

УДК 664.66:665(06)

Разработка технологии функционального продукта из пшеничной муки, обогащенного рыбным белково-минеральным наполнителем

Аспирант **Е.В. Махнач**, lenamakhnach@gmail.com

канд. техн. наук **И.А. Бессмертная**, irina.bess@mail.ru

Калининградский государственный технический университет
236022, г. Калининград, Советский проспект, 1

Разработана технология продукта функционального назначения из пшеничной муки с использованием белково-минерального наполнителя (БМН), приготовленного методом горячего ферментолиза мышечной ткани высокобелковых рыб. Выбраны оптимальные режимы процесса приготовления БМН и рецептуры профилактического печенья. Для расширения ассортимента и усиления профилактических свойств в рецептуру печенья могут быть внесены такие растительные добавки, как: морковный сок, корица, лимонная цедра. На основании определения качественных показателей печенья установлены сроки хранения готовой продукции, которые составляют 8 недель. Разработаны проекты НД по производству профилактического печенья, обогащенного БМН.

Ключевые слова: белково-минеральный наполнитель, ферментолиз, автопротеолиз, обогащение, коэффициент пищевой насыщенности, степень обводнения белков, органолептические показатели.

Development of technology for functional product made from wheat flour, enriched with fish protein and mineral filler

E.V. Makhnach, Ph. D. I.A. Bessmertnaya

Kaliningrad State Technical University
236022, Kaliningrad, Sovetskij prospekt, 1

The article describes the development of the functional products' technology. This product is enriched with fish protein and mineral (PMF) and made with hot fermentation process from muscle tissues of high-protein fish. Also, the optimal technical conditions of the process PMF creation and formulas of the preventive cookies were fitted. There are some vegetable additives which can be brought to the cookies' formula to extension of the range and enhancement their preventive properties as well. For instance: carrot juice, cinnamon, lemon peel. Based on definition of cookies' quality indicators, shelf-life of products was set as 8 weeks. Projects of Scientific Documentation have been developed for the production of the preventive cookies enriched with PMF.

Key words: protein-mineral filler, fermentation, autoprolysis, enrichment, food saturation factor, the degree of flooding proteins, organoleptic property.

Необходимость разработки технологии «новых» продуктов, обладающих заранее заданными свойствами, диктуется производителям пищевой промышленности рядом факторов современной жизни. Основной причиной этого является осознание всё большим количеством людей, неизбежности изменения привычного образа жизни на

более здоровый и рациональный. Одним из наиболее важных пунктов обновления является смена питания. При этом очевиден факт, что потребность обеспечения населения калориями за счёт высокоэнергетических продуктов с недавнего времени не является доминирующей задачей мировой пищевой промышленности. Более того, в настоящее время наблюдается смещение акцента питания с продуктов, предоставляющих необходимые питательные вещества для роста и поддержки жизни, к продуктам, способным обеспечить профилактику и даже лечение некоторых заболеваний, т.е. к нутрицефтикам или «функциональным продуктам». По одному из определений, в частности - американскому, эти продукты, способны обеспечить пользу для здоровья помимо предоставления тех питательных веществ, которые они содержат.

Одним из перспективных направлений по созданию «обогащённой продукции», особенно для обеспеченных потребителей, остаётся создание комбинированных, насыщенных протеинами продуктов на основе молочных продуктов, мяса и особенно рыбы так как, к сожалению, дефицит белка в рационе питания современного человека остаётся одной из проблем, требующих решения [1].

Потребитель ежедневно вынужден бороться между желанием приобрести ароматную и аппетитную выпечку, представленную на прилавках в изобилии, и пониманием следовать принципам здорового питания, сохраняя фигуру и здоровье. Решением проблемы выбора потребителя между «полезным» или «вкусным», может стать внесение недостающих в рецептуре мучных кондитерских изделий из пшеничной муки незаменимых аминокислот из белоксодержащего сырья, которое содержит наиболее дефицитные незаменимые аминокислоты. Пищевая ценность продукта тем выше, чем в большей степени он удовлетворяет потребностям организма в пищевых веществах или чем в большей степени его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания.

