаще всего?

90 ответов

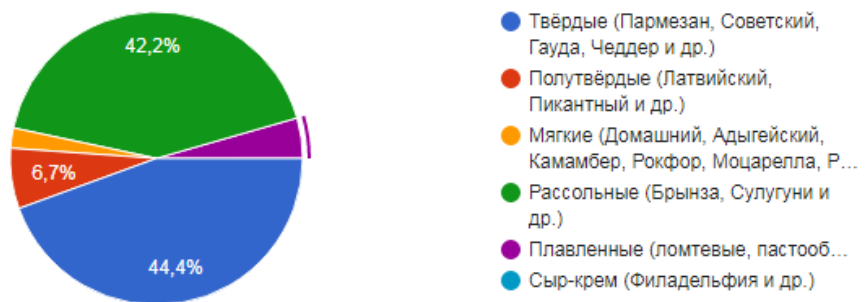


Рис. 7. Предпочтения по видам сыра, %

Как бы Вы отнеслись к появлению рассольного сыра функционального назначения?

90 ответов

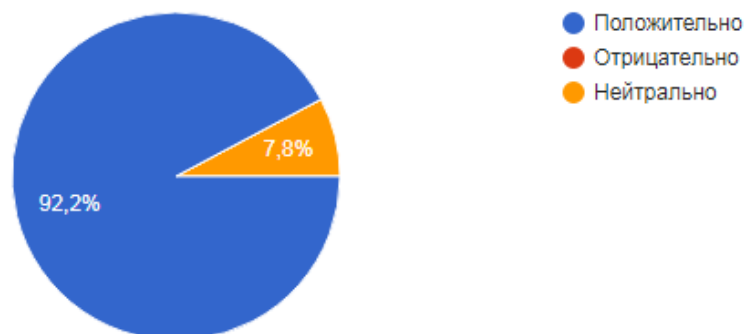


Рис. 8. Отношение респондентов к появлению обогащенного рассольного сыра

С какими лечебно-профилактическими (функциональными) компонентами Вы предпочли бы попробовать рассольный сыр?

90 ответов

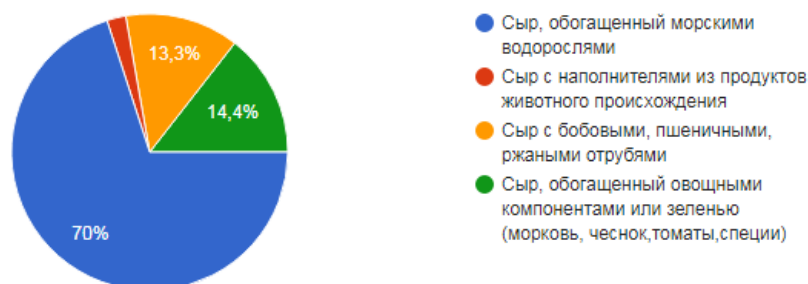


Рис. 9. Предпочтения в отношении обогащающих компонентов рассольного сыра, %

Сущность технологии приготовления рассольного сыра повышенной биологической ценности, предложенной в ФГБОУ ВО «КГТУ», заключается в следующем. В подготовленное сырое молоко вносятся хлорид кальция, закваску, нитрат калия и фермент для образования сгустка. Последний обрабатывают специальными ножами-мешалками и удаляют часть сыворотки. Далее производят постановку сырного зерна. Готовая смесь направляется на формование, после чего сырный пласт разрезают на бруски, направляют на прессование, посолку и созревание.

Экспериментально установлено, что водоросль необходимо вносить на стадии постановки сырного зерна, так как именно на этом этапе обеспечивается равномерное распределение фукуса по всему объему сырной массы. Также перед постановкой сырного зерна удаляется большая часть молочной сыворотки, что снижает потери фукуса на данной операции.

Установлено, что фукус можно вносить в сырную массу в сухом виде, без предварительного размачивания. Это обусловлено тем, что рассольный сыр созревает в течение 15 суток в сывороточном рассоле, что достаточно для набухания водоросли. Органолептический анализ готового продукта показал, что все частички водоросли размягчены, что указывает на отличное качество продукта.

В то же самое время большое значение имеет степень измельчения бурой водоросли. Установлено, что при внесении водоросли с размером кусочков менее 2 мм, получили сырную массу зеленоватого цвета, что негативно повлияло на органолептические свойства продукта. При этом, кусочки водоросли, размером более 6 мм распределялись неравномерно по сырной массе и выглядели непривлекательно. Поэтому, было рекомендовано вводить кусочки фукуса размером от 3 мм до 5 мм. Готовый продукт при этом не приобретал зеленоватый оттенок, а на срезе можно было увидеть равномерно распределенные частички водоросли.

Учитывая экспериментальные данные по определению содержания йода в фукусе, составившее 233 мг/100 г, определили, что при рекомендуемой норме потребления сыра в день (70 г) и суточной потребности йода для подростков и взрослых людей (150 мкг), необходимо внести 46 г водоросли в 250 г рассольного сыра (планируемая масса выпускаемого сыра), чтобы продукт был функциональным и удовлетворял 20% суточной потребности йода.

Результаты определения органолептических и физико-химических показателей качества рассольного сыра, а также расчет его функциональности представлены соответственно в таблицах 1 - 3.

Таблица 1

Органолептические показатели качества рассольного сыра, обогащенного фукусом

Наименование показателя	Характеристика	Оценка в баллах*
Внешний вид	Поверхность ровная, со следами серпянки. На поверхности сыра видны включения фукуса	5
Вид на разрезе	На разрезе видны включения фукуса, которые равномерно распределены	5
Цвет	Белый	5
Консистенция	Однородная, умеренно плотная, слегка нежная	5
Рисунок	Отсутствует	5
Вкус и запах	Умеренно выраженный сырный, в меру соленый вкус с характерным привкусом водорослей	5

*Примечание: Уровень качества продукции при его органолептической оценке методом балльных шкал составляет: 30,0 – 26,0 баллов – отличное качество; 25,9 – 23,0 – хорошее; 22,9 – 20,0 – удовлетворительное; ниже 19,9 баллов – неудовлетворительное качество.

Результаты оценки органолептических и физико-химических показателей качества рассольного сыра, обогащенного фукусом показали, что полученный продукт – «отличного» качества и соответствует требованиям технической документации (ТУ 922520-025-00471544-2018 и соответствующей ТИ).

Рассольный сыр, которому дано торговое название «Морской», имел ровную поверхность, однородную, умеренно плотную консистенцию, нежную, некрошливую, белого цвета с включениями фукуса, вкус и запах – умеренно выраженный сырный, в меру соленый с характерным привкусом водоросли.

Таблица 2

Физико-химические и биохимические показатели качества рассольного сыра, обогащенного фукусом

Наименование показателя	Результаты экспериментальных определений
Массовая доля влаги, %	59,3
Массовая доля белка, %	14,7
Массовая доля жира, %	15,7
Массовая доля углеводов, %**	5,2
Массовая доля минеральных веществ, % в том числе:	5,1
массовая доля поваренной соли, %	4,0
Энергетическая ценность продукта, ккал	221

** данные получены расчетным путем

Показатели биологической ценности рассольного сыра с фукусом

Компонент	Суточная потребность	Содержание в 100 г сыра	% удовлетворения суточной потребности (~70г)	Функциональность продукта по данному компоненту
Кальций	1200 мг	630 мг	37	функциональный
Йод	150 мкг	42,86 мкг	20	функциональный

Сравнивая содержание минеральных веществ (кальция и йода) в обогащенном сыре с суточной потребностью человека в данных элементах, можно сделать вывод, что сыр обогащенной рецептуры является функциональным продуктом по содержанию указанных веществ, поскольку при употреблении в пищу 70 г новой продукции будет иметь место удовлетворение суточной потребности в данных элементах более, чем на 15%: 37% - кальций, 20% - йоде.

В настоящее время на кафедре пищевой биотехнологии также проводятся исследования по возможности обогащения сливочного масла водорослями *Fucus vesiculosus*, *Laminaria japonica*, совершенствованию технологии рассольного сыра путем введения в его состав коллагенсодержащего сырья, полученного из кожи рыб Балтийского моря.

Анализ рынка сливочного масла и сыров в Калининградской области показал, что спрос на данную продукцию растет, потребители желали бы видеть более широкий ассортимент продукции, в том числе повышенной биологической ценности.

Проведены исследования по совершенствованию рецептуры рассольного сыра путем его обогащения водорослью *Fucus vesiculosus*. Определены основные органолептические, физико-химические и биохимические показатели качества. Установлена функциональность нового продукта по содержанию кальция (37% суточной потребности) и йода (20%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабура Е.А. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Калининградской области по показателям социально-гигиенического мониторинга в 2016 году. [Электронный ресурс]. URL http://39.rosпотреbnadzor.ru/sites/default/files/byulleten_zdorove_2017.pdf
2. Калининградская область – Характеристика. – (<http://www.polpred.com/?cnt=195&fo=2&obl=23&dsc=1>) Кальций и йод – жизненно важное сочетание. [Электронный ресурс]. URL <http://fornaks.uz/news.php?language=ru&id=8>
3. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. URL <http://docs.cntd.ru/document/902343994>
4. ТР ТС 033/2013 О безопасности молока и молочной продукции. – М., 2014. - 192 с.
5. Технический регламент на молоко и молочную продукцию: федеральный закон от 12.06.2008 № 88-ФЗ (ред. От 01.01.2016)
6. Лях, В.Я. Справочник сыродела./ В.Я. Лях, И.А. Шергина, Т.Н. Садовая.-СПб.: Профессия, 2011.- 680 с.
7. Рыбалова, Т.И. Мировой рынок сыров / Т.И. Рыбалова // Сыроделие и маслоделие. - 2014, №1.-С. 4 - 5.
8. Социально – экономическое положение Калининградской области за 2017 год. [Электронный ресурс]. URL http://kaliningrad.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kaliningrad/resources/f03f13804440969b8f47affa17e1e317/И+1.1+12_17d.pdf

9. ГОСТ Р 52178-2003 Маргарины. Общие технические условия. – М., 2010. – 12 с.
10. ГОСТ Р 52100-2003 Спреды и смеси топленые. Общие технические условия. – М., 2003. – 24 с.
11. Эксперты рассказали, как будут выглядеть «молочные» продукты – Роскачество. [Электронный ресурс]. URL https://roskachestvo.gov.ru/news/eksperty-rasskazali-kak-budut-vyglyadet-molochnye-produkty/?sphrase_id=294261

ANALYSIS OF DAIRY PRODUCTS MARKET IN KALININGRAD REGION AND WAYS TO INCREASE ITS BIOLOGICAL VALUES

Klyuchko NataliyaYurievna, associate professor
Filippova Darya Vladislavovna, student
Fartysheva Anastasia Leonidovna, PhD-student
Struchkova Alena Vladimirovna, student

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru

Analysis of the market enriched with biologically active substances of dairy products in the Kaliningrad region showed that the interest of consumers to it is steadily growing. The main preferences of respondents in choosing butter and cheeses are established. Studies have been carried out to improve the composition of brine cheese and butter by enriching them with algae. Recommendations for the use of functional products are given.

УДК 664.959.5

ПОЛУЧЕНИЕ РЫБНЫХ КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕЛАТИНА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ КОЖИ ТРЕСКИ

¹Кучина Юлия Анатольевна, канд. техн. наук, ст.науч. сотрудник
¹Деркач Светлана Ростиславовна, д-р хим. наук
¹Куранова Людмила Казимировна, канд. техн. наук
²Барышников Андрей Владимирович, канд. техн. наук, ст.науч. сотрудник

¹ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»,
г.Мурманск, Россия, e-mail: uak2008@mail.ru
²ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного
хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО)»,
г.Мурманск, Россия, e-mail: baryshnikov@pinro.ru

Изучено влияние условий экстракции на физико-химические и реологические свойства желатина, выделенного из кожи трески. Результаты показали, что желатин, выделенный при значениях pH=5, содержит наибольшее количество белка 92-93 % и имеет среднемассовую молекулярную массу равную 150-160 кДа. Температура плавления образцов желатина варьировалась от 13,6 до 16,7 °С, гелеобразования – от 1,4 до 7,4 °С. Установлена возможность использования их в качестве заливок для изготовления консервов в желе

Желатин является природным биополимером, который широко используется в пищевой и фармацевтической промышленности. Коммерческий желатин обычно получают из коллагена животного происхождения, что ограничивает их использование в связи с культурными и религиозными аспектами, запрещающими употреблять в пищу продукты животного происхождения. Кроме того, вспышка губчатой энцефалопатии крупного рогатого скота, которая произошла в 90-е годы прошлого века также повлияла на снижение потребления данного вида продукта. Желатин из морских биоресурсов лишен этих недостатков и рассматривается как возможная альтернатива животному желатину. В последние годы появилось много исследований, направленных на извлечение желатина из отходов переработки водных биоресурсов [1 – 3].

Развитие рыбоперерабатывающей промышленности привело к увеличению количества отходов в виде внутренних органов, головы, костей и кожи рыб. Так, отходы от переработки рыбы на филе могут составлять до 60 % от общего веса. Эти отходы на 30% состоят из кожи и костей с высоким содержанием коллагена, и лишь небольшая их часть перерабатывается в рыбную муку и удобрения, большая часть - уничтожается.

Традиционно желатин получают кислотной или щелочной деструкцией коллагена при температуре 40 – 70 °С. Известно, что свойства желатина зависят не только от вида сырья, из которого она получена, но и от условий экстракции (рН, температура, время обработки и др.), поэтому целесообразно изучить влияние условий обработки коллагенсодержащего сырья на физико-химические свойства конечного продукта.

Объекты и методы

В качестве сырья использовали кожу атлантической трески (*Gadus morhua*). Рыбу среднего размера (длиной 70-90 см) обесшкуривали, кожу зачищали от остатков мышечных фрагментов, промывали в проточной воде, замораживали и хранили при температуре –20 °С до проведения экспериментов. Для сравнения в работе использовали желатин из кожи холодноводных рыб (*Gelatin from cold water fish skin*) производства Sigma-Aldrich (Канада).

Основными стадиями получения желатина являются: измельчение сырья, предварительная обработка коллагенсодержащего сырья, экстракция желатина, фильтрация и сушка фильтра.

За основу технологии получения желатина был взят способ, предложенный в работе [4], с небольшими изменениями. Исходное сырьё измельчали до размера частиц 0.5 см, обезжировали и смешивали с дистиллированной водой в соотношении 1:3 (масс./масс.). Экстракцию проводили в течение 3 часов при различных значениях рН водной фазы (от 3.0 до 9.0). Регулирование рН суспензии до значений от 3.0 до 5.0 осуществляли с помощью ледяной уксусной кислоты, до значений 8.0 и 9.0 – 4 М раствором гидроксида натрия. Экстрагирование осуществляли при постоянном перемешивании и температуре 50 ± 1 °С.

После окончания экстракции реакционную смесь нейтрализовали до значений рН = 5.5 – 6.0 и фильтровали для удаления высокомолекулярных фрагментов (коллагена). Фильтрацию желатинсодержащего раствора осуществляли методом вакуумной фильтрации при температуре не ниже 30 °С, фильтрующий материал – бумажный фильтр с диаметром пор 8 – 12 мкм. Фильтрат (раствор желатина) сушили в лиофильной сушке FreeZone («Labconco», США) при температуре минус 50°С и остаточное давление 3.0 Па.

Химический состав (содержание влаги, жира, белковых веществ (общий азот), минеральных веществ) образцов желатина определяли по стандартным методикам [5].

Для идентификации полученных образцов использовали метод ИК спектроскопии. Спектры поглощения записывали на инфракрасном спектрофотометре с Фурье-преобразованием IRTracer-100 («Shimadzu», Япония) в диапазоне частот от 4000 до 800

см⁻¹, при разрешении 4 см⁻¹ (число сканирований 250). Образец для исследований представлял собой смесь желатина и КВг в массовом соотношении 1:220. Смесь растворяли в дистиллированной воде, затем сушили в лиофильной сушилке при -53 °С и остаточном давлении 2.4–2.6 Па в течение 8-10 часов [6]. Затем смесь (m=150 мг) была спрессована под давлением 650 кгс/см² в виде таблетки. ИК-спектры снимали сразу после прессования.

Содержание аминокислот определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Метод основан на хроматографическом разделении аминокислот, модифицированных ортофталевым альдегидом и β-меркаптоэтанолом, с последующей регистрацией спектрофлуориметрическим детектором [7]. Разделение производных аминокислот проводили на хроматографическом оборудовании LC-10A («Shimadzu», Япония), колонка SUPELCOSIL LC-18 (4.0 мм × 30 см, 5 мкм). Регистрацию пиков осуществляли с использованием спектрофлуориметрического детектора (модель RF-10 A_{XL}) с длиной волны возбуждения 350 нм и длиной волны излучения 450 нм.

Количественное содержание пролина и гидроксипролина определяли с помощью хромато-масс-спектрометра LCMS-QP800a («Shimadzu», Япония) на колонке SUPELCOSIL LC-18 (4.0 мм × 25 см, 5 мкм), модуль ионизации APCI, режим положительной ионизации [8]. Для калибровки колонки использовали стандартные образцы аминокислот фирмы Sigma-Aldrich.

Молекулярно-массовое распределение образцов желатина определяли методом ВЭЖХ. Хроматографическое разделение проводили на колонке Tosoh TSKgel Alpha-4000 при 25 °С в изократическом режиме, скорость потока 0.8 мл/мин., элюент – водный раствор NaCl с концентрацией 0.15 моль/л. Регистрацию пиков осуществляли на хромато-масс-спектрометре LCMS-QP8000 («Shimadzu», Япония) с спектрофотометрическим детектором (модель SPD – 10 AV_{VP}) при λ = 280 нм. Для калибровки колонки использовали набор белков с известной молекулярной массой (от 12.4 кДа до 200 кДа) фирмы Sigma-Aldrich [9], коэффициент корреляции 0.96. Среднемассовую молекулярную массу рассчитывали по уравнению линейной зависимости между откликом детектора и десятичным логарифмом молекулярной массы.

Вязкоупругие свойства полученного желатина измеряли в режиме сдвиговых деформаций на реометре Physica MCR302 (Anton Paar, Австрия) с использованием измерительной ячейки «конус-плоскость» (диаметр ячейки 50 мм, угол между конусом и плоскостью составлял 1°). Измерения проводили при нагревании (от 6.0 до 20.0 °С) с последующем охлаждении (от 20.0 до 0.0 °С), со скоростью нагрева / охлаждения 1.0 °С / мин., частота колебаний 1 Гц, амплитуда - 1%. Модуль сохранения (G', Па) и модуль потерь (G'', Па) были построены как функция от температуры. Температура, при которой происходит пересечение кривых G' и G'', считается точкой плавления и близка к температуре перехода гель-золь [10]. Для приготовления гелей желатин растворяли в дистиллированной воде в соотношении 1:10 (мас. / об.) при комнатной температуре в течение 40 минут, нагревали до температуры 60 ± 1 °С, охлаждали и выдерживали при температуре 5 ± 1 °С в течение 16-18 часов.

Результаты и обсуждение

Химический состав образцов желатина, полученных из кожи трески при различных рН, представлен в таблице 1. В качестве образца сравнения использовали рыбный желатин фирмы Sigma-Aldrich.

**Химический состав образцов желатина, полученных из кожи трески
при различных значениях рН экстракции**

№ образца	Условия экстракции, (рН среды)	Влага, X, %	Массовая доля аминного азота, N _{аа} , %	Массовая доля общего азота, N _{общ} , %	Массовая доля белка, %	Минеральные вещества, %
1	3.0	8.5 ± 0.5	0.96 ± 0.05	15.6 ± 0.1	86.5 ± 0.5	4.8 ± 0.2
2	4.0	9.0 ± 0.5	1.04 ± 0.05	15.8 ± 0.1	87.7 ± 0.5	2.6 ± 0.2
3	5.0	6.0 ± 0.5	0.76 ± 0.03	16.8 ± 0.2	92.8 ± 0.6	0.6 ± 0.1
4	8.0	7.0 ± 0.5	0.70 ± 0.03	16.5 ± 0.2	90.8 ± 0.6	2.3 ± 0.1
5	9.0	7.5 ± 0.5	0.69 ± 0.04	16.2 ± 0.1	89.8 ± 0.5	2.4 ± 0.1
“Sigma”		5.5 ± 0.5	0.53 ± 0.02	17.0 ± 0.1	93.5 ± 0.5	-

Массовую долю белка рассчитывали как $N_{общ} \times 5.55$ (5.55 - коэффициент пересчета количества азота на коллаген) [11].

Из данных, представленных в таблице 1 видно, что условия экстракции оказывают значительное влияние на химический состав. Содержание белка в образцах составляет от 86.5 % до 92.8 %. Желатин, полученный в мягких условиях при рН 5 и рН 8 характеризуется более высоким содержанием белка – 92.8 и 90.8 % соответственно. В желатине, полученном в более жестких условиях (экстракция при низких значениях рН 3 и 4), содержание белка понижается до 86–88 %. Возможно, в сильноокислой среде идет не только деструкция коллагена (разрушение связей между тремя α -цепями), но и химический гидролиз α -цепей с разрывом пептидных связей, приводящий к появлению низкомолекулярных пептидных фрагментов, что подтверждается более высоким содержанием аминного азота в образцах № 1 и 2 (таблица 1).

Основным компонентом рыбного желатина является белок, при этом содержание влаги, жира и минеральных веществ влияет на качество продукта, и в значительной степени определяет потребительские свойства. Все полученные образцы желатина не содержат жиров, содержание влаги не превышает 9 % масс. (таблица 1), что является допустимым значением для коммерческого желатина [11].

Желатин, полученный из кожи трески, характеризуется повышенным содержанием минеральных веществ. Так, желатин, экстрагированный при рН 5, содержит минеральные вещества в количестве 0.6 % масс. Содержание минеральных веществ в образцах, полученных в более жестких условиях экстракции (рН 4, 8 и 9), увеличивается в 3–4 раза и составляет 2.3–2.6 % масс. Для сравнения, рыбный желатин фирмы Sigma-Aldrich не содержит минеральных веществ. Возможно, избыток минеральных солей образуется на стадии нейтрализации в процессе получения желатина из кожи трески. Обнаружено, что содержание минеральных веществ в желатине, экстрагированном при рН 3, значительно превышает данный показатель по сравнению с другими образцами (таблица 1). Возможно, это связано не только со стадией нейтрализации, но и с высоким содержанием минеральных веществ в исходном сырье (фрагменты рыбной чешуи), которые легче растворяются в сильноокислой среде.

Идентификацию полученных образцов желатина проводили методом ИК-спектроскопии. Для ИК-спектра желатина, как белка, характерно наличие нескольких основных полос поглощения, соответствующих колебательным переходам в пептидной

цепи. Эти полосы довольно легко зарегистрировать, поскольку каждое пептидное звено дает вклад в их интенсивность. В таблице 2 представлены полосы поглощения характерные для ИК-спектров белков и пептидов [12].

Таблица 2

Основные полосы поглощения функциональных групп желатина

Полоса	Волновое число ν , см^{-1}	Функциональная группа
Амид А	3400 – 3300	валентные колебания атомов N-H связей
Амид В	3000 – 2900	валентные колебания атомов N-H связей
Амид I	1700 – 1600	валентные колебания связи C=O – 80% и C-N
Амид II	1550 – 1480	деформационные колебания N-H связей – 80% и валентные колебания C-N
Амид III	1280 – 1220	валентные колебания C-N

ИК-спектры образцов трескового желатина, полученного при различных значениях pH, представлены на рис. 1.

Анализ ИК-спектров показал, что изменение условий экстракции (pH) не приводит к смещению пиков. ИК-спектры трескового желатина имеют пики поглощения при волновых числах (таблица 2), характерных для ИК-спектров желатина, полученного из других видов рыб [13-15].

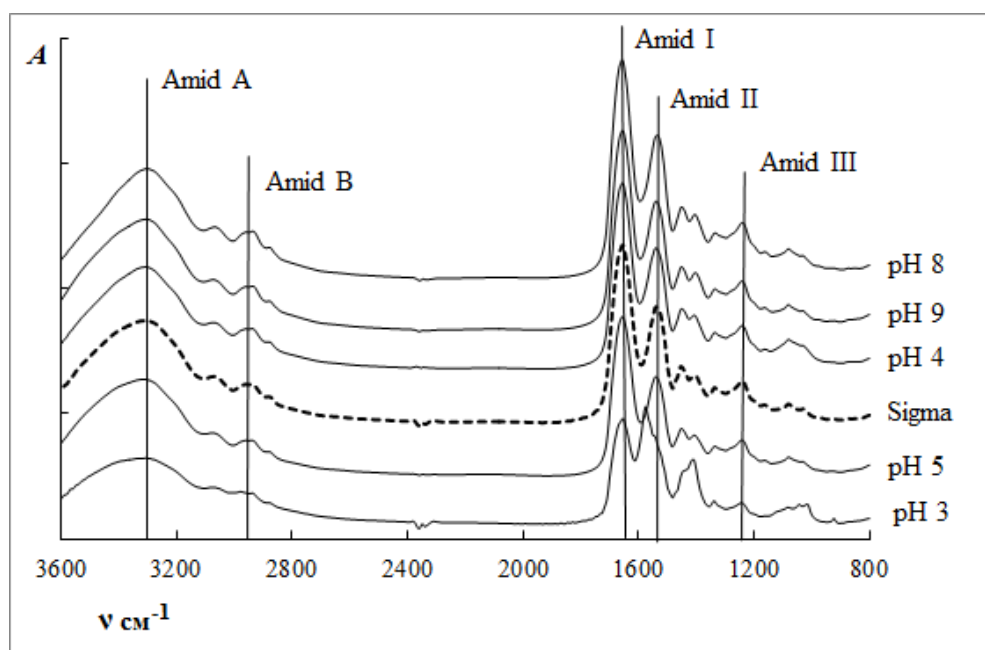


Рис. 1. ИК-спектры поглощения образцов трескового желатина, полученного при различных pH. Значения pH приведены у спектров

Характерной особенностью аминокислотного состава коллагена и получаемого из него желатина является высокое содержание глицина и пролина [2]. Эти аминокислоты формируют повторяющуюся последовательность: глицин–пролин–X, где X – другая аминокислота. Такая повторяющаяся последовательность обуславливает спиралевидную структуру макромолекул желатина. Аминокислотный состав, во многом определяющий функциональные свойства желатина, сильно зависит от источников сырья для ее получения. В таблице 3 представлен аминокислотный состав желатина, экстрагированного из кожи трески при различных значениях pH.

Таблица 3

Аминокислотный состав (содержание аминокислот, г/100 г белка) образцов трескового желатина, полученного при различных значениях pH

Аминокислота	Условия экстракции					“Sigma”
	pH 3	pH 4	pH 5	pH 8	pH 9	
Глицин	20.5	20.2	18.5	15.2	14.9	18.6
Пролин	11.8	13.0	12.2	13.8	13.9	12.9
Гидроксипролин	6.9	7.2	7.5	14.6	11.5	9.6
Аспарагиновая кислота	6.2	6.1	5.6	6.2	6.2	5.6
Глутаминовая кислота	9.5	9.4	9.1	9.4	9.6	9.3
Серин	6.7	6.7	6.6	6.3	6.6	6.3
Гистидин	1.6	1.6	1.9	1.3	1.5	1.7
Треонин	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6
Аргинин	7.7	7.9	7.7	7.6	7.9	7.6
Аланин	9.5	9.1	9.3	8.5	9.0	9.4
Таурин	3.4	3.1	3.7	1.8	2.5	2.9
Тирозин	0.9	0.7	1.0	0.8	0.9	0.8
Валин	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1
Метионин	1.4	1.5	1.8	1.3	1.4	1.6
Изолейцин	1.4	1.3	1.6	1.4	1.6	1.5
Лейцин	2.8	2.7	2.9	2.6	2.8	2.8
Лизин	2.8	2.9	3.5	2.4	2.6	2.3
Фенилаланин	2.3	2.0	2.3	2.1	2.3	2.4

Все образцы, независимо от условий экстракции характеризуются высоким содержанием глицина, пролина, аланина и глутаминовой кислоты. Однако, в образцах, полученных при pH 8 и 9, глицина меньше (~15.0 г/100 г белка), чем в желатине, полученном при низких значениях pH 3 и 4 (~20.0 г/ 100 г белка). Возможно, это объясняется протеканием реакции гидролиза α -цепей желатина в случае обработки кожи трески щелочным раствором, что приводит к рацемизации некоторых аминокислот (глицина, гистидина, лизина и таурина). Желатин фирмы Sigma-Aldrich по аминокислотному составу близок к образцу, выделенному из кожи трески при pH 5.

Кроме того, установлено (таблица 3), что образцы, полученные при щелочной экстракции pH > 7, содержат большее количество гидроксипролина (~ 12.0–14.0 г/100 г белка), по сравнению с образцами, выделенные при кислотной экстракции pH < 7 (~ 6.9–7.5 г/100 г белка). Считается, что именно гидроксипролин играет ключевую роль в стабилизации коллагеноподобных тройных спиралей [16]. Содержание других аминокислот практически не зависит от величины pH экстракции.

Молекулярно-массовое распределение образцов желатина, выделенного из кожи трески, оценивали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Известно, что физико-химические и функциональные свойства биополимера в значительной степени зависят от молекулярной массы и молекулярно-массового распределения. На рис. 2 представлены хроматограммы, характеризующие молекулярно-массовое распределение желатина, полученного при различных pH. Видно, что рыбный желатин содержит несколько компонент с разной молекулярной массой.

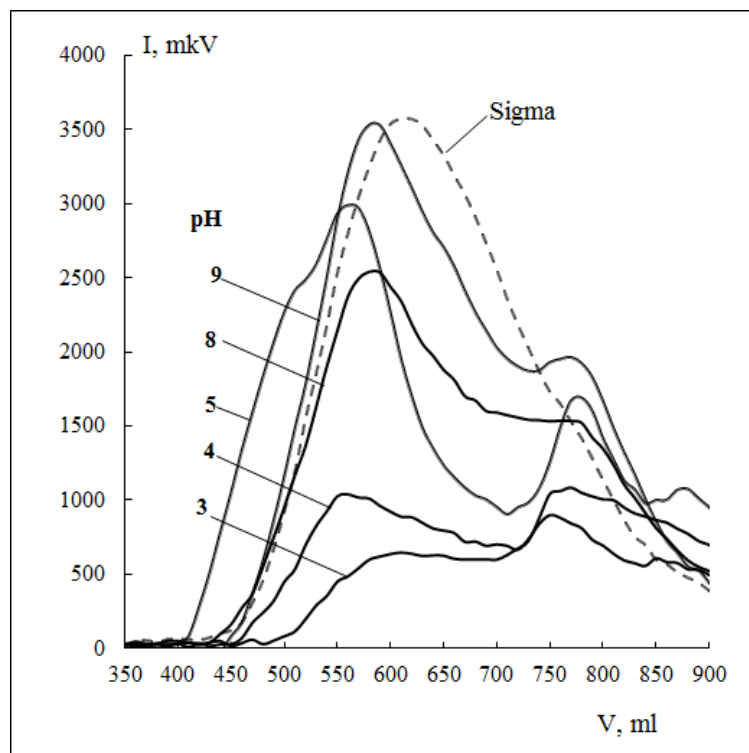


Рис. 2. Молекулярно-массовое распределение образцов трескового желатина, полученного при разных pH. Значения pH экстракции приведены у кривых.

Независимо от условий экстракции на графике молекулярно-массового распределения желатина (рис. 2) есть два пика: первый соответствует белковым фракциям с молекулярной массой около 140–150 кДа, второй 100–110 кДа, при этом основной вклад в значение среднемассовой молекулярной массы (ММ) вносит первая фракция. Для желатина, полученного в более жестких условиях, наблюдается небольшое смещение пиков в область низких значений ММ, по сравнению с желатином, полученным при pH 5. Кроме того, форма хроматограммы для желатина, выделенного при pH 5, позволяет предположить наличие ещё одной фракции с ММ ~175 кДа. Образцы, полученные в кислой среде (при pH 3 и 4) имеют более широкое молекулярно-массовое распределение в области низких значений ММ (второй пик на хроматограмме ассиметричен, имеет «хвост», указывающий на молекулы с более низкой молекулярной массой ~50 кДа). Широкое молекулярно-массовое распределение, вероятно, связано с гидролитическим расщеплением α -цепей желатина. По данным ВЭЖХ (рис. 2), рыбный желатин фирмы Sigma-Aldrich характеризуется достаточно узким молекулярно-массовым распределением, имеет одну фракцию с ММ равной 130 кДа.

Таким образом, желатин, полученный из кожи трески, характеризуется широким молекулярно-массовым распределением и среднемассовой молекулярной массой 150-160 кДа.

В водных системах желатин способен к образованию гидрогелей, которые являются термообратимыми. При повышении температуры гели плавятся, т.е. наблюдается гель-золь переход, сопровождающийся конформационным переходом спираль→клубок макромолекул желатина. Однако, когда температура снижается, происходит термообратимый переход от золя к гелю. Температура плавления ($T_{пл.}$) и температура гелеобразования ($T_{гел.}$) являются ключевыми характеристиками желатина, которые определяют его дальнейшее применение [17]. Значения $T_{пл.}$ и $T_{гел.}$ для гелей желатина из кожи трески приведены на рис. 3. Для желатина фирмы Sigma-Aldrich $T_{пл.} = 10.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_{г.} = 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

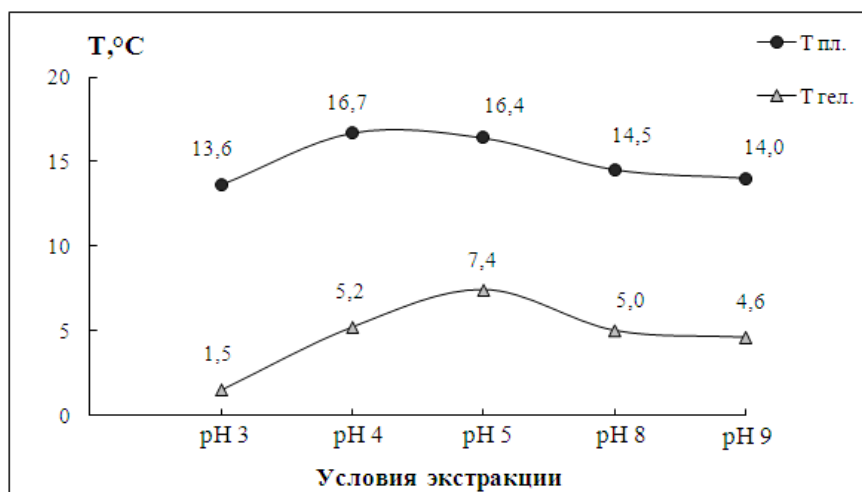


Рис. 3. Значения температуры плавления $T_{пл}$ и температуры гелеобразования $T_{гел}$ для желатина, полученного из кожи трески, в зависимости от pH экстракции.

Экспериментальные результаты показали, что условия экстракции влияют на температуру плавления и гелеобразования растворов желатина из кожи трески. Желатин, полученный в мягких условиях при pH 4 и 5, формирует гели с наибольшей температурой плавления, $T_{пл}$ ~16–17 °С. При уменьшении или увеличении pH экстракции гели становятся менее термоустойчивы, о чем свидетельствует понижение температуры плавления (рис. 3). Более низкие значения $T_{пл}$ и $T_{гел}$, вероятно, обусловлены низким содержанием пролина и гидроксипролина в рыбном желатине. Эти аминокислоты имеют важное значение для образования и стабилизации упорядоченных структур [16].

Известно, что температура плавления/гелеобразования и прочность геля зависят от молекулярной массы и молекулярно-массового распределения, то есть от соотношения α -, β - и γ -цепей [16]. Тот факт, что желатин с более высоким молекулярно-массовым распределением дает более прочный гель, хорошо иллюстрируется экспериментальными данными (рис. 2 и 3). Низкие значения температуры плавления/гелеобразования 10 % геля желатина, полученного в жестких условиях при pH 3, объясняются наличием низкомолекулярных белковых фракций и формированием менее прочной сетки геля.

Экспериментальные исследования, проведенные в работе, подтвердили возможность использования желатина, выделенного из кожи трески, для получения различных видов консервированной продукции. Были проведены опытно-экспериментальные работы по изготовлению консервов «Сайда-филе в желе» с использованием желирующих заливок на основе рыбного желатина. Образцы рыбных консервов в желе экспонировались в ходе работы Круглого стола «Взаимодействие науки и бизнеса», проводимого в рамках Международной специализированной выставки «Море. Ресурсы. Технологии – 2016» (г. Мурманск), где получили высокую оценку потребителей.

Исследование показало, что все физико-химические и функциональные свойства желатина, выделенного из кожи атлантической трески (*Gadus morhua*) зависят от pH экстракции. Желатин, полученный в мягких условиях (pH 5), характеризуется повышенным содержанием белка и аминокислот (пролин, гидроксипролин), высоким значением молекулярной массы, высокой термостабильностью полимерных цепей. Полученные результаты могут быть использованы при разработке промышленных технологий получения желатина и продуктов на его основе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда проект 16-16-00076).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Karim, A. A., Bhat R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins // *Food Hydrocolloids*. 2009. Т. 23. P. 563–576.
2. Gomez-Guillen, M. C. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: a review / M.C. Gómez-Guillén [et al.]. // *Food hydrocolloids*. 2011. Т. 25. P. 1813–1827.
3. An overview of gelatin derived from aquatic animals: Properties and modification / L. Lin, J.M. Regenstein, S. Lv, J. Lu, S. Jiang // *Trends in Food Science & Technology*, 2017. V. 68. P. 102-112.
4. Способ производства желатина : пат. 2457229 Рос. Федерация : МКИ⁶ C09H 3/02, A23J 1/04 / Р.Г. Разумовская (RU); Као Тхи Хуе (RU); Нгуен Ван Хынг (RU). - № 2010144743/13; заявл. 01.11.2010 ; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21.
5. Межгосударственный стандарт 7636 – 85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Москва: Стандартинформ, 2010. 123 с.
6. Rabek Jan F. Experimental methods in polymer chemistry. Physical principles and applications / A. Wiley Interscience publication John Wiley & Sons Chichester-New York-Brisbane-Toronto, 1983. 450 с.
7. Brent L., Frederick W. A method for quantitative amino acid analysis using pre-column o-phthalaldehyde derivatization and high performance liquid chromatography // *Chromatographic Science*. 1991. V. 19. № 5. P. 259–265.
8. Sureyya Ozcan, Hamide Z. Senyuva Improved and simplified liquid chromatography/atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry method for the analysis of underivatized free amino acids in various foods // *Journal of Chromatography A*. 2006. V. 1135 (2). P. 179-185.
9. Laurent T.S., Killander J.A. Theory of gel filtration and its experimental verification // *J. Chromat.* 1964. V. 14. P. 317.
10. The rheology of gelatin hydrogels modified by k-carrageenan/ Derkach S.R., Плын S.O., Maklakova A.A., Kulichikhin V.G., Malkin A.Ya. // *LWT - Food Science and Technology*. 2015. V. 63. P. 612–619.
11. Межгосударственный стандарт 11293 – 89. Желатин. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2008. 25 с.
12. Silverstein R. M., Webster F.X., Kiemle D. J. Spectrometric identification of organic compounds - 7-th ed / New York : John Wiley & Sons, Inc., 2005. 532 p.
13. Weng W., Zheng H., & Su W. Characterization of edible films based on tilapia (*Tilapia zillii*) scale gelatin with different extraction pH // *Food Hydrocolloids*. 2014. V. 41. P. 19–26.
14. Sittichoke Sinthusamrana, Soottawat Benjakula, Hideki Kishimuraba Molecular characteristics and properties of gelatin from skin of seabass with different sizes / *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015. V. 73. P. 146–153.
15. Characteristics and functional properties of gelatin extracted from squid (*Loligo vulgaris*) skin/ Baha Eddine Abdelmalek, Joaquín Gómez-Estaca, Assaâd Sila, Oscar Martinez-Alvarez et al. // *LWT - Food Science and Technology*. 2016. V. 65. P. 924–931.
16. Veis A. The Macromolecular Chemistry of Gelatin. New York, London : Academic Press, 1964. 478 p.
17. Rheological and functional properties of gelatin from the skin of bigeye snapper (*Priacanthus hamrur*) fish: Influence of gelatin on the gel-forming ability of fish mince / Binsi, P.K., Shamasundar, B.A., Dileep, A.O., Badii, F., & Howell, N.K. // *Food Hydrocolloids*. 2009. V. 23. P. 132-145.

DEVELOPMENT OF FISH CANNED FOODS WITH GELATINE, EXTRACTED FROM THE COD SKIN

¹Kuchina Yuliya A., Cand. of Tech. Sci., Senior Researcher

¹Derkach Svetlana R., Dr of Chem. Sci., Chairman of Chemistry Department

¹Kuranova Ludmila K., Cand. of Tech. Sci., Head of Research Laboratory

²Baryshnikov Andrey V., Cand. of Tech. Sci., Researcher

¹Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia, e-mail: uak2008@mail.ru

²Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO),
Murmansk, Russia, e-mail: baryshnikov@pinro.ru

The influence of extraction conditions on the physico-chemical and rheological properties of gelatin, extracted from the cod skin at various pH values, was studied. It was shown that gelatin, extracted at pH=5, contains a higher amount of protein (92-93 %) and its weight-average molecular weight is equal to 150-160 kDa. The melting temperature of gelatin gels ($C_{gel}=10$ wt%) was varied from 13.6 to 16.7 C, when the gelling temperature had a value from 1.4 to 7.4 °C. Gelatin samples, obtained from cod skin, was used as a pickle component for the production of fish canned foods in jelly.

