

УДК 641+664.95

## Особенности процесса получения витаминизированных и минерализированных рыбных продуктов

*Д-р техн. наук. Г.В. Алексеев, gva2003@rambler.ru*

*О.И. Аксенова, oksi280491@yandex.ru*

*А.А. Золотарева, М.С. Хрипанкова*

*Университет ИТМО*

*191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

*Предложены подходы к получению рыбных паст для обогащения витаминно-минеральными добавками. В проводимых исследованиях, при изучении показателей безопасности рыбных паст, определены содержание токсичных элементов, гистамина, сумму нитрозоаминов, полихлорированных бифенилов, хлорорганических пестицидов, гербицидов, радионуклидов и микробиологические показатели. Проведена органолептическая оценка рыбного и вспомогательного сырья, методом высушивания до постоянной массы определена массовую доля влаги. По методике, основанной на экстракции жира петролейным эфиром, в аппарате Сокслета определена массовая доля липидов в исследуемых образцах рыбных паст. Содержание общего белка определено полумикрометодом Кьельдаля, используя при пересчете на белок коэффициент 6,25. Для определения массовой доли поваренной соли применен аргентометрический метод. Зольность определена способом сжигания муки и отрубей с последующим определением массы несгораемого остатка. В результате исследований выявлено рациональное содержание добавки ДМ (добавка минерализующая), позволяющее обеспечить наиболее благоприятные условия потребления пастообразного рыбного продукта для лечебно-профилактического питания и питания лиц преклонного возраста. В рецептурах приготовления паст для конкретного технологического процесса следует выбирать регламентированное количество ДМ. Данные экспериментов могут быть использованы для лечебно-профилактического питания, контроля качества продукции и более полного использования малоценного рыбного сырья.*

*Ключевые слова:* рыбные пасты, витаминно-минеральные добавки, лечебно-профилактическое питание, рацион питания.

---

## Particularities of the process of the reception vitaminizirovannyh and mineralizirovannyh fish products

*Ph.D G.V. Alexeev, gva2003@rambler.ru*

*O.I. Aksenova, oksi280491@yandex.ru*

*A.A. Zolotareva, M.S. Hripankova*

*ITMO University*

*191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*Approaches to receiving fish pastes for enrichment are offered by vitamin and mineral additives. In the conducted researches, when studying indicators of safety of fish pastes, are defined the maintenance of toxic elements, a histamine, the sum of nitrozoamin, polikhloriro-bathing biphenyls, the hlororagnicheskikh of pesticides, herbicides, radionuclides and microbiological indicators. The organoleptic assessment of fish and auxiliary raw materials is carried out, the drying method up to the constant weight determined mass a moisture share. The mass fraction of lipids in the studied samples of fish pastes is determined by the technique based on fat extraction by petroleum air in the device Soksleta. The content of the general protein is defined Kyeldal's polumikrometo-house, using, at recalculation on protein, coefficient 6,25. The argentometrishesky method is applied to definition of a mass fraction of table salt. The ash-content is determined by way of burning of flour and bran with the subsequent determination of mass of the fireproof*

*rest. As a result of researches it is revealed rational soderzhakny additives AM (the additive mineralizing), allowing to provide optimum conditions of consumption of a pastokobrazny fish product for treatment-and-prophylactic food and food of elderly people. In compoundings of preparation of pastes for konkretny technological process it is necessary to choose the regulated number of DM. Data of experiments can be used for treatment-and-prophylactic food, quality control of production and fuller use of invaluable fish raw materials.*

**Keywords:** fish pastes, mineral additives, medical-preventive feeding, ration of the feeding.

В последние десятилетия прошлого и вначале нынешнего века во всем мире значительно изменился основной ассортимент рыбной продукции.

Промышленность освоила выпуск таких рыбных продуктов, пищевая и биологическая ценность которых учитывает индивидуальные потребности различных возрастных групп населения, а также особенности национальной кухни.

В 2010 году общий объем производства культивируемой пищевой рыбы составил 59,9 млн тонн, что на 7,5% больше по сравнению с 2009 годом, когда этот показатель составил 55,7 млн тонн (в 2000 году – 32,4 млн тонн) [1].