Химический состав хлеба и мучных изделий не полноценен в биологическом отношении. Растительные белки, содержащиеся в хлебе и мучных изделиях из пшеничной муки в количестве 8...9%, усваиваются хуже, чем животные из-за того, что они практически не содержат лизин, метионин и триптофан, а соотношение незаменимых аминокислот в них менее благоприятно для метаболизма [2]. Ещё одним недостатком мучных изделий из пшеничной муки является недостаток минеральных солей, в том числе - кальция. При правильном питании важно не только абсолютное содержание кальция и фосфора в продукте, но и их соотношение. Для взрослых оптимальное соотношение кальция и фосфора 1:1,5. Соотношение кальция и фосфора в хлебе составляет 1:5,5, что намного превышает оптимальное значение и снижает усвоение их из хлебо-булочных и кондитерских изделий. Обогащение продуктов питания кальцием необходимо также для повышения их профилактических свойств.

Большие возможности, как пишет А.П.Черногорцев, имеются по использованию белковой массы из рыб для обогащения теста и изготовления различной продукции [3].

Работы [4,5,6] показали, что в технологии хлеба, макаронных и мучных кондитерских изделий может применяться рыбный белок в различном виде: белковых изолятов, концентратов после ферментолиза и дезодорации, и т.д. Биологические достоинства белковых обогатителей из мышечной ткани рыбы, позволяют создать комбинированные продукты нового поколения, сделать мучные продукты полноценными, безопасными и, как следствие, полезными, благодаря содержанию в рыбном белке всех незаменимых аминокислот, а так же кальция и фосфора в усвояемой форме.

В России национальное население севера страны и Сибири издавна заготавливало своеобразную рыбную пищевую муку, полученную из пресноводных рыб путем сушки, измельчения и просеивания. Эту муку, богатую белком и минеральными веществами использовали в кулинарии при приготовлении различных продуктов: супов, котлет, блинов и, конечно, хлеба и мучных изделий. Немецкие хлебопеки в период второй мировой войны с целью повышения белковой и минеральной ценности хлеба также применяли рыбную пищевую муку в качестве добавки. Итак, обогащения хлеба и изделий из муки рыбным белком применяется давно и с успехом, т. е. с пользой для потребителя.

Ферментолиз рыбного фарша под действием комплекса протеолитических ферментов катепсинов приводит к дезагрегации белков мышечной ткани до крупномолекулярных соединений: пептонов, протеаз, пептидов с различной длиной цепи, дипептидов и аминокислот, что способствует приобретению рыбной белковой массой свойств, необходимых для использования в качестве наполнителя мучных пищевых продуктов. С помощью автопротеолиза рыбного сырья за счёт частичного расщепления молекул белков мышечной ткани рыб, можно улучшить вкус, аромат и консистенцию конструируемого продукта и получить белково-минеральный наполнитель (БМН) с необходимыми свойствами.

Цель работы – создание нового вида сухих изделий из пшеничной муки, обогащенных рыбным белком, разработка технологии и рецептуры печенья повышенной пищевой ценности с использованием БМН из мышечной ткани рыб и исследование органолептических показателей качества печенья при хранении.

В качестве объектов исследования рассматривались морские виды рыб - путассу, треска, имеющие промысловое значение, а так же пресноводные рыбы, добываемые в заливах Калининградской области: речной окунь, судак. В таблице 1 приведен аминокислотный состав белков мышечной ткани исследованных рыб [6,7].

Таблица 1.