УДК 574.24: 574.522: 574.21

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА В АСПЕКТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

¹Лосева Людмила Павловна, канд. хим. наук

¹Крупская Татьяна Константиновна, магистр педагогических наук

¹Ануфрик Славамир Степанович, профессор, д-р физ.-мат. наук

²Лысухо Наталья Александровна, доцент, канд. техн. наук

³Курамшина Наталья Георгиевна, профессор, д-р биолог. наук

¹Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,
г. Гродно, Беларусь, e-mail: spirulina1945@gmail.com

²Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова
Белорусского государственного университета, г. Минск, Беларусь,
e-mail: nlyukha@mail.ru

³ФГОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская федерация,
e-mail: n-kuramshina@mail.ru

За основу был взят метод рентгенофлуоресцентного анализа, как один из современных спектроскопических методов исследования вещества с целью получения его элементного состава. Достоинства метода: получение обзорного спектра по всем элементам в одном измерении; быстрота получения информации; минимальная пробоподготовка, без разрушения образца; изучение проб в различных матрицах; малые энергозатраты; возможность проведение повторных измерений многократно. Данный метод позволяет оперативно оценить экологическую ситуацию любого объекта окружающей среды: почва, вода, растения

Введение

Проблема микроэлементов и элементозов является одной из самых актуальных в современной биологии, медицине, экологии. Задачи наблюдения за состоянием водных экосистем, своевременного выявления источников и путей поступления в них загрязняющих веществ, а также поиска новых нетрадиционных и высокочувствительных методов оценки качества водных ресурсов являются весьма актуальными на сегодняшний день [1-3]. Известно, что органы и ткани рыб способны накапливать тяжелые металлы. Информация о содержании микро- и макроэлементов в рыбе может быть использована для выявления биохимической картины водного объекта, оценки его экологического состояния, а также оценки возможности использования рыб для питания человека. Из тяжелых металлов в чешуе представлены: Ag, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, V, W, Zn. У окуня и щуки доминируют основные биогенные металлы: цинк (16,443-30,139 мкг/г), молибден (0,341-16,139 мкг/г), железо (5,615-11,666 мкг/г), марганец (2,759-12,184 мкг/г). Концентрация Zn и Fe значительно превышает содержание других металлов, они больше всего отмечаются в чешуе, что подтверждает высокое содержание этих веществ в воде р. Дема. Известно, что цинк концентрируется преимущественно в чешуе, контактирующей со средой. Было установлено, что в чешуе содержание цинка, меди и никеля больше в 1,5; 4 и 10 раз соответственно, чем в мышцах, (р. Дема ниже промышленного п. Чишмы). Так, содержание Cd составило 0,731 мкг/г, Fe – 9,503 мкг/г, Sb – 0,995 мкг/г, Sn – 2,989 мкг/г и V – 0,898 мкг/г [4]. Основную роль при формировании экологической ситуации играет почвенный покров. Способность почв поглощать и удерживать в себе различные загрязняющие вещества, связывать их химическим и физическим путями, позволяет предотвратить поступление этих соединений в природные воды, растения и далее по пищевым цепям в организмы животных и человека. Однако возможности почвы, как естественного сорбента ограничены. Антропогенное загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами (разработка месторождений, плавка руд, промышленность, транспорт, сельское хозяйство) имеет тенденцию к увеличению во времени. Особенно это касается крупных промышленно-урбанизированных территорий с высокой концентрацией на них опасных отходов, неразлагающихся и устойчивых в природе. Присутствие в экосистеме тяжёлых металлов, таких как Pb, Cr, As является токсичным для человека и биосистем даже при очень низких уровнях потребления. Почвы являются наиболее информативным объектом для оценки степени и характера техногенной нагрузки на ландшафт, что делает их изучение приоритетным [5]. Техногенное загрязнение почвы приводит не только к потере ее плодородия и уменьшению формирующейся в ней биомассы, но и последующему загрязнению других компонентов экосистем – через водные потоки и пищевые цепи, а это в конечном итоге отрицательно сказывается на качестве жизни человеческого общества в целом. Металлы сравнительно легко накапливаются в почвах, однако трудно и медленно они из нее удаляются. Изменением биохимических показателей и элементного состава растения чутко реагируют на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды, что позволяет диагностировать состояние водного объекта. Полученные результаты можно использовать для оценки экологической безопасности и качества растительного сырья в пищевой промышленности и сельском хозяйстве, так как многие водные растения являются ценным пищевым, кормовым и лекарственным сырьём. Ранее было показано, что растения *Ceratophyllum demersum* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* L., *Staurogeton trisulcus* L. Schur, *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Elodea canadensis* Michx., *Potamogeton crispus* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Potamogeton lucens* L. обладают наибольшей накопительной способностью и могут аккумулировать целый ряд элементов, а концентрация металлов в растениях может использоваться как одна из важных экологических интегральных по времени характеристик со-

стояния водной экосистемы [6]. Показано, что рыбные отходы, исследованные на содержание биоэлементов (калий, кальций, сера, марганец, железа, меди, цинка), могут быть перспективным сырьем для создания функциональных продуктов питания специального назначения, обогащенных калием, кальцием, цинком.

Проблема отходов многогранна. С одной стороны, большинство видов отходов можно рассматривать как вторичные материальные и энергетические ресурсы, с другой – как загрязнители атмосферного воздуха, почв, растительности, водных ресурсов [7].

Химические поллютанты, загрязняющие атмосферу и водную среду в конечном итоге попадают в почву, которая аккумулирует ксенобиотики. Поэтому, экологическое состояние почв можно рассматривать как интегрирующий показатель благополучия окружающей среды. В последние годы все сильнее подтверждается важная биологическая роль большинства металлов. Многочисленными исследованиями установлено, что влияние металлов весьма разнообразно и зависит от содержания в окружающей среде и степени нуждаемости в них микроорганизмов, растений, животных и человека.

Ионы тяжелых металлов не подвержены биохимическому разложению и могут образовывать летучие газообразные и высокотоксичные металлоорганические соединения. Этим объясняется быстрое проникновение тяжелых металлов в организм человека (через органы дыхания и питания), пищевую цепь и жизнеобеспечивающие природные среды. Негативное влияние тяжелых металлов заключается в том, что они загрязняют экосистему не только быстро, но и незаметно, так как не имеют цвета, запаха, вкуса.

Опыт больших городов показывает, что чрезвычайно опасны для человека также промышленные и бытовые отходы, в особенности те, которые содержат тяжелые металлы, и не только при складировании или захоронении, но особенно при их сжигании. Долгое время неоправданно считалось, что термическая технология на мусоросжигающих заводах позволяет эффективно обезвреживать любые токсичные отходы с образованием нетоксичных веществ.

Данные последних лет свидетельствуют о том, что сжигание отходов является источником залпового поступления тяжелых металлов в окружающую среду в виде оксидов свинца, меди, цинка, олова и др. В развитых странах уже приняты законодательные акты, которые наложили запрет почти на все способы термического уничтожения отходов, содержащих токсичные химические, в том числе и металлические вещества, ибо тяжелые металлы имеют уникальную и до конца неизвестную биологическую активность. Они распространяются в окружающей среде далеко за пределы своей первоначальной эмиссии, уже на уровне микропримесей оказывая воздействие на все живые организмы.

Антропогенное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами имеет отчетливую тенденцию к увеличению во времени. Особенно это касается крупных промышленно-урбанизированных территорий.

Показано существенное влияние высоких доз металлов на видовой состав и численность микробиоты. Тяжелые металлы ингибируют процессы минерализации и синтеза различных веществ в почвах, подавляют дыхание почвенных микроорганизмов, вызывают микробостатический эффект. Большинство тяжелых металлов в повышенных концентрациях ингибирует активность почвенных ферментов [8-9]. Новая стратегия охраны почв от загрязнения тяжелыми металлами заключена также в создании замкнутых технологических систем, в организации безотходных производств.

В настоящее время поставлена задача обязательной проверки всех возможностей утилизации каждого вида отходов, прежде их захоронения или уничтожения.

Биоиндикация, как известно, является важным инструментом осуществления мониторинга состояния окружающей среды. Особенно важна комплексная оценка экологического изменения объектов окружающей среды в крупных городах, где высоко

антропогенное воздействие на компоненты биосферы, в том числе и на почвенные экосистемы. Актуальность проведения мониторинга почв обусловлена еще и возделыванием сельскохозяйственных культур в частном секторе городов, которые используются в питании населения.

Известно, что микроводоросли составляют значительную, динамичную и разнообразную по видовому составу часть почвенной флоры, как объекта экспрессных методов биоиндикации [10]. Они способны вегетировать в экологически неблагоприятных условиях и являются частью механизма устойчивости экосистем. Благодаря высокой скорости размножения, почвенные водоросли являются важным механизмом упругой устойчивости наземных биоценозов к дестабилизирующим факторам. Поэтому, санитарно-химическая характеристика почв по результатам альгологической биоиндикации может рассматриваться как высокочувствительный экспрессный метод интегральной оценки степени антропогенного загрязнения окружающей среды.

Цель данной работы: получения оперативной информации по загрязнению тяжелыми металлами объектов окружающей среды

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили образцы почв, взятые в разных районах г. Минска в количестве 50 образцов. Пробы почв были отобраны с газонов расположенных вдоль улиц с высокой автотранспортной нагрузкой, а также в районах размещения промышленных предприятий летом 2017 г. Кроме этого были отобраны пробы из рекреационной зоны города. Отбор проб и выявление видового состава альгофлоры осуществляли общепринятыми в почвенно-альгологических исследованиях методами, предусматривающие их отбор с глубины 0-1 см. и 1-5 см. При определении качественного состава водорослей соблюдались общие правила микробиологического анализа почвы. Для выявления состава альгофлоры брались смешанные образцы весом не менее 500 г., составленные из 3-5 индивидуальных проб, взятых способом случайного отбора.

Почвы естественных ландшафтов характеризуются наличием пяти основных групп микрорототрофов: сине-зеленые водоросли (Cyanophyta), зеленые водоросли (Chlorophyta), диатомовые водоросли (Bacillariophyta), цианобактерии (Cyanomonas).

Для учета почвенных микроводорослей использовали метод Виноградского в модификации Э.А. Штиной [10], который заключается

При прямом учете микроскопических водорослей среди почвенных частиц в целях использования микроорганизмов в качестве биоиндикаторов учитывают их видовой состав, количество и функциональную активность [11].

Почвенные водоросли из определенной навески образца почвы извлекали водой путем гомогенизации с последующим центрифугированием. Супернатант исследовали под оптическим микроскопом для видовой идентификации и количественного учета обнаруженных водорослей.

Для оценки частоты встречаемости каждого вида водорослей использовали цифровое выражение в условных баллах по пяти бальной шкале: 1 – очень редко, 2 – редко, 3 – не редко, 4 – часто, 5 – очень часто.

Очистка сточных вод в большинстве стран мира, осуществляется с использованием стандартных физико-химических и биологических методов, реализация которых требует громоздких очистных сооружений. Фильтрат и стоки свалок практически не очищаются, т.к. строительство очистных сооружений с использованием известных методов на каждом объекте невозможно и экономически нецелесообразно. Поэтому возникает проблема использования менее затратных технологий, в частности на базе микроводорослей и высшей водной растительности. Имеются отдельные исследования по данной проблеме, однако они, практически, не затрагивают фильтрат и стоки свалок. В 2015 г. в Республике Беларусь сброшено в водные объекты 870 млн. м³ сточных вод,

причем 6 млн. м³ недостаточно очищенных [Экологический бюллетень]. Более 60 % от объема сточных вод приходится на коммунальные сточные воды. Со сточными водами в водные объекты сбрасываются тяжелые металлы (2015 г. – 499 т), нефтепродукты (2015 г. – 0,11 тыс. т), некоторые неорганические соединения. Еще более опасными для природной среды являются фильтраты и стоки с полигонов ТКО, содержащие тяжелые металлы (ртуть, кадмий, свинец, никель, цинк, хром и др.) и органические соединения в значительных концентрациях. Актуальной проблемой на сегодняшний день является поиск методов их обезвреживания.

Очистка сточных вод в Беларуси осуществляется с использованием стандартных физико-химических и биологических методов, реализация которых требует громоздких очистных сооружений. Фильтрат и стоки полигонов ТКО практически не очищаются, т.к. строительство очистных сооружений с использованием данных методов на каждом объекте невозможно и экономически нецелесообразно.

В то же время в других странах ведутся исследования и уже применяются для очистки сточных вод фитотехнологии с использованием высшей водной растительности. Данные технологии имеют более простое аппаратное воплощение, эффективны и легко управляемы. Однако здесь также имеются некоторые проблемы – водные растения накапливают тяжелые металлы, и не все из них способны к самоочищению.

Вместе с тем постоянно возрастающее антропогенное загрязнение окружающей среды пагубно сказывается на состоянии здоровья человека и животных. По данным ученых Института биологических и экологических систем АН Чешской Республики (Прага), определенные сочетания водорослей удаляют из стоков на свиноферме и городской канализационной станции до 90 % соединений азота и фосфора, до 96 % вредных примесей. Чаще для очистки разных стоков используют одноклеточную водоросль хлореллу (*Chlorella vulgaris*). Она хорошо выдерживает сильное загрязнение, например нефтепродуктами (до 40 г/л). В последнее время применяют и зеленые нитчатые водоросли (например, кладофору – *Cladophora*), обладающие большой поглотительной способностью. Так, при наличии всего 1 г биомассы на 1 л воды они за двое суток (и меньше) могут усвоить из нее 14 мг аммонийного азота и почти 7 – нитратного, около 1,5 мг фосфора; активно потребляют магний, калий, серу, кобальт, цинк, кадмий, свинец и другие тяжелые металлы. Водоросли, добавленные к бактериальным удобрениям (азотбактерину, нитрагину), повышают их эффективность, препятствуют эрозии почв и способствуют биологическому закреплению вносимых удобрений. Свободноживущие хемо- и фототрофные микроорганизмы привлекают все большее внимание специалистов, так как их можно использовать для реабилитации окружающей среды. Для очистки водоемов и сточных вод очистных сооружений от тяжелых металлов и других загрязнителей особенно перспективны разные виды ряски, водного папоротника, а также водного гиацинта (эйхорнии). Многие металлы выполняют важную роль в метаболизме микроорганизмов, растений, животных и человека. [12]. Хемотрофные и фототрофные микроорганизмы, а также их консорциумы с растениями и грибами (лишайники) эффективно аккумулируют металлы из окружающей среды в количествах, превышающих их потребности для роста, что может быть использовано для биоремедиации сточных вод, а также получения гомеопатических препаратов. Известно, что водоросли способны аккумулировать металлы. Показано, что *Laminaria bongardiana* способно аккумулировать свинец более чем 8000 раз [13]. Наиболее активно медь, цинк, свинец и кадмий поглощает хлорелла. Однако механизмы транспорта, участвующие в аккумуляции тяжелых металлов микроорганизмами, до сих пор не ясны. С этой точки зрения интерес представляет Вольфия бескорневая (*Wolffia arrhiza*). Самое маленькое цветковое растение на Земле. Установленные на сегодня данные по биосорбции металлов микроорганизмами важны также для получения медицинских препаратов для лечения микро-

элементозных заболеваний и получения пробиотиков для животноводства [14]. В настоящее время, наиболее перспективным методом оценки состояния любого объекта окружающей среды на содержание тяжелых металлов является рентгенофлуоресцентный анализ,

Исследование методом РФА не требует сложной пробоподготовки, не расходует вещество пробы, не изменяет его химический состав, это дает возможность анализировать один и тот же образец необходимое число раз и избежать потери.

Специализированное программное обеспечение дает возможность построить наиболее вероятную модель спектра, обнаружить аналитические линии спектра в присутствии большого количества элементов в пробе (15-30 элементов), определить массовую концентрацию элемента, точный вес объекта, и, следовательно, определить концентрацию элементов в пробе.

Для обработки спектров на компьютере используется программа обработки рентгенофлуоресцентных спектров МК_RE_06. Она предназначена для обработки рентгеновских спектров почвенных, растительных, биологических проб волос, формирования унифицированных отчетов об элементном составе и концентрационных характеристиках.

Подготовка проб к измерениям.

Этапы пробоподготовки образцов для рентгенофлуоресцентного анализа представлены на рисунке 1.

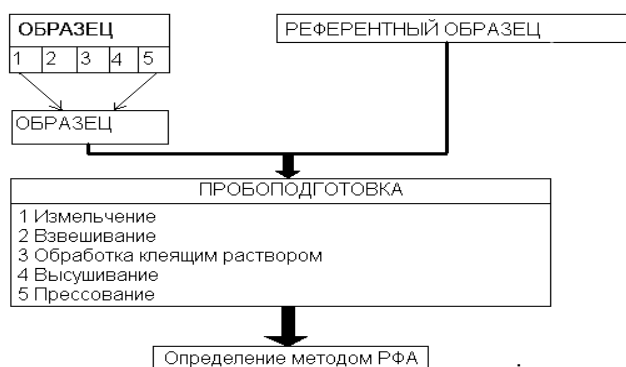


Рисунок 1 – Этапы пробоподготовки образцов для РФА

Статистическую обработку данных проводили с использованием дисперсионного и корреляционного анализов в пакете *Microsoft Office Excel*.

Результаты и их обсуждение.

В результате исследований были обнаружены представители пяти основных групп почвенных водорослей: зеленые, сине-зеленые, диатомовые, цианобактерии, нитчатые зеленые. Наиболее трансформированными по их составу оказались образцы почв Партизанского, Заводского и Октябрьского административных районов г. Минска, характеризующиеся присутствием не более двух основных групп почвенных водорослей. Причем, почвы прилегающих территорий тракторного и моторного заводов, а также района Шабаны отличались наиболее бедным видовым составом микроводорослей.

Оценка устойчивости индикаторных видов почвенных водорослей к антропогенной нагрузке, по административным районам города Минска (в баллах).

Наименование районов г. Минска	Зеленые одноклеточные водоросли	Сине-зеленые водоросли	Диатомовые водоросли	Циано-бактерии	Зеленые нитчатые водоросли
Советский	4	5	4	3	5
Октябрьский	3	4	3	2	1
Первомайский	4	5	4	4	3
Московский	4	5	4	4	2
Ленинский	4	4	5	2	4
Партизанский	3	2	1	1	2
Заводской	3	3	1	1	2
Фрунзенский	4	3	1	2	2
Центральный	4	4	3	4	3
Лесопарковая зона «Дражня»	5	5	4	4	5

Примечание: Частота встречаемости каждого вида водорослей отражена в условных баллах по пяти балльной шкале: 1 – очень редко, 2 – редко, 3 – не редко, 4 – часто, 5 – очень часто.

Почвы Фрунзенского, Ленинского, Центрального районов также можно считать деградирующими по ухудшению их экологического состояния, так как в большинство почвенных образцов, взятых в этих районах, характеризовались полным отсутствием или частичным наличием в незначительном количестве представителей диатомовых и нитчатых зеленых водорослей. Причем, каждому из перечисленных административных объектов характерен свой специфический состав представителей почвенных микроводорослей в связи с различным характером локального техногенного воздействия совместно с природными факторами окружающей среды.

Вместе с тем, в образцах почвы, взятых на территории лесопарковой зоны Дражня, были представлены достаточно часто встречающиеся представители всех исследованных групп почвенных водорослей. Это свидетельствует также и о высокой чувствительности метода альгологической индикации почв к рекреационным нагрузкам.

Известно, что естественные не урбанизированные почвы (показатель норма) характеризуются наличием пяти основных группировок почвенных микрофототрофов: одноклеточные (зеленые, желтозеленые), нитчатые (зеленые, желтозеленые водоросли), диатомовые водоросли, а также безгетероцистные (не азотфиксирующие) и гетероцистные (азотфиксирующие) цианобактерии – в равном соотношении. При химическом загрязнении почвы экологическими токсикантами в ней снижается видовое разнообразие представленной микрофлоры.

В соответствии с изложенным можно сделать следующий вывод, что наиболее трансформированными оказались почвы Партизанского, Заводского и Октябрьского районов города Минска, так как в пробах почв территорий этих районов практически отсутствовали представители более двух основных группировок почвенных водорослей. В остальных районах состояние почвы находится в факторе риска по ухудшению их экологического состояния. Количественное содержание химических элементов в коммунальных стоках до и после очистки водорослей *Wolfia* представлены в таблице 2.

Количественное содержание химических элементов в коммунальных стоках до и после очистки водорослей *Wolfia*, мкг/г

Объект исследования	сера	хлор	калий	кальций	железо	медь	цинк	свинец	ртуть	кадмий
Водоросль <i>Wolfia</i> до стока	5542 ±629	672 ±39	2724 9 ±291	5465 ±126	26± 1.9	14 ±1	1529 ±11	7±1	2.5 ±0.2	0.2 ±0.03
Водоросли <i>Wolfia</i> после стока	11773 ±1691	339 ±51	6485 ±261	3860 ±194	57 ±5	15 ±3	1190 ±18	нет	2.7 ±0.3	нет

Как видно из данных, представленных в таблице 2, эффект очистки стоков в отдельных случаях достигает 100%, в случае свинца и кадмия.

Заключение

Метод рентгенофлуоресцентного анализа является перспективным в условиях экологической дезадаптации, который позволяет получать оперативно информацию об исследуемом объекте окружающей среды.

В практику фитотехнологии будет внедрен новый перспективный метод по определению массовой доли химических элементов в пробах растительного и животного происхождения на основе РФА.

Применение данной технологии обеспечит экономию материальных средств на процессы очистки, упростит сам процесс очистки, его время и эффективность (по отдельным микроэлементам), что в конечном итоге сократит антропогенную нагрузку на гидросферу.

Получение и углубление знаний о механизмах взаимодействия живого биовещества (*Wolffia arrhiza*) в условиях усиленного воздействия антропогенного фактора на водные экосистемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лосева, Л.П. Оценка эссенциально значимых сырьевых источников с использованием метода рентгенофлуоресцентного анализа / Л.П. Лосева [и др.] // Биогеохимия и биохимия микроэлементов в условиях техногенеза биосферы : материалы VIII международной Биогеохимической Школы, посвященной 150-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. Гродненский государственный университет, 11 – 14 сентября 2013 г. / Отв. Ред. В.В. Ермаков. – М: ГЕОХИ РАН, 2013. – с. 466 – 469.
2. Перспектива использования сырья (отходов) рыбной промышленности / Л.П. Лосева [и др.] // V Международный Балтийский морской форум : тез. докл. XV Междунар. науч. конф. «Пищевая и морская биотехнология», Калининград, 21-27 мая 2017 г. – Калининград : Изд-во БГРФ, 2017. – С. 71 – 73.
3. Крупская, Т.К. Изучение элементного состава поверхностных тканей рыб / Крупская Т.К., Лосева Л.П., Землякова Е.Н. [и др.] // Вестник молодежной науки. – 2017. – № 4 (11). – С. 1 – 5.
4. Курамшина, Н.Г. Биоаккумуляция редких элементов в чешуе хищных рыб реки Дёмы (Башкортостан) / Н.Г. Курамшина, Э.Э. Нуртдинова, Г.И. Сафина [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (52). – С. 112 – 115.
5. Лосева, Л.П. Перспектива применения метода рентгенофлуоресцентного анализа для оценки загрязнения почв химическими элементами различного класса опасно-

сти (на примере г. Гродно и прилегающих территорий)/ Л.П. Лосева, С.Н. Анучин, Т.К. Крупская [и др.] // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер. 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 154 – 162.

6. Лосева, Л.П. Перспективы применения эссенциально значимых сырьевых источников с антиоксидантной активностью / Л.П. Лосева, Ю.В. Жильцова, В.Ф. Рудик [и др.] // Сборник трудов международной научной конференции «Микробиологическая биотехнология – наукоемкое направление современных знаний», – Кишинев, 2011. – С. 178 – 179.

7. Лысухо, Н.А. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду / Н.А. Лысухо, Д.М. Ерошина, – Минск, 2011. – 209 с.

8. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. / под ред. Мелехова О.П., Егорова Е.И. М.: ИЦ «Академия», 2011. – 288 с.

9. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. Л.: Агропромиздат, 1987. – С. 142.

10. Штина, Э.А. Почвенные водоросли как экологические индикаторы / Э.А. Штина // Ботанический журнал. 1990. – № 4. – С. 41 – 53.

11. Гоготов, И.Н. Аккумуляция металлов фототрофными микроорганизмами и их извлечение / И.Н. Гоготов, Н.А. Зорин, О.А. Задворный // Экология и почвы. – М.: Полтекс, 1999. – Т. 3. – С. 238.

12. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта, М.: Мысль, 1988. – 345 с.

13. Березовская В.А. Накопление тяжелых металлов *Laminaria bongardiana* в Авачинской губе/ Альгология, 1999, т.9, №2, 16с.

14. Гоготов, И.Н. Аккумуляция ионов металлов и деградация поллютантов микроорганизмами и их консорциумами с водными растениями / И.Н. Гоготов // Экология промышленного производства. 2005. – № 2. – С. 33 – 37.

PERSPECTIVE OF APPLICATION OF X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS METHOD IN THE ASPECT OF ECOLOGICAL SAFETY

¹Loseva Ludmila Pavlovna, PhD in Chemical Sciences

¹Krupskaya Tatyana Konstantinovna, Master of Pedagogic Sciences

¹Anufrik Slavomir Stepanovich, Grand PhD in Physico-mathematical Sciences, Professor

²Lysuho Natalya Aleksandrovna, PhD in Engineering Sciences), Associate Professor

³Kuramshina Natalia Georgievna, Grand PhD in Biological Sciences), Professor

¹Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus,

e-mail: spirulina1945@gmail.com

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Minsk, Belarus, e-mail: nlyukha@mail.ru

³ FSBEI HE Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation, e-mail: n-kuramshina@mail.ru

The X-ray fluorescence analysis method was used as a basis, as one of the modern spectroscopic methods for studying the substance with the aim of obtaining its elemental composition. The method is based on the collection and subsequent analysis of the spectrum obtained by exposing the material under study to X-rays. Advantages of the method: obtaining an overview spectrum for all elements in one dimension; the speed of obtaining information;

minimal sample preparation, without destroying the sample; study of samples in different matrices; small power inputs; the possibility of conducting repeated measurements repeatedly. The method of X-ray fluorescence analysis makes it possible to assess the ecological situation in a short time of any environmental object: soil, water, plants.

УДК 628.355.3

ВЛИЯНИЕ ЦЕФАЗОЛИНА НА ВИДОВОЙ СОСТАВ БИОЦЕНОЗА АКТИВНОГО ИЛА

Машенко Зинаида Евгеньевна, доцент, канд. фарм. наук
Бахарев Владимир Валентинович, доцент, д-р хим. наук
Альжанова Айнагуль Каергалиевна, магистрант

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
г. Самара, Россия, e-mail: mzinaida@yandex.ru

Микроценоз активного ила обладает высокой чувствительностью к различным изменениям в среде. Проводился ряд исследований изменений видового состава биоценоза активного ила при однократном и многократном действии цефазолина. При однократном действии антибиотика активный ил на протяжении всего периода эксперимента имел удовлетворительный видовой состав. Многократное добавление антибиотика приводило к негативному действию цефазолина на биоценоз активного ила в процессе инкубации

В настоящее время водная окружающая среда становится ключевым фактором формирования устойчивости к антибиотикам. Антибиотики широко применяют для профилактики и лечения бактериальных инфекций, поражающих человека, животных и растения. Так же антибиотики используют в животноводстве, как стимуляторы роста. Как следствие, они в огромном количестве попадают в природу со сточными водами городов, а также сельскохозяйственных и фармацевтических предприятий [1, 2].

Научно доказано, что антибиотики в существенных концентрациях можно обнаружить во многих водоёмах, осадочных породах и почвах планеты. Наша окружающая среда всё в большей мере становится резервуаром резистентных болезнетворных микроорганизмов и противомикробных веществ [2, 3].

Несмотря на то, что технический прогресс все время шагает вперед, справиться с подобного рода химическими веществами могут немногие фильтры для воды. Кроме того, установлено, что стандартная процедура по хлорированию воды не только не устраняет подобные загрязнения, но, наоборот, увеличивает их токсичность.

Наиболее эффективным и не дорогостоящим методом очистки, в настоящее время, является биологический метод очистки сточных вод, в частности очистка активным илом.

Активный ил – биоценоз зоогенных скоплений бактерий и простейших организмов. Метод биологической очистки основан на способности некоторых видов микроорганизмов, в определённых условиях, использовать загрязняющие вещества в качестве своего питания [4].

В процессе очистки сточных вод, лекарственные средства удаляются не эффективно и при поступлении в водоисточники могут негативно влиять на состояние живых организмов.

Цель исследовательской работы – изучение влияния цефазолина на видовой состав биоценоза активного ила при однократном и многократном действии антибиотика.

В качестве тест-организмов в экспериментах использовали активный ил городских очистных сооружений г. Самара.

В качестве материала исследования использовали цефазолин. Цефазолин относится к цефалоспориновым антибиотикам, химическое строение которого представлено на рис.1.

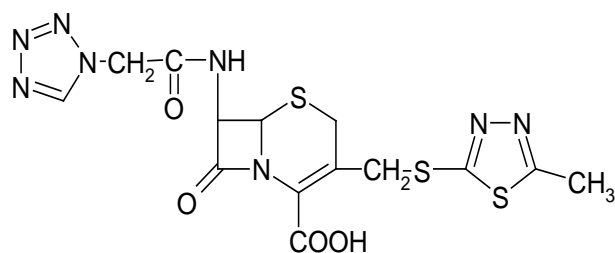


Рис. 1. Химическая структура цефазолина

Инкубацию антибиотиков с активным илом проводили в течение 72 часов при температуре 25 °С в концентрации 100 мг на 1 г биомассы ила.

В три одинаковых химических стакана помещают по 250 мл активного ила. Инкубацию ила проводят в течение 168 ч при температуре 25 °С в следующих условиях (табл. 3).

Таблица 3

Условия инкубирования активного ила

№ стакана	Цефазолин	Условия аэрации
1	Нет	Да
2	Да (С=100 мг/г, однократно)	Да
3	Да (С=100 мг/г, ежедневно в течение 3 суток)	Да

В первой серии проб в активный ил стакана № 2 однократно вводят 100 мг цефазолина на 1 г активного ила.

Во второй серии проб в активный ил стакана № 3 многократно вводят 100 мг цефазолина на 1 г активного ила каждые 24 часа в течение 3 суток.

Подвергают анализу микробиологические препараты «раздавленная капля» при увеличении 1000X. При изучении препаратов учитывают количество гидробионтов активного ила, их общее состояние, а также параметры характеризующие качество флора: форма (степень округлости), четкость контура, структура [4, 5].

В таблице 2 приведены данные влияния антибиотика на видовой состав сообщества организмов активного ила при однократном добавлении.

Таблица 2

**Видовой состав биоценоза активного ила при однократном добавлении
цефазолина**

Время инкубации, ч	Видовой состав	Количество организмов	
		Контрольная проба	Опытная проба
24 часа	<i>Amoeba</i>	-	-
	<i>Testacea</i>	п	п
	<i>Flagellata</i>	м	-
	Нитчатые	ед	-
	<i>Rotaria</i>	п	п
	<i>Vaginicola</i>	м	м
	Панцирные	п	п
	<i>Epistylis</i>	-	п
	<i>Nematoda</i>	ед	-
	<i>Oligochaeta</i>	ед	-
48 часов	<i>Amoeba</i>	-	-
	<i>Testacea</i>	п	п
	<i>Flagellata</i>	-	-
	Нитчатые	-	-
	<i>Rotaria</i>	м	ед
	<i>Vaginicola</i>	-	-
	Панцирные	м	м
	<i>Epistylis</i>	-	п
	<i>Nematoda</i>	-	-
	<i>Oligochaeta</i>	ед	-
72 часа	<i>Amoeba</i>	-	-
	<i>Testacea</i>	п	п
	<i>Flagellata</i>	-	м
	Нитчатые	-	-
	<i>Rotaria</i>	-	-
	<i>Vaginicola</i>	-	р
	<i>Aspediska</i>	п	п
	Панцирные	-	-
	<i>Epistylis</i>	-	-
	<i>Nematoda</i>	-	-
	<i>Oligochaeta</i>	-	-
	Тихоходка	м	м

Примечание: ед – единично, м – мало, р – редко, п – порадочно, «-» не наблюдали.

Через 24 часа инкубации в опытной пробе, по сравнению с контрольной, отсутствовали *Flagellata*, нитчатые, *Nematoda*, *Oligochaeta*.

После 48 часов инкубации в опытной пробе наблюдалось отсутствие *Oligochaeta*, но при этом присутствовали *Epistylis*.

По истечении 72 часов инкубации в опытной пробе наблюдались *Flagellata*, *Vaginicola*, так же появились тихоходки.

В течение всего периода инкубации ил плотный, форма флока округлая, структура флока четкая.

При однократном действии антибиотика активный ил на протяжении всего периода эксперимента имел удовлетворительный видовой состав и структуру хлопьев.

Данные влияния антибиотика на видовой состав биоценоза активного ила при многократном добавлении цефазолина представлены в табл. 3.

Таблица 3

Видовой состав биоценоза активного ила при многократном добавлении цефазолина

Время инкубации, ч	Видовой состав	Количество организмов	
		Контрольная проба	Опытная проба
24 часа	<i>Amoeba</i>	-	-
	<i>Testacea</i>	п	п
	<i>Flagellata</i>	-	м
	Нитчатые	-	-
	<i>Rotaria</i>	-	-
	<i>Vaginicola</i>	-	р
	<i>Aspediska</i>	п	п
	Панцирные	-	-
	<i>Epistylis</i>	-	-
	<i>Nematoda</i>	ед	-
	<i>Oligochaeta</i>	-	-
	Тихоходка	-	м
48 часов	<i>Amoeba</i>	-	-
	<i>Testacea</i>	п	-
	<i>Flagellata</i>	-	-
	Нитчатые	-	-
	<i>Rotaria</i>	м	-
	<i>Vaginicola</i>	-	-
	Панцирные	м	-
	<i>Epistylis</i>	-	-
	<i>Oligochaeta</i>	-	-
		Тихоходка	ед
72 часа	<i>Amoeba</i>	-	-
	<i>Testacea</i>	п	-
	<i>Flagellata</i>	-	-
	Нитчатые	м	-
	<i>Rotaria</i>	м	-
	<i>Vaginicola</i>	-	-
	<i>Aspediska</i>	-	-
	Панцирные	-	-

	<i>Epistylis</i>	-	-
	<i>Nematoda</i>	-	-
	<i>Oligochaeta</i>	-	-
	Тихоходка	ед	-

Примечание: ед – единично, м – мало, р – редко, п – порядочно, «-» не наблюдали.

При многократном введении цефазолина наблюдалось уменьшение видового состава биоценоза активного ила. Ил рыхлый, форма флока округлая, структура флока не четкая.

Многократное добавление антибиотика приводило к негативному действию цефазолина на биоценоз активного ила в процессе инкубации.

Таким образом, активный ил подвержен антропогенному воздействию. Знание процессов, которые происходят в активном иле, позволит оперативно выявлять воздействующие факторы, делать прогноз в процессе очистки сточных вод и, следовательно, управлять этим процессом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Screening of human antibiotic substances and determination of weekly mass flows in five sewage treatment plants in Sweden / R.H. Lindberg, P. Wennberg, M. I. Johansson et al // Environ. Sci and Technol. 2005. 39. № 10. P. 3421-3429.

2. Маслова Е.В., Машенко З.Е., Шаталаев И.Ф. Лекарственные препараты в окружающей среде // Аспирантский вестник Поволжья. 2017. № 1-2. С. 215-217.

3. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment / Santos L., Araujo A., Fachini A. et al. // Journal of Hazardous Matherials. 2010. Vol. 175. P. 45-95.

4. Демина М.В. Рекомендации по проведению гидробиологического контроля на сооружениях биологической очистки с аэротенками. Методическое пособие // Пермь: ОГУ «Аналитический центр», 2004. 52 с.

5. ПНД Ф СБ 14.1.77-96. Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2009. 106 с.

EFFECT OF CEFAZOLIN ON THE SPECIES COMPOSITION OF BIOCECENOSIS OF ACTIVATED SLUDGE

Mashchenko Zinaida, C. Pharm.N., associate Professor

Bakharev Vladimir, Ph. D., associate Professor

Alzhanova Ainagul, student of magistracy

Samara State Technical University, Samara, Russia, e-mail: mzinaida@yandex.ru

The microcoenosis of an active sludge has high sensitivity to various changes in medium. A number of studies of changes in the species composition of activated sludge biocenosis under single and multiple action of Cefazolin were conducted. With a single action of the antibiotic, the activated sludge had a satisfactory species composition throughout the entire period of the experiment. Repeated addition of the antibiotic led to the negative effect of Cefazolin on the biocenosis of activated sludge during incubation.

ПИЩЕВЫЕ ПРОТЕИНОВЫЕ И ПРОТЕИНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПУТЕМ ИЗ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Мезенова Ольга Яковлевна, д-р тех. наук, профессор
Байдалинова Лариса Степановна, канд. техн наук, доцент
Городниченко Людмила Владимировна, инженер
Волков Владимир Владимирович, зам. начальника технопарка
Мезенова Наталья Юрьевна, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
Калининград, Россия, e-mail: mezenova@klgtu.ru, larisa.baydalina@klgtu.ru,
vladimir.volkov@klgtu.ru, lost_13@inbox.ru

Разработан биотехнологический способ переработки рыбных отходов с получением пищевых протеиновых и протеино-минеральных добавок. Способ предусматривает предварительный ферментализ сырья, гидротермолиз, отделение фракций декантацией, их сушку и измельчение. Обосновано применение протеолитического фермента алкалаза, параметры термогидролиза и способ сушки. Добавки представляют собой мелкодисперсные порошки от светло-бежевого до кремового цвета и рекомендуются к применению в составе функционального и специализированного питания

На кафедре пищевой биотехнологии КГТУ разработана биотехнология комплексной переработки белоксодержащего органического сырья, которая показала свою эффективность применительно к вторичному рыбному сырью (головы, хребты, чешуя и др.) [1]. Биотехнология позволяет достаточно полно фракционировать органические материалы на белковую, жировую и минеральную части и позиционировать их в качестве пищевых технологических добавок, которые востребованы в различных сферах пищевой отрасли (обогазаторы традиционных пищевых продуктов, БАДы к пище, специализированное питание и др.). Белковая фракция, в зависимости от источника и молекулярной массы конечных пептидов, может применяться для производства продуктов легкоусвояемого энтерального питания, в качестве источников незаменимых и заменимых аминокислот, протеинов для спортивного питания, пищевой добавки в мясной и рыбной отрасли, в сыроделии, при производстве белковых соусов и т.д. Высока потребность в белковых добавках для кормовой отрасли и биотехнологий. Не менее эффективны и востребованы в пищевой промышленности качественные жиры и минеральные вещества натурального органического происхождения. Полученные добавки можно использовать не только для пищевой промышленности, но и в производстве фармакологических препаратов, а также кормов, удобрений, микробиологических сред, строительных материалов и в других сферах.

Сущность предлагаемой биотехнологии заключается в следующем: рыбное сырье обрабатывается высокими температурами в водной среде (гидротермолиз) с предварительным ферментированием или без него при последующем разделении на пептидную, липидную и негидролизованную (минерально-белковую) фракции ди- и трикантацией. Полученная водорастворимая и нерастворимая осадочная фракции высушиваются, измельчаются и используются в качестве пищевых добавок. В разрабатываемой биотехнологии используются процессы замкнутого энергетического и водного цикла,

что позволяет полностью перерабатывать сырье и обеспечить высокую энергоэффективность и экологичность производства [2].

Пищевые протеины используются в спортивном питании в качестве источника аминокислот, необходимых для наращивания и эффективного питания мышц, поддержки и регенерации костных тканей и связок. Пищевые добавки также используются в качестве обогащающих композиций при производстве функциональных продуктов питания (например, как добавки в хлебобулочные и кондитерские изделия, майонезы, паштеты, желированные и эмульгированные продукты), в специализированном питании геродиетического профиля, для людей с заболеваниями опорно-двигательного аппарата (артроз, артрит, остеопороз и другие суставные заболевания).

Востребованность в протеиновых добавках специфичной функциональности очень высока. Высокомолекулярные протеины являются натуральными структурообразователями, эмульгаторами, влагоудерживающими агентами, регуляторами кислотности, участвуют в обеспечении заданной биологической ценности по аминокислотной сбалансированности белковых продуктов, улучшают структуру, повышают сочность, водо- и жиросвязывающие свойств мясных фаршей и эмульсий, идущих на производство многих мясных продуктов реструктурированной группы.

Получаемый по предлагаемой биотехнологии первичный протеиновый концентрат в жидкой форме имеет массовую долю протеинов на уровне 45-65%, его можно использовать в жидком виде в составе желированных продуктов, хлебопечении, как компонент добавки к эмульгированным композициям и т.д. При обезвоживании получают сухие протеиновые формы, в которых содержание протеинов достигает 90 % и более, а содержание жира и минеральных веществ не превышает 1,5%. Такие протеиновые добавки отличаются низкой молекулярной массой протеинов (5-100 кДа), имеют известный аминокислотный состав, прогнозируемые характеристики биологической ценности (скор, биологическая ценность белка, коэффициент утилитарности и др.), отличаются высокой хранимоспособностью (до 3-х лет) при обычных условиях. Они не содержат химических примесей (щелочей, кислот), обладают высокой функциональностью [3].

Получаемые по предлагаемой биотехнологии жировые и белково-минеральные пищевые добавки не содержат химических примесей (щелочей, кислот), безопасны, обладают высокой биологической эффективностью в организме и пищевых системах, функциональностью по содержанию ценных высокомолекулярных жирных кислот, двухвалентных минеральных веществ (кальций, магний) и поливалентного фосфора [4].

Настоящие исследования проводили в Центре передовых технологий использования белка при кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ». Изучали процесс гидролиза голов скумбрии, голов копченой кильки (отходы производства шпрот), хвостовых плавников, хребтов сельди и сардинеллы, чешуи сардины и сардинеллы, взятых для исследования на 11 рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области (ООО «РосКон», СПК «Рыболовецкий колхоз «За Родину», Калининградский тарный комбинат и др.). На данных предприятиях не перерабатывают чешую рыб, соленые отходы, головы копченой кильки и салаки по причине специфичности химического состава [2]. Все виды сырья первоначально были проанализированы на общий химический состав (% массы): содержание белка (10,2 - 29,1 или 22,7-57,1 % сухих веществ (СВ); жира (различно – в чешуе 2,6, во внутренностях путассу - до 32,74), минеральных веществ в хребтах и чешуе (11,5 - 14,7).