Общая стоимость пищевой рыбы, произведенной в секторе аквакультуры в 2010 году, оценивается в ценах производителей в 119,4 млрд долл. США.

Глобальное распределение продукции аквакультуры по регионам и странам с различными уровнями экономического развития остается неравномерным. В 2010 году на долю 10 ведущих стран-производителей приходилось 87,6% мировой культивируемой пищевой рыбы по объему и 81,9% – по стоимости. Доля Азии в мировом производстве продукции аквакультуры в том же году составила 89%, причем вклад Китая в этот показатель оказался доминирующим: на его долю в 2010 году приходилось более 60% мирового производства продукции аквакультуры

Что касается использования мировой рыбной продукции в 2010 году, то 40,5% (60,2 млн тонн) было реализовано в живом, свежем или охлажденном виде, 45,9% (68,1 млн тонн) было переработано путем замораживания, копчения, вяления или иными способами для прямого человеческого потребления, а 13,6% было предназначено для непищевых видов использования. С начала 1990 года наблюдалась тенденция к увеличению доли рыбной продукции для прямого человеческого потребления по сравнению с другими видами ее использования. Если в 80-е годы около 68% производимой рыбы предназначалось для употребления в пищу человеком, то в 2010 году эта доля превысила 86% и составила 128,3 млн тонн.

В настоящее время с увеличением производства рыбы эти тенденции продолжают развиваться [1]. Исследования, проведенные в конце 70-х и начале 80-х годов прошлого века, установили уникальную природу рыбных жиров и способствовали возникновению повышенного интереса к продуктам питания, выработанным из рыбы и гидробионтов [2].

Более половины кулинарных изделий из рыбы, вырабатываемых в последние десятилетия, приходится на продукцию из рыбного фарша. Значительные успехи в развитии пищевых технологий и в сфере упаковки явились мощным стимулом для бурного развития этого направления рыбообрабатывающего производства. Пастообразные кулинарные рыбные продукты издавна вырабатываются на предприятиях многих стран, особенно большой популярностью они пользуются в Японии, Германии, Скандинавских и некоторых других странах [8].

Норвежская фирма Nardica Foods A/S, основным направлением деятельности которой являются разработка и изготовление по новым рецептурам деликатесных блюд из лосося, камбалы, креветок и мидий, вырабатывает следующие типы паштетов [7]:

- паштет из мидий, который готовят из измельченного мяса мидий и белого мяса лосося с добавлением сливок, пряностей и небольшого количества натуральной свежей несоленой икры, которую помещают в центральную часть продукции;

- крабовый паштет вырабатывают из мяса крабов, белого мяса лосося, яичного белка, используемого в качестве связующего агента, а также пряностей. В центр каждой порции кладут кусочек мяса лосося и шпинат;

- лососевый паштет готовят из мяса лосося и белорыбицы, крабового мяса, сливок, шпината, пряностей и яичного белка, используемого как связующий агент.

В Германии, Франции, Англии популярностью пользуются пастообразные рыбные кулинарные изделия, вырабатываемые в виде кремов. В большинстве случаев технология и рецептура их близка к традиционной. Выпускаемый французской фирмой Adrien Group паштет из морепродуктов состоит из мяса хека, различных беспозвоночных (креветок, кальмаров, мидий), овощей.

В Англии выпущены три вида пастообразных продукта, названных рыбными муссами: из лосося с креветками, из пикши с креветками, из копченой пикши [10]. В составе каждого из муссов содержится не менее 40% мяса рыбы, майонез, соус бешамель.

В Болгарии производят рыбные паштеты из таких океанических рыб, как хек, сардинелла, сардинопус, скумбрия. Рыбу, направляемую на приготовление паштета, размораживают, разделявают, промывают, бланшируют, отделяют от костей, загружают в куттер, добавляют свиной топленый жир, вареный картофель, томат-пасту, пряности и все тщательно измельчают [2].

В Венесуэле готовят бутербродные пасты стерилизованные, в качестве рыбного сырья для которых используют мелкие виды рыб, добываемые как прилов при промысле креветки [3].