Аминокислотный состав рыбного сырья [г. в 100г] [6]

Аминокислота	окунь	судак	треска	путассу
Изолейцин	9,0	9,38	7,0	9,62
Лейцин	16,0	13,98	13,0	14,75
Лизин	17,0	16,19	15,0	16,59
Фенилаланин+Тирозин	16,0	11,78	14,0	12,17
Метионин	5,0	5,3	5,0	5,79
Треонин	9,0	7,91	2,1	9,59
Валин	11,0	9,75	9,0	10,13
всего	90,4	74,29	65,1	78,64

Мясо рыб имеет сбалансированный аминокислотный состав, и по пищевой ценности не уступает мясу теплокровных животных, а во многих отношениях даже превосходит его. Для сравнения рассмотрим аминокислотный состав пшеничной муки в таблице 2.

Таблица 2.

Аминокислотный состав пшеничной муки [г. в 100г][8]

Содержание аминокислот, г на 100 г продукта	Триптофан	Лейцин	Изолейцин	Валин	Треонин	Лизин	Серосод-е	Метионин	Фенилаланин	Гистидин
Мука пшеничная	0,13	0,8	0,48	0,45	0,3	0,24	0,35	0,14	0,58	0,21

Произведенное учеными сравнение содержания отдельных аминокислот в белке изделий из пшеничной муки первого сорта с аминокислотной формулой сбалансированного питания показало, что в белках этой группы изделий существует резкая диспропорция незаменимых аминокислот. Так, если количество валина достигает 141,5%, фенилаланина 221% по отношению к оптимальному, а содержание лейцина, изолейцина и треонина близко к норме, то количество триптофана, лизина и метионина составляет лишь 54; 56,5 и 65% нормы. Вопросу эффективного обогащения белков пшеничной муки лимитирующими аминокислотами посвящено множество исследований, в которых доказано благоприятное влияние корректировки аминокислотного состава продуктов на основе пшеничной муки на состояние здоровья людей разных возрастных групп [2,8].

Как видно из таблицы 3, по содержанию жира в мышечной ткани окунь, треска, путассу и судак относятся к тощим, а по содержанию белка - к белковому сырью, т.е. мышечная ткань рыб, использованных для приготовления БМН, может быть

использована для диетического и детского питания. Для технологических исследований имеют значение коэффициент пищевой насыщенности и степени обводнения белков.

Коэффициент пищевой насыщенности рассчитывали по формуле :

$$K_{\text{пн}} = (Б+Ж+У) / В, \quad (1)$$

где Б, Ж, У, В – содержание соответственно белка, жира, углеводов, воды в объектах исследования, %. Расчёт степени обводнения белков осуществляли по формуле

$$K_0 = В/ Б, \quad (2)$$

где Б, В – содержание соответственно белка и воды в объектах исследования, %.

Технологические свойства объектов исследования приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Технологические свойства объектов исследования [8]

Объект исследований	Химический состав мышечной ткани, %				Выход съедобной части, %	Калорийность съедобной части, ккал/100г	Коэффициент пищевой насыщенности $K_{\text{пн}}$	Степень обводнения белков K_0
	Вода	Белок	Жир	Минеральные вещества				
Судак	77,8	20,0	0,9	1,3	52,4	92,1	0,28	3,9
Треска балтийская	79,7	17,7	1,3	1,3	48,5	75	0,25	4,5
Путассу южная	80,2	18,1	0,3	1,4	49,4	72	0,24	4,4
Окунь речной	79,2	18,5	0,9	1,4	51,7	82	0,26	4,2

По степени обводнения мясо исследуемых объектов можно разделить на две группы: плотное ($K_0 = 3,0 - 4,0$) у судака; и плотное и сочное ($K_0 = 4,1 - 4,5$) у трески, путассу и окуня [8,9].

Низкий коэффициент пищевой насыщенности (0,24–0,28) у исследуемых рыб показывает, что их можно причислить к группе низко насыщенных и использовать качестве сырья для получения диетической продукции, а также для приготовления БМН, который можно использовать для создания продуктов нового поколения.

Технология приготовления БМН методом горячего ферментализа была выбрана нами на основе изученных литературных и патентных данных, и скорректирована нами на основании предварительных экспериментов [3,10].