В исследованиях использовали энзимологический (ферментативный) и комбинированный способ гидролиза (с применением ферментов и высоких температур). При обосновании энзимологической деградации белковых тканей применяли различные протеолитические ферменты (алкалаза L 2,5, алкалаза L 2,4, нейтраза, протамекс, ФП

«Балтика») с добавлением и без добавления водного и водно-спиртового экстракта мяты (для улучшения органолептических свойств конечных продуктов и установления влияния растительных компонентов на активность ферментов). Эффективность гидролиза сырья оценивали по накоплению аминного азота (АА), определяемого методом формального титрования. Термогидролиз вели при измельчении сырья, добавлении горячей воды при соотношении 1:1, высокотемпературной обработке в автоклаве при температуре 115°C в течение 3 часов (1,5 часа подъем температуры и 1,5 часа выдержка при 115 °С)

Полученные данные по глубине энзимологической деградации белка свидетельствуют о том, что фермент алкалаза достаточно эффективно разрушает коллагеновые белки всех видов вторичного сырья. Переход в растворимое состояние приоритетных коллагеновых белков проявляется при сушке гидролизатов, полученных с применением алкалазы. Высушенный конвекционным способом материал представляет собой вязкую массу, которая прочно удерживает влагу, что не позволяет довести ее до постоянного влагосодержания. При комбинированном способе гидролиза (ферментализация + термолиз) при использовании фермента протамекса выход водорастворимого гидролизата повышается, но не выше уровня гидролиза белка с ферментом алкалазой. При использовании фермента нейтраза показатели АА, иллюстрирующие степень гидролиза белка, были самыми низкими для всех видов вторичного сырья. По этой причине дальнейшие эксперименты с нейтразой не проводились. Полученные данные коррелируют с зависимостями количеств плотных остатков и выделенных липидов.

Эксперименты только с применением термогидролиза показали, что для глубокой деградации тканей и получения чистой протеиновой фракции процесс высокотемпературного термолиза без предварительной ферментации не достаточно эффективен. Образующиеся количества растворимых гидролизатов находилась на уровне 55 – 56% массы сырья, а количество плотного остатка достигало 40% от общей массы системы (сырье + вода).

Анализ глубины гидролиза, проведенный по содержанию аминного азота (АА) в протеиновых гидролизатах показал, что при автоферментализации (без внешних ферментов, только за счет собственных ферментов) рост значений показателей АА был незначительным (с 42,1 мг% т (сырье) до 255,8 – 301,96 мг% в гидролизате). Автоферментализация, проводимый в среде раствора мяты, несколько менее эффективен, при этом содержание АА составляет 255 мг%, однако при росте концентрации компонентов мяты гидролиз белка интенсифицируется и АА возрастает до 231 и 404 мг%. Этот эффект можно объяснить ингибирующим действием фенольных веществ мяты - флавоноидов и катехинов, а при росте дозировки начинает проявляться денатурирующее действие органических кислот, облегчающий гидролиз белков. Гидролиз с применением алкалазы L 2,5 в количестве 0,25% от массы системы (сырье + вода) ускоряет процесс деградации белка более чем в 2 раза, по сравнению процессами, проводимыми без фермента (автоферментализация). Исследования различных видов фермента алкалазы показали, что алкалаза L2,5 и алкалаза L2,4 обладают практически равными активностями (АА гидролизатов 528,6 и 518 мг%). Несколько уступает по активности фермент протамекс (показатель АА равен 508,1 мг%).

Высокотемпературное воздействие (термолиз) всех видов вторичного рыбного сырья, проводимое после ферментации, значительно увеличивает степень гидролиза белков во всех образцах, что проявляется в росте значений АА. При этом наиболее эффективным в расщеплении коллагеновых белков оказался фермент алкалаза (АА 661,7 мг% с алкалазой и 605,1 мг% с протамексом). При воздействии на сырье только термолизом (без ферментации) имел место такой же низкий уровень гидролиза белка, как и при автоферментализации без ферментов (АА составил, соответственно, 235,6 и 250,4

мг%). Полученные результаты подтверждают целесообразность проведения предварительного гидролиза вторичного рыбного сырья ферментацией с алкалазой с последующим гидротермолизом при получении протеиновой добавки с высокой глубиной деградации белка.

При получении протеиновых добавок из голов кильки горячего копчения (вторичное сырье при производстве шпрот) получали гидролизаты, степень гидролиза белков которых значительно ниже, чем при такой же обработке другого сырья (АА сырья 62,1 мг%, в конце при ферментации алкалазой +термолиз АА имеет значение 131 мг%). В данном случае, очевидно, имеет место ингибирующее действие коптильных компонентов [5]. В экспериментах при гидролизе чешуи сардины АА изменяется от 64,8 мг% до 208,9 мг% (ферментализ с алкалазой + термолиз), что свидетельствует о прочности белков чешуи и необходимости проведения термолиза при повышенных температурах.

Результаты экспериментов по получению сухих протеиновых гидролизатов (пищевых добавок) из вторичного сырья различными методами гидролиза приведены в таблице 1.

Результаты экспериментов по оценке качества и выхода сухих протеиновых добавок (табл. 1) показали, что они представляют собой порошки от светло-коричневого до коричневого цвета с легким или выраженным запахом сушеной рыбы. При проведении ферментализа и термогидролиза в экстракте мяты получают образцы добавок с менее выраженным специфическим запахом. При этом добавки, полученные способом конвективной сушки, несколько уступают по органолептическим показателям продуктам, обезвоженным сублимированным путем. Выход добавки из голов скумбрии при конвективной сушке гидролизата, получаемого комбинированным способом (предварительное воздействие ферментом алкалазой 0,25% с последующим термогидролизом), составляет 10,6% от массы гидролизата или 15,8% от массы сырья.

Таблица 1

Получение сухих форм протеиновых добавок из вторичного рыбного сырья

№	Дата проведения эксперимента	Сырье +вода + фермент	Технологическая обработка	Масса полученного гидролизата до сушки, г	Масса сухого гидролизата, г	Выход сухого гидролизата,	
						% к массе гидролизата до сушки	% к массе использованного сырья
1	18.01.18	Головы скумбрии 150 г + вода 150 г + алкалаза 2,5 – 0,75 г	Ферментализ + термолиз + алкалаза 0,75 г	224,5	23,70	10,56	15,8
2	18.01.18	Головы скумбрии 150 г + вода 150 г + протамекс – 0,75 г	Ферментализ + термолиз + протамекс 0,75 г	221,5	15,17	6,85	10,11
3	18.01.18	Головы скумбрии 150 г + вода 150 г	Термолиз (без фермента)	171,4	11,99	7,0	7,99

4	18,01.18	Головы скумбрии 150 г + вода 150 г	Термолиз (без фермента)	169,3	11,61	6,86	7,74
5		Сумма по 2 опытам по термолизу	Термолиз (без фермента)	340,7	23,6	6,92	7,87

В экспериментах с тем же вторичным рыбным сырьем при использовании фермента протамекс (0,25%) при комбинированном способе получения гидролизата выход сухого продукта составлял 7,0% от массы протеинового гидролизата или 10,1% от массы сырья. Данные показатели по извлечению протеина из рыбного сырья на 27-31 % хуже, чем при использовании алкалазы в комбинированном способе получения белка. При этом использование только термолиза сырья (без ферментации) позволяет получить только 7,0% сухого порошка от массы жидкого гидролизата, а количество получаемого гидролизата сухой формы составляет 7,7-8,0 % от массы используемого сырья.

Химический состав сухих гидролизатов из голов скумбрии, полученных методом термолиза при 115 °С, приведен в табл. 2. Химический состав полученных добавок показал, что из голов скумбрии получается протеиновая сухая добавка (выход 7-10% массы сырья) с содержанием протеина 76-79%. Осадочная часть прогидролизованной системы, подвергнутая сушке (16-18% массы сырья), представляет собой сухой протеино-минеральный комплекс с содержанием протеина 36-38% и минеральных веществ 31-37%. При термолизе голов (без ферментации) возрастает выход протеино-минеральной добавки с более высоким содержанием протеина. Таким образом, регулируя температуру гидролиза, можно управлять степенью гидролиза белковых веществ сырья, выход и качество белковой и белково-минеральной добавок.

Таблица 2

Общий химический состав протеиновых пищевых добавок, полученных из голов скумбрии (г/100 г)

Условия эксперимента	Влага	Сухие вещества	Жир	Белок Nx6,25	Минеральные вещества
Ферментализ (вода+ фермент алкалаза L2,5)+ термолиз	9,3	90,7	2,8	76,2	6,9
Ферментализ (вода+ фермент протамекс)+ термолиз	7,6	92,4	3,6	78,8	9,1
Термолиз (вода без фермента)	8,4	91,7	16,6	66,1	9,0
Термолиз (вода без фермента)	6,8	93,2	16,3	65,0	8,9

Полученные гидролизаты, первоначально представляющие собой водные концентраты пептидов и низкомолекулярных протеинов, высушивали, получая протеиновые пищевые добавки. Высокотемпературная обработка гарантирует санитарную безопасность данных изделий, а показатели АА потенциально свидетельствуют об их повышенной усвояемости.

Не меньший научный интерес представляет осадочная часть прогидролизованной системы, позиционируемая в настоящих исследованиях в качестве белково-минеральной добавки. Оценка количественных показателей по выходу белково-

минеральных осадков, полученных отделением от гидролизованной массы в процессе ее центрифугирования и высушенных конвекционным способом, приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Выходы сухих плотных остатков из гидролизатов,
полученных из голов скумбрии при температуре термолиза 115 °С**

Условия эксперимента	Масса плотного остатка, г		Выход сухого плотного остатка, % к массе	
	до сушки	после сушки	плотного остатка до сушки	использо- ванного сырья
Ферментализ (вода+ фермент алкалаза L 2,5) + термолиз	56,1	23,5	41,8	15,6
Ферментализ (вода+ фермент протамекс) + термолиз	69,3	26,7	38,5	17,8
Термолиз (вода без фермента)	122,9	34,8	28,3	23,2
Термолиз (вода без фермента)	122,4	33,5	27,4	22,4

Анализ данных табл. 2 показывают, что наименьший выход белково-минеральной фракции из гидролизатов голов скумбрии имел место при комбинированном способе гидролиза при использовании фермента алкалаза. В данных случаях выход белково-минеральной добавки составил 2,73- 3,56% от массы использованных в опытах голов скумбрии. При использовании нейтралы и протамекса после ферментализа и термолиза остается большее количество нерасщепленных белково-минеральных веществ (5,5 – 8,14% от массы использованного сырья).

Химический состав белково-минеральной добавки, полученной при различных способах молекулярного фракционирования вторичного сырья скумбрии, приведен в табл. 4.

Таблица 4

Химический состав высушенных белково-минеральных добавок, полученных при различных способах обработки голов и хвостовых частей скумбрии (температура термолиза 115 °С), г/100 г

Условия эксперимента	Влага	Сухие вещества	Жир	Белок	Минеральные вещества
Ферментализ (вода+ фермент алкалаза L 2,5) +термолиз	2,4	97,6	19,8	34,7	37,1
Ферментализ (вода+ фермент протамекс) + термолиз	2,8	97,3	22,6	38,8	31,3
Термолиз (вода без фермента)	2,8	97,2	10,8	54,5	25,5
Термолиз (вода без фермента)	2,8	97,2	10,3	52,2	26,8

Из табл. 4 следует, что при термолизе без предварительного ферментализа количество сухой негидролизованной массы почти вдвое превышает массу белково-

минеральной добавки, полученной комбинированным способом при использовании ферментов алкалазы и протамекса. Эти данные свидетельствуют о целесообразности сочетания двух процессов – ферментолиза и термолиза – при приоритетном получении протеиновых добавок. В случае приоритетного изготовления белково-минеральных добавок рационально использовать термический способ гидролиза. Выбор способа предварительного фракционирования сырья зависит от его вида, химического состава и целей эксперимента.

Органолептическая оценка протеиновых и белково-минеральных добавок, полученных из вторичного рыбного сырья, приведена в табл. 5.

Из данных табл. 5 следует, что все пищевые добавки, полученные путем конвекционного обезвоживания водных гидролизатов любого способа гидролиза вторичного рыбного сырья, представляют собой порошки от светло-коричневого до темно-коричневого цвета. При этом все продукты имеют специфический запах, свойственный сушеным рыбным изделиям. Этот фактор должен определять направления их использования, поскольку не всем потребителям может импонировать рыбный запах. Рекомендуется данные добавки либо капсулировать, либо вносить в пищевые системы на основе рыбного сырья и/или аналоговые продукты, либо комбинировать с корригентами вкуса и запаха.

Значительное улучшение качества сухих протеиновых и протеиново-минеральных добавок наблюдается при использовании сублимационной сушки. Все образцы отличаются светло-желтым цветом, имеют едва уловимый запах сушеной рыбы. Сухие порошки хорошо измельчаются, но при повышенной массе жира происходит слипание измельченной массы.

Для модификации и улучшения запаха сухих гидролизатов проводили следующие операции: обработка паром (дистилляция), смешивали с пряностями и фитокомпонентами.

В жидкие гидролизаты протеинов из чешуи (они обладали наименьшим рыбным запахом) вводили желатин и десертные добавки (корица молотая, листья череды, листья шалфея, листья мяты и получали желе-десерты). В жидкие гидролизаты из голов скумбрии вводили пряности (черный перец, петрушка, базилик, листья череды, листья шалфея, лимонная кислота, поваренная соль), получали желе закусочного профиля. Эти желе (десерты и закусочный продукт) предназначены для широкого круга потребителей, в том числе, геродиетического питания. Они содержат помимо полезных легко усвояемых аминокислот и пептидов фитокомпоненты-геропротекторы, с выраженными ароматами. По консистенции данные желе имеют вид упругих «желатинок» с приятным внешним видом и без рыбного запаха.

При введении в жидкие гидролизаты из чешуи продуктов пчеловодства (мед, пчелиная перга, пыльца, прополис, молоко сгущенное, пектин, желатин, поваренная соль, глицерин) получали специализированное желированное питание, формируемое в виде «рыбок» и предназначенное для спортсменов скоростно-силовых видов спорта. Данные «желатинки» были без запаха, со специфическим вкусом и упругой «затяжистой» консистенцией.

Органолептическая оценка сухих протеиновых добавок и белково-минеральных добавок, полученных при различных способах гидролиза вторичного рыбного сырья

Условия эксперимента	Сухой продукт	Консистенция	Цвет	Запах
Ферментализ (вода+ фермент алкалаза, L2,5; 0,5 % к массе сырья)	Протеиновая добавка	Порошок с вкраплениями более крупных, крепко слипшихся частиц. Кости не чувствуются	Светло-коричневый	Запах солевой вяленой рыбы.
	Белково-минеральная добавка	Порошок с включениями крупных слипшихся кусочков (3-5 мм).	Темно-коричневый	Слабый запах сушеной рыбы
Ферментализ (вода+ фермент протамекс; 0,5 % к массе сырья)	Протеиновая добавка	Порошок, с присутствием слипшихся частиц. Костей не чувствуется. Хорошо растворяется в холодной воде.	Светло-светло коричневый, типа кофе с молоком.	Запах приятный, хорошей сушеной рыбы
	Белково-минеральная добавка	Порошок с включениями крупных слипшихся кусочков (5-10 мм).	Темно-коричневый	Слабый запах сушеной рыбы
Термолиз (вода без фермента)	Протеиновая добавка	Порошок с включением липких не разделившихся фрагментов. В воде растворяется только при нагревании до 80 °С	Коричневый, молотого кофе	Сухой рыбы с оттенками окисленного жира
	Белково-минеральная добавка	Порошок с включениями крупных кусочков (около 10 мм) с остатками косточек рыбы.	Светло-коричневый	Запах сухой рыбы

Смеси сухих протеинов с фитоконпонентами представляют собой композиции биологически активных компонентов, поэтому их регламентировали как БАД к пище, предназначенные для специализированного питания. Эти композиции в протеиновой части являются источниками глицина, аланина, аргинина, глутаминовой кислот, а в простатической части – источниками хитозана и фитоконпонентов (органических кислот, флавоноидов, гликозидов и др.). Такие БАДы могут найти широкое применение и рекомендуются людям с нарушениями функций пищеварения, сердечно-сосудистой и нервной систем. В протеиновых добавках на основе сухих гидролизатов с фитодобавками рыбный запах значительно уменьшен.

Проведенные исследования показали возможность использования вторичного рыбного сырья для производства сухих протеиновых и белково-минеральных добавок, которые потенциально могут использоваться в пищевых продуктах, в том числе в составе БАД к пище.

В технологическом процессе рекомендуется использование эффективных протеолитических ферментных препаратов (алкалаза), расщепляющих прочные коллагеновые белки структурных тканей вторичного рыбного сырья. Процесс ферментализации должен быть предварительным и проводиться при температуре 50°С, рекомендуемая продолжительность - 6 часов. Полученные сухие пищевые добавки имеют вид порошков светлого коричневого цвета со слабым специфическим запахом и рекомендуются к

использованию в специализированном и функциональном питании в качестве источников определенных аминокислот и минеральных веществ (кальций, фосфор, магний).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инновационное получение протеинов из белоксодержащего биологического сырья / А. Хелинг, Т. Гримм, В.В. Волков, О.Я. Мезенова, Н.Ю. Мезенова // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2017. – Т. 3. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2017/08/2017-N2-Hoehling-Mezenova.pdf>
2. Изучение различных способов гидролиза вторичного сырья тихоокеанских лососевых рыб на примере голов нерки (*Oncorhynchus nerka*) / В.В. Волков, Т. Гримм, Т. Ланге, О.Я. Мезенова, А. Хелинг // Известия КГТУ. – 2017. – № 45. – С. 136-146. БД AGRIS
3. Определение технологических показателей порошков биологически активных пептидов из рыбьей чешуи в составе биопродукта для спортивного питания / Н.Ю. Мезенова, В.В. Верхотуров, В.В. Волков, Л.С. Байдалинова О.Я. Мезенова // Прикладная химия и биотехнология. Том 6, ж Выпуск №2 (17). – 2016. – С. 104-114.
4. Мезенова, О.Я. Вторичное рыбное сырье: состав, свойства, биотехнология переработки: монография / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, Е.С. Землякова, С.В. Агафонова, М.В. Матковская, Н.Ю. Мезенова, В.А. Потапова.- Калининград: изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2015. – 318 с.
5. Мезенова, О.Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов / О.Я. Мезенова. СПб.: Проспект Науки, 2018. - 288 с.

FOOD PROTEIN AND PROTEIN-MINERAL ADDITIVES, OBTAINED BY BIOTECHNOLOGICAL WAY FROM SECONDARY FISH RAW MATERIALS OF KALININGRAD REGION

Mezenova O., doctor of technical sciences, professor,
Baidalinova L., candidate of technical sciences, associate professor,
Gorodnichenko L.V., engineer
Volkov V., Deputy Head of Technopark
Mezenova N., candidate of technical sciences

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: mezenova@klgtu.ru, larisa.baydalina@klgtu.ru, vladimir.volkov@klgtu.ru,
lost_13@inbox.ru

A biotechnological method for the processing of fish wastes has been developed to produce food protein and protein-mineral additives. The method provides for preliminary ferment lysis of raw materials, hydrothermolysis, separation of fractions by decanting their drying and grinding. The use of the proteolytic enzyme alkalize, thermohydrolysis parameters and the drying method are substantiated. Additives are finely dispersed powders from light beige to cream color and are recommended for use in the composition of functional and specialized nutrition.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Мезенова Ольга Яковлевна, профессор, д-р техн. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
Калининград, Россия, e-mail: mezenova@klgtu.ru

Рассмотрены постулаты современных теорий функционального и диетического питания. Показаны основные нарушения в питании и их основные причины. Даны определения функциональным, специализированным пищевым продуктам и диетическим добавкам, показаны пути их производства и доведения до потребителя. Приведена классификация основных видов специализированного питания. Показана нутрициологическая коррекция через систему стандартных диет. Обсуждены проблемы функционального и специализированного питания в нашей стране.

Питание является одной из основных проблем человечества. Нарушения в питании являются одним из ведущих факторов риска, способствующих формированию и распространения большинства неинфекционных заболеваний. Длительные нарушения питания могут привести к необратимым изменениям, в основе которых находятся нарушения метаболизма клеток, связанные либо с повреждением генетического аппарата, либо с недостаточностью незаменимых компонентов пищи, либо с их избыточностью. Питание играет определяющую роль в развитии 79% заболеваний. В европейских государствах на заболевания, связанные с питанием (алиментарно-зависимые заболевания), приходится 41% от общего числа болезней, среди них сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) составляют 61%, онкологические заболевания – 32%, а на заболевания, в этиологии которых питание играет определенную роль, приходится 38% [1].

Нутриентная недостаточность имеет объективные и субъективные причины. Объективный характер обусловлен воздействием экопатогенов окружающей среды, современными способами кулинарной обработки пищевых продуктов, приводящими к потерям эссенциальных компонентов, стремлением к увеличению сроков хранения и годности, фармакологическим прессингом, вызывающим медикаментозную мальабсорбцию, рекомендациями к уменьшению энергоемкости пищевых рационов на фоне гиподинамии, нарушениями режима питания, однотипным питанием и др..

В повседневном рационе большинства россиян преобладает углеводно-жировая составляющая с недостаточным количеством животного белка, дефицитом витаминов, микроэлементов, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот. Структура основных алиментарных нарушений в питании россиян в основном определяется дефицитом следующих пищевых компонентов:

- белка (10 - 15% от рекомендуемых величин);
- полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) на фоне избыточного потребления животных жиров;
- большинства витаминов, в том числе: 70-90% - витаминов С и Д; 45-60% - витаминов группы В и фолиевой кислоты, 30-40% - β-каротина;
- минеральных веществ, прежде всего, кальция, железа, йода, цинка;
- пищевых волокон;
- минорных биологически активных компонентов пищи.

В настоящее время около 60% россиян живут в условиях малъадаптации, у 10 % выявлены факторы риска различных неинфекционных заболеваний (предболезнь), 25 % больны и только 5 % населения могут считаться здоровыми. Среди больных различными неинфекционными заболеваниями все чаще выявляется, поли системная (коморбидная) патология, связанная с сочетанием нескольких заболеваний у одного человека.

Структура нарушений питания населения России по основным факторам может быть условно проиллюстрирована злоупотреблением следующих компонентов:

- насыщенными жирами - до 45%;
- углеводами (моносахаридами) - до 300%;
- поваренной солью – до 400 %;
- загрязненной водой – до 500%;
- алкоголем – до 350%

Наиболее характерные причины дисбаланса в питании, по мнению ведущих ученых-диетологов, следующие: повышенное потребление хлеба и хлебобулочных изделий, картофеля, жиров животного происхождения; недостаточное потребление мяса, рыбы, молока, яиц, растительных масел, свежих овощей и фруктов. Решением вопроса о восполнении недостающих организму эссенциальных макро– и микронутриентов и оптимизации рационов питания является регулярное включение в рационы питания всех категорий россиян *специализированных, функциональных пищевых продуктов (ФПП) и так называемых диетических добавок (вид ФПП)* [1].

Структура современной теории оптимального питания включает стандартные диеты и использование специализированных и функциональных продуктов питания в сочетании с индивидуализацией в питании. Не следует путать диетическое и функциональное питание. Продукты функционального питания или *функциональные пищевые продукты* - это особая группа пищевых продуктов, которая не относится к категории лекарственных препаратов и лечебной пищи, хотя и используются для улучшения функционирования систем организма и повышения качества здоровья человека. Диетическое питание относится к категории лечебного питания, к нему относятся продукты специализированного питания и диетические добавки. При этом цели и средства диетического и функционального питания схожи и заключаются в следующем (табл.1).

Таблица 1

Цели применения и нутриентный состав и способы улучшения качества продуктов диетического и функционального питания [2]

Цели:	Продукты диетического и функционального питания:
Восполнение дефицита макро- и микронутриентов	-метаболически направленные смеси, сбалансированные смеси; - витаминно – минеральные комплексы; - пре – и пробиотики; - ПНЖК, w-3, w-6, w-9 -жирные кислоты, - цитаминны, фито фармацевтики
Восполнение дефицита макро- и микронутриентов	- изменение химического состава натуральных продуктов (дополнение, исключение или отдельных пищевых веществ) - изменение способа кулинарной обработки

Ингредиенты, придающие продуктам функциональные свойства, должны быть натуральными, либо идентичными натуральным, полезными для здоровья; они не должны нарушать сбалансированность рационов и уменьшать питательную ценность пищевых продуктов. Каждый функциональный ингредиент должен иметь точные фи-

зико-химические характеристики и методики их определения. Поэтому функциональные продукты занимают среднее место между обычными продуктами, изготовленными по традиционной технологии, и продуктами лечебного (диетического) питания.

В соответствии с современной классификацией все продукты питания можно разделить на три большие группы: 1 - продукты массового потребления; 2 - функциональные пищевые продукты (ФПП); 3 - продукты лечебного и специализированного питания.

К функциональным пищевым продуктам относятся продукты 3-х категорий:

1 - натуральные пищевые продукты, которые от природы содержат большое повышенное количество функционального пищевого ингредиента;

2 - традиционные пищевые продукты, в которых технологически уменьшается количество вредных компонентов;

3 - пищевые продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами.

В «Комплексной программе развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года» указано, что «функциональные пищевые продукты, включая лечебные, профилактические и детские» - это пищевые продукты систематического употребления, сохраняющие и улучшающие здоровье и снижающие риск развития заболеваний благодаря наличию в их составе функциональных ингредиентов. Они не являются лекарственными средствами, но препятствуют возникновению отдельных болезней, способствуют росту и развитию детей, тормозят старение организма. В соответствии с мировой практикой продукт считается функциональным, если регламентируемое содержание микронутриентов в нем достаточно для удовлетворения (при обычном уровне потребления) 25 - 50% от среднесуточной потребности в этих компонентах [3].

ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности» определяет *функциональные пищевые продукты, как продукты*, предназначенные для систематического (регулярного) употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие и улучшающие здоровье за счет наличия в их составе функциональных ингредиентов, способных оказывать благоприятные эффекты на одну или несколько физиологических функций и метаболических реакций организма при систематическом употреблении в количествах, составляющих 10-50% средней суточной потребности (в дополнении уточнено - не менее 15% от суточной физиологической потребности).

Концентрации функциональных ингредиентов, присутствующих в ФПП и оказывающих регулирующее действие на функции и реакции человека, близки к оптимальным, т.е. физиологическим нормам, поэтому такие продукты могут приниматься неопределенно долго. По этому признаку полагают, что пищевой продукт может быть отнесен в разряд ФПП, если содержание в нем биоусвояемого функционального ингредиента находится в пределах 10-50% средней суточной потребности в соответствующем нутриенте. Следует иметь в виду, что ограничение количественного содержания функционального ингредиента в ФПП обусловлено тем, что подобные продукты предназначены для постоянного использования в составе обычных рационов питания.

Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 29.12.2017) "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», дает определение *специализированным продуктам питания (СПП)*. Это: пищевые продукты с установленным химическим составом, энергетической ценностью, физическими свойствами, доказанным лечебным эффектом, которые оказывают специфическое влияние на восстановление нарушенных или утраченных в результате заболевания функций организма, профилактику этих нарушений, а также на повышение адаптивных возможностей организма.

Отдельными видами специализированной пищевой продукции (СПП) являются:

- *пищевая продукция диетического лечебного питания* - питание, обеспечивающее удовлетворение физиологических потребностей организма человека в пищевых веществах и энергии с учетом механизмов развития заболевания, особенностей течения основного и сопутствующего заболеваний и выполняющее профилактические и лечебные задачи; предназначена для использования при лечении заболеваний, как дополнительное средство;

- *пищевая продукция диетического профилактического питания* - питание, предназначенное для снижения риска воздействия на организм неблагоприятных факторов производства и окружающей среды, а также риска развития заболеваний, направленное на повышение защитной и антитоксической функций физиологических барьеров организма человека (кожи, слизистых желудочно-кишечного тракта и верхних дыхательных путей), на регуляцию процессов биотрансформации чужеродных соединений и выведение их из организма, нормализацию функций органов и систем, снижение риска дефицита незаменимых пищевых веществ, нормализацию регуляторных реакций и повышение общей сопротивляемости организма в неблагоприятных эколого-гигиенических регионах; предназначена для коррекции обмена веществ и снижения риска развития заболеваний;

Биологически активные добавки к пище (БАДы) можно отнести к ФПП. Сегодня БАДы правильнее называть *диетическими добавками*. Принципиальным различием между ФПП и диетическими добавками (БАД к пище) является лишь форма, в которой недостающие организму человека функциональные ингредиенты доставляются в организм человека. Если это осуществляется в виде препарата или добавки, схожей с лекарством для орального применения (таблетки, капсулы, порошки и т. д.), то следует говорить о диетических добавках. Если функциональный ингредиент поступает в организм в форме традиционного питательного продукта, то речь идет о ФПП. Кроме того, концентрация действующего функционального начала в диетических добавках может значительно (иногда в десятки раз) превышать физиологически требуемые потребности, поэтому они обычно назначаются курсами и принимаются в течение определенного времени.

Производить и формировать ФПП и СПП с обеспечением их получения потребителем рекомендуется несколькими способами, в том числе через:

- пищевые производства, ориентированные на определенные сырьевые источники (мясные, молочные, зерновые, кондитерские и др.), производство функциональных и специализированных напитков, изготовление искусственных специализированных продуктов (метаболически направленных, сбалансированных, СКБС), диетических добавок (на основе морепродуктов, лекарственных и пищевых растений, продуктов пчеловодства и т.п.);

- пищевые производства, ориентированные на производство функциональных и специализированных продуктов и напитков для определенных категорий населения: продукты детского питания, продукты для питания спортсменов, беременных и кормящих женщин, геродиетического питания и др.;

- аутосорсинг, ориентирован на приготовлении блюд и комплектование лечебно-профилактических рационов питания, на крупных комбинатах питания с учетом химического состава существующих диет, технологии приготовления, санитарно-гигиенических норм и требований безопасности блюд пищевого рациона, их доставка в лечебные и производственные учреждения, своевременной их реализации контингенту. В данном случае необходим медицинский и санитарно-эпидемиологический контроль качества и безопасности рациона питания;

- собственные пищеблоки и подготовленный персонал, который ежедневно занимается приготовлением и комплектованием лечебно – профилактических рационов питания, в соответствии с используемыми в учреждении лечебно – профилактическими рационами питания, ритмом питания, в сочетании с другими оздоровительными или реабилитационными технологиями. Этот вариант характерен для санаторно-курортной системы и крупных промышленных предприятий или компаний;

- домашнее питание: закупка сырья, приготовление блюд лечебно – профилактического питания и комплектование диеты осуществляется самими пациентами. Рекомендуется учитывать советы врача.

Важным фактором практической реализации концепции функционального, специализированного питания является пропагандистская, просветительская и обучающая деятельность среди всех категорий людей с активным привлечением средств массовой информации в комплексе с другими немедикаментозными технологиями (лечебная физкультура, психологические корригирующие технологии, массажи и т.п.).

Согласно современным медицинским воззрениям ФПП и СПП можно отнести к *метаболической терапии*, которая включает в себя три взаимосвязанных составляющих нарушенных функций «биологического конвейера клеточного метаболизма» [1].

а) дезинтоксикационная терапия – комплекс лечебных мероприятий, при которых предусматриваются многочисленные методы нейтрализации, элиминации и выведения из организма накапливающихся патогенных метаболитов и продуктов обмена;

б) регуляторная терапия – лечебные мероприятия, направленные на восстановление функций ферментов путем введения в организм повышенного количества кофакторов – витаминов, минеральных веществ и др.

в) аддитивельноная терапия, предусматривающая введение в организм дефицитных продуктов промежуточного обмена.

Для более углубленного исследования пищевого статуса могут дополнительно проводиться исследования витаминно - минерального статуса (волосы, кровь, моча) и/или фекалий для определения состояния симбионтной микрофлоры кишечника и пр.

Повышение здоровья через питание рекомендуется проводить применением так называемой нутрициологической коррекции, причем поэтапно [1]:

1 этап – диагностический (3-5 суток), связанный с проведением антропометрических, инструментальных и клинико-биохимических исследований, включает назначение базового рациона питания.

2 этап - коррекционный (детоксикационная терапия), которая может быть следующих видов форсированная, щадящая, пероральная, смешанная, сочетание форсированной и пероральных вариантов дезинтоксикационной терапии.

Персонифицированная оптимизация пищевого рациона проводится с использованием обогащенных традиционных продуктов, которых, к сожалению, пока немного на российском рынке. Это: супы, гарниры из пророщенных семян овощей, заменителей соли и др. (например, компании «Соль жизни», Россия); изделия из мяса, птицы, рыбы для школьного и диетического питания (разработки Института мясной промышленности, Россия); крупяные изделия (каши) (компании «Красота и здоровье», Россия); молочные продукты (компания «Био Веста», Новосибирск, Россия); напитки (соки, морсы, кисели (компании «Витаню» (Курск) и «Гелиос» (Архангельск), Россия); витаминные и лечебно – профилактические фито чаи (Корпорация «Сибирское здоровье», «Алтай витамины» и другие, Россия).

Нутрициологическая коррекция включает систему стандартных диет (табл. 2). Регуляторная коррекция обуславливает аддитивную терапию.

Стандартные диеты коррекционной поддержки [1]

№	Варианты стандартных диет	Обозначения диет в документах	Применяемые диеты номерной системы
1	Основной вариант стандартной диеты	ОВД	1,2,3,5,6,7,9, 10, 12, 13, 14, 15
2	Вариант диеты с механическим и химическим щажением (щадящая диета)	ЩД	16, 46, 4в, 5п (I вариант)
3	Вариант диеты с повышенным количеством белка (высокобелковая диета)	ВБД	4э, 4аг, 5п (II вариант), 7в, 7г, 9б, 10б, 11, R- I, R - II
4	Вариант диеты с пониженным количеством белка (низкобелковая диета)	НБД	7б, 7а
5	Вариант диеты с пониженной калорийностью (низкокалорийная диета)	НКД	8, 8а, 8о, 9а, 10с
6	Высококалорийная диета	ВКД	5000 -6000 ккал и приказ №395н июнь2013 года

Сегодня на российском рынке появляются искусственные функциональные продукты питания. Это смеси с метаболической направленностью; нутриентно сбалансированные смеси; регуляторные пептиды (энерго-информационная регуляция); диетические добавки (витамино – минеральные комплексы, ПНЖК омега 3 и 6 жирные кислоты, пре – и пробиотики и т.п.). Вариант персональной нутритивной поддержки должен служить базовой основой для так называемой «домашней реабилитации» пациентов, перенесших серьезные заболевания на амбулаторном этапе, а его адекватность оцениваться динамикой пищевого и метаболического статуса пациента.

Клиническая и экономическая эффективность оптимизации питания через применение ФПП и СПП заключается в улучшении исходов лечения различной категории больных. С снижением частоты и тяжести послеоперационных осложнений, уменьшении частоты госпитальных инфекций (рана, легкие) и послеоперационной и реанимационной летальности, сокращении сроков пребывания в стационаре и периода реабилитации, повышении качества жизни больных с хроническими заболеваниями. Уменьшении стоимости лечебно-диагностического процесса за счет расхода дорогостоящих препаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение диетического, специализированного, функционального питания и диетических добавок в реабилитационных и профилактических программах у пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями в санаторно-курортных учреждениях. Том 1.: рекомендации для врачей /под редакцией д.м.н. Сергеева В.Н., д.м.н. Петухова А.Б. М.: ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, 2018. 159 с

2. Новые возможности профилактической медицины в решении проблем здоровья детей и подростков России / Б.Т. Величковский, В.А. Тутельян, В.Р. Кучма и др. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.234 с.

3. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Правительством РФ от 24 апреля 2012 г. № 1853п-П8) <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/1057393> (дата обращения 24.06.2018).

FUNCTIONAL AND SPECIALIZED FOOD: PROBLEMS AND PROSPECTS

Mezenova O., doctor of technical sciences, professor

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: mezenova@klgtu.ru

The postulates of modern theories of functional and dietary nutrition are considered. The main disorders in nutrition and their main causes were studied. Definitions are given to functional, specialized food products and dietary supplements, the ways of their production and delivery to the consumer are shown. The classification of the main types of specialized food is given. Nutrition correction is shown through the system of standard diets. The problems of functional and specialized nutrition in our country are discussed.

УДК 664

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОВОЩЕФРУКТОВОГО СОКА, ОБОГАЩЁННОГО ЛАМИНАРИЕЙ

Минкоилова Людмила Алексеевна, аспирант
Мезенова Ольга Яковлевна, профессор, д-р техн. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
Калининград, Россия, e-mail: lacy20.03@mail.ru; mezenova@klgtu.ru

Проведен выбор и обоснование сырья для обогащенного овощефруктового сока. Показана рациональность применения ламинарии в качестве обогащающего компонента в овощефруктовых соках с целью создания функционального продукта, предназначенного для профилактики и коррекции йод дефицитных состояний. Подобрана рациональная дозировка внесения обогащающего компонента. Произведена физико-химическая оценка полученного напитка. Разработаны рекомендации по употреблению продукта

Во все времена питание человека являлось одним из важнейших факторов, определяющих связь человека с окружающей средой. Сбалансированный рацион формирует условия для нормального физического и умственного развития, оказывает значительное влияние на возможность противостоять воздействию неблагоприятных факторов внешней среды различной природы, способствует повышению резистентности организма ко многим заболеваниям, увеличению продолжительности и повышению качества жизни населения. Таким образом, питание является фундаментальной характеристикой, определяющей состояние здоровья человека.

Ритм жизни современного человека динамичен. Это обуславливает неуклонный рост производства и потребления различных продуктов, удовлетворяющих потребность человека в биологически ценных веществах. В этой связи производство

безалкогольных напитков, в том числе новых видов, является одним из стремительно развивающихся направлений пищевой промышленности. Постоянно увеличивается ассортимент биологически безопасных и натуральных соков и нектаров, производимых на основе фруктов и овощей, а также напитков с биологически активными компонентами, выпускаемых с учетом меняющихся предпочтений потребителей [1,2].

Изготовление современных российских безалкогольных напитков базируется на симбиозе богатых традиций тысячелетней истории и лучших мировых тенденций развития данной сферы. В своем большинстве рецептуры и технологии современных напитков были предложены много десятков и сотен лет назад и пользуются заслуженной популярностью до сих пор. Совершенствование технологических процессов производства функциональных напитков с использованием природных составляющих и натуральных ингредиентов является одним из неотъемлемых условий для успешной реализации и продвижения линейки указанных продуктов в рамках современного отечественного рынка потребления.

При разработке новых рецептур и технологий функциональных напитков существенное значение имеет комплексное использование компонентов растительного сырья при исследовании его минорных составляющих, обуславливающих их действующие начала. Именно через эти данные возможно проектировать и регулировать функциональные свойства конечного продукта.

Рассматривая вопросы, связанные с производством безалкогольных напитков, представляется рациональным акцентировать внимание на научных подходах к изучению действующих начал компонентов растительного сырья безалкогольной продукции различной функциональной направленности, созданию благоприятных условий для производства высокотехнологичных напитков и обеспечении стабильной сырьевой базы.

Таким образом, использование в технологии функциональных напитков традиционного сырья способствует обеспечению его необходимым уровнем БАВ, снижению себестоимости продукта за счет отсутствия необходимости создания длительных логистических решений и всепогодной доступности сырья.

При разработке и внедрении новых рецептур напитков особый интерес представляют плодово-ягодные, овощебахчевые и пряно-вкусовые культуры. Также перспективным и на данный момент практически не внедрённым в производство напитков источником широкого спектра биологически активных веществ являются морские водоросли.

Немалый интерес для производства целого ряда специализированной пищевой продукции представляет бурая морская водоросль ламинария. Она является перспективным естественным источником йода и других микроэлементов, необходимых для его полноценного усвоения в организме. Концентрация йода в ламинарии варьируется в зависимости от вида и периода сбора водоросли и находится в интервале 50–700 мкг йода/100 г.

Все виды ламинарии являются естественным концентратом микроэлементов. Они способны извлекать и накапливать микроэлементы из морской воды в количестве, значительно превышающем их содержание в воде.

Химический состав ламинариевых водорослей разнообразен. В их составе присутствуют альгиновые кислоты, ряд микронутриентов, липотропные вещества, витамины группы В, пищевые волокна, йод, селен, железо, аминокислоты, в том числе все незаменимые аминокислоты, многие другие эссенциальные микроэлементы [3].

Количественное содержание определенных химических элементов в морских водорослях существенно превышает их содержание в наземной флоре, а концентрация йода в ламинариевых в несколько тысяч раз выше, чем в наземных растениях [5].

Специализированные пищевые продукты, произведенные на основе водорослей, имеют направленность к профилактике йод дефицитных заболеваний. Главным преимуществом перед другими йодсодержащими препаратами является то, что в морских водорослях помимо значительного содержания йода присутствуют также и необходимые для обменных процессов нутриенты (селен, витамин А, железо), способствующие усвоению йода. Ввиду особенностей аккумуляции йода ламинарии в организме человека продукты из водорослей не могут стать причиной передозировки йода[5].

Однако технологий использования ламинарии в качестве компонента, богатого биологически активными веществами, для создания напитков лишь ограниченное количество и они пока не нашли широкого распространения в производстве и у населения [6-10].

Комбинирование различных видов растений позволяет добиться заданной биологической ценности готовой продукции. Растения являются источником биологически активных веществ, формирующих функциональную направленность готовой продукции, определяют ее органолептические свойства, которые должны гармонично сочетаться с оригинальными вкусо-ароматическими достоинствами растительного сырья.