На российских предприятиях для производства пастообразной продукции в основном используют соленые сельди, сардины, иваси, скумбрию соленые, чаще всего с механическими повреждениями, а также мороженую, охлажденную, копченую рыбу, как морскую, так и океаническую, белковые обогатители, овощи, томат-пасту, сахар, уксусную кислоту, масло сливочное, растительное, маргарин, приправы, пряности, их экстракты [9].

Одной из последних разработок Калининградского научно-исследовательского института «Атлант» являются новые виды рыбной кулинарии длительного срока хранения, в том числе остропряные и слабосоленые диетические пасты с мажущейся консистенцией и приятным вкусом и ароматом [11].

Использовать эти пасты рекомендуется как наполнители бутербродов, холодные закуски и украшение рыбных пирогов. Пасты готовят из свежей, охлажденной, мороженой рыбы, печени, масла, вкусоароматических добавок, специй. Упаковывается эта продукция в колбасную оболочку или тубы.

Основным сырьем для приготовления паштетов служит рыба мороженая и копченая. Другими компонентами рецептур паштетов являются сливочное масло или маргарин, растительное масло, морковь, репчатый лук, сахар, уксусная кислота, разнообразные пряности.

Подготовка рыбы холодного копчения сводится к разделке ее на обесшкуренное филе. Затем мясо рыбы измельчают на волчке или куттере, смешивают с другими компонентами согласно рецептуре в фаршемешалке, затем смесь протирают до получения однородной массы, пропуская ее через протирающую машину. Можно так же все необходимые компоненты измельчить на волчке, а приготовление паштетной массы вести в куттере [5].

Специалистами научно-экспериментальной базы ВНИРО «Керчь» разработаны рецептура и технология получения кулинарного продукта из ставриды океанической «Паштет рыбный «Загадка». Мышечная ткань ставриды после отваривания имеет сероватый цвет и после измельчения напоминает фарш из вареного мяса теплокровных животных, что дало возможность, используя различные добавки, получить продукт, напоминающий мясной или печеночный паштеты [8]. Рецептура паштета включает в

качестве добавок морковь, репчатый лук, обжаренные на свином шпике, сливочное масло, сухое обезжиренное молоко, манную крупу, соль, специи.

Анализ мирового опыта производства пастообразной кулинарной продукции показывает, что при выпуске этой продукции пищевая промышленность ориентируется на производство высокопитательных блюд с прекрасными вкусовыми качествами, аналогичных блюдам домашнего приготовления, лучшим ресторанным блюдам. Несмотря на широкий ассортимент и опыт производства пастообразной кулинарной продукции, их повсеместный выпуск не получил широкого распространения для людей в лечебно-профилактических целях, например, с временно ограниченными собственными возможностями измельчения пищевых продуктов, в частности из-за травм челюстей или с дефицитом в рационе минеральных веществ. Кроме того, в современных условиях ресурсосбережения необходимы: комплексное использование сырья с учетом свойств и функциональности наиболее распространенных видов рыб, применение технологий обеспечивающих глубокую переработку ценных сортов рыб и сохранность этой продукции. Все это делает пастообразную продукцию из рыбы весьма перспективной и с точки зрения разнообразия ассортимента [6].

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

### Объекты

Объектами исследования в данной работе явился фарш рыбный с минерализованной добавкой на основе обрезки форели атлантической *Oncorhynchus Mykiss* (Sjotroll AS) (далее по тексту фарш МД) для питания людей в лечебно-профилактических целях при витаминно-минеральном дефиците или лиц преклонного возраста при следующих соотношения составляющих:

- паста рыбная, основное сырье которой на 50% состояло из фарша МД, на 50% из мышечной ткани тресковых, в частности минтая (*Gadus chalcogrammus*) в качестве вспомогательного сырья использовались морковь, репчатый лук, вода, соль, специи (далее по тексту образец № 1);
- паста рыбная, основное сырье которой на 25% состояло из фарша МД, на 75% из мышечной ткани минтая, в качестве вспомогательного сырья использовались морковь, репчатый лук, вода, соль, специи (далее по тексту образец № 2);
- паста рыбная, основное сырье которой на 15% состояло из фарша МД, на 85% из мышечной ткани минтая, в качестве вспомогательного сырья использовались морковь, репчатый лук, вода, соль, специи (далее по тексту образец № 3);
- паста рыбная, основное сырье которой состояло из мышечной ткани минтая, в качестве вспомогательного сырья использовались морковь, репчатый лук, вода, соль, специи (далее по тексту образец № 4).