В результате исследований было установлено, что рыбный фарш, полученный из мышечной ткани судака, путассу, окуня и трески, не подвергнутый ферментализу, имеет

неоднородную консистенцию, в нем выделяются отдельные комочки; этот фарш не обладает достаточной вязкостью и липкостью, необходимой для замеса теста из пшеничной муки. Эксперименты по использованию фарша этих рыб без специальной обработки в технологии хлебобулочных изделий показали необходимость поиска технологических решений, направленных на получение БМН с требуемыми свойствами. Использование ферментализации рыбного фарша, который проводили в присутствии воды при соотношении фарш : вода как 1:1 и последующее удаление воды позволили получить гидрофильное рыбное тесто однородной консистенции с массовой долей влаги 60-65%.

Удаление воды из проферментированной массы позволило увеличить относительное содержание в ней солерастворимых белков, обуславливающих гидрофильные свойства фарша. Это установлено по увеличению значения влагоудерживающей способности рыбной массы. Известно, что промывка фарша позволяет замедлить денатурационные изменения фарша, которые при холодильном хранении в короткие сроки и с наибольшей интенсивностью протекают в фарше из тощих рыб, что сопровождается ухудшением его реологических свойств, потерей ВУС и снижением фаршеобразующей способности.

БМН из мышечной ткани исследованных рыб может служить обогатителем не только для печенья. Его можно использовать при производстве других хлебобулочных, бараночных, а также кулинарных изделий [10]. В настоящих исследованиях БМН использовали для приготовления печенья профилактического назначения, обогащенного недостающими в мучных продуктах аминокислотами, а также такими важными для организма человека микроэлементами, как кальций, магний и фосфор.

Функциональные продукты должны обладать не только высокой пищевой ценностью, но и приятными вкусовыми качествами. Для оптимизации состава нового продукта использовали рецептуру затяжного печенья с добавлением белково-минерального наполнителя, приготовленного из мышечной ткани судака, трески, путассу и окуня методом горячего ферментализации, а также натуральные вкусовые ароматические добавки растительного происхождения: сок морковный, цедра лимонная, корица, ваниль, травяная соль.

Были разработаны пять рецептур затяжного печенья, в состав которых входил рыбный БМН и растительные добавки. Исследованы органолептические показатели качества мучного продукта после изготовления и при хранении; сделаны выводы, на основании которых будет совершенствоваться технология профилактического печенья.

Для оценки органолептических показателей качества печенья была разработана 5-балльная шкала, учитывающая коэффициенты значимости отдельных показателей, которая приведена в таблице 4. За основу, оцениваемых показателей были приняты органолептические показатели согласно ГОСТ 24901-89. [11]

Таблица 4.

Балловая шкала оценки органолептических показателей качества печенья

Наименование показателя	Балл	Коэффициент значимости показателя	Интервалы оценки качества с учетом значимости показателя
Форма	1- 5	0,2	0,2-1,0
Поверхность	1- 5	0,1	0,1-0,5
Цвет	1- 5	0,1	0,1-0,5
Вкус, запах	1- 5	0,5	0,5-2,5
Вид в изломе	1- 5	0,1	0,1-0,5

О качестве готовой продукции судили по сумме баллов по всем пяти показателям качества с учётом коэффициентов значимости. Качество изделий, получивших при дегустации пять баллов считалось - отличным, четыре – хорошим, три балла – удовлетворительным, ниже трёх баллов – неудовлетворительным.

Органолептический анализ печенья производили согласно методике проведения дегустаций на основании оценки показателей качества, нормируемых в ГОСТ 24901-89. Показатели – форма, поверхность, цвет, вид на изломе – определяли визуально; запах и вкус – обонянием и осязанием при опробовании готовой продукции. Полученные данные обрабатывались методами математической статистики. Дегустационная оценка печенья проводилась непосредственно после изготовления продукции, а также через каждые 14 дней при хранении образцов в течение трёх месяцев. Хранение печенья осуществляли в полимерной упаковке при температуре $18\pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не выше 75%. Образцы печенья всех исследуемых рецептур хранили отдельно. Результаты изменения органолептических показателей печенья при хранении приведены на рис. 1.