В качестве основных сырьевых компонентов для разрабатываемого овощного напитка использовали морковь и яблоки, произрастающие в регионе, так как они являются ценными диетическими и лечебными источниками функциональных ингредиентов. Морковь богата каротином и легкоусвояемыми соединениями кальция, натрия, магния, фосфора и железа. Кроме того, компоненты моркови улучшают пищеварение (целлюлоза, пектин), обладает антисептическим (органические кислоты), антиоксидантным (каротиноиды) и противовоспалительным действием (эфирные масла, спирты, флавоноиды и др.) [11].

Яблоки содержат широкий спектр витаминов и микроэлементов, при этом они имеют низкую калорийность. Благодаря такому сочетанию качеств их часто используют в составлении диетических и специализированных продуктов.

В качестве обогащающего компонента для создания функционального напитка использовали бурую морскую водоросль ламинарию, поставляемые из дальневосточных регионов России в высушенном виде.

Целью настоящего исследования является разработка рецептуры обогащенного ламинарией овощефруктового сока.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: выбор и обоснование сырья для производства обогащенного сока; обоснование органолептическими методами рационального массового соотношения компонентов продукте; физико-химическая оценка сока на содержание БАВ; органолептическая оценка сока профильным методом; разработка рекомендаций по употреблению сока.

Объектами исследования являлись следующие виды растительного сырья:

- Морковь, соответствующая требованиям ГОСТ 1721-85 [12], свежая, помологического сорта «Каратель» производства России;
- Яблоки, соответствующие требованиям ГОСТ Р 54697-2011[13], свежие, помологического сорта «Гала», производства России;
- Слоевища ламинарии сушеной (*Laminaria thalli*), соответствующие требованиям ГОСТ 31413-2010 [14], производство России.

Методы исследования: Все исследования были проведены по стандартным методикам, принятым в консервной промышленности [15,16].

Химический состав исследуемого овощефруктового сырья представлен в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, углеводы занимают основную долю сухих веществ исследуемых объектов. В обменных процессах углеводы служат основным источником энергии, необходимой для полноценной жизнедеятельности организма.

Исследуемые образцы моркови содержат 71,1 % углеводов от общего количества сухих веществ. Углеводы моркови представлены моносахаридами (глюкоза, фруктоза), не крахмалистыми полисахаридами и пектиновыми веществами. Из биологически активных веществ в моркови присутствует каротин.

Исследуемые образцы яблок содержат 87,1 % углеводов от общего количества растворимых сухих веществ. Яблоки отличаются высоким содержанием пектиновых веществ (19,7% от общего количества углеводов), способствующих нормализации работы желудочно-кишечного тракта и выведению токсичных веществ из организма. Также в яблоки богаты витамином С.

Овощи являются существенным источником минеральных веществ в питании человека. Минеральные вещества входят в состав многих ферментов, гормонов и обуславливают их активность. Из таблицы 1 следует, что исследуемые образцы моркови богаты калием и кальцием, которые также определяют её пищевую ценность.

Таблица 1

Химический состав исследуемого овощефруктового сырья

Наименование показателей	Морковь	Яблоки
Массовая доля сухих веществ, %	9,7	17,8
Массовая доля углеводов, %	6,9	15,5
В том числе:		
моносахариды, %	2,9	7,2
крахмал, %	0,3	0,78
клетчатка, %	0,3	
пектиновые вещества, %	0,5	1,42
Макроэлементы, мг/100 г		
Калий	210,0	275,0
Кальций	53,0	14,2
Витамины, мг/100 г		
Витамин С	8,1	7,23
β-каротин	5,6	

В настоящем эксперименте из выбранного сырья получали только неосветленные соки.

С целью нарушения целостности тканей и разрушения клеточных оболочек для извлечения сока из сырья было применено механическое воздействие.

Основным методом воздействия на растительную ткань при производстве соков и напитков является измельчение. Соки были получены путём прессования свежего сырья.

Проектируемый сок предлагается обогащать БАВ-ми ламинарии. Водоросль богата полисахаридами, отличительной особенностью которых является способность к набуханию и образованию стойких коллоидных растворов. Данные коллоиды имеют нейтральную реакцию и высокую вязкость. Основным полисахаридным компонентом является альгиновая кислота. Состав ламинарии интересен для проектирования функциональных продуктов так же тем, что в него входят микро- и макронутриенты, все незаменимые аминокислоты, витамины группы В и другие БАВ. Таким образом, можно

говорить о том, что ламинария является полноценным источником биогенных минеральных веществ и легкоусвояемых форм йода. Продукты с её содержанием могут отвечать требованиям, предъявляемым к функциональным продуктам.

Приготовление коллоида для обогащения сока велось следующим образом: измельченные сухие слоевища ламинарии (размер частиц 1,5 x 2 мм) промывали теплой водой (t 30°C), засыпали в емкость при гидромодуле 1 : 15 по массе. Оставляли на 24 часа, постепенно увеличивали гидромодуль до соотношения 1 : 30, далее производили варку смеси и ее гомогенизацию при периодическом перемешивании при температуре 80°C на протяжении 4-4,5 часов, на последнем этапе охлаждали. В виду щадящих и безотходных операций технологии имеется основание потенциально обеспечить наличие в водорослевом компоненте вышеуказанных биологически активных компонентов, в частности йода, необходимого для профилактики йод дефицитных заболеваний.

Технологическая схема производства купажированного обогащенного ламинарией сока представлена на рисунке 1.

Купаж сока готовили при следующих соотношениях основных компонентов: морковный сок : яблочный сок : коллоид из ламинарии 60 : 32 : 8 % соответственно.

Необходимое количество йода, обеспечивающее функциональную направленность сока, содержится в 300-400 г напитка. Расход сырья и технологические потери представлены в таблице 2.

Полученный купажированный овощефруктовый сок был проанализирован по физико-химическим и органолептическим показателям.

Таблица 2

Расход сырья на 1000 условных упаковок сока (по 400 г), кг

Сырье	Выход сока, %	Отходы		Расход сырья на 1000 условных банок (по 400 г), кг
		выжимки	прочие	
Морковь свежая	48,0	41,0	11,0	355,2
Яблоки свежие	56,0	34,0	10,0	200
Ламинария сушеная	-	-	-	10,56

Физико-химический анализ полученного сока, представленный в таблице 3, свидетельствует о том, что полученный образец овощефруктового сока имеет количество йода, необходимое для суточного потребления. Согласно данным ВОЗ, ежедневная физиологическая потребность в йоде зависит от возраста и физиологического состояния человека и составляет в среднем 150 мкг/сут для взрослого человека.[17] В соке содержание данного нутриента составляет 60 мкг/100 г, таким образом при употреблении 300-400 г сока в день, суточная потребность будет обеспечена.

Таблица 3

Физико-химические показатели купажированного сока

Наименование показателя	Количество
β-каротин, мг/100 г	4,7
Массовая доля сухих веществ, %	13,5
pH	4,9
Витамин С, мг/100 г	6,2
Титруемая кислотность, в пересчете на яблочную кислоту, %	2,0
Йод, мкг/100г	60

Анализ органолептических показателей проводился по 5 балльной шкале в процессе дегустации (таблица 4, рисунок 2) позволяет заключить, что образец сока

гармоничен по вкусу и аромату, имеет ярко выраженный характерный овощефруктовый привкус, специфические оттенки ламинарии незначительны и проявляются только в послевкусии, в аромате они отсутствуют.

Таблица 4

Органолептические показатели обогащенного овощефруктового сока из моркови, яблок и ламинарии

Показатель	Характеристика
Внешний вид, цвет	Естественно мутная оранжевая жидкость. Допускаются осадок на дне тары, легко устранимый при взбалтывании
Вкус	Вкус натуральный гармоничный, полный, выраженный, доминирующий морковный, мягкий естественно-сладковатый, характерный сырью, округленный, легкое послевкусие ламинарии.
Аромат	Выразительный, приятный, с ведущей нотой моркови, легким оттенком яблок

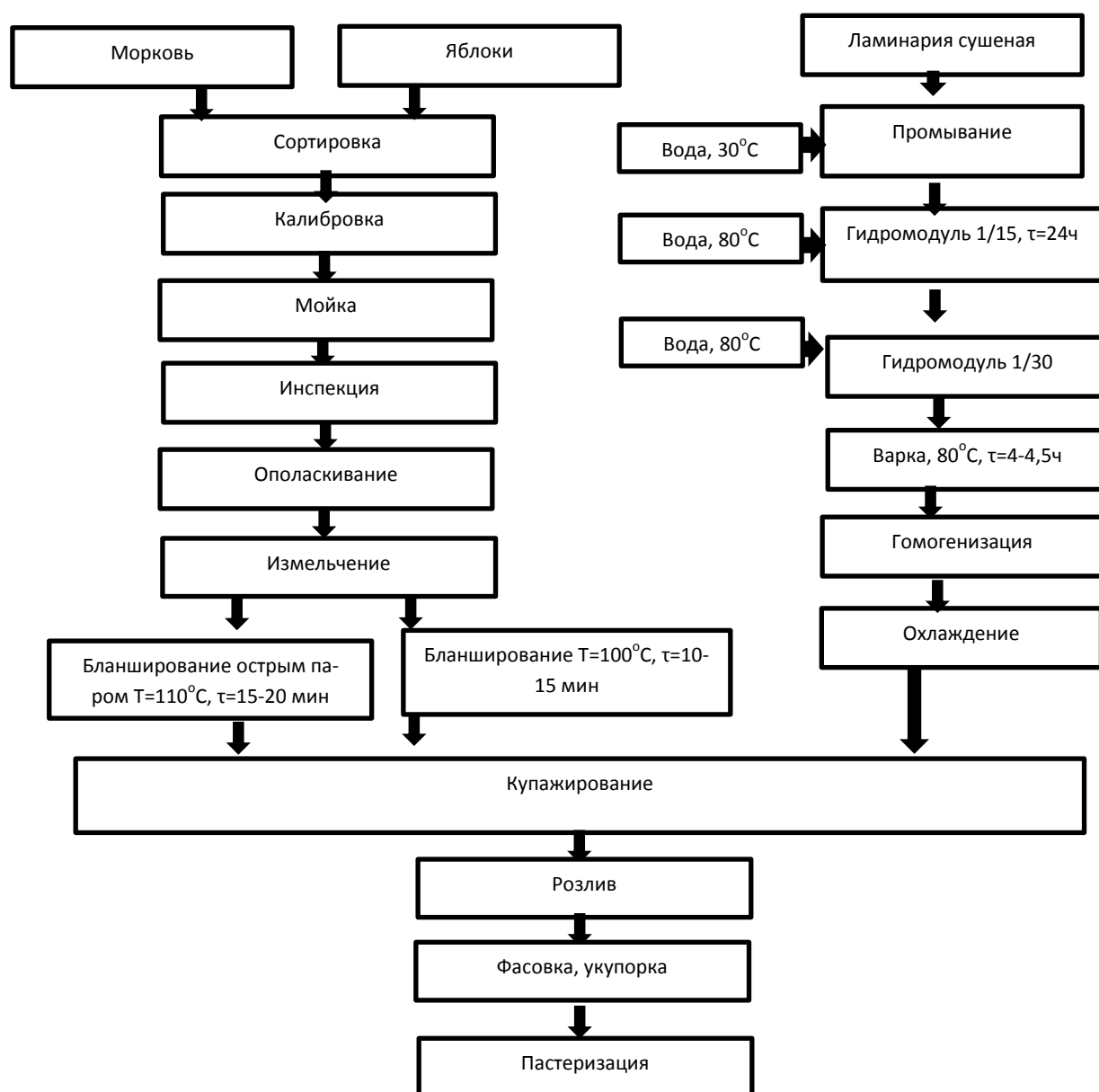


Рис. 1. Технологическая производства сока

Сенсорный профиль образца сока представлен на рисунке 2.

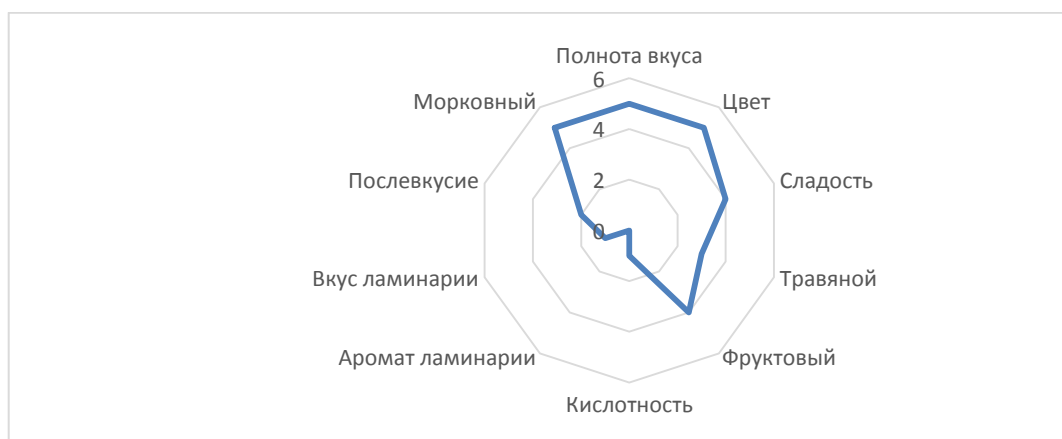


Рисунок 2 - Сенсорный профиль купажа сока

Невысокое значение массовой доли сухих веществ обуславливает низкую энергетическую ценность готового продукта. Сок также содержит β -каротин (провитамин А), который является синергистом функционального действия йода.

По результатам проведенных исследований можно сделать заключение о том, что на основе соков моркови, яблок и восстановленной ламинарии можно получать сокосодержащие овощефруктовые напитки с приятным сенсорным профилем. Полученный сок является продуктом с повышенной пищевой и пониженной энергетической ценностью, имеет в составе йод в количестве, достаточном для удовлетворения в нем физиологических потребностей организма, содержит провитамин А и витамин С, содержит целлюлозу, пектин, минеральные вещества. Следовательно, данный сок рекомендуется для использования в диетическом и функциональном питании.

Результатом исследований является получение обогащенного ламинарией сока, предназначенного для профилактики йод дефицитных заболеваний, с приятным оригинальным сенсорным профилем, имеющего высокую биологическую доступность и ценность. Разработаны рекомендации по употреблению продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "ВП-П8-2322. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года" (утв. Правительством РФ 24.04.2012 N 1853п-П8)
2. Мезенова О.Я. Проектирование поли компонентных пищевых продуктов: учебное пособие, гриф УМО по образованию в области технологии сырья и продуктов жив. происхождения: СПб: «Перспектив науки». - 2015. – 224 с.
3. А.В.Подкорытова. 2005. Морские водоросли-макрофиты и травы / М.:Изд-во ВНИРО.- 174 с.
4. Свиридонова М.А. Дефицит йода, формирование и развитие организма. Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2014; 10 (1): 56-59.
5. Дефицит йода — угроза здоровью и развитию детей России: Национальный доклад / Кол л. авт. — М., 2006. — 124 с.
6. Гержова, Т. В. Разработка технологии специализированной пищевой продукции из ламинарии для питания детей в организованных коллективах: Дисс. на со-

искание учёной степени канд. техн. наук / Гержова Татьяна Викторовна; ФГУП «ВНИРО» - Москва, 2014. - 181 с.

7. Патент № KR20020069886 (A), МПК A23L2/38; (IPC1-7): A23L2/38 Beverage Containing An Organic Acid Extract Of Laminaria Religiosa And Process For The Preparation Thereof / Jo Soon Young [Kr]; Ju Dong Sik [Kr] – 2002.- Оpubл. 2002-09-05

8. Патент № RU 2620639, МПК A23L 17/60, A23L 33/105 Способ получения геля из ламинарии с экстрактом боярышника для диетического лечебно- профилактического питания / Подкорытова А. В., Вафина Л.Х., И. А, Шашкин А. В., Новикова О. А., Беглова Е. Ю. – 2016- Оpubл. 29.05.2017 Бюл. № 16

9. Патент № RU 2562529, МПК A23L 1/337, Способ приготовления стерилизованных консервов из ламинарии / Глубоковский М. К., Абрамова Л. С., Гершунская В. В., Гержова Т. В. – 2014 – Оpubл.: 10.09.2015 Бюл. № 25

10. Заявка на изобретение № RU 2007 128 984, МПК A23L 2/00 Композиция ингредиентов для безалкогольного напитка "Ундарин" / Каленик Т. К., Сафина И. Н., Шевченко Н. М. – 2007 - Дата публикации заявки: 10.02.2009

11. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / У. Шобингер. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с.

12. ГОСТ 1721-85 Морковь столовая свежая заготавливаемая и поставляемая. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3) - М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 84-89 с.

13. ГОСТ Р 54697-2011. Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговой сети. Технические условия - Москва: Стандартинформ, 2013. – 21с.

14. ГОСТ 31413-2010 Водоросли, травы морские и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб - Москва: Стандартинформ, 2011. – 10с.

15. Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др.; под. ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., пер. и доп. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.

16. Марх, А. Т. Технохимический контроль консервного производства / А. Т. Марх, Т. Ф. Зыкина, В. Н. Голубев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.

17. WHO, UNICEF and ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programmer managers, Third edition (updated 1st September 2008). Geneva 2008. – 98 с..

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF VEGETABLE AND FRUIT JUICE, ENRICHED WITH KELP

Minkoilova L.A., Kaliningrad State Technical University, post-graduate student,
Mezenova O.Y., Kaliningrad State Technical University, dr. tech. sc., professor,

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: lucy20.03@mail.ru, mezenova@klgru.ru

The choice of raw materials for enriched vegetable fruit juice. The rationality of the use of kelp as an enriching component in vegetable fruit juices to create a functional product designed for the prevention and correction of iodine-deficiency disorders is shown. The optimal rate of introduction of the enriching component is picked up. Physical and chemical evaluation of the resulting drink. Recommendations for the use of the product are developed.

ПРОРОЩЕННОЕ ЗЕРНО ЧЕРНОГО РИСА В РЕЦЕПТУРАХ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Нижельская Ксения Владимировна, аспирант

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
г.Владивосток, Россия, e-mail: nizhelskaya_kv@mail.ru

Разработка геродиетических продуктов направлена на рационализацию питания людей пожилого и преклонного возраста. В результате исследования получены рецепты мясорастительных полуфабрикатов – фарша и котлет с пророщенным зерном черного риса. Полуфабрикаты отличаются повышенной пищевой ценностью, сбалансированным аминокислотным составом, содержат меньшее количество жира, имеют высокие потребительские свойства, адаптированы для людей старшего возраста

Одним из приоритетных направлений развития аграрной науки и научного обеспечения агропромышленного комплекса России является технология продуктов профилактического, лечебного и геродиетического питания [1].

Современная демографическая ситуация в мире характеризуется активным старением населения, на темпы которого в большей степени влияют факторы окружающей среды и образ жизни человека, в том числе питание. Нарушение оптимальных режимов последнего, особенно в пожилом возрасте, может привести к нарушению обмена веществ, сбоях сердечно-сосудистой, центральной нервной и пищеварительной систем организма человека. В связи с этим, людям пожилого и преклонного возраста необходимо обеспечить рационально выстроенное и сбалансированное питание, которое будет соответствовать физиологически-гигиеническим требованиям и поддерживать высокий уровень функциональной способности организма [2-3].

Интенсивность обменных процессов и физическая активность у людей пожилого возраста снижена, в связи с чем рекомендуется уменьшение энергетической емкости рациона, но при этом он должен быть качественно полноценным с достаточным поступлением белка, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ [3, 4]. Суточная потребность белка в пожилом возрасте составляет до 13-14% от энергоемкости рациона и должна обеспечиваться за счет белков животного и растительного происхождения в соотношении 1:1. Достаточное присутствие пищевых волокон (суточная потребность - 20 г для людей старше 60 лет), предотвращает развитие сахарного диабета, ожирения, атеросклероза и появление других болезней [5]. Ограничению подлежат источники животных жиров и легкоусвояемых углеводов.

Для получения продуктов геродиетической направленности с высокой биологической ценностью рекомендуется использовать принцип комбинирования сырья животного и растительного происхождения, которое позволяет достигнуть сбалансированности продукта по аминокислотному составу белка, обеспечить продукт необходимыми в пожилом возрасте пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами [4].

Источником углеводов, растительного белка, жиров, витаминов, макро- и микроэлементов, связанных в сложный единый биохимический и биофизический комплекс, является зерно.

Стабильно выращиваемой в России зерновой культурой является рис, производство которого в настоящий момент превышает 1 млн тонн [6]. Большая часть производимого риса имеет белую окраску оболочки, но зерновки этой культуры могут быть с черным, коричневым, красным и пурпурными оттенками, цвет которых обусловлен пигментацией склеренхимы и перикарда. Имея ряд преимуществ перед белозерными формами, рис с окрашенным перикарпом в настоящее время представляет устойчивый интерес со стороны различных научно-исследовательских институтов Китая, Японии, Таиланда, Италии, США. В России во ВНИИ риса (г. Краснодар) ведется селекционная работа, направленная на создание сортов с окрашенным перикарпом с повышенным содержанием токоферолов, обладающих антиоксидантными свойствами - сорта Рубин, Карат, Марс, Мавр, Гагат [7-9].

Востребованность окрашенных сортов риса обусловлена их корректирующим, нормализующим и регулирующим здоровье действием на организм человека посредством активного влияния на обменные процессы.

Черный рис по сравнению с белозерным содержит большее количество магния, кальция, молибдена, витаминов В₁, В₆, В₁₂, один из лучших источников антиоксидантов, содержит γ -оризанол, антоцианины и гомологи витамина Е. Черный рис в количестве 50 грамм обеспечивает организм человека на 35% от рекомендуемой дневной нормы селена, меди, цинка и марганца [10].

Потребление черного риса, как источника антиоксидантов, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, желудочно-кишечных опухолей, диабета второго типа и преждевременного старения [11, 12].

Рядом преимуществ обладает пророщенное зерно, в процессе прорастания которого происходят сложные физические и биохимические процессы. Ферменты зерна катализируют распад сложных запасных веществ белков, жиров и углеводов на более простые - аминокислоты, жирные кислоты, простые сахара, что оказывает положительное влияние на их переваривание пищеварительной системой организма. Увеличивается доля небелкового остатка и возрастает содержание лизина, треонина, лейцина, валина, изолейцина и метионина, это способствует повышению биологической ценности продукта. Увеличивается относительное количество пищевых волокон, содержащихся в плодовой и семенной оболочках зерновки, за счет деструкции полисахаридов. Минеральные вещества в пророщенном зерне находятся в естественном состоянии – связаны с аминокислотами и поэтому хорошо усваиваются человеческим организмом.

Цель исследования: разработка рецептур рубленых полуфабрикатов – фарша и котлет с добавлением пророщенного зерна черного риса, который является источником растительного белка, пищевых волокон и в оптимальных количествах содержит витамины и микроэлементы.

Объекты исследования: черный рис (сорт «Южная ночь», изготовитель ООО «Агро-Альянс», Россия), который подвергался процессу проращивания, и рубленые полуфабрикаты - фарш, котлеты.

Черный рис проращивали при комнатной температуре в течение 3 суток до появления ростков размером 1,5-2 мм, высушивали при температуре 50-55⁰С и измельчали до однородной порошкообразной массы с размером частиц 400-500 мкм.

Химический и аминокислотный состав пророщенного зерна черного риса, использованного для выработки полуфабрикатов, приведен в таблице 1-2.

Таблица 1

Химический состав пророщенного зерна черного риса

Содержание, %						
Вода	Белки	Жиры	Крахмал	Моно и -дисахариды	Пищевые волокна	Зола
8,6	8,7	1,0	63,4*	7,5	9,8	0,95

*по разности

Таблица 2

Аминокислотный состав пророщенного зерна черного риса

Аминокислота	Содержание, мг/1г белка	Аминокислота	Содержание, мг/1г белка
Аспарагиновая кислота	83,7	Глутаминовая кислота	140,1
Серин	50,0	Пролин	42,8
Глицин	44,6	Аланин	51,0
Цистеин	20,0	Тирозин	35,5
Орнитин	0,9	Гистидин	20,0
Аргинин	50,1	Фенилаланин	34,6
Валин	62,8	Метионин	10,0
Изолейцин	32,8	Треонин	49,1
Лейцин	97,4	Триптофан	10,9
Лизин	37,3*		
Сумма		873,6	

*Лимитирующая аминокислота

Из данных табл. 1 видно, что пророщенное зерно черного риса является источником растительного белка, углеводов (крахмал, моно- и дисахариды) и пищевых волокон. Установлено (табл. 2) содержание ценных для людей пожилого возраста аминокислот – валин, метионин, цистеин, повышенное содержание лейцина.

Для проектирования экспериментальных образцов полуфабрикатов - фарша и котлет с различными дозировками пророщенного зерна черного риса, использовали метод компьютерного моделирования.

Задача компьютерного моделирования заключалась в получении максимально возможного уровня аминокислотного соответствия белка (К-коэффициент) геродиетического продукта. Коэффициент аминокислотного соответствия белка (в идеале К=1) определяет соотношение массовых долей метионина, цистина, триптофана, лизина с учетом роли изолейцина, лейцина, фенилаланина и тирозина, как геронтологических конкурентов триптофана.

Коэффициент предложен академиком Н.Н. Липатовым и вычисляется по формуле [13]:

$$K = 0,059 \times \frac{M_{мет+цис}}{M_{лиз} \times C_{трг}} \times \sum_{j=1}^4 A_{jn} \quad (1)$$

где,

К – коэффициент аминокислотного соответствия, дол. ед.;

М – массовые доли метионина + цистина, лизина, триптофана, г/100 г белка;

С – скор триптофана в белке продукта по отношению к эталону ФАО/ВОЗ, дол. ед.;

A_{jn} – массовые доли j-й аминокислоты в белке продукта, г/100 г белка.

Индекс j отождествляется соответственно: 1 – изолейцин, 2 – лейцин, 3 – фенилаланин, 4 – тирозин.

Результаты компьютерного моделирования рецептур мясорастительного фарша с пророщенным зерном черного риса приведены на рисунке 1.

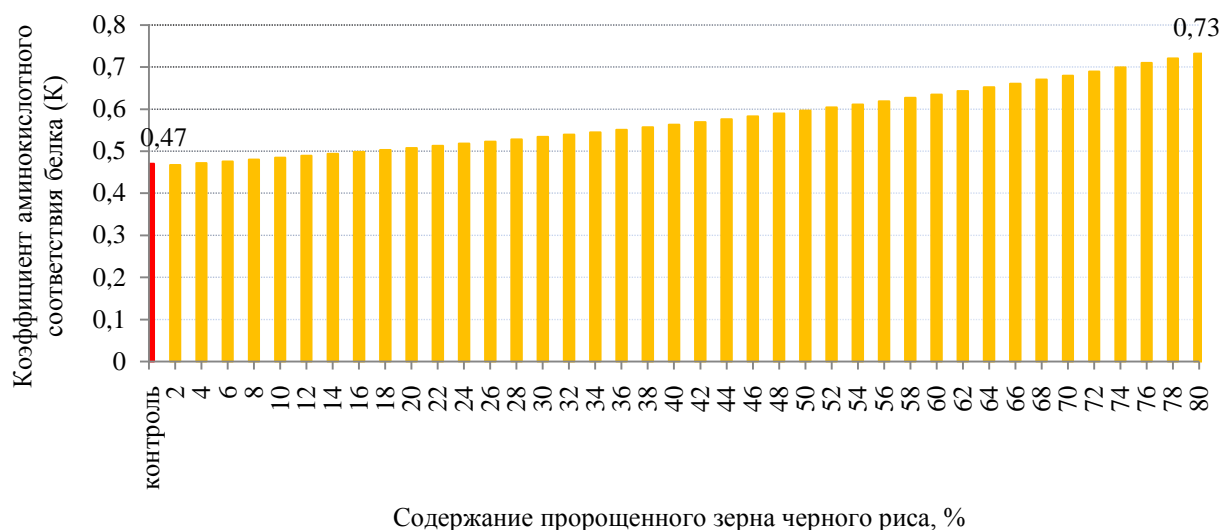


Рис. 1. Коэффициент аминокислотного соответствия белка (K) мясорастительного фарша в зависимости от содержания пророщенного зерна черного риса

По мере увеличения дозировки пророщенного зерна черного риса в мясном фарше происходит повышение значения коэффициента аминокислотного соответствия белка (рис. 1), коэффициент приближается к идеальному значению - единице.

Для оценки сбалансированности незаменимых аминокислот в полуфабрикате рассматривали значения коэффициента рациональности аминокислотного состава и показателя «сопоставимой избыточности» фарша.

Коэффициент рациональности аминокислотного состава (R_p) численно характеризует сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону) и рассчитывается по формуле [14]:

$$R_p = \frac{\sum_{j=1}^n a_j A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad (2)$$

где,

a_j - коэффициент утилитарности j -й незаменимой аминокислоты;

A_j - массовая доля j -й незаменимой аминокислоты, соответствующая физиологической необходимой норме (эталону), г/100 г белка.



Рис. 2. Коэффициент рациональности аминокислотного состава белка (Rp) мясорастительного фарша в зависимости от содержания пророщенного зерна черного риса

Показатель «сопоставимой избыточности» (σ) содержания незаменимых аминокислот характеризует суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические процессы в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию 100 г белка эталона [14]:

$$\sigma = \frac{\sum_{j=1}^n (A_j - c_{min} A_{эj})}{c_{min}} \quad (3)$$

где,

c_{min} – минимальный скор незаменимых аминокислот оцениваемого белка по отношению к физиологической норме (эталону), дол. ед.;

A_j - массовая доля j-й незаменимой аминокислоты, соответствующая физиологической необходимой норме (эталону), г/100 г белка.

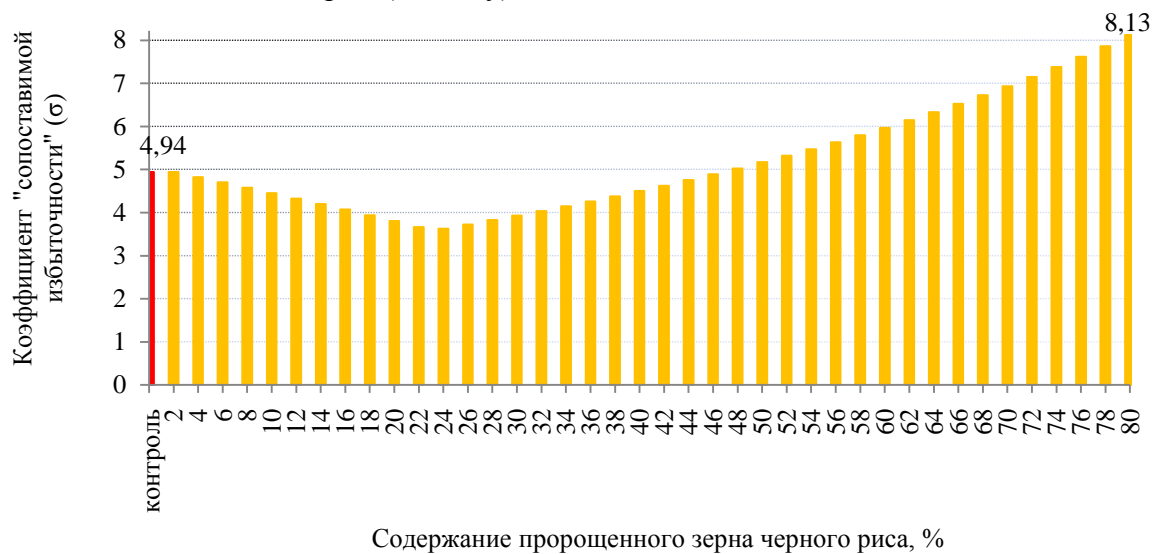


Рис. 3. Коэффициент «сопоставимой избыточности» (σ) содержания незаменимых аминокислот мясорастительного фарша в зависимости от содержания пророщенного зерна черного риса

Важной особенностью при проектировании геродиетического продукта является тот факт, что чем больше значение R_p и меньше σ , тем лучше в нем сбалансированы незаменимые аминокислоты и тем рациональнее они могут быть использованы организмом человека. Из данных рисунка 2 и 3 видно, что в точке - 24% пророщенного зерна черного риса в фарше достигается максимально возможное значение коэффициента рациональности аминокислотного состава ($R_p=0,91$) и показателя «сопоставимой избыточности» ($\sigma=3,63$).

Для определения итоговой дозировки черного риса в фарш проводили органолептический анализ выработанных образцов. В состав экспериментального фарша включали мясной фарш из говядины и свинины в соотношении 1:0,25, пророщенное зерно черного риса в количестве (%) – 20, 22, 24, 26, 28; соль поваренную пищевую - 1,2%, перец черный молотый - 0,1%, воду питьевую из расчета влажности контрольного образца (фарш из говядины и свинины в соотношении 1:0,25 без растительной добавки) – 66,0%; все ингредиенты соединяли и тщательно перемешивали. Мясорастительный фарш представлял собой однородную массу с включениями тонкоизмельченного пророщенного зерна черного риса; по мере увеличения в фарше растительной добавки полуфабрикат приобретал темно-фиолетовый оттенок, мясной запах ослабевал и появлялся легкий зерновой аромат. Из фарша формовали округло-приплюснутые изделия, которые подвергали термической обработке в течение 20 минут в атмосфере водяного пара при температуре 100⁰С. Органолептическую оценку фарша проводили по 5-балльной шкале в соответствии с требованиями ГОСТ 9959 и сравнивали с контрольным образцом (фарш без растительной добавки).

У термически обработанных фаршей исследовали внешний вид, консистенцию, цвет и вид фарша на разрезе, запах (аромат) и вкус. Результаты органолептической оценки фаршей представлены в таблице 3.

Таблица 3

Органолептическая оценка термически обработанного фарша

Показатель	Фарш с добавлением пророщенного зерна черного риса						Фарш без добавок (контрольный образец)
	20	22	24	26	28	30	
Внешний вид	5,0	5,0	5,0	4,8	4,8	4,6	5
Консистенция	4,8	4,6	4,6	4,6	4,4	4,4	5
Цвет и вид фарша на разрезе	4,6	4,6	4,6	4,6	4,4	4,4	5
Запах (аромат)	4,6	4,6	4,6	4,4	4,4	4,4	5
Вкус	4,6	4,6	4,4	4,4	4,4	4,2	5
Общая оценка	4,72	4,68	4,64	4,56	4,48	4,44	5

В результате органолептической оценки экспериментальных образцов определили оптимальную дозировку растительной добавки в фарш – 24%, которая не ухудшает потребительские свойства полуфабриката. При таком количестве пророщенного зерна черного риса внешний вид фарша незначительно отличался от контрольного, цвет и вид фарша на разрезе имел темно-фиолетовые вкрапления растительной добавки, но при этом консистенция изделия оставалась нежной и достаточно сочной; запах и вкус характеризовался приятным оттенком зерновой добавки.

Затем расчетно-аналитическим путем был установлен химический (табл. 4) и аминокислотный (табл. 5) состав полуфабрикатов - фарша с добавлением 24% пророщенного зерна черного риса и проведен его сравнительный анализ с мясным фаршем без добавок (контрольный образец).

Таблица 4

Химический состав полуфабрикатов (фарша)

Показатель	Мясной фарш [15]	Фарш с пророщенным зерном черного риса (24%)
Содержание пищевых веществ, %		
Вода	66,0	52,2
Белки	16,5	14,6
Жиры	16,3	12,6
Крахмал	-	15,2
Моно и -дисахариды	-	1,8
Пищевые волокна	-	2,4
Зола	0,9	0,91

Таблица 5

Аминокислотный состав полуфабрикатов (фарша)

Показатель	Мясной фарш [15]	Фарш с пророщенным зерном черного риса (24%)
Содержание незаменимых аминокислот, мг/1г белка		
Валин	53,5	54,8
Изолейцин	44,0	42,4*
Лейцин	75,2	78,4
Лизин	80,6	74,4
Метионин + цистеин	40,9	39,3
Треонин	41,4*	42,5
Триптофан	12,8	12,5
Фенилаланин + тирозин	76,6	75,5
Сумма незаменимых аминокислот	425	420
Коэффициент рациональности аминокислотного состава ($R_p=1$)	0,88	0,91
Показатель «сопоставимой избыточности» ($\sigma=0$)	5,06	3,63
Коэффициент аминокислотного соответствия белка ($K=1$)	0,46	0,52

*Лимитирующая аминокислота

Из данных таблицы 4 видно, что в мясорастительном фарше меньше количественное содержание белка (14,6%), чем в мясном фарше (16,5%), однако этот белок является комбинированным, т.е. содержит 12,5% - животного и 2,1% - растительного белка, что составляет 16,8% от его общего количества. Экспериментальные образцы фарша содержат меньшее количество жира, а также являются источником углеводов (17%) и пищевых волокон (2,4%), которые отсутствуют в мясном фарше без добавок (контрольный образец).

Данные таблицы 5 показывают, что коэффициент рациональности аминокислотного состава (R_p), показатель «сопоставимой избыточности» (σ) и коэффициент аминокислотного соответствия белка (K) мясорастительного фарша находятся ближе к идеальным значениям, чем в контрольном образце. Это говорит о лучшей аминокислотной сбалансированности белка в полуфабрикате и рациональности их использования организмом людей пожилого и преклонного возраста, а также о биологической ценности разработанных мясорастительных фаршей.

Параллельно были исследованы экспериментальные образцы рубленых полуфабрикатов – котлет. В качестве контрольного образца использовали котлеты «Домашние» по рецептуре № 469 [16], в составе которых следующие компоненты (%): мясной фарш (говядина – 36 и свинина – 20,7) – 56,7; жир-сырец – 2,0; хлеб пшеничный – 13,0; лук репчатый свежий – 2,0; сухари панировочные – 4,0; яйцо куриное пищевое – 1,0; соль поваренная пищевая – 1,2; перец черный молотый – 0,1; вода питьевая – 20. В экспериментальных образцах мясную часть котлет заменяли мясорастительным фаршем в количестве 76 грамм, с различным содержанием пророщенного зерна черного риса (20, 22, 24, 26, 28%); из рецептуры исключали жир-сырец и яйцо куриное; лук репчатый свежий добавляли в количестве 2,2%, остальные компоненты использовали в тех же дозировках, что и в контрольном образце.

Органолептические показатели исследовали в котлетах после их термической обработки в атмосфере водяного пара при температуре 100⁰С в течение 20 минут.

Анализ показал, что по мере увеличения количества растительной добавки в фарше наблюдалось изменение показателей качества котлет - консистенция становилась менее сочной, запах, характерный для мясного изделия ослабевал, вкус приобретал выраженный зерновой оттенок.

По результатам органолептической оценки (табл. 6) были выбраны котлеты, изготовленные на основе мясорастительного фарша (содержание пророщенного зерна черного риса - 28%). При выборе оптимальной рецептуры котлет руководствовались количеством набранных баллов; при этом, по наиболее значимым органолептическим показателям качества – запаху и вкусу, показатель в сумме должен был составить более 9,0 баллов. Готовые паровые котлеты (содержащие 21% пророщенного зерна черного риса) имели высокие потребительские свойства, достаточно нежную консистенцию; вид фарша на разрезе представлял комбинацию мясной и растительной части с включениями частиц черного цвета; запах – достаточно ароматный, с приятным оттенком зерновой добавки; вкус – мясорастительный, гармоничный.

Таблица 6

Органолептическая оценка котлет по 5-балльной шкале

Показатель	Котлеты с добавлением пророщенного зерна черного риса						Котлеты «Домашние» (контрольный образец)
	20	22	24	26	28	30	
Внешний вид	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	4,8	5
Консистенция	4,8	4,8	4,8	4,6	4,4	4,4	5
Цвет и вид фарша на разрезе	4,8	4,8	4,6	4,4	4,4	4,4	5
Запах (аромат)	4,8	4,8	4,6	4,6	4,6	4,4	5
Вкус	5,0	4,8	4,8	4,8	4,6	4,6	5
Общая оценка	4,88	4,84	4,76	4,68	4,56	4,52	5

Далее расчетно-аналитическим методом, исходя из химического состава использованного сырья, был определен химический и аминокислотный состав котлет (полуфабрикатов), данные представлены в таблицах 7, 8.

Таблица 7

Химический состав полуфабрикатов (котлет)

Показатель	Котлеты «Домашние» (контрольный образец)	Котлеты на основе фарша с добавлением 28% пророщенного зерна черного риса
Содержание пищевых веществ, %		
Вода	63,1	56
Белки	10,4	11,3
Жиры	14,5	9,2
Крахмал	9,4	16,2
Моно и -дисахариды	-	1,8
Пищевые волокна	1,62	2,25
Зола	2,02	2,11

Таблица 8

Аминокислотный состав полуфабрикатов (котлет)

Показатель	Котлеты «Домашние» (контрольный образец)	Котлеты на основе фарша с добавлением 28% пророщенного зерна черного риса
Содержание незаменимых аминокислот, мг/1г белка		
Валин	52,5	54,6
Изолейцин	43,7	42,1
Лейцин	75,6	78,9
Лизин	73,2	71,3
Метионин + цистеин	40,2	38,8
Треонин	40,1	42,2
Триптофан	12,4	12,3
Фенилаланин + тирозин	76,3	75,3
Сумма незаменимых аминокислот	414	415
Коэффициент рациональности аминокислотного состава ($R_p=1$)	0,87	0,91
Показатель «сопоставимой избыточности» ($\sigma=0$)	5,29	3,52
Коэффициент аминокислотного соответствия белка ($K=1$)	0,51	0,51

*Лимитирующая аминокислота

Из данных таблицы 7 видно, что в котлетах с пророщенным зерном черного риса содержание белка (11,3%), в том числе 2,3% растительного (20,4% от общего содержания белка), выше, чем в контрольном образце (10,4%). Экспериментальные котлеты отличаются большим содержанием пищевых волокон и золы, меньшим (на 5,3%) количеством жира по сравнению с котлетами «Домашние».