Образцы для испытаний готовили следующим образом.

Мороженую рыбу дефростировали на воздухе при температуре 15–20°C до достижения температуры в мышечной ткани рыбы 0–1°C. Промытую дефростированную рыбу разделяли на тушки, зачищали брюшную полость для удаления сгустков крови и черной пленки. Подготовленную таким образом рыбу промывали в проточной воде, затем укладывали в один слой на сетки из нержавеющей стали и подвергали бланшированию в трехпроцентном растворе соли при температуре 90–95°C в течение 20–30 минут. Бланшированную рыбу охлаждали на воздухе до температуры 40°C, отделяли проваренное мясо от костей.

Лук репчатый очищали от покровных листьев, промывали, мелко резали и пассировали на рафинированном растительном масле до светло-золотистого цвета.

Морковь промывали, очищали от кожицы, вновь промывали и варили до готовности.

Таблица 1

**Сравнительные данные по основным характеристикам исследуемого сырья**

<b>Полезные вещества</b>	<b>минтай</b>	<b>форель</b>
<b>Витамины</b>		
Витамин А	10 мкг	19 мкг
Витамин В1	100 мкг	120 мкг
Витамин В2	90 мкг	110 мг
Витамин РР	1,3 мг	2,9 мг
Витамин В6	97 мкг	410 мкг
Витамин В9	4,5 мкг	12 мкг
Витамин С	0,5 мг	2.4 мг
<b>Минералы</b>		
Железо	800 мкг	700 мкг
Калий	420 мг	481 мг
Кальций	37 мг	67 мг
Магний	50 мг	31 мг
Марганец	100 мкг	160 мг
Натрий	40 мг	31 мг
Фосфор	240 мг	271 мг
<b>Энергетическая ценность, Кдж</b>	<b>325,1</b>	<b>797,9</b>

Подготовленное таким образом рыбное сырье измельчали на мясорубке с диаметром отверстий решетки 2 мм. К полученному фаршу добавляли фарш МД, морковь, лук и все вместе пропускали через мясорубку. К полученной массе добавляли все остальное сырье, предусмотренное рецептурой (соль, пряности, воду) и тщательно перемешивали 10–15 минут. Затем смесь протирали до получения тонкоизмельченной массы, протирая через протирочное устройство.

Для изготовления рыбных паст использовали универсальную модель кухонной машины (УКМ-0,1). В состав этой машины входят: приводной механизм, мясорубка, механизм для сбивания и перемешивания, механизм овощерезательный и протирочный.

**Методы исследований**

При изучении качества рыбных паст определяли: массовую долю влаги и летучих веществ, жира, белковых веществ, золы.

При исследовании пищевой ценности рыбных паст определяли их минеральный, жирнокислотный, аминокислотный состав, а также оценивали содержание жирорастворимых и водорастворимых витаминов. При изучении показателей безопасности рыбных паст определяли содержание токсичных элементов, гистамина, сумму нитрозоаминов, полихлорированных бифенилов, хлороагнических пестицидов, гербицидов, радионуклидов и микробиологические показатели [12].

Органолептическую оценку рыбного и вспомогательного сырья проводили по стандартным методикам (ГОСТ 7636-85).

Массовую долю влаги определяли методом высушивания до постоянной массы по общепринятой методике (ГОСТ Р 51479-99).

Массовую долю липидов в исследуемых образцах рыбных паст определяли по методике, основанной на экстракции жира петролейным эфиром в аппарате Сокслета [13].

Содержание общего белка определяли полумикрометодом Кьельдаля, используя при пересчете не белок коэффициент 6,25.