Как видно из рисунка 1, качество печенья на момент изготовления и после 4 недель хранения оставалось отличным и хорошим. Следует отметить, что все образцы печенья сохранили хорошую форму, состояние поверхности и цвет до конца срока хранения. Изменялась только оценка интенсивности вкуса и запаха, что и отразилось на суммарной оценке качества. После 8 недель хранения, в течение дальнейших 4 недель наблюдается ухудшение качества почти всех образцов печенья.

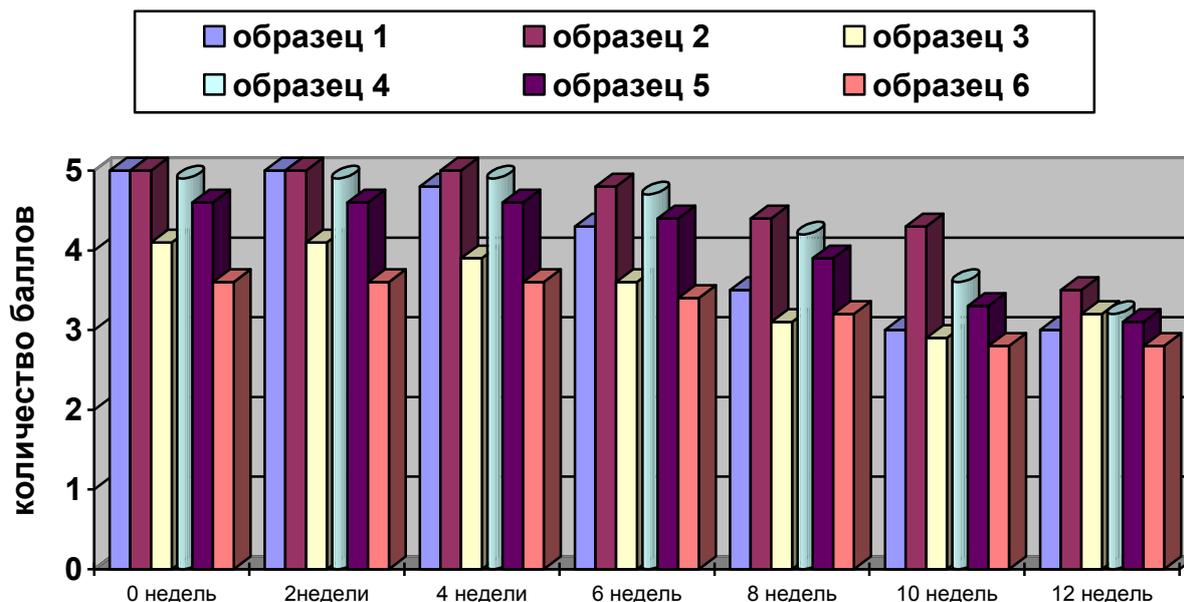


Рис. 1. Изменение органолептических показателей качества печенья при хранении

Это ухудшение качества характеризуется приобретением продукцией запаха и вкуса "старой" муки; уменьшением хрупкости при разломе и раскусывании печенья. К окончанию 12 недельного периода хранения наилучшие показатели качества сохранило печенье с добавкой из моркови (образец 2), что свидетельствует о целесообразности использования морковного сока в качестве вкусовой ароматической добавки при производстве профилактического печенья. Добавка из моркови придаёт печенью интенсивный оранжевый цвет. Печенье с этой добавкой сохранило высокую оценку качества на протяжении 12 недель хранения. Такие добавки, как цедра лимона (образец 3) корица (образец 4), и ваниль (образец 5) способствовали хорошей сохранности печенья и могут быть рекомендованы для расширения ассортимента печенья с профилактическими свойствами. Добавка "травяная соль" (образец 6) хуже других сочеталась с компонентами рецептуры затяжного печенья и может быть использована после корректировки основных компонентов рецептуры. Образец 1 являлся контрольным и не содержал растительных добавок.