Аминокислотный состав экспериментальных котлет (табл. 8) показывает, что полуфабрикаты имеют высокую биологическую ценность за счет сбалансированности по незаменимым аминокислотам, коэффициент рациональности аминокислотного состава (R_p) и показатель «сопоставимой избыточности» (σ) ближе к идеальным значениям, а коэффициент аминокислотного соответствия белка (K) контрольного и экспериментального образца имеют равные значения.

Таким образом, использование пророщенного зерна черного риса в полуфабрикатах – фарше и котлетах обогащает их состав растительным белком и пищевыми волокнами. Полуфабрикаты обладают повышенной пищевой ценностью и сбалансированы по своему аминокислотному составу. Фаршевая система и термическая обработка полуфабрикатов при помощи водяного пара позволяет получить готовые изделия из фарша и котлеты с нежной консистенцией и высокими потребительскими свойствами. Фарш и котлеты с добавлением пророщенного зерна черного риса могут быть рекомендованы для питания людей пожилого и преклонного возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Минсельхоза РФ от 25.06.2007 № 342 «О Концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года».
2. Чистякова Н.Е. Старение Российского населения: современное состояние и перспективы // Экономика и управление. 2016. № 11 (133). С. 56-61.
3. Новосельцев В.Н. Геронтология in silico – здоровье, долголетие и вопросы питания // Казанский медицинский журнал. 2011. Т. 92. № 5. С. 752-763.
4. Артюхова С.И. Роль геродиетических продуктов в повышении периода активного долголетия пожилых людей / С.И. Артюхова, Н.А. Пурыгина // Динамика систем, механизмов и машин. 2012. № 5. С. 73-75.
5. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации: - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. - 36 с.
6. Росстат представил предварительные итоги сельхоз переписи // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.agroinvestor.ru/analytics/news/28652-rosstat-predstavil-predvaritelnye-itogi%20selkhozperepisi/> (дата обращения 07.05.2018).
7. Рыбакова А.Б. Отбор пред селекционного материала риса с окрашенным перикарпом на основе генотипирования по генам RC и RB / А.Б. Рысбекова, Д.Т. Казкеев, Б.Н. Усенбеков, Ж.М. Мухина и др. // Генетика. 2017. Т. 53. № 1. С. 43-53.
8. Туманьян Н.Г. Новые сорта риса селекции ВНИИ риса. Признаки качества зерна / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, Н.В. Остапенко, К.К. Ольховая, Е.М. Харитонов // Рисоводство. 2015. № 1-2. С. 16-23.
9. Шаззо А.Ю. Методы оценки качества зерна риса и продуктов его переработки в зарубежных исследованиях / А.Ю. Шаззо, В.А. Зиятдинова, В.Е. Павлова, Т.А. Шахрай // Новые технологии. 2017. № 2. С. 31-36.
10. Гончарова Ю.К. Черный рис – полезные свойства/ Ю.К. Гончарова, В.А. Шелег // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2017. № РЗ. С. 25-27.
11. Pedro Alessandra Cristina. Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability / Alessandra Cristina Pedro, Daniel Granato, Neiva Deliberali Rosso // Food Chemistry. JAN 15 2016, Vol. 191, P. 12-20.
12. Зеленский Г.Л. Российские краснозерные сорта риса, созданные для лечебного питания / Г.Л. Зеленский, О.В. Зеленская, Н.В. Остапенко, Н.Ф. Чалый, Н.Ю. Алавердян // АгроСнабФорум. 2017. № 6 (154). С. 58-63.
13. Липатов Н.Н. Формализованный критерий аминокислотной сбалансированности белков геродиетических продуктов / Н.Н. Липатов, С.Б. Юдина // Сборник трудов 1-й международной конференции «Научные и практические аспекты совершенствования качества продуктов детского и геродиетического питания». 1997. С. 140-141.

14. Сатина О.В. Информационные технологии проектирования продуктов геронтологического питания / О.В. Сатина, С.Б. Юдина // Мясная индустрия. 2010. № 6. С. 56-58.

15. Чижикова О.Г. Использование продуктов переработки зерна пшеницы для мясных рубленых полуфабрикатов геродиетического назначения / О.Г. Чижикова, К.В. Нижельская, Л.О. Коршенко // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2017. № 4 (84). С. 123-131.

16. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий: Для предприятий общественного питания / Авт.-сост.: А.И. Здобнов, В.А. Цыганенко. – К.: Арий, 2013. 680 с.

PROSPECTED GRAIN OF BLACK RICE IN THE RECIPEURS OF MEAT HARVEST SEMI-FINISHED HERODIOTIC DIRECTIONS

Nizhelskaya Kseniya Vladimirovna, postgraduate student

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, e-mail: nizhelskaya_kv@mail.ru

The development of gerodietic products is aimed at rationalizing the nutrition of elderly and elderly people. As a result of the research, recipes for meat-packing semi-finished products - minced meat and cutlets with sprouted grain of black rice were received. Semi-finished products differ high food value, balanced amino acid composition, contain less fat, have high consumer properties, are adapted for older people.

УДК 664.849

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ СОУСА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Орлов Игорь Олегович, магистрант
Землякова Евгения Сергеевна, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: Igor.orlov.work mail@gmail.com,
evgeniya.zemljakova@klgtu.ru

В данной статье рассмотрена возможность создания соуса функционального назначения на основе пектинсодержащего сырья, приведены данные лабораторного анализа содержания биологически активных веществ в новом продукте. В результате работы была разработана рецептура соуса функционального назначения с обоснованием выбора основных и дополнительных компонентов

В настоящее время одним из приоритетных направлений в области здорового питания населения является разработка новых рецептур и технологий продуктов функционального назначения с использованием растительного сырья, в том числе соусов и дрессингов. Соусы и дрессинги на основе пектин содержащего сырья обогащают блюда биологически активными веществами, придают им привлекательный внешний вид, улучшают вкус, аромат и разнообразят их ассортимент.

Дрессинги стали популярны в последние десятилетия XX века, когда идеи здорового питания начали приобретать все больше сторонников. Под словом «дрессинг» подразумеваются низкокалорийные заправки на ягодной, овощной или молочной основе. Они используются для подачи салатов, холодных и горячих блюд.

Пищевые волокна - компоненты пищи, не перевариваемые пищеварительными ферментами организма человека, но перерабатываемые полезной микрофлорой кишечника. Понятие пищевых волокон определяется как сумма полисахаридов и лигнина, которые не перевариваются эндогенными секретами желудочно-кишечного тракта человека. Использование пищевых волокон в питании одобрено организациями здравоохранения многих стран, такими как Комиссия по надзору за продовольствием и лекарственными средствами (FDA), Американская ассоциация кардиологов (AHA), Европейская комиссия по функциональным пищевым продуктам (FUFUSE), Министерство здравоохранения Японии и т.д. В Российской Федерации вопросами применения пищевых волокон занимается Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

В рамках концепции функционального питания пищевые волокна включены в группу функциональных пищевых ингредиентов наряду с витаминами, антиоксидантами, минеральными веществами, полиненасыщенными жирными кислотами, пребиотиками и пробиотиками [1].

Различают несколько видов пищевых волокон, из которых основное значение для человека имеют целлюлоза (в диетологии она имеет название клетчатка), гемицеллюлоза, пектины, лигнин. Также выделяют камеди, протопектины, альгинаты, хитин, фитин и другие. Целлюлоза способствует нормализации микрофлоры кишечника, помогает регулировать уровень глюкозы в крови. В меньшей степени стимулирует моторику кишечника и способствует выведению продуктов обмена веществ. Целлюлоза – самый распространенный вид пищевых волокон, она содержится во всех растительных продуктах. Гемицеллюлоза обладает свойством удерживать воду, наиболее эффективно стимулирует кишечную моторику. Основным источником гемицеллюлозы – зерновые. Пектин связывает и выводит из организма излишки холестерина и продуктов обмена веществ, а также тяжелых металлов. Препятствует возникновению гнилостных процессов в пищеварительном тракте. Это самый гигроскопичный вид пищевых волокон. Пектин содержится в овощах, ягодах и фруктах, а также в цитрусовых и их кожуре. Лигнин способствует выведению излишков холестерина и желчных кислот. Это особое вещество, ароматический полимер, который совсем не расщепляется и не усваивается организмом и формально не является углеводом. Основным источником лигнина – отруби.

На сегодняшний день пищевые волокна являются одним из самых востребованных и наиболее широко применяемых функциональных ингредиентов. Причина этого их многофункциональность, пищевые волокна используют, во-первых, как технологические добавки, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов, а во-вторых, как функциональные ингредиенты, которые оказывают благоприятное воздействие на организм человека [2, 3]. Поэтому разработка новых продуктов питания, обогащенных пищевыми волокнами является актуальной темой. Уникальность нового технологического решения заключается в создании основы для соуса с применением тыквы как основного источника пектина с последующим введением в нее гомогенизированной ягодной массы из брусники и красной смородины.

Цель – совершенствование рецептуры овощного соуса на основе растительного сырья Калининградской области

Задачи:

- провести маркетинговый анализ предпочтений потребителей Калининградской области в выборе соусов;

- обосновать выбор обогащающих компонентов;
- обосновать технологию производства соуса функционального назначения;
- провести анализ качества и биологической ценности готового продукта.

Исследования проводились по следующим методикам:

- маркетинговые исследования потребительских предпочтений проводились методом структурированного опроса, путем самостоятельного заполнения анкет респондентами. Далее анкеты обрабатывались для выявления предпочтений респондентов.
- органолептическую оценку осуществляли по разработанной 5-бальной шкале с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей качества;
- физико-химическую оценку проводили по следующим показателям: определение пектиновых веществ - по методу Мелитца, определение массовой доли влаги и сухих веществ по ГОСТ 28561 – 90, минеральных веществ по ГОСТ 25555.4-91, титруемой кислотности по ГОСТ ISO 750-2013, витамин С по ГОСТ 24556-89.

Для формирования представления о потребности в продукте у конечно потребителя был применен метод маркетингового анализа, входе которого было опрошено 175 респондентов – жителей Калининградской области. В ходе анализа результатов исследования были получены данные, благодаря которым, было установлено, существует ли потребность в новом виде функционального соуса.

Результаты полученных данных, построены в форме гистограмм, представленные ниже на рисунках 1 – 5

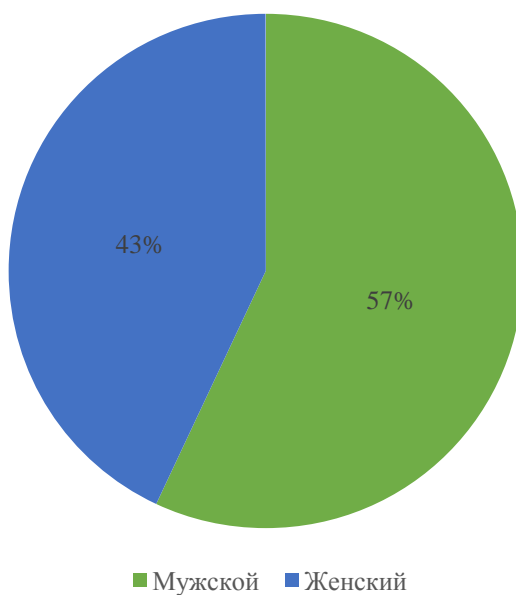
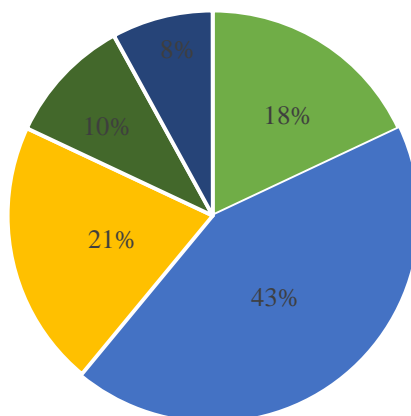
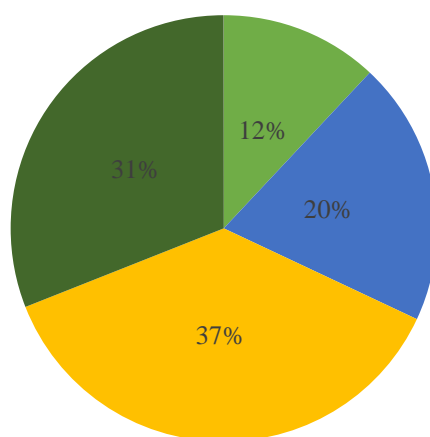


Рис. 1. Распределение респондентов по половому признаку



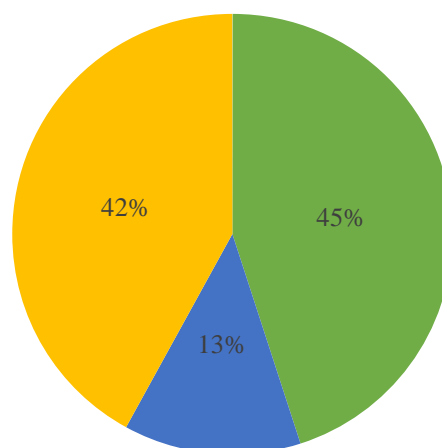
■ до 20 лет ■ 21 - 30 лет ■ 31 - 40 лет ■ 41 - 55 лет ■ старше 55 лет

Рис. 2. Распределение респондентов по возрасту



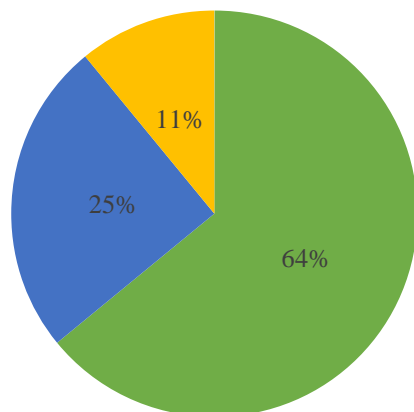
■ Каждый день ■ Несколько раз в неделю ■ Несколько раз в месяц ■ Очень редко

Рис. 3. Распределение респондентов по частоте употребления соусов (в том числе томатных/майонезных/кетчупов)



■ Вкус ■ Польза ■ Необходимость для приготовления других блюд

Рис. 4. Распределение респондентов по причинам употребления соусов



■ Существует ■ Не существует ■ Затрудняюсь ответить

Рис. 5. Распределение респондентов по причинам употребления соусов

В таблице 1 приведена краткая характеристика всех компонентов рецептуры функционального соуса, их структура, назначение, применение компонентов рецептуры.

Таблица 1

Структура, назначение и применение компонентов рецептуры соуса

Компонент рецептуры	Структура компонента	Целевое назначение	Применение
Тыква	На 100 г компонента, г: <ul style="list-style-type: none"> • Белки – 0,9 • Углеводы – 9,8 • Вода – 85 • Органические кислоты – 2 	Источник пектиновых веществ, каротина, рибофлавина, токоферола и витамина В1	Является основным компонентом структурообразования
Томатная паста 30%	На 100 г компонента, г: <ul style="list-style-type: none"> • белки – 4,8 • Углеводы – 19,0 • Вода – 70,0 • Органические кислоты – 2,4 	Источник углеводов, ликопина, Витамина РР, бета-каротина и витамина В1	Отвечает за консистенцию
Смородина красная	На 100 г компонента, г: <ul style="list-style-type: none"> • Белки – 0,6 • Жиры – 0,2 • Углеводы – 7,7 • Органические кислоты – 3 	Источник сахаров, Витамина С, Р, фенольных соединений, бета-каротина, пектинов	Дополнительный источник пектиновых веществ и витаминов
Соль		Источник натрия и хлорид ионов, участвует в водно-солевом обмене	Влияет на вкус и стойкость при хранении
Черный перец	На 100 г компонента, г: <ul style="list-style-type: none"> • Белки – 10,9 • Жиры – 3,2 • Углеводы – 38,3 	Витамины группы В, бета-каротин, минеральные вещества	Придает продукту аромат, вкус

Томатная паста должна содержать не менее 30% сухих веществ, данная концентрация обеспечивает достаточное связывание свободной влаги, которая может повлиять на органолептические показатели готового продукта.

В таблице 2 приведена рецептура функционального овощного соуса.

Таблица 2

Рецептура овощного соуса

Ингредиент, г	на 1000 г
Вода	400
Тыква	500
Томатная паста	350
Брусника	50
Красная смородина	50
Соль	1,2
Черный перец	0,8

На основе вышеизложенной рецептуры был получен новый функциональный соус, получивший название «Солнечный», показатели качества которого представлены в таблице 3,4.

Таблица 3

Результаты физико-химического анализа показателей

Наименование показателя	Значение показателя
Пектиновые вещества, г/100г	2,7
Витамин С, мг%	15
Титруемая кислотность, в пересчете на яблочную кислоту	1,4
Массовая доля сухих веществ, %	25

Таблица 4

Результаты органолептической оценки показателей

Наименование показателя	Характеристика показателя	Бальная оценка
Внешний вид, консистенция	Однородная гомогенная структура, допускается незначительное расслоение	4,7
Цвет	От темно-оранжевого до темно-красного, однородный по всей массе, соответствующий цвету входящий компонентов	4,8
Запах	Ярко выраженный, характерный для входящих компонентов, без посторонних запахов	4,7
Вкус	Ярко выраженный, кисло-сладкий, без постороннего вкуса	4,8
Итоговая оценка		4,7

Проведенные исследования показали, что полученный продукт характеризуется высоким содержанием пектиновых веществ и витамина С. Он обогащает готовые блюда рядом важных функциональных ингредиентов. При этом практически не повышается энергетическая ценность готового блюда, что в совокупности с отсутствием в рецептуре вводимого сахара позволяет рекомендовать данный продукт к употреблению широкому кругу лиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ардатская М.Д. Клиническое применение пищевых волокон. М.: 4ТЕ Арт, 2010. 48 с.

2. Базарнова, Ю.Г. Теоретические основы методов исследования пищевых продуктов: Учеб. Пособие. /Ю.Г. Базарнова. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 136 с.
3. Голубев В.Н., Шелухина Н.П. Пектин: химия, технология, применение. М.: Академия технологических наук, 1995. 387 с.
4. ГОСТ 17471 – 2013 Консервы. Соусы овощные. Общие технические условия. – М., 2013. – 17 с.
5. ГОСТ 52467 – 2005 Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Термины и определения. – М., 2005. – 16 с.
6. Донченко Л.В., Карпович Н.С., Симхович Е.Г. Производство пектина. – Кишинев: Штиинца, 1993. – 182 с.
7. Здобнов А.И., Цыганенко В.А. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий: для предприятий общественного питания. М.: ИКТЦ «Лада», 2009. 690 с.
8. Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции / А.Ф. Загибалов, А.С. Зверькова, А.А. Титова и др. М., 2012. 352 с.
9. Товароведение и экспертиза продуктов переработки плодов и овощей: учебник для вузов / Л.Г. Елисеева, Т.Н. Иванова, О.В. Евдокимова и др. М.: Дашков и Ко, 2009. 376 с.
10. О состоянии заболеваемости, обусловленной дефицитом микронутриентов: письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека №01/12925-8-32 от 12.11.2008. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант»
11. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. – М., 2013. – 192 с.

PERFECTION OF THE FORMULATION OF THE FUNCTIONAL PURPOSE SAUCE

Orlov Igor' Olegovich, graduate student
Zemlyakova Evgeniya Sergeevna, Ph.D, assistant professor

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: igor.orlov.workmail@gmail.com

In this article, the possibility of creating a functional-use sauce based on pectin-containing raw materials is considered, and the laboratory analysis of the content of BAS is given. As a result of the work, the formulation of a functional purpose sauce was received with the justification for selecting the main and additional components.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕДА С РАЗНЫМИ СРОКАМИ ХРАНЕНИЯ ПО ОСНОВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ И АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Понаморева Ольга Николаевна, доцент, д-р хим. наук
Акатова Екатерина Валентиновна, доцент, канд. биол. наук
Беляева Вероника Олеговна, студент
Строителей Владислав Владимирович, доцент, канд. биол. наук

Тульский государственный университет, Россия, г. Тула,
e-mail: olgaponamoreva@mail.ru

На основе сравнительной характеристики физико-химических показателей и антибактериальной активности образцов меда, собранного на одной пасеке в течение трех лет, выяснили, что хранение меда более двух лет приводит к снижению антибактериальных свойств. При его хранении увеличивается содержание гидроксиметилфурфурола и падает амилолитическая активность, однако прямой зависимости между этими показателями и антимикробной активностью меда не выявлено

Введение

На протяжении столетий мед являлся ценным продуктом в народной медицине. Он использовался для лечения печени, сердечно-сосудистых и желудочно-кишечных заболеваний, некоторых типов инфекционных заболеваний [1]. В частности, хорошие результаты были достигнуты в случае применения меда для лечения инфицированных, трудно заживающих ран [2]. Свойства меда, укрепляющие здоровье, были подтверждены во многих исследованиях [3-5]. По информации из базы данных Национальной библиотеки США по медицине (U.S. National Library of Medicine; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) за последние 5 лет было опубликовано более 50 обзоров, касающихся антибактериальной активности меда по самым разным направлениям исследований в этой области.

Большое количество исследований *in vitro* и ограниченных клинических исследований подтвердили антимикробные (антибактериальные, противогрибковые, противовирусные и антимикобактериальные) свойства меда, которые могут быть обусловлены кислотностью (низкий уровень pH), осмотическом эффектом, высокой концентрацией сахара, наличием бактериостатических и бактерицидных факторов (перекись водорода, антиоксиданты, лизоцим, полифенолы, фенольные кислоты, флавоноиды, метилглиоксальные и пчелиные пептиды) и увеличением выделения цитокинов, а также иммуномодулирующими и противовоспалительными свойствами меда; антимикробное действие включает в себя несколько механизмов [6, 7]. Несмотря на большой объем данных, подтверждающих антимикробную активность меда, нет исследований, которые подтверждают системное использование меда в качестве антибактериального средства. Многие из исследований имеют методологические проблемы, а качество некоторых исследований невелико, что затрудняет формулирование неопровержимых рекомендаций [8]. Важным моментом в инновационных исследованиях антибактериальной активности меда является понимание того, как время его хранения влияет на лечебные качества медовых препаратов.

В целом о качестве меда можно судить по таким показателям, как цвет, аромат, вкус, консистенция, влажность, содержание восстанавливающих сахаров и сахарозы,

содержание оксиметилфурфурола, диастазное число и др [9]. Для определения этих показателей существуют стандартные методы, которые регламентируются ГОСТом [10]. Сопоставление физико-химических характеристик меда с его антибактериальной активностью в зависимости от сроков хранения позволит разработать некоторые рекомендации по применению меда как альтернативного антибактериального средства.

Цель данной работы заключается в характеристике меда с одной пасеки, собранного в последние три года, по основным показателям и антибактериальной активности, для выяснения возможности использования меда с длительным сроком хранения в качестве антимикробного средства.

Материалы и методы

Объекты исследования три образца меда с одной частной пасеки Тульской области, Ленинского района, деревни Беломутово, 2015, 2016 и 2017 годов сбора и образец для сравнения, приобретенный в магазине торговой сети SPAR (мед цветочный натуральный, ООО «Прополис», Белгородская область, Алексеевский р-н, с. Станичное).

Физико-химические показатели меда (массовую долю воды, редуцирующих сахаров и сахарозы, гидроксиметилфурфурола, диастазное число) определяли по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ [10-14].

Определение антибактериальной активности исследуемых образцов меда

Для выявления антибактериальной активности меда использовали три непатогенных штамма микроорганизмов из коллекции кафедры биотехнологии: грамотрицательные бактерии *Pseudomonas aureofaciens* BS 1393, *Escherichia coli* K-802 и грамположительные бактерии *Staphylococcus sp*). Бактериальные штаммы выращивались при температуре 28°C в течение 2 суток на среде LB. Состав среды LB (Лурия-Бертрани) (г): триптон -10,0; дрожжевой экстракт -5,0; NaCl – 5,0; вода дистиллированная -1000 мл. Среду стерилизовали при 120 С, 1 атм. 90 мин. В качестве агаризованной среды использовали среду LB с добавлением агара (15 г/л).

В чашки Петри с подсушенной агаризованной средой LB проводили посев исследуемых микроорганизмов (*Pseudomonas aureofaciens* BS 1393, *Escherichia coli* K-802, *Staphylococcus sp*) штрихом. Чашки помещали в термостат при 28°C на 2 дня. Затем, молодые культуры микроорганизмов вносили в пробирки с жидкой средой LB. Помещали в термостат при 28°C на 2 дня. Затем на чашки Петри с подсушенной агаризованной средой LB стерильной пипеткой наносили по 100 МКл суспензии микроорганизмов и равномерно распределяли её шпателем по поверхности агара сплошным газоном. На поверхности засеянного агара стерильным скальпелем у пламени вырезали лунки размером 5×5 мм и помещали в них исследуемые образцы меда. Чашки помещали в термостат при 28°C на 2 дня. Записывали наблюдения по зонам задержки роста микроорганизмов вокруг лунок с 30% раствором меда.

Для определения зависимости антибактериальной активности от разбавления меда пробы меда разбавляли дистиллированной водой в 5, 15, 30 раз. Далее определение проводили, как описано выше, используя бактерии *E. coli* K-802.

Результаты и их обсуждение

Характеристика меда по физико-химическим показателям

Органолептические показатели имеют большое значение при оценке качества меда и зависят от его происхождения, время сбора, места произрастания медоносов, химического состава, температуры, сроков хранения. Цвет исследуемых образцов янтарный. Вкус - сладкий, приятный без посторонних привкусов. Аромат естественный,

приятный. Пены не наблюдается, мед не расслаивается, не имеет посторонних запахов, горького вкуса. Три образца меда с одной пасеки отличаются цветом, ароматом и консистенцией. Натуральный мед 2016 года отличается от остальных своей вязкой консистенцией. Это может быть связано с отличным от остальных медов химическим составом, иным хранением меда, влажностью меда и соотношением фруктозы и глюкозы. Меды с высоким содержанием фруктозы кристаллизуются очень медленно, а кристаллизовавшись, склонны к размягчению и расслаиванию. Мед ООО «Прополис» и натуральный мед 2017 года по консистенции разделены на 2 слоя. Но так как жидкого слоя меньше чем плотного, можно смело заявить, что все четыре исследуемых образца меда зрелые и пригодны к употреблению и продаже.

Определение содержания воды определяли рефрактометрическим методом. Показатели преломления каждого образца измеряли дважды, в двух лабораториях, но при одинаковых условиях. Результаты рефрактометрического определения массовой доли воды в меде суммированы в таблице 1. Содержание воды в меде должно составлять в среднем 16-19%. Стандарт по меду допускает значения 21% для цветочных и падевых медов [11]. Все образцы соответствуют ГОСТу, однако наблюдается тенденция увеличения содержания воды в образцах меда в зависимости от сроков хранения, что обусловлено способностью меда поглощать влагу из воздуха.

Таблица 1.

Содержание, воды, редуцирующих сахаров, сахарозы в исследуемых образцах меда

Исследуемые образцы меда	Содержание воды, %	Массовая доля редуцирующих сахаров, %	Массовая доля сахарозы, %	Содержание гидроксиметилфурфула, мг/кг	Диастазное число, ед. Готье
Мед цветочный натуральный, ООО «Прополис»	19,0	93,09±0,08*	3,4±0,1*	32 ± 9	16,3±0,1**
Натуральный мед, Беломутово, 2015 г.	20,8	86,49±0,08	11,6±0,1	10±3	10,7±0,1
Натуральный мед, Беломутово, 2016 г.	16,6	87,59±0,08	6,7±0,1	6±2	15,0±0,1
Натуральный мед, Беломутово, 2017 г.	15,4	82,03±0,08	9,6±0,1	1,2± 0,3	19,1±0,1

* - точность определения массовой доли редуцирующих сахаров и массовой доли сахарозы задается ГОСТом Р 53883-2010 Мед. Методы определения сахаров.

** - точность определения диастазного числа задается ГОСТом Р 54386-2011 Мед. Методы определения активности сахаразы, диастазного числа, нерастворимого вещества.

Для определения массовой доли редуцирующих сахаров и сахарозы (после гидролиза) применили колориметрический метод, основанный на способности моносахаридов (глюкозы, фруктозы) восстанавливать в щелочном растворе гексацианоферрат (III) калия в гексацианоферрат (II) калия. Содержание сахарозы характеризует мед с позиции его зрелости, доброкачественности и может являться одним из показателей ботанического происхождения пчелиного меда. Массовая доля редуцирующих сахаров должна составлять не менее 65%, массовая доля сахарозы для цветочного меда составляет не более 5%, для падевого и смешанного меда - не более 15%. Содержание редуцирующих сахаров во всех образцах выше 65%, что свидетельствует о зрелости меда (таблица 1). Однако содержание сахарозы завышено в образцах меда с пасеки д. Беломутово, рядом с которой расположены цветочные луга и лесной массив с деревьями

липы, что позволяет отнести этот мед к смешанному типу цветочного, липового и падевого меда.

Содержания гидроксиметилфурфуrolа является одним из важнейших показателей натуральности меда, степени сохранности его природных качеств, что позволяет надежно контролировать технологию обработки меда, продолжительность и условия хранения меда. Это вещество всегда присутствует в искусственно инвертированном сахаре. В разных странах существуют разные стандарты максимально допустимого содержания гидроксиметилфурфуrolа в меде, в России - 25 мг/кг [15]. Образцы с одной пасеки соответствуют нормативу, при этом наблюдается увеличение содержания гидроксиметилфурфуrolа в образцах меда при длительном хранении в результате самопроизвольной дегидратации фруктозы, особенно при повышенной температуре (таблица 1). У коммерческого образца меда содержанием этого вещества превышает норму, что свидетельствует о неправильном его хранении или предпродажной подготовке с использованием повышенных температур.

Диастаза (амилаза) – фермент, который наиболее чувствителен к внешним факторам (нагрев, незрелость, срок хранения, неправильное хранение и др.). Диастазное число характеризует активность амилолитических ферментов и является показателем степени нагревания и длительности хранения мёда. Этот показатель указывает количество (в миллилитрах) 1% -ного раствора водорастворимого крахмала, который разлагается амилолитическими ферментами за 1 час. Для изучения используются амилолитические ферменты, содержащиеся в 1 г безводного медового вещества. Диастазная активность мёда чаще всего определяется стандартизированным методом Готе, в основу которого положена способность диастазы к расщеплению крахмала. Диастазное число в меде имеет значения в пределах от 1 до (редко) 50 единиц. Хорошим показателем является диастазное число в пределах 12 -16 ед [16]. У исследуемых образцов показатели диастазного числа в норме (таблица 1). По результатам анализа можно проследить снижение диастазного числа с увеличением срока хранения меда. Амилазная активность естественным образом снижается при комнатной температуре в течение длительных периодов хранения меда, действуя в качестве индикатора.

Определение антибактериальной активности исследуемых образцов меда

Выбор микроорганизмов для биотестирования меда обусловлен следующими соображениями. Типичным представителем грамотрицательных бактерий являются бактерии рода *Escherichia coli*, которые часто используют в качестве тест-объектов в методах биотестирования. Непатогенный штамм ризосферных бактерий *Pseudomonas aureofaciens* BS 1393 выбран как типичный представитель грамотрицательных бактерий рода *Pseudomonas*, к которому относится один из основных возбудителей локальных и системных гнойно-воспалительных процессов - *Pseudomonas aeruginosa* (синегнойная палочка). Представителем грамположительных микроорганизмов являются бактерии рода *Staphylococcus*, к которым относится *Staphylococcus aureus* (золотистый стафилококк) - известный патоген.

Известно, что минимальная ингибирующая концентрация меда зависит от его свойств и типа микроорганизмов. Зависимость антибактериальных свойств меда от разбавления определяли методом диффузии активных веществ меда в агар 5%, 15% и 30% раствора меда и выявления зон угнетения роста. В качестве микроорганизма для биотестирования был выбран *Escherichia coli*. Результаты биотестирования 30% раствора меда визуальны представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Фотография чашки Петри с результатом по определению антибактериальной активности 30% раствора меда разных образцов на примере и тест-бактерий *Escherichia coli* К-802: 1 – натуральный мед, д. Беломутово, 2015 г.; 2 – натуральный мед, д. Беломутово, 2016 г.; 3 – натуральный мед, д. Беломутово, 2017 г.; 4 – мед цветочный натуральный, ООО «Прополис».

Радиусы зон задержки роста микроорганизмов в зависимости от образца меда и его концентрации суммированы в таблице 2.

Таблица 2.

Зависимость антибактериальной активности меда от его разбавления

Образец меда	Концентрация раствора меда, %		
	5	15	30
	Радиус зоны задержки роста <i>E. coli</i> , мм		
Мед цветочный натуральный, ООО «Прополис»	0	4	7
Натуральный мед, д. Беломутово, 2015 г.	2	4	6
Натуральный мед, д. Беломутово, 2016 г.	6	9	11
Натуральный мед, д. Беломутово, 2017 г.	2	5	8

Антибактериальная активность меда уменьшается с уменьшением концентрации меда в растворе. В работе [17] было показано, что наибольшую антимикробную активность в отношении штаммов бактерий с крайней устойчивостью проявляют разные виды меда также с 30% концентрацией.

Для выявления антибактериальной активности по отношению к другим микроорганизмам применили тот же подход, но в качестве тест-объектов использовали бактерии *Pseudomonas aureofaciens* BS 1393 и *Staphylococcus sp.* В эксперименте использовали раствор меда с наибольшей антибактериальной активностью (30% раствор). Результаты суммированы в таблице 3, в которой зоны подавления роста микроорганизмов отмечены «-», а зоны нормального роста (отсутствие ингибирования) «+».

Коммерческий мед и натуральный мед 2015 года проявили невысокую антибактериальную активность. Это может быть связано с тем длительными сроками хранения меда и прелпродажной подготовкой. Образцы меда с пасеки д. Беломутово 2017 и 2016 гг. проявили антибактериальные свойства по отношению ко всем используемым в работе тест-бактериям. Кроме того, прошлогодний мед (2016 года сбора) более эффективный, несмотря на большой срок хранения.

Рост тест-микробов на твердой агаризованной среде в присутствии 30% раствора меда

Образец меда	Тест-микробы		
	<i>Escherichia coli</i> K-802	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> BS 1393	<i>Staphylococcus sp.</i>
Мед цветочный натуральный, ООО «Прополис»	+	–	+
Натуральный мед, д. Беломутово, 2015 г.	–	+	+
Натуральный мед, д. Беломутово, 2016 г.	–	–	–
Натуральный мед, д. Беломутово, 2017 г.	–	–	–

Заключение

Таким образом, антимикробный эффект меда, в первую очередь, обусловлен спектром медоносов, которые различаются из года в год даже на одной пасеке в зависимости от погодных условий. Сравнительный анализ физико-химических показателей и антибактериальной активности исследуемых образцов меда не выявил прямой зависимости между этими характеристиками. Тем не менее, длительный срок хранения меда (больше двух лет) или неправильное хранение продукта приводит к снижению антимикробных свойств меда, что следует учитывать при его использовании в лечении инфекционных заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mandal M.D., Mandal S. Honey: its medicinal property and antibacterial activity. // Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2011. V.1. № 2. P. 154-160.
2. Szweda P. Antimicrobial activity of honey // Intech Open Honey Analysis. 2017. P. 215-232.
3. Bogdanov S. Honey in medicine: a review // Bee Product Science. 2017. P. 1-28.
4. Role of honey in modern medicine./ S.A. Meo, S.A. Al-Asiri, A.L. Mahesar, M.J..Ansari // Saudi Journal of Biological Sciences. 2017. V.24. № 5. P. 975-978.
5. Honey and Health: A Review of Recent Clinical Research / S. Samarghandian, T. Farkhondeh, F. Samini // Pharmacognosy Research. 2017. V.9. № 2. P. 121-127.
6. Honey as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Its Molecular Mechanisms of Action. / S. Ahmed, S.A. Sulaiman, A.A. Baig, M. Ibrahim, S. Liaqat, S. Fatima, et al. // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2018. P. 8367846
7. Israili Z.H. Antimicrobial properties of honey. //Am J There. 2014. V.21. № 4. P. 304-323.
8. Honey in modern wound care: A systematic review. / L. Vandamme, A. Heyneman, H. Hoeksema, J. Verbelen, S. Monstrey // Burns : journal of the International Society for Burn Injuries. 2013. V.39. № 8. P. 1514-1525.
9. Analytical Methods Used in the Quality Control of Honey. / C. Pita-Calvo, M.E. Guerra-Rodríguez, M. Vázquez // Journal of agricultural and food chemistry. 2017. V.65. № 4. P. 690-703.
10. ГОСТ Р 54644-2011. Мед натуральный. Технические условия [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2012. – с.16
11. ГОСТ Р 53126-2008 Мед. Рефрактометрический метод определения воды [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2009. – с.7
12. ГОСТ Р 53883-2010 Мед. Методы определения сахаров [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2011. – с.16

13. ГОСТ Р 54386-2011 Мед. Методы определения активности сахарозы, диастазного числа, нерастворимого вещества [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2013. – с.20.
14. ГОСТ Р 52834-2007 Мед натуральный. Методы определения гидроксиметилфурфурала/ [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2008. – с.12.
15. Данильчук Ю.В. Оценка качества меда на основе мониторинга его физико-химических свойств // Сахар. – 2012. - №9. – С. 37-40.
16. Заикина В.И. Экспертиза меда и способы обнаружения его фальсификации. Москва: Дашков и К, 2012. 168 с.
17. Антибактериальная активность меда в отношении штаммов с экстремальной устойчивостью. / В.В. Привольнев, М.В. Эйдельштейн, М.В. Сухорукова, А.В. Тимохова, А.В. Дехнич // Клинический микробиолог анти микроб химиотерапии. 2016. Т.18. № 1.– С.49-55.

CHARACTERISTICS OF HONEY WITH DIFFERENT STORAGE TIMES BY MAIN INDICATORS AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY

Ponamoreva Olga, Head of Biotechnology Department, ScD (Biotechnology), PhD (Bioorganic chemistry),
Akatova Ekaterina Valentinovna, Associate Professor, PhD (Microbiology)
Belyaeva Veronika Olegovna, student
Vladislav Vladimirovich Stroitelev, Associate Professor, PhD (Biochemistry)

Tula State University, Russian Federation, Tula, e-mail: olgaponamoreva@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ СНЕКОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ

Потапова Валерия Александровна, канд. техн. наук

Калининградский казачий институт технологий и дизайна (ККИТД),
филиал ФГБОУ ВО Московский государственный университет технологий
и управления им К.Г. Разумовского (ПКУ),
Калининград, Россия, e-mail: Valerie.potapova@gmail.com

Рассмотрены перспективы использования регионального сырья в технологии сушеного рыба растительного продукта на основе вторичного рыбного сырья. Разработаны рецептуры снековой продукции с использованием фитокомпонентов. Проведена органолептическая оценка готового продукта; определена его пищевая ценность с учетом уровня функциональности

В настоящее время одной из основных причин заболеваемости, инвалидности и смертности трудоспособного населения в возрасте от 20 до 60 лет являются болезни цивилизации, что наносит существенный ущерб экономике страны. Одной из основных причин данных заболеваний является несбалансированное питание, включающее избыточное потребление жиров и простых углеводов, на фоне низкого количества белка, сложных углеводов, витаминов и минеральных веществ в рационе. Подобная диета в

первую очередь приводит к развитию ожирения, что впоследствии может привести к развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы, диабету, патологий желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Поэтому согласно распоряжению правительства РФ от 25 октября 2010 года № 1873-р «Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года», создание функциональных продуктов питания, обеспечивающих оптимизацию рациона населения является крайне важным.

Перспективным сырьем для производства обогащенных продуктов является использование вторичного рыбного сырья (позвоночных хребтов, голов, чешуи и т.д.). Известна технология производства сушеной снековой продукции на основе позвоночных хребтов сардинеллы и порошка топинамбура [1]. Возможным вариантом расширения ассортимента данной продукции является использование позвоночных хребтов сельди атлантической (*Clupea harengus*), которая является одним из промысловых объектов на территории Калининградской области.

В качестве критериев, по которым отбирались растительные добавки, выступали следующие факторы: доступность сырья, экономическая целесообразность, пищевая ценность. К региональному сырью, отвечающему данному критерию можно отнести свеклу красную столовую (*Beta vulgaris*), перец болгарский (*Capsicum annuum* var. *Hungarian*) и черноплодная рябина (*Aronia melanocarpa*).

В клубнях свеклы столовой содержатся пигменты беталаины (бетацианины и бетаксантины), обладающие антиоксидантными свойствами. Также в состав свеклы входит бетаин, принимающий участие в метилировании ДНК. Клинически доказано гепатопротекторное и онкопротекторное действие комплекса имеющихся БАВ свеклы. [2]

Перец болгарский является источником каротиноидов, лютеина, капсаицина, аскорбиновой кислоты, полифенолов (флавоноидов, кверцетина, лютеолина). Все вышеупомянутые соединения проявляют антиоксидантную активность в отношении некоторых видов рака, стимулируют иммунную систему, предотвращают сердечно-сосудистые заболевания и замедляют процессы старения [3].

Для черноплодной рябины характерно высокое содержание пищевых волокон (4г/100г). Кроме того, антиоксидантная активность агонии значительно выше, чем у клюквы, черники и брусники, что объясняется высоким содержанием антоцианов (1 г на сухое вещество) и фенольных соединений (20 мг/г в эквиваленте на галловую кислоту). Проантоцианидины, содержащиеся в черноплодной рябине, представляют большой интерес из-за высокой антиоксидантной способности и протекторных эффектов, влияющих на организм человека. Предполагается, что они снижают риск возникновения рака, сердечно-сосудистых заболеваний и тромбообразования [4].