Для определения массовой доли поваренной соли использовали аргентометрический метод (ГОСТ 5698-51).

Зольность определяли общепринятыми методами (ГОСТ 27494-87).

Калорийность исследуемых продуктов рассчитывали, пользуясь коэффициентами Атвотера, учитывающие процент усвояемости пищевых веществ 1 г продукта: белки – 4,0 ккал, жиры – 9,0 ккал, углеводы – 4,0 ккал [11].

Массовую долю ртути определяли атомно-абсорбционным методом, основанным на окислении ртути, содержащейся в образце, в двухвалентный ион в кислой среде, восстановлением ее в металлическую форму и определением атомно-абсорбционным спектрофотометром (ГОСТ 26927-86).

Массовую долю свинца и кадмия определяли методом, основанным на сухой минерализации (озолении) пробы с использованием в качестве вспомогательного средства азотной кислоты и количественным определением полярографированием в режиме переменного тока.

Массовую долю мышьяка определяли методом, основанным на измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения мышьяка с диэтилдитиокарбаматом серебра в хлороформе (ГОСТ 26930-86).

Измерение удельной активности техногенных радионуклидов цезия-137 и стронция-90 проводили на устройствах Гамма-спектрометр Na I и Бета-спектрометр спектрометрического комплекса «Прогресс». Измерения проводились в геометриях «Маринелли», «Петри» (кювета Д 70).

Микробиологические показатели определяли согласно «Инструкции по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных».

При исследовании пищевой ценности рыбных паст определяли их минеральный, жирнокислотный, аминокислотный состав, а также оценивали содержание жирорастворимых и водорастворимых витаминов. При изучении показателей безопасности рыбных паст определяли содержание токсичных элементов, гистамина, сумму нитрозоаминов, полихлорированных бифенилов, хлороагнических пестицидов, гербицидов, радионуклидов и микробиологические показатели.

Экспертную оценку рыбного и вспомогательного сырья проводили по стандартным методикам (ГОСТ 7636-85).

Методы экспертной оценки рыбной продукции благодаря их простоте, оперативности широко используются при исследовании сырья и готовой продукции, при выполнении задач, связанных с улучшением их качества [6].

Для проведения эксперимента была принята балльная шкала, которая служила для назначения объектам исследования количественной оценки, являющейся мерой выражения качественного уровня признака.

Для экспертной оценки исследуемых рыбных паст были определены следующие показатели качества: внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция.

Коэффициент весомости отражал значение, предписываемое отдельным показателям, и позволял дифференцировать значимость отдельных факторов качества [15].

Из проведенных исследований следует, что рыбные пасты:

- отличного уровня качества получали оценку в интервале от 80 до 100 баллов;
- хорошего уровня качества в интервале от 60 до 80 баллов;
- удовлетворительного уровня качества в интервале от 40 до 60 баллов;
- неудовлетворительного уровня качества в интервале от 20 до 40 баллов;
- очень плохого качества в интервале от 0 до 20 баллов.

Индивидуальные оценки отдельных показателей качества рыбных паст в баллах заносились в дегустационные листы и подвергались статистической обработке.

Принятый метод экспертной оценки позволяет получить важнейшую информацию о качестве новых продуктов и внести изменения в рецептуры рыбных паст на стадии их разработки.

Математическую обработку средних данных органолептической оценки исследуемых образцов рыбных паст проводили с использованием подходов нечеткой логики.

### **Приборы**

Исследование структурно-механических свойств рыбных паст проводились на ротационном вискозиметре «Реотест RV» производства Германии, при постоянной (20°C) температуре и давлении.

Задавая различные значения скорости сдвига, фиксировали определенные результаты на шкале прибора  $\alpha$ .

По результатам измерений вычисляли реологические показатели, на основании которых строили кривые текучести, определяющие зависимость касательного напряжения от градиента скорости.

Зависимость эффективной вязкости от напряжения или скорости сдвига считали основной характеристикой структурно-механических свойств дисперсных систем, так как эффективная вязкость является итоговой характеристикой, описывающей равновесное состояние между процессами восстановления и разрушения структуры в установившемся потоке [3].