На основании проведённых экспериментальных работ сделаны следующие выводы:

- белково – минеральный наполнитель на основе мышечной ткани рыб может быть использован в рецептуре печенья для придания продукции профилактических свойств, он хорошо сочетается с компонентами рецептуры затяжного печенья и практически не изменяет органолептические показатели качества;
- для расширения ассортимента и усиления профилактических свойств в рецептуру печенья с БМН могут быть внесены такие добавки, как: морковный сок, корица, лимонная цедра;

- установлены сроки хранения печенья с БМН и растительными добавками морковного сока, корицы, лимонной цедры, которые составляют 8 недель при температуре $18\pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности не выше 75%;
- по результатам проделанной работы разработаны проекты НД по производству профилактического печенья, обогащенного БМН.
- следует изучить изменения органолептических показателей профилактического печенья при хранении в упаковке из пергаментной бумаги, так как полиэтиленовая упаковка оказывает негативное влияние на показатель "запах" печенья;
- выбраны оптимальные рецептуры и режимы процесса приготовления профилактического печенья с добавлением БМН.

Образцы разработанной продукции экспонировались на выставках "Рыба Балтики – 2008 - 2013", прошедших в выставочном центре "Балтик – Экспо" г. Калининграда, получили высокую оценку посетителей, вызвали профессиональный интерес у производителей пищевой продукции, что свидетельствует об актуальности настоящих исследований. Печенье с БМН и различными добавками из растительного сырья было представлено на выставке инновационных достижений Калининградского государственного технического университета, прошедшей в рамках празднования XI Международной научной конференции «Инновации в науке, образовании и бизнесе - 2013», где получило высокую оценку и одобрение [12].

Список литературы

1. Мэри Эрл, Ричард Эрл, Аллан Андерсон
Разработка пищевых продуктов/ Эрл М., Эрл Р., Андерсон А.; пер. с англ. В.Ашкинази, Т.Фурманской. – СПб.: Профессия, 2007. – 384 с.,– (Серия: Научные основы и технологии).
2. Кремер Ю.Н. Биохимия белкового питания/ Кремер Ю. Н. – Рига.: Зинатне, 1965. – 468с.
3. Черногорцев А.П. Переработка мелкой рыбы на основе ферментированного сыра/ А.П. Черногорцев – М.,1973.—152с.
4. Тамова М.Ю. Пищевые продукты функционального назначения/ М.Ю. Тамова, Г.И. Касьянов//Пищевая промышленность.-2002.-№ 9. – с 66
5. Бессмертная И.А. Разработка технологии комбинированных рыбомучных изделий / И.А. Бессмертная, В.А.Благинин, А.С. Лысова, Н.Ю. Кочелаба, М.В. Зверева, А.С.Березан// Пищевая технология. – 2000. - № 4. – 122с.
6. Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи: учебн. Для вузов.- М.: Издательство Колос, 2007.-853с.
7. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения / И.В. Кизеветтер.-М. 1973.-424с.

8. Байдалинова Л.С., Киселёв В.И., Лысова А.С., Мезенова О.Я., Сергеева Н.Т., Степанцова Г.Е., Терещенко В.П. БИОТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОБИОНТОВ/ под ред. Мезенова О.Я., Терещенко В.П.- Калининград: Издательство КГТУ, 2004.-461с.

9. Биотехнология морепродуктов/ Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова и др. – М.: Мир, 2006. – 560с.

10. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами.// Наука и технология/ В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский/ под общ. ред. Спиричева В.Б. – сиб. унив. Издательство,2005-548 с.

11. ГОСТ 24901-89 Печень. Общие технические условия.

12. <http://www.klgtu.ru/press/news/15133.php>