Рецептура экспериментальных образцов снеков была смоделирована с использованием *Generic 2.0*. При моделировании рецептуры учитывался тот факт, что разрабатываемая продукция должна оказывать положительное влияние на функционирование ЖКТ и опорно-двигательного аппарата. В качестве критерия оптимизации выступала функция желательности со значением, соответствующим по шкале желательности оценке «отлично», которое она принимает при величине от 0,9 до 1,0. Для снеков с добавлением порошка свеклы столовой частные критерии желательности рассчитывались по содержанию макроэлементов: кальция, калия, натрия, магния, фосфора, далее на основании полученных данных был рассчитан обобщенный критерий желательности. На рисунке 1 представлена мультипликативная модель частных и обобщенной функции желательности минерального состава снеков на основе позвоночных хребтов сельди и порошка свеклы. Для снеков с добавлением порошка из черноплодной рябины (*Aronia melanocarpa*) был проведен анализ функции желательности по уровню количеству пи-

щевых волокон, для снеков с добавлением перца болгарского (*Capsicum annuum* var. Hungarian) - по содержанию аскорбиновой кислоты.

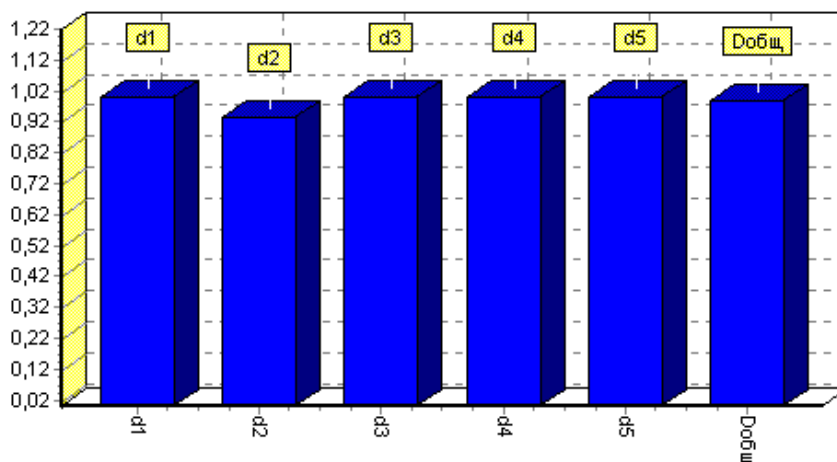


Рисунок 1 – Мультипликативная модель частных (d_i) и обобщенной ($D_{общ}$) функции желатильности минерального состава снеков, изготовленных на основе позвоночных хребтов сельди с добавлением порошка красной свеклы (*Beta vulgaris*): d_1 - частные функции желатильности по d_1 - натрию, d_2 - калию, d_3 – кальцию, d_4 - магнию, d_5 - фосфору [1]

Рецептуры снеков, обогащенных растительным сырьем представлены в таблице 1

Таблица 1

Рецептуры рыборастворимых снеков на основе позвоночных хребтов сельди атлантической (*Clupea harengus*), обогащенных региональным растительным сырьем кг на 100 кг

Наименование сырья	Вид растительной добавки		
	порошок свеклы	порошок черноплодной рябины	перец болгарский
Позвоночные хребты сельди термообработанные измельченные	80	95	75
Соль профилактическая «Валитек»	2	2	2
20%-й раствор альгината натрия	0,2	0,2	0,2
Свекла красная, сахарная столовая порошок	20	-	-
Черноплодная рябина, порошок	-	5	-
Перец болгарский сладкий свежий	-	-	25

Экспериментальные образцы снеков были произведены по технологической схеме, представленной в работе [1], которая включала следующие основные операции: прием сырья, дефростация позвоночных хребтов рыб, мойка, их термообработка, измельчение рыбного сырья, подготовка пищевого сырья (прием и взвешивание порошка из растительного сырья, подготовка пищевых добавок), составление фаршевой смеси по рецептуре и ее тонкое измельчение, формование пищевой композиции в виде пластов, ее обезвоживание в газопроницаемой пленке, нарезка на полоски высушенной массы, упаковывание, хранение и реализация готовых снеков.

Органолептическая оценка качества снеков проводилась по пятибалльной шкале с учетом коэффициентов весомости (таблица 2).

Таблица 2

Результаты органолептической оценки качества снеков, на основе позвоночных хребтов сельди атлантической (*Clupea harengus*) с добавками регионального растительного сырья, баллы

Наименование показателя	Коэффициент значимости показателя	Вид растительной добавки		
		порошок свеклы	порошок черноплодной рябины	перец болгарский
Внешний вид	0,20	0,8	0,6	0,8
Вкус	0,25	1	1,25	1
Цвет	0,10	0,5	0,3	0,3
Запах	0,15	0,75	0,75	0,75
Консистенция	0,30	1,2	1,2	1,2
Сумма баллов	-	4,25	4,1	4,05

Результаты органолептической оценки показали, что качество всех образцов снеков соответствует уровню «хорошо». Для более детальной органолептической оценки вкусовых характеристик разрабатываемой продукции были составлены профилограммы вкуса снеков (рисунок 2).

Для снеков, приготовленных с использованием порошка свеклы, было отмечено наличие характерного красного цвета, запах сбалансированный, во вкусе преобладают сладковатые растительные ноты.

Снеки с добавлением черноплодной рябины имели красноватый оттенок, вкус кисло-сладкий с приятным растительно-ягодным привкусом. Такое сочетание растительных вкусовых характеристик гармонично сочетается с рыбной вкусовой основой. Продукт имел специфичный аромат сушеного рыбного продукта, обогащенного растительными оттенками плодов черноплодной рябины.

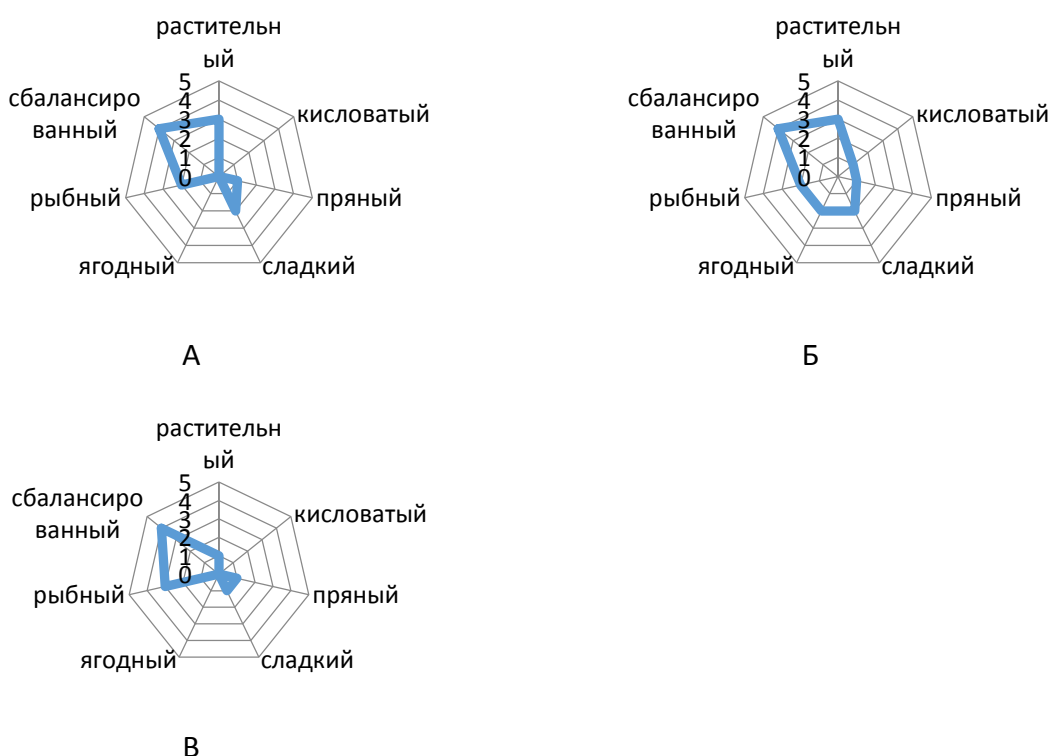


Рисунок 2 – Профилограммы вкуса рыбо-растительных снеков с растительными добавками: А - с порошком свеклы столовой; Б - с черной рябины; В – с перцем болгарским

У снеков с добавлением перца болгарского была отмечена неравномерность цвета из-за наличия красных вкраплений измельченного растительного сырья, вкус натуральный рыбный с незначительным сладковато-растительным привкусом, запах характерный для сушеной рыбной продукции.

Химический состав образцов разработанных снеков представлен в таблице 3.

Таблица 3

Химический состав рыбо-растительных снеков, г/100г [1]

Показатель	Содержание			Рекомендуемая суточная норма, г	% от рекомендуемой суточной потребности (на 100 г готовой продукции)		
	вид растительной добавки				вид растительной добавки		
	порошок свеклы	порошок черно-плодной рябины	перец болгарский		порошок свеклы	порошок черно-плодной рябины	перец болгарский
Белок, г	29,2	28,2	21,9	80	36,5	35,3	27,4
Углеводы, г	22,6	29,6	23,4	320	7,1	9,3	7,3
Липиды, г	12,6	13,1	13,9	80	15,8	16,4	17,4
Кальций, мг	510,0	1060,0	846,0	1200	42,5	88,3	70,5
Магний, мг	64,0	82,1	70,4	400	16,0	20,5	17,6
Фосфор, мг	890,0	480,0	463,0	800	111,3	60,0	57,9
Йод, мкг	32,0	63,3	41,2	150	21,3	42,2	27,5

Анализ данных таблицы 3 показал, что разработанные снеки, обогащенные региональным растительным сырьем, относятся к категории функциональных пищевых продуктов. Это обуславливается тем фактом, что уровень удовлетворения суточной потребности по некоторым пищевым ингредиентам превышает значение 15%. Так, снеки, обогащенные порошком свеклы столовой, обеспечивают удовлетворение суточную потребности в кальции на 42,5%, магнии - 16,0%, фосфоре -111,3% и йоде -21,3%. Для снеков с использованием порошка черноплодной рябины аналогичные показатели составляют 88,3%, 20,5%, 60,0%, 42,2% соответственно, для снеков с перцем болгарским – 70,5%, 17,6%, 57,9%, 27,5% соответственно.

Таким образом, употребление 100г разработанных снеков обеспечивает удовлетворение потребностей организма в кальции, фосфоре, магнии, йоде на функциональном уровне, что обусловлено химическим составом позвоночных хребтов сельди атлантической.

Разработанная технология позволяет эффективно использовать вторичное рыбное сырье, позволяя получать функциональную продукцию, обогащенную фитоконпонентами из регионального сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потапова, В.А. Разработка технологии функциональных рыбо-растительных снеков с использованием биопотенциала вторичного рыбного сырья и топинамбура (*Helianthus tuberosus*): дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04 / Потапова Валерия Александровна. - Калининград, 2017. - 169 с.

2. Escribano, J. Characterization of the Antiradical Activity of Betalains From Beta vulgaris L. Roots / J. Escribano and et al. // Phytochemical analysis. - Vol. 9. - Is. 3. - 1998.- P. 124–127.

3. Oszmianski, J., Wojdylo, A. Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity / J. Oszmianski, A. Wojdylo // Eur Food Res Technol. - 2005. - №221.- P. 809–813.

4. Chuah, A. M. Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers / A. M. Chuah and et al. // Food Chemistry. - 2008. - № 111. - P. 20–28.

THE PROSPECTS OF THE USING OF REGIONAL VEGETATIVE MATERIAL IN THE SNACKS TECHNOLOGY FROM THE SECONDARY FISH RAW MATERIALS

Potapova Valeriia Aleksandrovna, Ph.D.

Kaliningrad Cossack institute of technology and design branch of Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)", Kaliningrad, Russia, e-mail: valerie.potapova@gmail.com

The prospects of using regional raw materials in the technology of dried fish product based on secondary fish raw materials were considered. Formulations of snack products using phytocomponents have been developed. An organoleptic evaluation of the finished product was conducted. The snacks nutritional value was determined taking into account the level of functionality.

УДК 547.318:541.64

ХИТОЗАН КАК ИНГИБИТОР СВИНОЙ ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ ЛИПАЗЫ

Савина Анастасия Анатольевна, аспирант
Абрамова Ольга Вячеславовна, магистр
Зайцев Сергей Юрьевич, профессор, д-р. биол. наук, д-р хим. наук

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина», Москва, Россия,
e-mail: KiraBlackFire@mail.ru

Была показана зависимость активности панкреатической свиной липазы (ПСЛ) от концентрации хитозана (Хит) при гидролизе триацетина без эмульгаторов, выявлено ингибирующее действие хитозана на фермент. Была исследована зависимость биокаталитической активности комплексов хитозана с липазой (ПСЛ-Хит) по отношению к свободной липазе в ряде физиологических рН, наивысшая активность наблюдалась при рН 8

Введение

Морские организмы - богатый источник новых природных соединений, которые можно использовать в промышленности и медицине. Это как небольшие молекулы, например терпеноиды, полиэферы, поликетиды, липопротеины и небольшие антимикробные пептиды, так и макромолекулы - белки, гликопротеины и полисахариды. [1] Одним из таких соединений является хитозан. Хитозан - самый распространенный мор-

ской мукополисахарид, является природным катионным полиаминосахаридом. Его получают деацетилированием хитина щелочным, кислотным или ферментативным гидролизом. Он может применяться как в чистом виде, так и в форме шариков, гидрогелей, нановолокон и наночастиц. [1,2]

Хитин – основной компонент экзо скелета ракообразных, поэтому морские источники хитина для промышленного производства хитозана - это отходы переработки моллюсков и морских ракообразных, особенно крабов, омаров, креветок, криля, устриц и кальмаров. Также его источником являются некоторые грибы и насекомые. [2,3]

В настоящее время хитин и хитозан можно рассматривать в качестве потенциальных морских нутрицевтиков, так как они обладают многими полезными биофункциональными свойствами, такими как нетоксичность, биосовместимость, биоразлагаемость, слабая иммуногенность, несмотря на то, что они не присутствуют в тканях человека естественным образом. Также было обнаружено, что хитозан обладает антиоксидантным, антимикробным, противовоспалительным, иммуномодулирующим и гипохолестеринемическим действием. Стоит обратить внимание на его биомедицинское применение – использование хитозана в качестве носителя лекарственных средств, компонента противоопухолевых препаратов и агента для заживления ран. [2, 4]

Благодаря этим характеристикам значительное внимание было уделено промышленному применению хитина и его производных в пищевой, фармацевтической, сельскохозяйственной, косметической и промышленной экологии. Можно обнаружить более 200 вариантов коммерческого применения этих соединений. [2, 5]

Хитин и хитозан используют для очистки воды, а именно для удаления ионов ртути, высокоактивных красителей и тяжелых металлов. В сельском хозяйстве их применяют в качестве защитного антимикробного и противогрибкового средства, а также в качестве стимуляторов и регуляторов роста растений для некоторых сельскохозяйственных культур. В пищевой промышленности они находят применение в изготовлении биоразлагаемой упаковки, также используются в качестве антиоксидантов, антимикробных средств и коагулянтов. В фармацевтической промышленности хитозан и его производные используются в качестве лекарственных добавок, в изготовлении носителей для лекарственных веществ, в промышленном процессе формообразования лекарственных препаратов. Интересно их применение в качестве препарата для борьбы с галитозом. В биомедицине они используются для иммобилизации ферментов для создания гибридных материалов, таких как ранозаживляющие покрытия и бактерицидные пластыри, так же хитозан используют как подложку для иммобилизации стволовых клеток. В настоящее время хитозан может быть обнаружен среди добавок, которые используют при лечении ожирения, гиперхолестеринемии и гипертонии, для снижения уровня сывороточных липидов. [1, 4, 5]

Сейчас из-за малоподвижного образа жизни и неправильного питания увеличилась распространённость ожирения. Ожирение обычно ассоциируется с дислипидемией, которая включает гипертриглицеридемию и гиперхолестеринемию. Кроме того, ожирение увеличивает риск других расстройств, таких как сердечно-сосудистых заболеваний и сахарный диабет. Данные, полученные при исследованиях животных и человека показывают, что хитозан эффективен в снижении веса тела и липидов плазмы крови. Хитозан и его производные могут применяться в фармакотерапии ожирения и дислипидемии. Было показано, что хитозан оказывает благотворное влияние на несколько метаболических параметров, включая липиды, резистентность к инсулину и маркеры, связанные с ожирением, тем самым подтверждая его роль в лечении метаболических нарушений, включая ожирение. [6, 7]

В рандомизированном, двойном слепом и плацебо-контролируемом клиническом исследовании пероральное введение хитозана уменьшало общий уровень холесте-

рина в сыворотке, особенно у пожилых женщин. При этом снижение общего холестерина и холестерина ЛПНП было умеренным через 8 недель. [2, 8] Во время исследования влияния хитозана на метаболизм липидов у гиперлипидемических крыс было выявлено, что хитозан снизил общий уровень холестерина и уровень ЛПНП в плазме крови. Также он снизил общий уровень холестерина и суммарных триглицеридов в печени, и увеличил экскрецию желчных кислот фекалий, но не изменил уровни триглицеридов и холестерина ЛПВП в плазме. [2,9]

Механизмы, с помощью которых хитозан может давать эффект потери веса:

Хитозан имеет свойство набухать, что дает ощущение сытости в желудке. [1,4]

Катионный хитозан может связываться с жирными кислотами и желчными кислотами, мешая эмульсификации нейтральных липидов, таких как холестерин и другие стеролы, тем самым уменьшая абсорбцию жиров и холестерина в кишечнике. Есть предположение, что в пищеварительной системе, хитозан действует путем образования геля в кишечном тракте, который захватывает холестерин и липиды. Частицы хитозана образуют агрегаты с холестерином и жирными кислотами в двенадцатиперстной кишке, что приводит к ингибированию адсорбции жиров и холестерина из желудочно-кишечного тракта. [1,2,4,7,8]

Есть ряд исследований, в которых было выявлена способность некоторых полисахаридов - уменьшать поглощение жира в кишечнике путем ингибирования активности липазы поджелудочной железы. [1,4,7]

Липаза поджелудочной железы - ключевой фермент в переработке и поглощении триацилглицеролов в процессе питания. Она гидролизует молекулу триацилглицерола до 2-моноацилглицерола и жирных кислот. Типичными субстратами для этого фермента являются длинноцепочечные триацилглицеролы, которые отделены от водной среды границей раздела фаз. Таким образом, при катализе липаза должна адсорбироваться на поверхности липидного субстрата (на границе масло-вода), а характер поверхности субстрата является важным фактором активности липазы. [10]

Полисахариды, которые ингибируют липазу, являются биополимерами с многочисленными положительными зарядами. Они не сильно связываются с липазой поджелудочной железы, но могут связываться с частицами эмульсии триацилглицеролов, тем самым замедляя адсорбцию липазы к ним, и, следовательно, замедляя гидролиз триацилглицеролов как *in vivo*, так и *in vitro*. Стоит отметить, что связывание полисахаридов с частицами эмульсии зависит во многом от вида эмульгатора. Упомянутые полисахариды, в число которых входит хитозан, являются сильными ингибиторами желудочно-кишечных липазных реакций, что обуславливает ингибирование переваривания липидов и таким образом, предотвращает ожирение. [10]

Кроме того, существуют и поликатионы белковой природы, которые в литературе были описаны как ингибиторы панкреатической липазы. Ранее нами было показано, что эффект ингибирования зависит от концентрации биополимера, так для полилизина была получена колоколообразная кривая, где ряд концентраций приводили к активации фермента [11]. Поэтому данное исследование мы решили посвятить изучению характера ингибирования липазы в зависимости от концентрации хитозана.

Материалы и методы

Липаза из поджелудочной железы свиньи (ПСЛ, Sigma; ММ 50000); хитозан (Sigma; ММ 50000); субстрат: триацетин (Sigma; 99+%; $C_9H_{14}O_6$, ММ 218,21 г/моль, чистота не менее чем 99%); титрант: NaOH 0,01 н.

Рабочий раствор субстрата готовили непосредственно перед проведением опыта, чтобы исключить спонтанный гидролиз. Во избежание ингибирования фермента, рабочий раствор содержит ионы Na^+ , способствующие стабилизации фермента, и ионы

Ca²⁺, выступающие в роли акцепторов свободных жирных кислот, накопление которых обычно снижает активность фермента. Поэтому, для приготовления 0,05М раствора субстрата триацетина, к 50 мл 0,05 М раствора солей NaCl и CaCl₂ добавляли 545 мкл триацетина, перемешивали 5-10 минут при комнатной температуре. pH получаемого раствора ~ 6,1.

ПСЛ (26,5 мг) растворяли в 5 мл аналогичного раствора солей, перемешивали раствор на магнитной мешалке 30 минут. По окончании фильтровали раствор с использованием среднепористого бумажного фильтра, получая прозрачный и бесцветный раствор липазы. Хитозан растворяли в 0,1 % уксусной кислоте.

Для исследования каталитической активности был использован метод потенциометрического титрования с помощью автоматического титратора РНМ-290 pH-stat-controller ("Radiometer", Копенгаген). Измерение активности проводили при постоянном перемешивании на магнитной мешалке титратора. Стандартные условия эксперимента: pH 7, 40°C. Для поддержания постоянной температуры использовалась термостатирующая кювета (Рис.1). Результаты титрования были рассчитаны и обработаны в программе StatTalk.

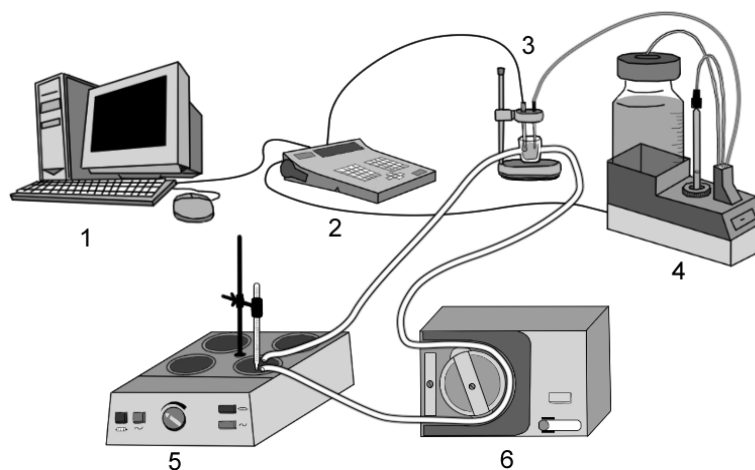


Рисунок 1. Схема рабочей установки. 1 – персональный компьютер, 2 – контроллер, 3 – магнитная мешалка с электродом, 4 – бюретка с резервуаром, 5 – водяная баня, 6 – перистальтический насос.

Иммобилизация липаз на хитозан производилась методом физической адсорбции. (Рис.2) Полученные комплексы инкубировали в течение получаса при 25°C, в дальнейшем все образцы хранились в холодильнике.

Результаты и обсуждения

Для изучения влияния концентраций хитозана на каталитическую активность ПСЛ к раствору фермента добавляли разное количество раствора хитозана (10 мг/мл) до достижения следующих молярных соотношений ПСЛ:Хит - 100:1, 50:1, 25:1, 10:1, 5:1, 2:1 и 1:1. Наличие на поверхности носителя функциональных аминогрупп обеспечивает положительный заряд молекулы в кислой среде за счет их протонирования, поэтому предположительный характер взаимодействия между биомолекулами – формирование полиэлектролитных комплексов (Рис.2).

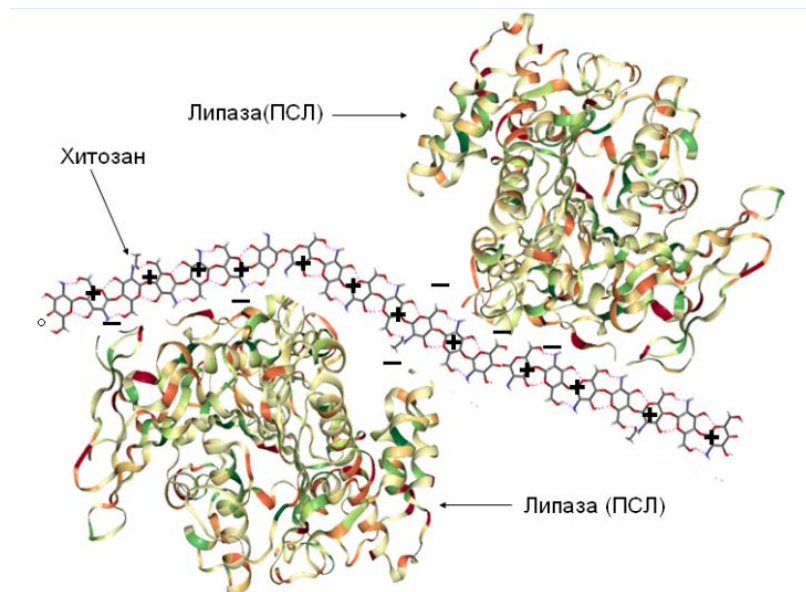


Рис.2 Сорбция ПСЛ на хитозане за счет полиэлектролитных взаимодействий.

На рис.3 показана зависимость каталитической активности ПСЛ от концентрации хитозана. Относительная каталитическая активность комплексов ПСЛ-Хит была рассчитана относительно активности свободной ПСЛ, принятой за 100%.

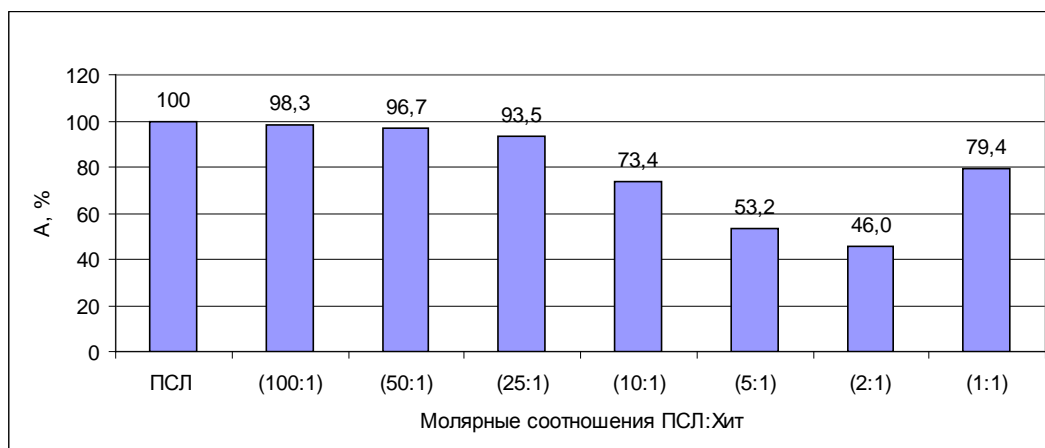


Рис. 3 Зависимость каталитической активности ПСЛ от концентрации хитозана.

Практически для всех соотношений прослеживается динамика снижения ферментативной активности с увеличением концентрации хитозана.

Известно, что изменения экспериментально наблюдаемых активностей иммобилизованного фермента по сравнению с гомогенным препаратом при заданной рН раствора определяются зарядом матрицы. Поэтому было предположено, что электростатические взаимодействия между кватернизованными аминогруппами поликатиона хитозана и белковой глобулой липазы могут привести к смещению оптимальных значений рН. Поэтому исследование каталитической активности наиболее стабильного в работе образца (50:1) было проведено в ряде физиологических рН (Рис.4).

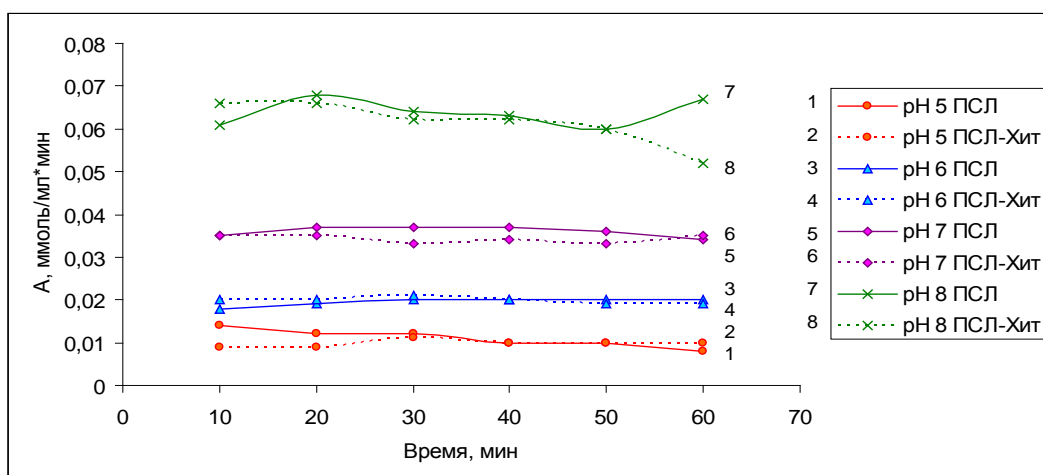


Рис.4 Зависимость каталитической активности ПСЛ и ПСЛ-Хит от рН.

Видно, что некоторые незначительные отличия в работе ПСЛ-Хит наблюдаются при рН 7 и 8, однако закономерность повышения активности с ростом рН остается актуальной как для ПСЛ, так и для ПСЛ-Хит. Стоит отметить, что при рН 8 комплекс ПСЛ-Хит становится менее стабильным, при рН 9 хитозан выпадает в осадок, кроме того при использовании метода потенциометрического титрования с NaOH в качестве титранта при рН 9 наблюдается повышенный спонтанный гидролиз и происходит омыление триацетина.

Таким образом, было доказано, что хитозан ингибирует панкреатическую свиновую липазу во всех молярных соотношениях, вплоть до соотношения 1:1. рН среды в значениях от 5 до 8 незначительно влияет на активность липазы в комплексе с хитозаном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ruocco N., Costantini S., Guariniello S., Costantini M. Polysaccharides from the Marine Environment with Pharmacological, Cosmeceutical and Nutraceutical Potential. *Molecules* 2016, 21(5).
2. Je J.Y., Kim S.K. Chitosan as Potential Marine Nutraceutical. *Adv Food Nutr Res.* 2012. 65.
3. Vidanarachchi J.K., Kurukulasuriya M.S., MalshaniSamaraweera A., Silva K.F. Applications of marine nutraceuticals in dairy products. *Adv Food Nutr Res.* 2012. 65.
4. Ríos-Hoyo A., Gutiérrez-Salmeán G. New Dietary Supplements for Obesity: What We Currently Know. *Curr Obes Rep.* 2016. 5.
5. Trung T. Nguyen, Andrew R. Barber, Kendall Corbin and Wei Zhang Nguyen et al. Lobster processing by-products as valuable bioresource of marine functional ingredients, nutraceuticals, and pharmaceuticals. *Bioresour. Bioprocess.* (2017).
6. Angelo Maria Patti, NikiKatsiki, Dragana Nikolic, Khalid Al-Rasadi and Manfredi Rizzo. Nutraceuticals in Lipid-Lowering Treatment: A Narrative Review on the Role of Chitosan. *Angiology.* 2015. 66(5).
7. Muanprasat C., Chatsudthipong V. Chitosan oligosaccharide: Biological activities and potential therapeutic applications, *Pharmacology and Therapeutics.* 2016
8. Bokura H., Kobayashi S. Chitosan decreases total cholesterol in women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2003. 57.

9. Guangfei Xu, Xiaodong Huang, Lianglin Qiu, Jinbiao Wu and Yinqing Hu. Mechanism study of chitosan on lipid metabolism in hyperlipidemic rats. Asia Pac J Clin Nutr 2007.16

10. Tsujita T., Takaichi H., Takaku T., Sawai T., Yoshida N., Hiraki J. Inhibition of lipase activities by basic polysaccharide. J Lipid Res. 2007. 48(2).

11. Савина А.А., Соловьева Д.О., Зайцев С.Ю. Формирование и свойства полиэлектролитных комплексов полилизина с панкреатической свиной липазой. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. №2. С 67-71.

12. Еремеев Н.Л., Зайцев С.Ю. Особенности кинетического поведения иммобилизованных ферментов. Учебно-методическое пособие. – МГАВМиБ имени К.И. Скрябина Москва, 2007. – 44 с.

CHITOSAN AS AN INHIBITOR OF PORCINE PANCREATIC LIPASE

Savina Anastasia Anatolevna, post-graduate student
Abramova Olga Vyacheslavovna, Master
Zaitsev Sergey Yurevich., Doctor of Biological Sciences,
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin"

The dependence of the activity of pancreatic porcine lipase (LPP) on chitosan concentration (Chit) was investigated. Hydrolysis of triacetin was carried out without emulsifiers. The inhibitory effect of chitosan on the enzyme was revealed. The dependence of biocatalytic activity of chitosan complexes with lipase (LPP-Chit) versus free lipase in a number of physiological pH was studied. The highest activity was observed at pH 8. Key words: chitosan, lipase, hydrolytic activity, triacetin.

УДК 664.951.3

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ ГОЛОВ КОПЧЕНОЙ КИЛЬКИ В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННЫХ КРЕКЕРОВ

Сумина Елена Борисовна, магистрант
Мезенова Ольга Яковлевна, профессор, д-р тех. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: elenasumina.95@mail.ru, mezenova@klgtu.ru

Рассмотрен биопотенциал голов кильки балтийской горячего копчения для использования в технологии гидролизатов и пищевых добавок на их основе, вводимых в рецептуру крекеров. Разработана технология белково-липидной пищевой добавки из голов копченой кильки, основанная на гидротермолизе вторичного сырья производства шпрот, и исследован ее химический состав. Изготовлены на основе шпротного гидролизата обогащенные крекеры «Хрустики», исследованы их органолептические свойства и химический состав. Разработаны рекомендации по применению

Биотехнология рыбных продуктов в настоящее время охватывает широкую сферу научных изысканий и, в первую очередь, исследования в области вторичного рыбного сырья, обладающего высоким биопотенциалом по белковому и липидному потенциалу.

В Калининградской области остро стоит вопрос о переработке отходов от производства консервов «Шпроты в масле», которые вырабатываются из кильки (или салаки) горячего копчения, обезглавливаемой после операции «копчение». На предприятиях региона – рыбоконсервном комплексе ООО «РосКон», СПК «Рыболовецкий Колхоз За Родину» - основных производителей консервов «Шпроты в масле» - за сутки накапливается от 700 кг до 1,5 тонн копченых голов кильки. Эти отходы не подлежат переработке на рыбную муку, гидролизаты и другую кормовую продукцию, поскольку они содержат копильные компоненты, которые противопоказаны в питании животных и птицы. Копченые рыбные ткани нельзя использовать на удобрения, производство технической продукции, утилизировать сжиганием или другим способом [1].

В головах шпрот (кильки горячего копчения) содержится большое количество полезных биологически активных веществ: рыбные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты; ценные жиры, включающие полиненасыщенные жирные кислоты классов омега 3 и омега 6; витамины группы В, микроэлементы, нуклеиновые кислоты, водорастворимые азотистые соединения и др. Биопотенциал данного сырья оценивали также по наличию копильных компонентов (фенольных, карбонильных, кислотных и др.), выполняющих роль консервантов, антиоксидантов и вкусоароматических агентов.

Данные биопотенциал рационально использовать для производства новой пищевой добавки, в которой привнесение рыбных белков и липидов в сочетании с ароматами копчения обогащало бы вкусоароматические свойства, энергетическую и биологическую ценность. Такими продуктами видятся популярные кондитерские изделия - крекеры. Крекеры - сухое, пористое, хрупкое печенье, богатое углеводами. Допускается до 10% содержание жировой фракции, но, как правило, липидов в крекерах не достаточно, либо они представлены жировыми композициями на основе пальмового масла, а именно они обеспечивают хрустящую консистенцию и хрупкость крекеров. Крекеры предназначены для быстрого восполнения энергетических потерь и получения приятных органолептических ощущений при употреблении [2]. Вкусо-ароматические свойства крекеров хорошо сочетаются с оттенками «закусочных» продуктов – соленый, копченый, острый и др. Поэтому решено было обогащать крекеры традиционной рецептуры белково-жировыми добавками, получаемыми на основе шпротного гидролизата, характеризующимися ценным химическим составом. При этом рыбный компонент придает продукту новые органолептические свойства.

Целью работы является совершенствование технологии получения липидно-протеиновых гидролизатов из копченых голов кильки - отходов от производства шпрот и обоснование их использования для производства крекеров.

Для достижения поставленной цели исследовали биопотенциал голов кильки балтийской горячего и обосновывали получение из них пищевой добавки на основе процесса гидротермолиза, исследовали органолептические свойства и химический состав полученной белково-липидной добавки, названной «Шпротный гидролизат», изучали возможность ее внесения в состав рецептур традиционных крекеров.

В Центре передовых технологий белка кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» проводили исследования по химическому составу из голов копченой кильки двух перерабатывающих предприятий: Рыболовецкий колхоз «За Родину» и «РосКон».

Таблица 1

Химический состав голов копченой кильки

Дата взятия проб, предприятие	Наименование отходов	Содержание, г на 100 г отходов					Содержание, г на 100 г сухих веществ			
		Влага	Жир	Белок	Зола	Сухие вещества	Сухие вещества	Жир	Белок	Зола
21.09.2017 от Рыболовецкого колхоза «За Родину»	Головы кильки горячего копчения	55,6	20,3	18,3	5,78, в т.ч. соленость 1.82	44,4	100	45,8	41,2	13,0, плюс соль 4,10
2.12.2017 От «Роскон»	Головы (отходы) кильки горячего копчения	61,1	15,8	18,1	5,07	38,9	100	40,6	46,5	13,02

Из данных табл.1 и 2 видно, что головы копченой кильки богаты ценными для организма человека белками и жирами, которые можно использовать для получения на их основе рыбной белково-жировой добавки обогащающего назначения.

Таблица 2

Показатели пищевой ценности кильки, г на 100 г [3, 4]

Наименование показателей	Содержание, г на 100 г сырья
Вода	67,3
Белок (содержание общего азота)	21,3
Жир (общ. содержание липидов)	8,5
Зола общая,	2,9
в т.ч. NaCl	1,9

На кафедре пищевой биотехнологии КГТУ из копченых голов кильки методом гидротермолиза была получена жидкая и сухая форма пищевой добавки («Шпротный гидролизат»). Жидкая форма представляет собой густую коричневую жидкость со специфическим «шпротным» запахом, не требующая дополнительной обработки перед употреблением. Сухая форма добавки, получаемая методом сублимационной сушки жидкой формы, представлена густой вязкой массой кремового цвета, со специфическим запахом и вкусом, без порочащих органолептических признаков.

В табл. 3 приведены характеристики пищевой добавки «Шпротный гидролизат»

Таблица 3

Химический состав жидкой пищевой добавки «Шпротный гидролизат»

Наименование показателя	Содержание, %
	«Шпротный гидролизат»
Вода	81,4
Сухие вещества, в том числе:	19,6
- белок	3,0
- жир	16,6

Из данных табл. 3 видно, полученная жидкая добавка, прежде всего, богата жиром, ее можно использовать, как водную белково – липидную композицию для обогащения крекеров, вместо воды, входящей в традиционную рецептуру крекеров [2]. Водорастворимые компоненты добавки потенциально придадут им новых свойств.

При обосновании технологии крекеров за основу был взят традиционный способ, включающий следующие операции: приём и подготовка сырья; мойка, очистка от посторонних включений; термогидролиз ($\tau=3$ ч, $T=100^{\circ}\text{C}$; фильтрация. Твердая фаза, получаемая после фильтрации, направлялась на дегидратацию и тонкое измельчение; 2) белково - жировая фракция (жидкая фаза) направлялась в состав рецептур крекеров. В качестве сырья были использовано сырье рыбоконсервного комплекса ООО «РосКон».

Пищевая добавка предназначена для восполнения дефицита белка и представляет собой термически обработанные копченые головы кильки. Головы копченой кильки обладают ценным для питания биопотенциалом, поскольку богаты целым комплексом физиологически эффективных биологически активных веществ. Органолептическая оценка качества пищевой добавки представлена в таблице 4.

Таблица 4

Органолептическая оценка пищевой добавки «Шпротный гидролизат»

Эксперт	Внешний вид	Цвет	Аромат	Вкус	Консистенция	Сумма
1	5	5	5	4	5	23
2	5	5	5	4	5	23
3	5	5	5	4	5	24
Сумма баллов	15	15	15	12	15	70
Средний балл	5	5	5	4	5	23,2
Коэффициент значимости	0,4	0,3	0,5	0,5	0,3	2
Суммарная оценка с учетом коэффициента значимости, баллы	2	1,5	2,5	2,4	1,5	9,9

Из табл. 4 видно, что органолептическая оценка с учетом коэффициентов значимости «Шпротного гидролизата» достаточно высокая – 9,9 баллов. Это позволяет рекомендовать ее использование в составе оригинальных печений - крекеров.

В экспериментах было изготовлено 3 партии образцов крекеров:

- образец № 1 – контрольный образец, без внесения пищевой добавки;
- образец № 2 - крекеры с добавкой «Шпротный гидролизат» (жидкая форма);
- образец № 3 - крекеры с добавкой «Шпротный гидролизат» (сухая форма).

Результаты органолептической оценки крекеров приведены в табл. 5.

Органолептическая оценка экспериментальных образцов крекеров

Наименование показателя	Характеристика		
	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Вкус и запах	Выраженный, свойственный вкусу и аромату, сформированному в процессе выпечки, без постороннего привкуса и запаха	Выраженный, свойственный вкусу и аромату, сформированному в процессе выпечки, с оттенком копчености, приятный, без постороннего привкуса и запаха	Выраженный, свойственный вкусу и аромату, сформированному в процессе выпечки, с оттенком копчености, без постороннего привкуса и запаха
Форма	Соответствующая данному виду изделия, в виде рыбы, без вмятин, трещин, повреждений углов и краев	Соответствующая данному виду изделия, в виде рыбы, без вмятин, трещин, повреждений углов и краев	Соответствующая данному виду изделия, в виде рыбы, без вмятин, трещин, повреждений углов и краев
Поверхность	Гладкая, с наличием сквозных проколов, с незначительным наличием вздутий	Гладкая, с наличием сквозных проколов, с незначительным наличием вздутий	Гладкая, с наличием сквозных проколов, с незначительным наличием вздутий
Цвет	Равномерный, светло-соломенный, более темная окраска вздутий и краев.	Равномерный, соломенный, более темная окраска вздутий и краев.	Равномерный, соломенный, более темная окраска вздутий и краев.
Вид на изломе	Пропеченное изделие без следов непромеса, без рыбных компонентов.	Пропеченное изделие без следов непромеса с незначительным наличием рыбных компонентов.	Пропеченное изделие без следов непромеса с незначительным наличием рыбных компонентов.