Индекс течения показывал, насколько исследуемая среда отличается от ньютоновской. По этому коэффициенту классифицировали жидкости: если индекс находился в пределах  $0 < n < 1$ , то жидкость считали псевдо-пластической; если  $n = 1$ , то жидкость ньютоновская; если индекс в пределах  $1 < n$ , то жидкость относили к бингамовским [13].

Использовали графический метод определения индекса течения в следующей последовательности: строится кривая течения, чтобы определить закономерность течения системы, в логарифмических координатах строится график зависимости касательного напряжения от скорости сдвига; тангенс угла наклона прямой к оси  $OX$  является величина индекса текучести.

Тангенс угла наклона прямой к оси  $OX$  определяется по двум точкам, взятым из прямой, исходя из выражения известного курса аналитической геометрии, и находится по формуле:

$$(x - x_1)(x_2 - x_1) = (y - y_1)(y_2 - y_1) ,$$

где:  $x, x_1, x_2$  – десятичный логарифм скорости сдвига;

$y, y_1, y_2$  – десятичный логарифм касательного напряжения. Подставляя значения функции исследуемой массы, мы приходим к уравнению прямой с угловым коэффициентом, которое представлено ниже в формуле:

$$y = k \cdot x + b,$$

где:  $k$  – угловой коэффициент прямой равен  $\text{tg } \alpha$  и индексу текучести;

$b$  – десятичный логарифм касательного напряжения при скорости сдвига равной единице.

Расчет зависимости вязкости осуществляли аналогично расчету коэффициента индекса текучести. Отличительной особенностью этого метода является построение логарифмического графика зависимости вязкости от скорости сдвига, вместо логарифмической зависимости касательного напряжения от скорости сдвига.

Согласно Штейнеру уравнение Кассона для ротационного вискозиметра принимает вид формулы:

$$\sqrt{\gamma} = \left( \frac{1}{E_1} \right) \left[ \sqrt{\tau} - \frac{2E_0}{1+a} \right] ,$$

где:  $a$  – коэффициент равный отношению радиуса внутреннего цилиндра к радиусу внешнего цилиндра вискозиметра.

Для определения величины  $K_0$  и  $K_1$  на ротационном вискозиметре находили значение ( $\gamma$ ) в зависимости от ( $\tau$ ). Из полученных значений извлекали корень и переносили в координатную систему,

ось абсцисс которой измерялась в единицах  $(\sqrt{\tau})$ , а ось ординат измерялась в единицах  $(\sqrt{\gamma})$ . После построения графика появилась возможность рассчитать значение  $K_0$  по формуле:

$$K_0 = \{(1+a) S\} / 2 ,$$

где:  $S$  – отрезок, который прямая функция  $(\sqrt{\tau}) = F(\sqrt{\gamma})$  отсекает от оси абсцисс.

$$K_1 = \frac{\Delta\sqrt{\tau}}{\Delta\sqrt{\gamma}} .$$

По результатам эксперимента получали зависимость логарифма касательного напряжения от скорости сдвига в виде прямой линии, что позволило рассчитать индекс текучести по формуле:

$$n = \ln(\tau) - \ln(\tau_0) / \ln(\gamma / \gamma_0)$$

Такая методика расчета индекса текучести рассматривалась в настоящей работе в качестве альтернативной графическому методу.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Испытаниям подвергались образцы, полученные описанными выше методами с составом продукта, представленным в таблице 3.

Таблица 2

#### Рецептуры экспериментальных образцов рыбных паст

Образец рыбной пасты	Компоненты по рецептуре	Количество (кг на 100 кг продукта)
№ 1	Минтай бланшированный	35
	Фарш МД	35
	Пищевкусовые добавки	22,4
	Вода	остальное
№ 2	Минтай бланшированный	52,5
	Фарш МД	17,5
	Пищевкусовые добавки	22,4
	Вода	остальное
№ 3	Минтай бланшированный	59,5
	Фарш МД	10,5
	Пищевкусовые добавки	22,4
	Вода	остальное
№ 4	Минтай бланшированный	70,0
	Морковь вареная	12,0
	Пищевкусовые добавки	22,4
	Вода	остальное

В ходе исследований была проведена экспертная оценка качества экспериментальных образцов рыбных паст. С целью обеспечения высокой достоверности результатов экспертной оценки качества паст, дегустация проводилась постоянным составом подготовленных дегустаторов.