Как видно из табл. 5, образец № 1 обладает выраженным вкусом и ароматом сформированными в процессе выпечки, без постороннего привкуса и запаха. Образцы крекеров, обогащенных добавкой (№ 2 и № 3), обладают приятными привкусами копченой рыбы и соответствующими ароматическими характеристиками, имеют однородный соломенный цвет, на вздутиях и краях окраска более темная. У всех образцов наблюдается однородная консистенция. Поверхность у всех образцов одинаковая, гладкая, с проколами и незначительными вздутиями. На изломе у образцов № 2 и № 3 наблюдаются незначительные включения рыбных компонентов.

На следующем этапе исследований изучали влияние пищевой добавки «Шпротный гидролизат» на формирование основных составляющих органолептических показателей крекеров, отраженных с помощью профилограмм вкуса и запаха готовой продукции. Результаты полученных данных представлены на рисунках 1 – 6. При разработке структуры профилограмм пользовались стандартными подходами, принятыми в пищевой промышленности [5, 6].

Профилограмма вкуса образцов крекеров показана на рисунках 1-3.

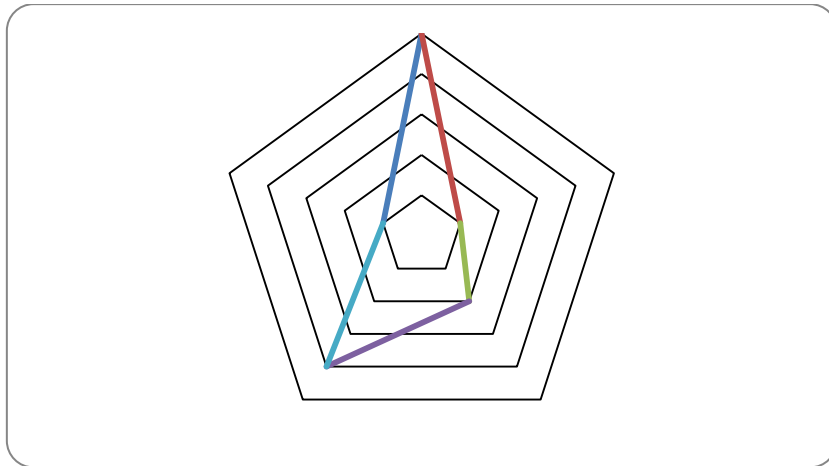


Рис. 1. Профилограмма вкуса крекеров без добавления пищевой добавки (контроль)

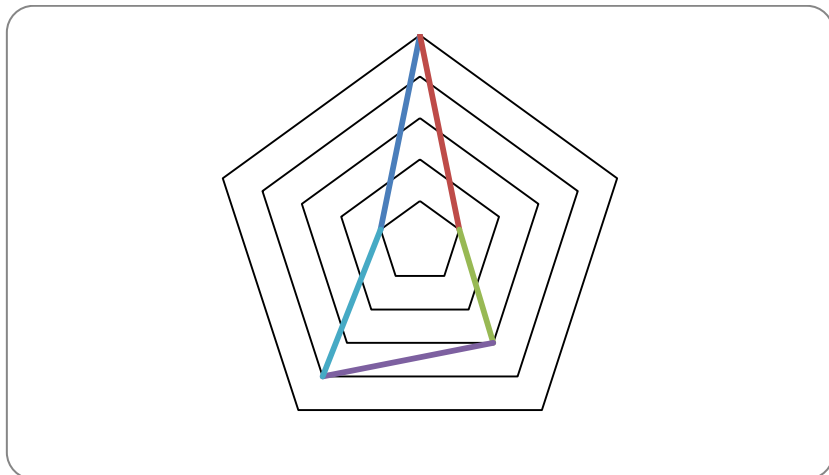


Рис. 2. Профилограмма вкуса крекеров с добавлением пищевой добавки «Шпротный гидролизат» (жидкая форма)

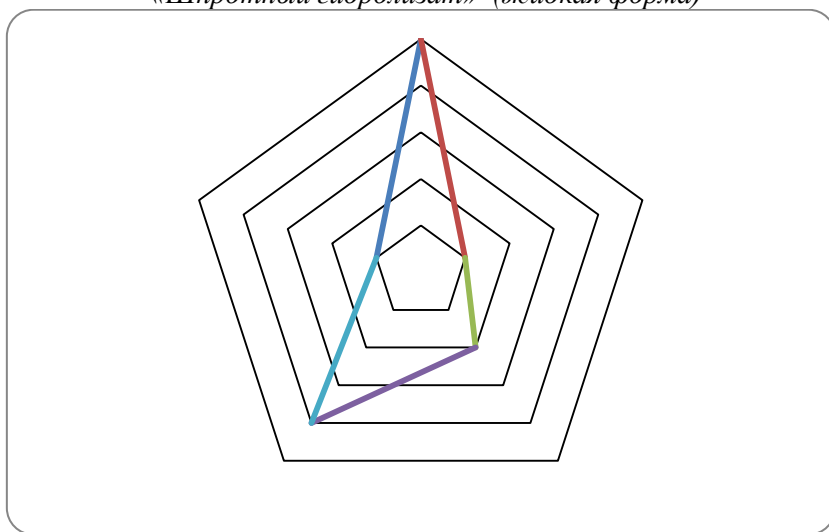


Рис. 3. Крекеры с добавлением пищевой добавки «Шпротный гидролизат» (сухая форма)

Из приведенных на рис. 1-3 профилограмм видно, что пищевая добавка «Шпротный гидролизат» влияет на изменение органолептических свойств вкуса, отражая улучшение вкусовых качеств продукта. Образцы № 2 и 3 незначительно отличаются своими показателями, поэтому можно рекомендовать использование обеих форм пищевой добавки в технологии крекеров. Если производства пищевой добавки и крекеров расположены рядом, то можно не обезвоживать растворы шпротных гидролизатов, не использовать дорогостоящую лиофильную сушку, что значительно уменьшит себестоимость готовой продукции. В случае транспортировки добавки необходимо ее консервирование сушкой, что увеличивает ее хранимоспособность, уменьшает объем.

Профилограммы запаха образцов крекера представлены на рисунках 4-6.

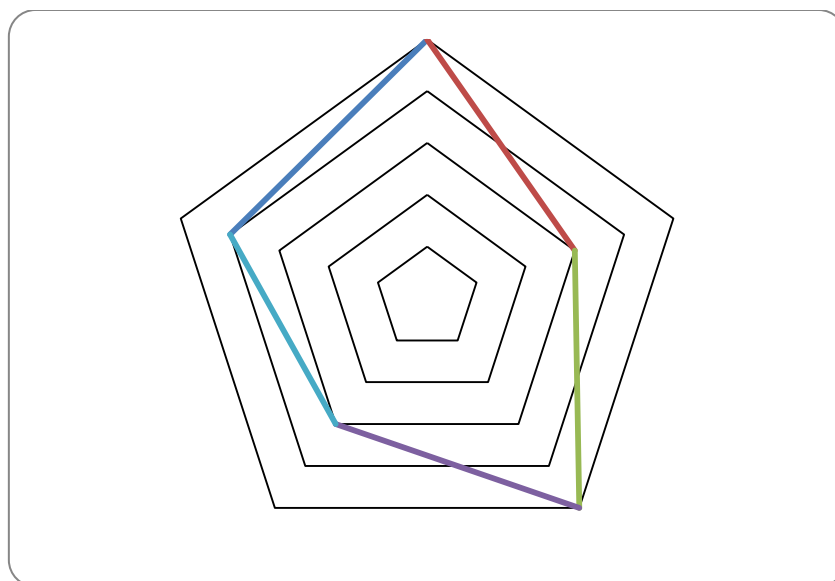


Рис. 4. Профилограмма запаха крекеров без добавления пищевой добавки (контроль)

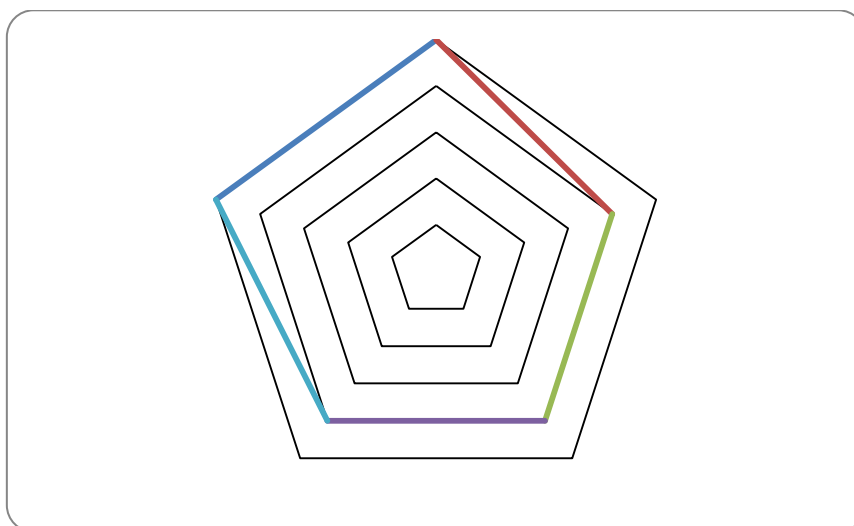


Рис. 5. Профилограмма запаха крекеров с добавлением пищевой добавки «Шпротный гидролизат» (жидкая форма)

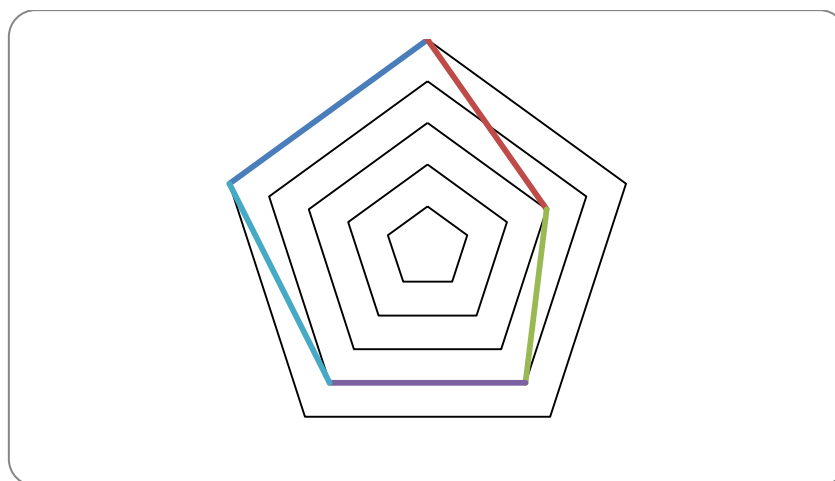


Рис. 6. Профилограмма запаха крекеров с добавлением пищевой добавки «Шпротный гидролизат» (сухая форма)

Внесение пищевой добавки «Шпротный гидролизат» придает продукту приятный аромат копчености, сбалансированный с основными запахами крекеров, тем самым улучшает органолептические показатели обогащенной продукции.

На следующем этапе работы были исследованы показатели пищевой ценности обогащенных крекеров, названных «Хрустики», приготовленных с добавлением и без добавления белково – липидной добавки «Шпротный гидролизат». Результаты представлены в табл. 6 и 7.

Таблица 6

Показатели пищевой ценности крекеров (контроль), г на 100 г

Наименование показателей	Содержание, г на 100 г сырья
Вода	7,4
Белок	9,6
Жир	13
Углеводы	70

Таблица 7

Показатели пищевой ценности крекеров «Хрустики» с пищевой добавкой, г на 100 г

Наименование показателей	Содержание, г на 100 г сырья
Вода	6,8
Белок	10,2
Жир	15
Углеводы	68

Из табл. 7 видно, белково – липидная добавка «Шпротный гидролизат» вносит изменения в пищевую ценность крекеров, обогащая их белком и жиром, которые по определению в данной продукции содержится в небольших количествах.

Проведенные исследования показали, что пищевая добавка из голов копченой кильки представляет собой концентрат натурального килечного жира и рыбного водорастворимого белка. Она может быть использована в жидкой и сухой (сублимированной) формах, в качестве обогащающего компонента в кондитерские изделия, в частности, в рецептуре крекеров. Получена органолептическая оценка качества крекеров, обо-

гащенных белково – липидной добавкой «Шпротный гидролизат», показан повышающий эффект качества такого внесения. Обогащенные образцы крекеров, независимо от формы добавки, имеют приятные, насыщенные, сбалансированные с ароматами копченой рыбы вкус и запах, при этом не установлено каких-либо отличий в качестве между ними. Полученные данные позволяют рекомендовать использовать пищевую добавку в составе крекеров без предварительного обезвоживания, в данном случае можно не использовать дорогостоящую лиофильную сушку, а сухую форму изготавливать при необходимости продолжительного хранения. Привнесение в белково – липидной добавке рыбных белков и липидов, насыщенных коптильными компонентами, в состав традиционных кондитерских изделий позволяет не только обогатить органолептические показатели готовой продукции ароматами копчения, но и обогатить химический состав крекеров натуральными белками и липидами животного происхождения, повысить их энергетическую и биологическую ценность, стабилизировать качество продукции при хранении за счет консервирующего эффекта коптильных компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учебник/ под ред. О. Я. Мезеновой.- СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 416 с.
2. Галанов В. С. Кондитерские изделия. – М.: Вече, 2003. - 416 с.
3. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник /пер. с англ. под общ. ред. д-ра мед. наук А. К. Батурина.- СПб.: Профессия, 2006. -416 с.
4. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1:Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов/под ред. Проф., д-ра тех. наук М. Н. Волгарева – 2 – е изд., перераб. И доп.- М.: ВО «Агропромиздат», 1987. 224 с.
5. Органолептическая оценка рыбной продукции: Справочник.- М.: Агропромиздат, 1985. 216 с.
- 6.Технология продуктов из гидробионтов/под ред. Т.М. Сафроновой и В. И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001.- 496 с.

STUDIES ON THE PREPARATION AND USE OF HYDROLYSATES FROM THE HEADS OF SMOKED SPRATS IN THE TECHNOLOGY OF FORTIFIED CRACKERS

Sumina Elena Borisovna, graduate student

Mezenova Olga Yakovlevna, doctor of technical sciences, professor

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,

e-mail: elenasumina.95@mail.ru, mezenova@klgtu.ru

The biopotential head of sprat of the Baltic hot smoked for use in the technology of hydrolysates and the production of crackers is considered. The technology of food additives from the heads of smoked sprat has been improved on the basis of the hydrothermolysis process. As a result of the work, the organoleptic properties, the chemical composition of the protein-lipid supplement based on the sprat hydrolyzate and crackers "Khrustiki" were investigated.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНСОРЦИУМОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ ДЛЯ БИОМОДИФИКАЦИИ ВТОРИЧНОГО И ЖЕСТКОГО СЫРЬЯ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Тагиров Хамит Харисович, профессор, д-р с.-х. наук
Гизатов Альберт Якупович, доцент, канд. техн. наук
Гизатова Наталья Владимировна, канд. биолог. наук
Вагапов Фаргат Фаритович, канд. с.-х. наук

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
г. Уфа, Россия, e-mail: natgiz@yandex.ru

Целью исследований стало изучение культурных свойств различных штаммов молочнокислых бактерий на разных питательных средах. Мы также провели полную идентификацию и изучили рост штаммов молочнокислых бактерий в ассоциации на реальных объектах.

Разработанный нами продукт, обогащенный консорциумами микроорганизмов, позволит поддерживать нормальную микрофлору кишечника и благотворно повлияет на здоровье человека, а также позволит экономически и рационально использовать основные пищевые ресурсы мяса и мясных продуктов

Улучшение здоровья населения путем создания условий для рационального питания лежит в основе государственной политики в области здорового питания.

Однако в последние годы отмечено стойкое ухудшение показателей здоровья россиян, которые во многих случаях вынужденно потребляют меньше мяса, рыбы, молока, фруктов, овощей, больше – хлебных продуктов, картофеля. Вместе с тем, для России остается весьма актуальной проблема избыточной массы тела и ожирения, отмечающихся более, чем у 45 % мужчин и 55 % женщин, растет динамика показателей и других заболеваний.

Нарушение структуры питания требует сегодня более тесного объединения всего имеющегося потенциала для решения задач, связанных с созданием полноценной пищи, способной не только поддерживать, но и корректировать здоровье.

Недостаток полноценного, промышленно пригодного сырья и необходимость строгого режима экономии сырьевых ресурсов, их максимальное и рациональное использование являются главными проблемами при производстве продуктов питания. Такие известные приемы в решении обозначенных задач, как привлечение нетрадиционных ресурсов и использование методов биотехнологии выглядят особенно выигрышными. И сегодня есть определенные, конкретные результаты в научной и промышленной практике.

Известные методы биотехнологии позволяют осуществлять производство новых видов мясных изделий общего, специального и лечебно-профилактического назначения, на основе ферментативной обработки и ферментации мясного сырья с эффектом улучшения функционально-технологических свойств сырья, возможности создания пищевых и кормовых гидролизатов, синтеза ароматизаторов, красителей, биологически активных веществ, с перспективой синтеза кормовых белков, а в будущем - белков для питания человека.

Целью наших исследований был поиск комплекса молочнокислых бактерий, способных размягчить не только вторичное сырье мясоперерабатывающей промышленности, но и повысить сортность и качество мяса, например, конины.

Мясо и мясные продукты являются весьма благоприятной средой для развития молочнокислых бактерий. В мясе они находят все необходимые для нормальной жизнедеятельности вещества – источники углерода, азота, витамины, минеральные соли; рН и влажность мяса также способствуют их росту.

Посолочные ингредиенты, такие, как поваренная соль не оказывают отрицательного влияния на развитие молочнокислых бактерий, а многие их виды способны выдерживать значительные концентрации соли. [3]

При исследовании совместного влияния температуры и соли в среде питания установлено, что при оптимальной температуре роста бактерий выдерживают самые высокие концентрации соли. Определенные дозы соли даже стимулируют рост.

Молочнокислые бактерии оказывают благоприятное влияние на функционально-технологические свойства и структуру фарша. Особую роль, по мнению ряда исследователей, играют молочнокислые бактерии в создании приятного аромата некоторых мясных изделий, в частности сырокопченой колбасы и ветчины.

Ряд интересных и многообещающих исследований был проведен в области применения молочнокислых бактерий (наряду с другими группами) в качестве стартовых культур для изготовления некоторых мясных продуктов. Использование чистых культур бактерий открывает широкие возможности для подбора штаммов с желаемыми свойствами – ароматообразователей, продуцентов антибиотиков, усилителей цвета и т.д., что может способствовать получению мясных продуктов высокого качества и в более короткий срок.[3]

В начале своих исследований в целях подбора штаммов со специфическими свойствами и создания на их основе консорциумов составленных с учетом физиолого-биохимических особенностей изучали активность роста молочнокислых бактерий на различных питательных средах (мясопептонный агар и мясопептонный желатин). Суспензию культур культивировали при стерильных условиях в боксе в питательные среды в мясопептонный агар и мясопептонный желатин, и выращивали в термостате при оптимальной для роста температуре +38⁰С.

В процессе культивирования на мясопептонном агаре нами были изучены морфологические и культуральные признаки выбранных штаммов микроорганизмов: *Lactobacillus plantarum*, *Bifidumbacterium siccum*, *Staphylococcus carnosus*. При культивировании на мясопептонном желатине изучали биохимическую активность путем определения протеолитической активности микроорганизмов по разжижению желатиновой питательной среды. Установлено, что *Lactobacillus plantarum* и *Staphylococcus carnosus* обладают большей протеолитической активностью, так как разжижали желатин на 4 сутки культивирования, а ферментные системы *Bifidumbacterium siccum* менее активны и разжижали плотные среды только на 6 сутки при комнатной температуре.

Следующим этапом наших исследований было изучение процесса роста выбранных штаммов молочнокислых бактерий на специфических питательных средах: желатиновых и коллагеновых гелях, которые готовили путем гидратации желатина и животного белка мясным бульоном в соотношении 1:5.

В процессе культивирования определяли изменение рН, кислотность и определяли массовую долю белка биуретовым методом [3] в питательной среде в течение 8 часов.

При культивировании *Lactobacillus plantarum* рН коллагеновой гели снизился с 6,54 в начале культивирования до 5,8 к 8 часам культивирования, кислотность соответ-

ственно выросла с 35°Т до 82°Т, что говорит о интенсивном росте и метаболизме бактерии *Lactobacillus plantarum*.

Рост и развитие *Bifidumbacterinum siccum* были менее активны: кислотность выросла от 36°Т до 74°Т, массовая доля белка снизилась с 1,51 до 1,09 мг/см³, рН снизилась от 6,83 до 6,09. Интерпретируя полученные данные, можно сделать вывод, что биосинтетическая активность *Bifidumbacterinum siccum* и *Lactobacillus plantarum* несколько различна и имеет особенности.

При культивировании *Staphilococcus carnosus* рН снизился от 6,61 до 5,9, кислотность возросла от 65,3°Т до 98 °Т. Доля белка в отличие от других молочнокислых бактерии выросла с 1,5 единицы до 1,62, что свидетельствует о меньшей степени гидролиза белков в присутствии *Staphilococcus carnosus*. Полученные данные приведены на рисунках 1., 2., 3.

Для поиска оптимальных сочетаний и концентрации молочнокислых бактерии в ассоциации с друг с другом для эффективности воздействия на мясные системы на следующем этапе были изучены культуральные свойства выбранного нами консорциума молочнокислых бактерии.

Для этого бактерии *Staphilococcus carnosus*, *Lactobacillus plantarum* и *Bifidumbacterinum siccum* культивировали на желатиновом геле. При посеве на желатиновой геле учитывали количество бактерий, количество бактерий брали не менее 1×10^7 КОЕ/г.

До посева на желатиновой геле мы предварительно подготовили питательные среды, а затем культивировали молочнокислые бактерии поэтапно в разных сочетаниях *Staphilococcus carnosus* и *Lactobacillus plantarum* *Bifidumbacterinum siccum* и *Staphilococcus carnosus*, *Lactobacillus plantarum* и *Bifidumbacterinum siccum*, на молоке для определения сопоставимости выбранных нами культур и скорости их роста.

В ходе культивирования на желатиновой геле определяли рН и массовую долю белка по биуретовому методу в динамике, через каждые два часа в течение первых 10 часов культивирования. Пробы для биуретового метода готовили так, брали 2 см³ щелочного экстракта белков и смешивали с 15 см³ биуретового раствора, контрольный опыт готовили аналогично.

Установлено, что за данный период величина рН снижалась от 6,19 в начале культивирования до 5,8 в конце культивирования, также происходило снижение доли белка от 0,45 мг/см³ до 0,26 мг/см³.

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии какого-либо ингибирующего действия на метаболизм отдельных штаммов в составе консорциумов микроорганизмов при их выращивании.

Сформированный консорциум молочнокислых бактерий использовали при обработке реальных объектов: мяса конины, пашина и говяжья мышечная ткань.

По аминокислотному составу коллаген не содержит триптофана, поэтому его относят к неполноценным белкам. Нативный коллаген не растворим в воде, но набухает в ней. Он медленно переваривается пепсином и почти не переваривается трипсином и панкреатическим соком. Нагрев коллагена до 60-70°С и тщательная механическая деструкция усиливают переваривающее действие пепсина. Таким образом, коллаген хотя и сравнительно медленно, но может усваиваться организмом. Однако, поскольку коллаген неполноценный белок, употребление в пищу продукта, содержащего более 15-20% коллагена, не рекомендуется. В умеренных дозах коллаген сберегает полноценные белки в пище, поставляя организму те аминокислоты, которые содержит в значительных количествах.

Соединительная ткань, связанная с мышечной и органически входящая в состав мяса, уменьшает его пищевую ценность: коэффициент использования в анаболизме для соединительной ткани втрое меньше, чем для мяса. Кроме этого, она увеличивает его

жесткость. Поэтому качество мяса зависит не только от количества содержащейся в нем соединительной ткани, но и от соотношения в ней эластиновых и коллагеновых волокон, строения и толщины последних.[1]

На следующем этапе наших исследований мы изучали изменение функционально-технологических свойств (ВСС, ВУС, ЖУС, Выход, ЭС) фаршей из пашины и конины при посоле с добавлением комплекса молочнокислых бактерий. Все изменения функционально-технологических свойств исследовали согласно методик данных в литературе [2]. Полученные нами данные представлены на рисунках 4., 5.

Анализируя полученные результаты можно сказать, что добавление нашего комплекса молочнокислых бактерий как к пашине, так и к конине ведет к увеличению показателей функционально-технологических свойств таких как, ВСС, ВУС, ЖУС, Выход, ЭС, а также к снижению рН среды, что является не маловажной при производстве мясных и колбасных изделий.

Безусловного внимания заслуживает развитие исследований по подбору микробных ассоциаций и разработке условий регулирования их жизнедеятельности в производственных условиях с целью получения новых типов мясных изделий высокого качества. Самого пристального внимания требует изучение мяса и других продуктов как среды для развития молочнокислых бактерий с целью оптимизации в них условий для максимального выявления полезной функций микроорганизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипова Л.В., Глотова И.А. Основы рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности/ Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 1997. – 248 с.
2. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов.-М: Колос, 2001. -568 с.
3. Аносов Н.Р. Микробиология. – М.: Агропромиздат, 1989. – 351 с.

USE OF CONSORTIUM OF MILK-BAKERY BACTERIA FOR BIOMODIFICATION OF SECONDARY AND HARD RAW MATERIAL OF MEAT PROCESSING INDUSTRY

Tagirov Khamit Harisovich, Doctor of agricultural sciences, Professor
Gibratov Albert Yakupovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Gizatova Natalia Vladimirovna. Candidate of Biological Sciences (Senior Lecturer)
Vagapov Fargat Faritovich, Candidate of agricultural Sciences (Senior Lecturer)

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia, e-mail: natgiz@yandex.ru

The aim of the research was to study the cultural properties of different strains of lactic acid bacteria on different nutrient media. We also have carried out the full identification and studied the growth of strains of lactic bacteria in association on real objects

The product developed by us enriched with consortia of microorganisms, will allow to support normal microflora of intestines, and will favorably influence health of a person, and also will allow to use economically and rationally the major food resources meat and meat products.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ

Тимакова Роза Темерьяновна, доцент, канд. с.-х. наук

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
г. Екатеринбург, Россия, e-mail: trt64@mail.ru

Применение радиационных технологий для обработки охлажденной рыбы согласно ГОСТ 34154–2017 официально разрешено на территории РФ с 01 февраля 2019г. и требует соблюдение процедуры облучения, выбор дозы облучения и доведение до потребителей информации об использовании ионизирующего излучения. В нарушении требований регламентирующих документов в настоящее время на потребительском рынке присутствует ранее облученная охлажденная рыба импортного производства, информация до потребителей не доведена. Установлено, что обработка дозой облучения 3 кГр позволяет обеспечить высокие органолептические показатели и биологическую ценность белка рыбы

Введение

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016г. «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» наиболее значимым с точки зрения научно-технологического развития Российской Федерации из больших вызовов является потребность в обеспечении продовольственной безопасности и продовольственной независимости России, конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках продовольствия, что определяет в качестве приоритетов те направления, которые позволят создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка, устойчивого положения России на внешнем рынке, и обеспечат переход к высокопродуктивному и экологически чистому аквахозяйству, хранение и эффективную переработку.

Рыба и морепродукты, как источник полноценного легкоуваиваемого белка и ненасыщенных жирных кислот, являются ценным пищевым сырьем. Однако вопросы сохранности выловленной рыбной продукции не теряют своей актуальности, так как вследствие ферментативной и микробиальной порчи ежегодно теряется до 5 млн. т мирового улова рыбы и креветок. В последние годы на потребительском рынке наиболее востребованной стала охлажденная рыба, которая отличается непродолжительными сроками хранения и требует особых условий хранения – согласно требований ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» должна храниться при температуре не выше 5°C, но выше температуры замерзания тканевого сока. Исторически сложилось так, что места вылова рыбы в районах естественного ареала территориально расположены на больших расстояниях от мест переработки и городских агломераций. И это не позволяет полностью обеспечить охлажденной продукцией население всех регионов России.

Исследование способов хранения

Охлажденная рыба согласно ГОСТ 814-96 «Рыба охлажденная. Технические условия» может храниться во льду не более 7–12 суток в зависимости от ее размеров и времени вылова. Соответственно совершенствование традиционных (под воздействием пониженных температур, охлаждающей среды или в колотом тающем льду) и разработка новых технологий хранения играет важное значение. Для увеличения сроков хранения охлажденной рыбы предлагаются разные способы: промывание озонирован-

ной водой, в камерах с пониженным атмосферным давлением, предварительная обработка рыбы в вакуумной упаковке высоким давлением в гидростатической установке, путем нанесения снегообразного диоксида углерода на поверхность рыбы [1] или в ее внутреннюю полость, что позволяет увеличить продолжительность хранения охлажденной рыбы до 10 суток [2]. Ряд исследователей предлагает покрытие рыбы рыбной продукции защитным слоем безвредного, биоразлагаемого пленкообразующего раствора хитозана или раствором хитозана с сополимером винилпирролидона и кротоновой кислоты [3]; антимикробным составом, из смеси калиевых и натриевых солей пальмитиновой и стеариновой кислот, дистиллированных ацетилованных моноглицеридов пищевых животных жиров или масел, молочной кислоты, глицерина и воды [4]; в один слой порошковой сахарозой, что обеспечивает сохранность рыбы до 3–х месяцев при температуре 2 ± 6 °С [5]. Предлагается обработка охлаждающей средой с добавлением пищевой добавки «Фрише-Стар» и с последующим хранением рыбы во льду, полученным из 0,1–0,2%-ного водного раствора лимонной кислоты [6]. Известен способ хранения охлажденной рыбы в чешуйчатом льду, приготовленном из 1%-ного раствора пищевой добавки «Варэкс–7» и 3%-ного раствора натрия хлорида [7], и в чешуйчатом льду, полученным из электроактивированной воды [8]. При имеющихся положительных моментах (удлинение сроков хранения), основным недостатком вышеприведенных способов является то, что эти способы экономически неэффективны для обработки рыбы в промышленных объемах.

Встраивание нашей страны в общемировые тенденции использования радиационных технологий для обработки пищевого сырья в соответствии с решением президиума Совета при Президенте России по модернизации экономики и инновационному развитию от 11 декабря 2014 года определяет радиационные технологии как своевременные и конкурентоспособные. Принятие ГОСТ 34154-2017 «Руководство по облучению рыбы и морепродуктов с целью подавления патогенных и вызывающих порчу микроорганизмов» со сроком введения в действие с 01 февраля 2019г. регламентирует собственно технологию облучения плавниковых рыб и водных беспозвоночных и основан на директивах Международной консультативной группой по облучению пищевых продуктов (ICGFI), которая была создана по совместной инициативе Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) и Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), в частности отделом ядерных технологий в продовольственной сфере и сельском хозяйстве, как Секретариата ICGFI. Национальным стандартом ГОСТ Р ИСО 22000-2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции» устанавливаются требования к системе менеджмента безопасности пищевых продуктов. Соответственно радиационная обработка может быть критической контрольной точкой, а облучение продуктов, как перспективное направление, оформлено как часть плана системы НАССР [9].

Снижение микробиологической обсемененности рыбы охлажденной достигается в процессе обработки дозами от 1 до 8 кГр. Облучение позволяет сохранить качество плавниковых и водных беспозвоночных за счет сокращения популяции микробов и паразитов внутри продукта, однако при оценке целесообразности радиационной обработки необходимо учитывать и химические реакции (например, окислительное разложение), вызывающие порчу продукта [10].

Цель исследований

Провести сравнительную органолептическую оценку рыбы охлажденной до и после обработки ионизирующим излучением и оценить биологическую ценность белка.

Экспериментальная часть

Для отбора образцов охлажденной рыбы был осуществлен мониторинг на отечественном потребительском рынке и отобрана рыба отечественного и импортного производства: соответственно форель радужная и карп, выращенный в условиях прудового хозяйства. При исследовании методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) было установлено, что форель импортного производства до официально установленных сроков использования радиационных технологий на территории РФ была облучена. До потребителей не доведена информация об использовании ионизирующего излучения согласно ГОСТ 33800-2016 «Продукция пищевая облученная. Общие требования к маркировке» и ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (п.73). До проведения эксперимента методом ЭПР было установлено, что карп охлажденный (контрольные образцы) не был подвергнут воздействию ионизирующего излучения. Опытные образцы карпа были подвергнуты воздействию ионизирующего излучения дозой 3 кГр в Центре радиационной стерилизации Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Исследование осуществлялось в пятикратной повторности.

Для оценки показателей свежести опытные и контрольные образцы карпа охлажденного были исследованы органолептическим методом в соответствии с требованиями ГОСТ 814-96 «Рыба охлажденная. Технические условия». Органолептические показатели облученной рыбы были идентичны органолептическим показателям необлученной рыбы: поверхность чистая, жабры красно-коричневатого цвета, чешуя не сбита, слизь светлая, консистенция упругая, цвет мяса красновато-коричневатый, запах свойственный свежей рыбе, без порочащих признаков.

На следующем этапе проведен анализ аминокислотного состава белка контрольных и опытных образцов. После облучения карпа охлажденного дозой 3 кГр произошло незначительное снижение общего количества аминокислот на 0,40 % и количества незаменимых и заменимых аминокислот: соответственно на 0,20 % и 0,58% ($p \leq 0,001$). Вместе с тем белковый качественный показатель (БКП), характеризующий биологическую полноценность белка, в образцах облученного карпа выше по сравнению с необлученными образцами и составляет соответственно 4,48 и 4,45. В результате облучения дозой 3 кГр произошло увеличение доли неаминокислотного комплекса на 0,4%, что повлияло на снижение доли незаменимых аминокислот на 0,1 % и доли заменимых аминокислот на 0,3% (рис. 1).

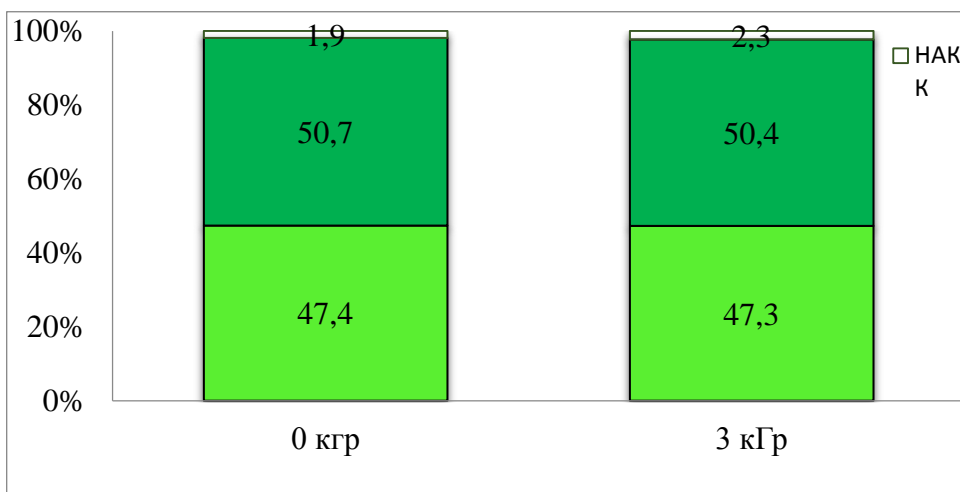


Рисунок 1 - Структура аминокислотного состава белка образцов охлажденного карпа: необлученных и облученных дозой 3 кГр (НАКК – неаминокислотный комплекс, НАК – незаменимые аминокислоты, ЗАК – заменимые аминокислоты)

Таким образом, установлено, что на потребительском рынке присутствует радиационно-обработанная охлажденная рыба импортного производства, информация о факте обработки ионизирующим излучением не доведена до потребителя. Органолептическая оценка облученных и необлученных образцов охлажденного карпа соответствует требованиям регламентирующих документов. В результате обработки ионизирующим излучением карпа охлажденного дозой 3 кГр при общем снижении количества аминокислот, в том числе незаменимых, БКП в облученных образцах выше, чем в необлученных. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что доза излучения в 3 кГр, применяемая для обработки охлажденной рыбы, является оптимальной, что согласуется с исследованиями ряда авторов [11, 12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буянов О.Н., Горохов А.А., Неверов Е.Н. Исследование работы генератора – дозатора снегообразного диоксида // Вестник Международной академии холода, 2005. № 4. С. 20–21.
2. Киселева Т.Ф., Неверов Е.Н., Мозжерина И.В. Изменение качества охлажденной рыбы в процессе хранения // Ползуновский вестник, 2011. № 3/2. С. 197–201.
3. Способ формирования защитного покрытия для хранения рыбной продукции: пат. № RU 2297151С2, Российская Федерация. МПК А23В4/10, А23Р1/08 / Г.В. Маслова (RU), Л.А. Сподобина (RU), В.Е. Красавцев (RU), Л.А. Нудьга (RU), В.А. Петрова (RU), А.М. Бочек (RU), Е.Ф. Панарин (RU) – № 2005119909/13; заявл. 27.06.2005; опубл. 20.04.2007. Бюлл.11.
4. Антимикробный состав для покрытия мяса, мясопродуктов, птицы, рыбы и рыбопродуктов для длительного хранения: пат. № RU2217919С2, Российская Федерация, МПК А23В 4/10. / М.А. Дибирасулаев (RU), Е.М. Агарев (RU), Д.М. Дибирасулаев (RU), Л.М. Алигаджиева (RU), О.В. Большаков (RU), М.М. Гитинамагомедов (RU), В.В. Гущин (RU), И.И. Маковеев (RU), Н.В. Комаров (RU), О.Д. Кюрегян (RU) – № 2001128003/13; заявл. 16.10.2001; опубл. 10.12.2003.
5. Способ обработки свежего мяса или рыбы для хранения: пат. № RU 2100933 С1, Российская Федерация. МПК А23В004/10, / Харальд Магистанд Берге (NO) – № 93004528; заявл. 03.02.1993; опубл. 10.01.1998.
6. Способ охлаждения и консервирования рыбы: пат. № RU2297150 С2, Российская Федерация, МПК А23В 4/08, /Е.Г. Виноградова (RU), Е.Н. Харенко (RU), Т.Н. Радакова (RU); заявл. 12.07.2005 – № 2005121700/13; опубл. 20.04.2007. Бюлл. 11.
7. Громов, И.А. Формирование улучшенных потребительских свойств охлажденной рыбы путем совершенствования характеристик охлаждающей среды: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2010. 18 с.
8. Способ хранения рыбы: пат. № RU 2571920 С1, А23В4/00 / А.С. Романова (RU), Е.Г. Ваганов (RU), С.Л. Тихонов (RU), Н.В. Тихонова (RU), О.В. Чугунова (RU), В.М. Позняковский (RU) – № 2014146345; заявл. 18.11.2014; опубл. 27.12.2015. Бюлл.36.
9. Мусина О.Н., Коновалов К.Л. Радиационная обработка ионизирующим излучением продовольственного сырья и пищевых продуктов // Пищевая промышленность, 2016. № 11. С. 46–49.
10. Harbell, S. Controlling Seafood Spoilage. Washington Sea Grant Seafood Retailing Series. Washington Sea Grant. Manne Advisory Services. Seattle. W. A. 1988.
11. Arvanitoyannis I.S., Stratakos A., Mente E. Impact of irradiation on fish and seafood shelf life: A comprehensive review of applications and irradiation detection // Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2009. № 49(1). P.68–112.

12. Erkan N., Günlü A., Genç I.Y. Alternative seafood preservation technologies: ionizing radiation and high pressure processing // Journal of FisheriesSciences.com., 2014. № 8(3). P.238–251

MODERN METHODS OF STORING CHILLED FISH

Timakova Roza Temer'janovna, candidate of agricultural Sciences, associate Professor

Ural State University of Economics Ekaterinburg, Russia, e-mail: trt64@mail.ru

The use of radiation technologies for processing chilled fish in accordance with GOST 34154-2017 is officially permitted in the Russian Federation from February 1, 2019. and requires compliance with the procedure for irradiation, the choice of the dose of irradiation and bringing to consumers information on the use of ionizing radiation. In violation of the requirements of regulatory documents, the previously exposed irradiated cooled fish of the imported production is present on the consumer market, information has not been brought to consumers. It has been established that treatment with a dose of 3 kGy irradiation allows to provide high organoleptic parameters and biological value of fish protein.

УДК 637.5

ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ МЯСНЫХ СОСИСОК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАРОТИНОИДОВ

Ткаличева Мария Владимировна, бакалавр

Байдалинова Лариса Степановна, доцент, профессор, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: mila.tkalicheva@mail.ru

Показана возможность повышения биологической ценности мясных сосисок при обогащении их каротиноидами. В качестве источника каротиноидов может использоваться морковь красная, предварительно подвергнутая пассерованию в растительном масле. С использованием метода математического моделирования на основе ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов установлены оптимальные количества пассерованной моркови и свинины нежирной в рецептуре мясных сосисок функционального уровня. Готовый продукт является функциональным по содержанию β -каротина, на 29,6 % удовлетворяющего суточную потребность человека при употреблении 100 г обогащенных сосисок. Результаты исследования использованы при обосновании технологии и разработке проекта технической документации на новый вид функциональных сосисок

Введение

Первостепенную роль в обеспечении населения продуктами питания в ассортименте и объемах, требуемых для создания сбалансированного и правильного рациона,

занимает агропромышленный комплекс Российской Федерации. В число социально значимых отраслей данного комплекса входит мясная промышленность [1].

Российский рынок мясной продукции динамично развивается и имеет довольно устойчивые тенденции роста. Одна из ключевых позиций мясного рынка принадлежит колбасным изделиям. По статистическим данным, объем производства данных изделий превышает 5 млн тонн в год. Производство колбасных изделий с каждым годом возрастает на 10-15%.

Без мяса свинины и крупного рогатого скота человеку невозможно придерживаться здорового питания, поскольку это мясо обладает высокой биологической ценностью. В мышечной ткани говядины к полноценным относятся 87% белковых веществ, в свинине - 85%.

Одна из ключевых позиций мясного рынка принадлежит колбасным изделиям. Наибольшим спросом у населения России пользуются вареные колбасные изделия: колбасы, ветчины, сардельки, сосиски. В различных регионах страны на долю вареных колбас приходится до 60-70% от общего объема производства. Статистические данные показывают, что вареные колбасы присутствуют в ежедневном рационе более чем у 55% потребителей. Более 15% покупателей употребляют вареные колбасные изделия не реже 1-2 раз в неделю [2, 3]. В Калининградской области вареные колбасные изделия также пользуются высоким спросом.

К колбасным относят изделия, приготовленные на основе мясного фарша с солью, специями и различными добавками, в оболочке или без нее и подвергнутые термической обработке или ферментации до готовности к употреблению [4].

Поскольку в говяжьем и свином мясе и мясных продуктах отсутствуют такие важные для организма человека витамины как витамин С, β -каротин и витамин Е, то целесообразным является использование в качестве дополнения при производстве колбас растительного сырья, богатого данными нутриентами.

При современном темпе жизни, характеризующимся постоянной нехваткой времени, в том числе и на нормальный приём пищи, часто возникает проблема несбалансированности питания. Результаты исследований ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи свидетельствуют [5] о крайне недостаточном потреблении витаминов и ряда минеральных веществ значительной частью населения России. У 55% обследованных выявлена недостаточная обеспеченность β -каротином. Дефицит витаминов обнаруживается не только весной, но и в летне-осенний период года и таким образом является постоянно действующим неблагоприятным фактором.

В рамках реализации комплексной программы «Развитие биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года» одной из основных задач, стоящих перед пищевой биотехнологией, является разработка технологий новых пищевых продуктов, препятствующих возникновению отдельных болезней. Особое значение имеет создание и внедрение инновационных технологий в производство продуктов, содержащих широкий спектр биологически активных соединений [6].

Создание функциональных продуктов, в состав которых входят пищевые волокна, витамины и другие элементы, и отвечающих требованиям основных принципов современной теории оптимального питания, является наиболее перспективным направлением при решении данной задачи. Наиболее целесообразно превращать в функциональные продукты массового потребления [7].

При проведении исследований по обогащению вареных колбасных изделий различным каротинсодержащим сырьем в качестве источников каротиноидов использовали мякоть тыквы сорта «Улыбка» [8], натуральное красное пальмовое масло [9], биологически активную добавку ликопин HS 121128 [10], мякоть свежей моркови, морковь

бланшированную [11], а также морковь в комплексе с различными овощными наполнителями (лук, баклажаны, горох) [12,13].

Наиболее перспективным сырьём для обогащения пищевых продуктов β -каротином представляется морковь, поскольку она содержит максимальное количество β -каротина среди всех овощей (табл. 1). Стоит отметить, что наиболее эффективно использовать морковь сорта «Красная», поскольку в ней содержится наибольшее количество β -каротина в сравнении с остальными сортами [14].

Таблица 1

Основные источники β -каротина [14]

Источник	Содержание β -каротина, мг/100г
Морковь красная	9,0
Петрушка (зелень)	5,7
Сельдерей (зелень)	4,5
Шпинат	4,5
Черемша	4,2
Щавель	2,5
Перец красный сладкий	2,0
Морковь желтая	1,1

Помимо большого содержания β -каротина морковь также является источником пищевых волокон, играющих важную роль в поддержании полезной микрофлоры кишечника.

Авторам [15] при внесении морковной клетчатки в рецептуру сосисок удалось не только повысить биологическую ценность, но и продлить срок их годности за счет антиоксидантного действия каротиноидов моркови по отношению к жировой части сосисочной эмульсии.

Рассмотренные варианты использования при производстве вареных колбасных изделий в качестве растительной добавки моркови наглядно показывают целесообразность и перспективность этого направления. По результатам рассмотренных научно-исследовательских работ можно сделать вывод о рациональности варианта внесения моркови в мясной продукт в пассерованном виде, поскольку в процессе пассерования происходит извлечение из этого растительного сырья β -каротина, что облегчает процесс его всасывания в пищеварительном тракте организма, так как β -каротин является жирорастворимым соединением.

Для определения количества вносимой в мясные сосиски пассерованной моркови необходимо основываться на технологических требованиях к полуфабрикатам и готовой продукции, а также на расчетах количества β -каротина, достаточного для обеспечения суточной потребности человека при потреблении соответствующей массы сосисок.

Целью настоящего исследования является обоснование и разработка технологии производства мясных сосисок повышенной биологической ценности.

Для реализации данной цели необходимо решить следующие задачи:

- На основе анализа научно-технической и патентной информации обосновать возможность и целесообразность производства функциональных мясных продуктов;
- Провести маркетинговые исследования с целью выявления потребительского спроса на обогащенные сосиски;
- Провести эксперименты с целью обоснования рецептуры и параметров изготовления сосисок с функциональными свойствами, способа предварительной обработки моркови для повышения эффективности действия β -каротина;

- Провести математическое моделирование с целью разработки рецептуры и установления оптимальных количеств основных компонентов для обеспечения функциональности разрабатываемого продукта;
- Охарактеризовать качество и уровень функциональности готового продукта.

Методы исследований

В ходе эксперимента были проведены маркетинговые, технологические, органолептические и физико-химические исследования.

Маркетинговые исследования проводились путем опроса респондентов, которым были предложены анкеты, содержащие одни и те же вопросы. Целью являлось выявление потребительского спроса на новый вид обогащенной мясной продукции.

Для получения вареных колбасных изделий (сосисок) было использовано охлажденное и мороженое мясное сырье говядина, свинина и шпик свиной.

В качестве дополнительных компонентов использовали немясные компоненты, в том числе: морковь красную, порошок морковный, белок соевый изолированный, перец черный, орех мускатный, сахар, каррагинан, фосфаты пищевые, соль поваренную пищевую, а также воду питьевую, оболочки для сосисок «Амипак».

Приготовление экспериментальных образцов проводили следующим образом:

Размораживание мясного сырья проводили при температуре $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ до достижения температуры в центре брикета $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$. После жиловки (при необходимости) мясное сырье направляли на измельчение с использованием волчка с диаметрами отверстий решетки 5 мм. При использовании охлажденного сырья оно сразу направлялось на измельчение.

Приготовление мясной эмульсии проводили методом куттерования. При куттеровании первоначально измельчали нежирное мясное сырьё, добавляли раствор нитрита натрия, фосфат, и часть водно-ледяной смеси. Через несколько минут куттерования вносили жиросодержащее сырье, поваренную соль и водно-ледяную смесь, затем вносили гидратированный соевый белок, каррагинан и измельченные специи: черный перец и мускатный орех. Измельчение проводили до получения однородной структуры фарша.

Подготовка моркови производилась следующим образом. Очищенную и измельченную в виде кубиков $3 \times 3 \times 3$ мм морковь предварительно пассеровали с растительным маслом в течение 15 минут при температуре 120°C и охлаждали.

После завершения формирования мясной эмульсии в нее вносили заданное количество пассерованного растительного сырья, перемешивали до равномерного распределения частиц моркови в мясном фарше. При внесении в мясной фарш определенного количества пассерованной моркови соответственно уменьшали количество свинины. Количество пассерованной моркови изменялось от 10 до 20 % от массы фарша, свинины нежирной - от 40 до 50%.

Для испытания возможности использования при обогащении сосисок вместо пассерованной моркови порошка из моркови его вносили в готовую мясную эмульсию в расчетных количествах и за несколько оборотов куттера обеспечивали равномерное распределение его в массе эмульсии. Формование сосисок производили в искусственную полиамидную оболочку «Амипак».

Термическую обработку сосисок проводили в воде с температурой не выше 80°C до достижения температуры в центре батончика $71 \pm 1^{\circ}\text{C}$, после чего охлаждали холодной водой. Готовые сосиски использовали для органолептических и физико-химических исследований и хранили при температуре $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Определение массовой доли влаги проводили по ГОСТ 9793-74. Содержание белков определяли по методу Кьельдаля по ГОСТ 25011-81 с использованием автоматического прибора UDK 127 (WELP Scientifica). Определение массовой доли жира в пробах мяса и продукции проводили по методу Сокслета по ГОСТ 23042-2015. Массовую долю золы определяли по ГОСТ 31727-2012, массовую долю хлористого натрия - по ГОСТ 9957-2015. Количество β -каротина рассчитывали на основании данных по химическому составу моркови, взятых из источника [14].

Для оптимизации рецептуры мясных сосисок, обогащаемых функциональным ингредиентом (каротиноидами), и построения математической модели был использован ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов [16]. Для проведения моделирования была составлена матрица планирования, для обеспечения которой было изготовлено 10 экспериментальных образцов сосисок.

В качестве изменяемых факторов выбраны количества пассерованной моркови и свинины в рецептуре (табл. 2).

Таблица 2

Изменяемые факторы, уровни и интервалы их варьирования

Изменяемый фактор	Уровни варьирования			Интервал варьирования, ΔX
	-1	0	+1	
Масса свинины (Мс), г/100г	50	45	40	5
Масса вносимой пассерованной моркови (Мм), г/100г	10	15	20	5

В качестве частных откликов при оптимизации параметров выбраны органолептическая оценка сосисок, включающая внешний вид, цвет на разрезе, запах, вкус, консистенцию и сочность, и содержание в сосисках β -каротина (табл. 3).

Таблица 3

Частные отклики и их «идеальные значения»

Частный отклик	Размерность	«Идеальное значение»
Органолептическая оценка мясных сосисок, обогащенных каротиноидами (О)	Балл	9,00
Содержание β - каротина (Ск) в сосисках	мг/100г	1,40

План эксперимента согласно матрице ОЦКП второго порядка для двух факторов представлен в таблице 4.

Таблица 4

План эксперимента по моделированию рецептуры и результаты его реализации

№ опыта	План эксперимента		Частные отклики		Частные безразмерные отклики		Обобщенный параметр оптимизации Y
	Мс*,г	Мм*,г	О, баллы	Ск, мг/100г	S_o^2	$S_{ск}^2$	
1	40	20	7,3	1,80	0,0357	0,0816	0,1173
2	50	20	7,4	1,80	0,0316	0,0816	0,1132
3	40	10	6,9	0,90	0,0544	0,1276	0,1820
4	50	10	7,0	0,90	0,0494	0,1276	0,1770
5	40	15	7,6	1,35	0,0242	0,0013	0,0255
6	50	15	8,4	1,35	0,0044	0,0013	0,0057

7	45	20	7,4	1,80	0,0316	0,0816	0,1132
8	45	10	7,1	0,90	0,0446	0,1276	0,1722
9	45	15	7,6	1,35	0,0242	0,0013	0,0255

Органолептическую оценку мясных сосисок проводили в соответствии с ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки», оценивая по стандартной девятибалльной шкале внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенцию и сочность (табл.5), и присваивая продукту соответствующее количество баллов в зависимости от его качества.

Таблица 5

Количества баллов, характеризующие соответствующее качество готового продукта

Баллы	Уровень качества
9,0 баллов	отличное качество;
8,9-8,0 баллов	очень хорошее качество;
7,9-7,0 баллов	хорошее качество;
6,9-6,0 баллов	качество выше среднего;
5,9-5,0 баллов	среднее качество;
4,9-4,0 балла	качество ниже среднего;
3,9-3,0 балла	плохое (приемлемое) качество;
2,9-2,0 балла	плохое (неприемлемое) качество;
1,9-1,0 балл	очень плохое (совершенно неприемлемое) качество.

Результаты исследований

При маркетинговых исследованиях было опрошено 92 человека, которые являлись жителями города Калининграда, а также Калининградской области. В результате было выявлено, что мясные сосиски обладают высоким спросом среди населения Калининградской области (рисунок 1). Более 80% опрошенных употребляют их один - два раза в неделю.



Рис. 1. Потребительский спрос на мясные сосиски

Ответы на заключительный вопрос анкеты показал, что большая часть опрошенных согласна попробовать мясные сосиски, обогащенные каротиноидами из моркови (рисунок 2), что свидетельствует о целесообразности производства данного мясного продукта.



Рис. 2. Результаты опроса респондентов

Математическое моделирование рецептуры мясных сосисок, обогащенных каротиноидами.

В результате математической обработки данных, представленных в плане эксперимента (табл. 4), получена математическая модель в кодированном виде (1):

$$y = 0.110089 + 0.004817X_1 - 0.041117X_2 - 0.000225X_1X_2 - 0.019167\left(X_{12} - \frac{2}{3}\right) + 0.136783\left(X_{22} - \frac{2}{3}\right) \quad (1)$$

После перехода от кодированной модели к натуральному выражению получена функция отклика, которая связывает обобщенный параметр оптимизации с варьируемыми факторами (2):

$$y = 0.0700996M_C - 0.172M_M - 0.000009M_C M_M - 0.00077M_C^2 + 0.00547132M_M^2 - 0.215985 \quad (2)$$

На основании этого определены оптимальные значения дозировок компонентов рецептуры: количество пассерованной моркови – 16,4 кг/100 кг, количество свинины нежирной – 45,6 кг/100 кг.

На основе проведенного математического моделирования получена графическая интерпретация модели рецептуры обогащенных сосисок, отображенная на рисунке 3.

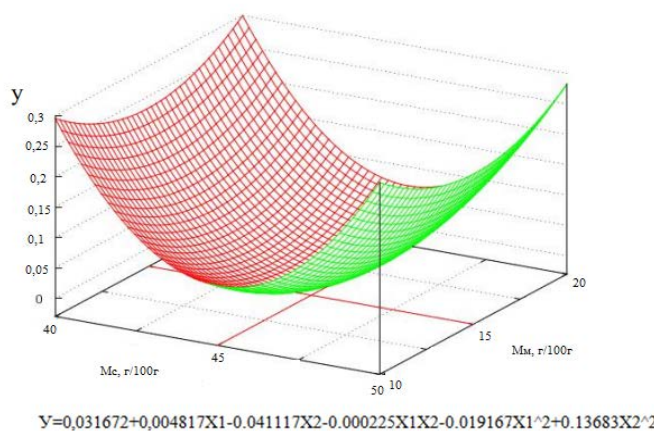


Рис. 3. Пространственная трёхмерная модель для обоснования рецептуры сосисок, обогащаемых пассерованной морковью

По полученным оптимальным значениям компонентов рецептуры проводилось изготовление экспериментальных образцов, которым было присвоено название «Салют», и характеристики которых представлены в табл. 6 и 7.

Таблица 6

Органолептические показатели мясных сосисок «Салют»

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Батончики имеют чистую поверхность, пятна и повреждения оболочки отсутствуют, под оболочкой видны кубики моркови оранжевого цвета, равномерно распределённые по всему объёму батончика
Вид на разрезе	На розовом фоне продукта видны кубики моркови оранжевого цвета, равномерно распределённые по всей площади среза. Допускается некоторое изменение формы кубиков за счет их деформации в процессе пассерования.
Цвет на разрезе	Основной фон светло – розовый, равномерный по батончику сосиски
Запах	Свойственный данному продукту, с ароматом специй и легким ароматом моркови.
Вкус	Вкусный, имеется приятный привкус пассерованной моркови
Консистенция	Нежная, мягкая
Сочность	Продукт сочный

Исследования химического состава обогащенных сосисок и сравнение его с требованиями ГОСТ на вареные колбасные изделия показывают (табл. 7), что значения их не выходят за пределы принятых требований, даже превосходят их по содержанию белка и наоборот, обогащенные сосиски содержат меньше жира, что является благоприятным фактором при создании продукции функциональной направленности.

Таблица 7

Химический состав мясных сосисок (в соответствии с требованиями ГОСТ [17]) и экспериментальных образцов

Показатель	Содержание, %	
	Сосиски в соответствии с ГОСТ Р 52196-2011	Экспериментальные образцы
Массовая доля воды, %	Не более 65,0 %	64,1-64,8
Массовая доля белка, %	Не менее 12,0 %	15,3-17,0
Массовая доля жира, %	Не более 16,0 %	13,0-14,3
Массовая доля хлористого натрия, %	Не более 2,1 %	1,5-1,6

Готовые сосиски с пассерованной морковью содержат в 100 г 1,48 мг β-каротина, что составляет 29,6 % от суточной нормы данного витамина. Таким образом мясные сосиски, обогащенные β-каротином за счет внесения пассерованной моркови, являются функциональным продуктом питания по данному ингредиенту.

Определение возможности использования морковного порошка в качестве обогащающего компонента для мясных сосисок

При производстве разнообразных пищевых продуктов расширяется использование разнообразных растительных порошков. Это удобно при транспортировке, хране-

нии и дозировании компонентов. Возможность использования морковного порошка проверена при изготовлении обогащенных каротиноидами мясных сосисок. Для экспериментальных работ порошок из моркови приготавливали сами, чтобы исключить потери β -каротина и изменение цвета порошка в процессе хранения. Количество необходимого морковного порошка вычисляли, основываясь на количественном содержании β -каротина в свежей моркови и величине потерь моркови при сушке.

Исходя из того, что 100 г сосисок с оптимальным количеством пассерованной моркови содержат 1,48 мг β -каротина, удовлетворяя суточную потребность в данном витамине на 29,6 %, рассчитывали количество морковного порошка для изготовления сосисок, в которых β -каротин тоже составлял бы 29,6% от суточной нормы. Это составило 1,7% морковного порошка от массы фарша.

Органолептическая оценка экспериментального образца оказалась достаточно низкой по таким показателям как цвет на разрезе, консистенция, сочность сосисок, а также и по вкусу и запаху (табл. 8). Средняя оценка составила 5,7 баллов, тогда как сосиски с пассерованной морковью по всем показателям получали 9 баллов.

Таблица 8

Оценка органолептических показателей экспериментального образца сосисок

Органолептический показатель	Оценка экспериментальных образцов (в баллах) сосисок	
	с пассерованной морковью	с морковным порошком
Внешний вид	9	6
Цвет на разрезе	9	5
Запах	9	5
Вкус	9	5
Консистенция	9	7
Сочность	9	6
Общая оценка качества, балл	9	5,7

Цвет сосисок с морковным порошком получился слегка желтоватым, непривлекательным. Хуже оказались вкус и запах по сравнению с сосисками, приготовленными с пассерованной морковью.

Таким образом, сосиски с морковным порошком могли бы удовлетворять суточную потребность человека в β – каротине, но продукт по органолептическим характеристикам относится к продуктам среднего качества и не будет пользоваться спросом у потребителей.

Заключение

В настоящее время население нашей страны испытывает постоянный дефицит по содержанию витаминов в потребляемых пищевых продуктах, в том числе существует дефицит в витаминах А, Е и С. Это вызывает необходимость разработки и производства пищевых продуктов с функциональными свойствами. Высокое содержание β -каротина в красной моркови свидетельствует о перспективности использования ее для обогащения мясных вареных колбасных изделий. Маркетинговые исследования подтвердили целесообразность производства такого варианта обогащенной продукции.

В результате проведенного исследования установлено, что на базе мясных сосисок может быть приготовлен функциональный по β -каротину продукт за счет внесения в его рецептуру пассерованной моркови. С использованием метода математического планирования эксперимента на основе ОЦКП второго порядка для двух факторов установлены оптимальные количества пассерованной моркови (16,4 кг) и свинины (45,6 кг)

на 100 кг фарша для производства этих сосисок. При этом увеличивается выход продукта. За счет уменьшения количества свинины в составе фарша происходит замена части животного жира растительным маслом, обладающим повышенным содержанием полиненасыщенных жирных кислот и, следовательно, более высокой биологической ценностью.

Подтверждена целесообразность предварительного пассерования моркови для повышения эффективности усвоения содержащегося в ней жирорастворимого каротиноида при потреблении продукта. В исследовании обоснована рецептура функционального по содержанию β -каротина продукта, употребление 100 г которого позволяет удовлетворить суточную потребность в данном ингредиенте на 29,6 %. За счет использования моркови происходит также обогащение мясных сосисок пищевыми волокнами.

Испытание в качестве обогащающей добавки для мясных сосисок морковного порошка не дало положительных результатов. Продукт может быть функциональным по содержанию β -каротина, но по органолептическим показателям не получает одобрения дегустаторов.

На функциональный продукт мясные сосиски, обогащенные каротиноидами, разработан проект технической документации (технологическая инструкция и технические условия ТУ 10.13.14-001-00471544-2018). Органолептические и физико-химические показатели готового продукта должны отвечать требованиям разработанного проекта технических условий по органолептическим и физико-химическим показателям, а по показателям безопасности (микробиологическим, по содержанию токсичных элементов, радионуклидов и пестицидов, антибиотиков) готовый продукт должен соответствовать требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инькова Г.В. Состояние и развитие мясной промышленности агропромышленного комплекса в России и Архангельской области // Региональная экономика: теория и практика. Развитие АПК. 2012. №47. С. 41-47.
2. Лисицын А.Б., Чебурчилова Н.Ф., Петрунина И.В. Современное состояние и перспективы развития мясной отрасли АПК // ИПН РАН. 2016. №1. С. 50-61.
3. Усадская Е.В. Перспективы развития и реализации колбасных изделий в России // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2007. №2. С. 316-320.
4. Мезенова О.Я., Байдалинова Л.С., Сергеев Н.С. Технология и качество продуктов питания на основе сырья животного происхождения: учебное пособие. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. 257 с.
5. Информационный бюллетень. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Калининградской области по показателям социально-гигиенического мониторинга в 2017 году / Калининград, 2018. 28 с.
6. Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 г. от 25 октября 2010 г. № 1873 – р.
7. Мельникова М.М. Несбалансированное питание как фактор риска развития алиментарно-зависимых заболеваний // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2014. №1. С. 197-201.
8. Скрипченко Е.В. Инновационная технология производства вареных колбас на основе мяса говядины, обогащенных природным β -каротином / Е.В. Скрипченко, И.А. Кадникова, Т.К. Каленик и др. // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. №3. С. 167-177.

9. Алексеев А.Ю. Разработка рецептур и технологии вареных колбас, обогащенных каротиноидами, витамином и коферментом Q10, для питания школьников: дис. канд. техн. наук. М., 2010, 179 с.
10. Способ производства сосисок: пат. RU2601571C1. / Ситун, Н.В., Марченко М.Ю [и др.]. - № 2342884; заявл. 21.05.2007; опубл. 10.01.2009. 5 с.
11. Подвойская И.А. Использование каротиноидосодержащего растительного сырья в технологии вареных колбас: дис. канд. техн. наук. М., 1998, 142 с.
12. Тюгай М.И. Разработка технологии вареных колбас с использованием свойств наполнителя на основе лука и моркови: дис. канд. техн. наук. М., 2004, 180 с.
13. Авдеева Т.В., Кузьменко, О.Н Технология мясо – растительных сосисок диетического назначения // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2001. №1. С. 66-69.
14. Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. // 2-е изд., М.: ВО «Агропромиздат», 1987. 224 с.
15. Морковная и свекольная клетчатка как обогатитель функциональных мясных продуктов пищевыми волокнами / М.В. Мастрюкова, О.А. Шалимова и др. // Успехи современного естествознания. 2011. №7. С. 153-154.
16. Мезенова О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учебное пособие. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. 216 с.
17. ГОСТ Р 52196-2011. Изделия колбасные вареные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2012. 22 с.

INCREASING THE BIOLOGICAL VALUE OF MEAT SAUSAGES WHEN USING CAROTENOIDS

Tkalicheva Maria Vladimirovna, bachelor
Baydalinova Larisa Stepanovna, Professor, PhD in Engineering, Associate Professor,
Corresponding Member of International Academy of Cold

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: mila.tkalicheva@mail.ru

The possibility of increasing the biological value of meat sausages when they are enriched with carotenoids is shown. As a source of carotenoids, red carrots can be used, which have been pre-dressed in vegetable oil. Using the method of mathematical modeling based on the orthogonal central compositional plan of the second order, two optimal factors are determined for the optimal amount of fried carrots and pork with a low fat content in the formula for meat sausages at a functional level. The finished product is functional in the content of β -carotene, 29.6% satisfying the daily human need for 100 g of fortified sausages. The results of the research were used in substantiating the technology and developing a draft technical documentation for a new kind of functional sausages.

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ

Яковлев Дмитрий Анатольевич, доцент, канд. техн. наук
Тупольских Татьяна Ильинична, канд. техн. наук
Шумская Наталия Николаевна, канд. техн. наук, доцент
Сердюк Валентина Александровна, магистрант

ФБГОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, e-mail: tupolskix@mail.ru.

*Предложена технологическая схема выращивания личинок чёрной львинки (*Hermetia illucens* L.) на новом субстрате – отходах рыбоводных установок замкнутого водоснабжения. Разработаны основы методики теоретического расчёта материального баланса системы. Проведена теоретическая оценка эффективности предложенной технологии*

Интенсивное развитие мировой аквакультуры требует прочной кормовой базы. Ограниченность ресурсов сырья для рыбной муки и рыбьего жира [1] развивает новые направления в области альтернативных источников белка для кормопроизводства. Одним из таких направлений – наиболее популярным, является производство протеиновой муки из личинки чёрной львинки (*Hermetia illucens* L.) [8]. На сегодняшний день существует ряд коммерческих проектов, направленных на промышленное выращивание чёрной львинки: AgriProtein Technologies (ЮАР), EnviroFlight (США), Hermetia (Германия), Ynsect (Франция), Enterra (Канада), Protix (Нидерланды) совместно с Bühler (Швейцария) и др. В качестве субстрата для выращивания львинки, большинство этих компаний использует органические отходы растительного происхождения. Известно также направление, в котором личинка чёрной львинки используется для переработки навоза. В работе [8] рассматривается технология комплексной переработки чёрной львинки, выращенной на свином навозе или курином помёте (рисунок 1).

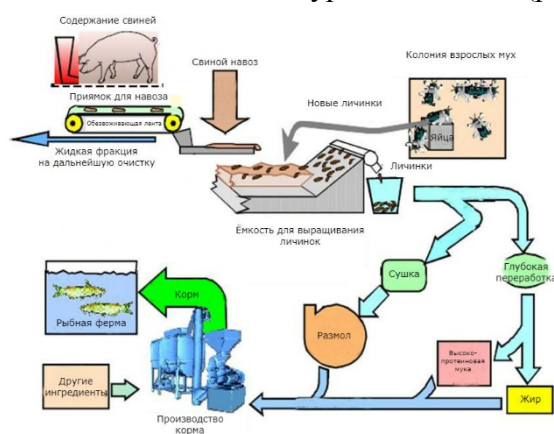


Рис. 1. Технология комплексной переработки чёрной львинки, выращенной на свином навозе.

Одним из перспективных направлений является интеграция ферм по выращиванию чёрной львинки с рыбоводными хозяйствами на основе установок замкнутого водоснабжения. Последние производят большое количество органических отходов в виде

рыбных фекалий и остатков несъеденного корма, содержащих непереваренный белок и требующих утилизации.

Установки замкнутого водоснабжения – это технические системы, создающие эффективные искусственные условия для интенсивного выращивания объектов аквакультуры. Базовая технология представлена на рисунке 2.

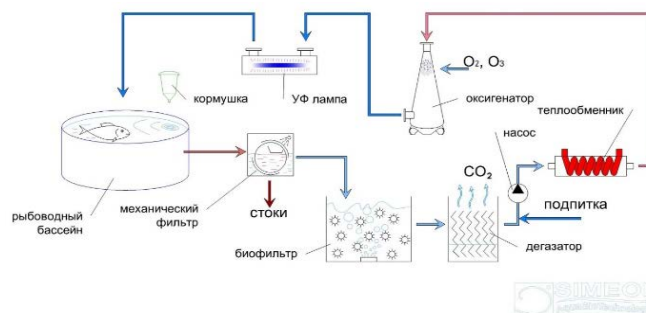


Рис.2. Технологическая схема работы УЗВ (ООО «СИМЕОН АкваБиоТехнологии»).

Интенсивное выращивание достигается путём интенсивного кормления объектов аквакультуры. Механическая фильтрация в непрерывном режиме удаляет остатки корма и нерастворённые продукты жизнедеятельности из оборотной воды, которые и будут являться субстратом для выращивания чёрной львинки.

Материалы и методы

Анализ состояния хозяйств по выращиванию и переработки насекомых в России показал, что большая часть небольших подсобных ферм по выращиванию насекомых (Домашней мухи, чёрной львинки) в большей степени направлено для получения наживок для рыбалки, и в меньшей степени используется как корм для домашней птицы. Существуют также некоторые пилотные фермы: Агробиотехнологии, Зоопротеин, Биогенезис. Однако единой системы промышленной переработки насекомых в муку на сегодняшний день в России нет. Производство промежуточного продукта или использование стороннего сырья (например, личинки) в настоящий момент невозможно, так как отсутствуют потребители/поставщики. В связи с этим, модель предприятия по производству муки из чёрной львинки, должна в себя включать полную технологическую цепочку от подготовки субстрата до получения готовой муки.

В развёрнутом виде, технологическая схема переработки личинки чёрной львинки имеет следующий вид:



Рис.3 . Блок схема переработки насекомых в протеиновую муку.

На основе работ [7, 8, 9, 11] составлен материальный баланс производства протеинового концентрата (рис.4).

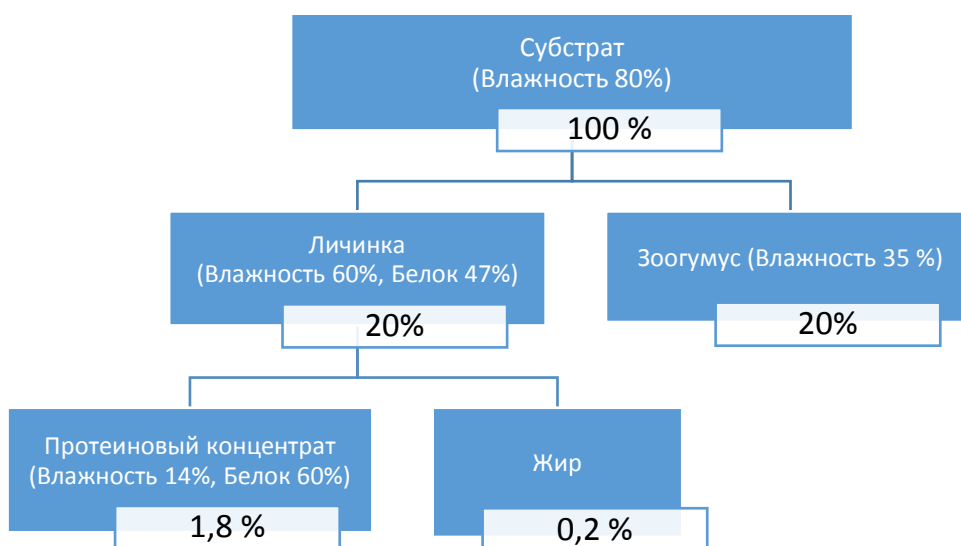


Рис.4 . Материальный баланс технологии переработки личинок Черной львинки в муку.

В качестве субстрата применимы отходы продовольственных магазинов, общепита, пищевых перерабатывающих предприятий. Также используются продукты жизнедеятельности животноводческих, птицеводческих, рыбоводных предприятий. Рост личинки чёрной львинки до товарной массы занимает 23 суток [11]. Плотность посадки в одном контейнере может достигать 15 кг/м². Выход личинок (по СВ) составляет 25% от СВ субстрата. Остатки субстрата после выращивания – это ценное удобрение почвы, зоогумус, который так же подлежит реализации. При переработке личинок, производится их отделение от кутикулы и сушка внутренностей. В процентном соотношении, получается около 10% высушенной массы от начальной массы личинки. Из высушенной массы удаляется около 20% жира.

Материальный баланс замкнутой системы выращивания и переработки чёрной львинки в интеграции с УЗВ был рассчитан следующим образом.

На основе данных [4,6,10], рассчитано остаточное содержание белка в экскрементах различных видов рыб, выращиваемых в УЗВ. (Таблица 1).

Содержание белка в процентах было рассчитано на основе количества общего азота N, исходя из соотношения:

$$\text{Белок (\%)} = N \left(\frac{\text{г}}{\text{кг}} \right) * 6,25 \quad (1)$$

Перевариваемость рассчитывалась:

$$\text{Перевариваемость (\%)} = \frac{N (\%) \text{ в стоках}}{N (\%) \text{ в корме}} \quad (2)$$

Таблица 1

Оценка конверсии белка в УЗВ

Вид рыбы	Содержание белка в корме, % в СВ*	Содержание белка в стоках, % в СВ	Перевариваемость, %	Источник, для расчёта показателей
Осетр	44	4,4	10	Tăbăcaru D.D., 2015
Форель	41,9	6,3	15	O. Schneider, 2006
Африканский сом	43,1	6,3	14	
Тиляпия	45	8,8	19	

*- СВ – сухое вещество.

Для количественной оценки работы системы определим её производительность Q (т/год):

$$Q = \frac{m_{\max} * n}{\tau * 365}, \quad (3)$$

где τ - цикл выращивания, сут;
 n - количество личинок (шт).

$$n = V * \gamma, \quad (4)$$

где V - объём субстрата (м^3);
 γ - плотность посадки личинок (шт/ м^3);

m_{\max} - максимальная масса 1й личинки до достижения стадии предкуколки, либо на момент сбора (г).

$$m_{\max} = v * t, \quad (5)$$

где t - время цикла выращивания (сут),

$$0 \geq t \geq t_{\text{предк}}, \quad (6)$$

время выращивания не превышает времени перехода личинки в состояние предкуколки.

v - средний темп роста,

$$v = \frac{m_{\max}}{\tau} \left(\frac{\text{г}}{\text{сут}} \right), \quad (7)$$

где τ - период цикла выращивания личинки со стадии яиц ($m_0 \approx 0$) до m_{\max} , или

$$v = \frac{1}{\tau} \left(\frac{\%}{\text{сут}} \right). \quad (8)$$

На параметр v оказывают существенное влияние следующие факторы:

- удельное количество белка в субстрате $N_{\text{суб}}^{\text{уд}}$ - (г белка/ 1 г личинок),
- плотность посадки личинок γ (шт/ м^3).
- температура среды T_{cp} ($^{\circ}\text{C}$).

$$v = f \left(N_{\text{суб}}^{\text{уд}}, \gamma, T_{\text{cp}} \right). \quad (9)$$

Удельное количество белка в субстрате определяется из зависимости:

$$N_{\text{суб}}^{\text{уд}} = \frac{N_{\text{суб}}}{M}, \quad (10)$$

где M - биомасса личинок (г).

$N_{\text{суб}}$ - количество белка (г) в фиксированном объёме субстрата,

$$M = m * n, \quad (11)$$

где m - масса одной личинки в заданный период времени (г).

С учётом зависимостей (4), (11), формула (10) приобретает вид:

$$N_{\text{суб}}^{\text{уд}} = \frac{N_{\text{суб}}}{m * V * \gamma}, \quad (12)$$

Объём субстрата можно представить через массу субстрата:

$$V = \frac{M_{\text{суб}}}{\rho_{\text{суб}}}, \quad (13)$$

где $\rho_{\text{суб}}$ - удельный вес субстрата ($\text{кг}/\text{м}^3$)

Выражение (12) приобретает вид:

$$N_{\text{суб}}^{\text{уд}} = \frac{N_{\text{суб}}^{\%} * \rho_{\text{суб}}}{m * \gamma}. \quad (14)$$

Упрощая зависимость (9) до однофакторной (принимая допущение, что факторы γ, T_{cp} во всех случаях обеспечивают оптимальные значения) получаем следующую зависимость:

$$v = f * \left(N_{\text{суб}}^{\text{уд}} \right). \quad (15)$$

Объединив уравнения (8) и (15), найдём функцию f:

$$f = \frac{1}{\tau \cdot N_{\text{суб}}^{\text{уд}}} \left(\frac{\text{г(личинки)}}{\text{г(белка)} \cdot \text{сут}} \right). \quad (16)$$

Анализ литературы [7, 9] позволил ориентировочно рассчитать функцию f при выращивании львинки на различных субстратах (таблица 2). Недостающие для расчёта данные были дополнены средними справочными величинами.

Таблица 2

Оценка эффективности субстрата

Субстрат	Период вы- ращ., сут	Удельное количе- ство белка г/г	Функция f г/г/сут	Источник
Куриный помёт	144	0,84	$2,33 \cdot 10^{-2}$	[9]
Свиной навоз	144	0,37	$5,48 \cdot 10^{-2}$	
Навоз КРС	214	0,37	$2,48 \cdot 10^{-2}$	
Коровий навоз	21	0,53	$8,93 \cdot 10^{-2}$	[7]

На основе таблиц 1, 2 спрогнозируем процесс выращивания личинки чёрной львинки на стоках рыбоводных хозяйств. За основу возьмём среднее арифметическое значение функции f.

$$f = 4,81 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\text{г(личинки)}}{\text{г(белка)} \cdot \text{сут}} \right).$$

Расчётное удельное количество белка в субстрате при периоде выращивания 21 сут составляет (16):

$$N_{\text{суб}}^{\text{уд}} = \frac{1}{21 \cdot 4,81 \cdot 10^{-2}} \approx 1 \left(\frac{\text{г(белка)}}{\text{г(личинки)}} \right).$$

На основе выражения (14) и данных из таблицы 1 для осетровых хозяйств, определим плотность посадки личинок. Удельный вес отходов рыбоводных хозяйств $\rho_{\text{суб}} = 120 \text{ кг} / \text{м}^3$ [2]:

$$m \cdot \gamma = \frac{0,44 \cdot 120}{1} = 52,8 \text{ кг/м}^3.$$

Средняя суточная норма кормления осетрового хозяйства (на основе опыта проектирования осетровых УЗВ) 5,6 кг/сут/т производительности. Отходы рыбного хозяйства составляют 25% от количества поступившего корма [2]. Таким образом, определим эмпирическую зависимость количества отходов от годовой производительности хозяйства:

$$Q_{\text{суб}} = Q_{\text{рыб}} \cdot 5,6 \cdot 0,25 = 1,4 \cdot Q_{\text{рыб}} \left(\frac{\text{кг}}{\text{сут}} \right) \quad (17)$$

Производительность по личинке, в зависимости от производительности осетрового завода определяется:

$$Q = m \cdot \gamma \cdot Q_{\text{суб}}. \quad (18)$$

Применяя эмпирические данные, получаем суточную производительность в кг:

$$Q \approx 74 \cdot Q_{\text{рыб}}. \quad (19)$$

Годовая производительность в тоннах:

$$Q \approx 27 \cdot Q_{\text{рыб}}. \quad (20)$$

Выводы

Определены основы расчёта материального баланса выращивания личинки чёрной львинки на субстрате из отходов рыбоводных хозяйств. Методика заключается в определении удельного количества белка на 1 кг выращиваемой личинки. Результаты позволили получить эмпирическую зависимость производительности хозяйства по выращиванию личинки чёрной львинки от производительности рыбоводного завода – источника субстрата.

Для рыбоводного осетрового хозяйства, производительностью 100 т/г, производительность по личинке чёрной львинки может составлять порядка 2700 т/г или 7,4 т/сут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.
2. M.B. Timmons, J.M. Ebeling. Recirculating Aquaculture, 3rd Edition. Ithaca Publishing Company, LLC, - 2013. 788 p.
3. Insects: sustainable protein source. <http://www.buhlergroup.com/global/en/about-buehler/insects-sustainable-protein-source.htm#.WVN59GjyjIU> (дата обращения 19.07.2017г.)
4. G.K. Reid, M. Liutkus, S.M.C. Robinson, T.R. Chopin, T. Blair, T. Lander, J. Mulen, F. Page & R.D. Moccia. (2009) A review of the biophysical properties of salmonid faeces: implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Research* 40, 257-273
5. P.B. Brow, E.H. Robinson (1989) Nutrient Concentrations of Catfish Feces and Practical Diets After Immersion in Water. *Journal of the World Aquaculture Society* Vol. 20, No. 4, 245-249.
6. Fish waste management by conversion into heterotrophic bacteria biomass [2006] Schneider, O.
7. Li Q, Zheng L, Qiu N, Cai H, Tomberlin JK, Yu Z. bioconversion of dairy manure by black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) for biodiesel and sugar production. *Waste management*. 2011; 31(6):136-1320.
8. Newton, G.L., Sheppard, D.C., Watson, D.W., Burtle, G.J., Dove, C.R., Tomberlin, J.K., Thelen, E.E., 2005. The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool. *State of the Science. Animal Manure and Waste Management*, January 5–7, San Antonio, TX.
9. Oonincx D.G.A.B., A. van Huis, J.J.A. van Loon. Nutrient utilisation by black soldier flies fed with chicken, pig, or cow manure. *Journal of Insects as Food and Feed*, 2015; 1(1):
10. Tăbăcaru D.D. Cartea fermierului piscicol pentru inițierea în creșterea sturionilor în sistem recirculant. Editura Mind Shop. București, 2015. (in Romanian)
11. J. Ekman. Production of fish feed from vegetable waste. Published and distributed by: Horticulture Australia Ltd. (2014).

**BIOTECHNOLOGY OF ORGANIC WASTES RECYCLING
WITH PROTEIN PRODUCTION**

Yakovlev Dmitry Anatolievich, Cand.Tech.Sc
Tupolskikh Tatyana Ilyinichna, Cand.Tech.Sc,
Shumskaya Natalia Nikolaevna, Cand.Tech.Sc,
Serdyuk Valentina Alexandrovna, master's student

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation,
e-mail: tupolskix@mail.ru

*There is showed the technology of black soldier fly larva (*Hermetia illucens* L.) rearing in new type of substrate – feces from recirculating aquaculture systems. A method basic the theoretical calculation of mass balance is developed. Theoretical evaluation of this new technology efficiency carried out.*