Экспертная оценка и определение уровня качества представлены в таблице 4.

Из этой таблицы видно, что уровень качества исследуемых образцов – от 86,0 до 96,4 баллов.



Однако, наиболее высокий уровень качества – 96,4 баллов приходится на образец № 2. По таким показателям как цвет, запах, консистенция этот образец получил оценку 4,8 баллов, по показателю вкус – 4,9, внешний вид – 4,7 баллов.

В состав пищевкусовых добавок для всех образцов включали следующие ингредиенты (в кг):

Морковь вареная	- 12,5
Лук репчатый пассированный	- 5,5
Крахмал модифицированный (фосфатный)	- 3,0
Соль поваренная	- 1,5
Перец черный молотый	- 0,3
Сорбат калия	- 0,1

Наиболее близкий к образцу № 2 уровень качества – 93,4 баллов имеет образец № 3. Из-за того, что вкус у него был менее интенсивно выраженным, а консистенция не достаточно сочной оценки по этим показателям составили 4,6 и 4,5 баллов соответственно, что и привело к снижению уровня качества по сравнению с образцом № 2.

Довольно высоко оценили эксперты уровень качества образца № 4 – 92,4. У этого образца показатели цвет, запах получили оценку 4,7 баллов, внешний вид и вкус 4,6 баллов, консистенция – 4,5 баллов. Некоторое снижение балльной оценки объясняется тем, что у этого образца наблюдались незначительные вкрапления частиц кожи, цвет был менее привлекательным, вкус и запах менее выраженным, консистенция суховатая.

Образец № 1 имел высокий уровень качества - 86,0 баллов, но низкие единичные оценки: по внешнему виду – 4,0 балла из-за наличия вкраплений частиц кожи, по запаху – 4,2 балла из-за недостаточной выраженности, по вкусу – 4,4 балла из-за незначительной горечи, по консистенции – 4,2 балла, поскольку она была несколько жидковатой.

По результатам экспертных исследований рыбных паст можно сделать вывод, что дегустационной комиссией одобрены все образцы рыбных паст.

Таблица 3

**Экспертная оценка и определение уровней качества рыбных паст**

Наименование показателей	Коэффициент весомости	Средний оценочный балл по образцам				Комплексная оценка по образцам			
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Внешний вид	2	4,0	4,7	4,7	4,6	8,0	9,4	9,4	9,2
Цвет	2	4,8	4,8	4,8	4,7	9,6	9,6	9,6	9,4
Запах	6	4,2	4,8	4,8	4,7	25,2	28,8	28,8	28,2
Вкус	6	4,4	4,9	4,6	4,6	26,4	29,4	27,6	27,6
Консистенция	4	4,2	4,8	4,5	4,5	16,8	19,2	18,0	18,0
Цена	10	4,9	4,4	4,6	4,7	49	44	46	47
Уровень качества	20					86,0	96,4	93,4	92,4

Как следует из полученных данных, значительно не различаются между собой образцы № 3 и 4. Образцы № 1, 2, 3 и № 1, 2, 4 достоверно различаются между собой не только по результатам экспертной оценки, но и энергетической ценности (таблица 4).

Таблица 4

**Химический состав и энергетическая ценность рыбных паст**

Наименование продукта	Массовая доля, %						Энергетическая ценность на 100 г продукта, кДж	
	Влаги	Белков	Жиров	Углеводов		Золы без поваренной соли		
				гидролизиремых и растворимых	клетчатки			
Образец 1	65,4±0,6	13,9±0,5	14,0±0,1	0,42	0,34	2,97	1,49	730,66
Образец 2	68,1±0,7	14,4±0,5	10,6±0,1	0,44	0,32	2,26	1,52	618,84
Образец 3	71,2±0,7	14,7±0,5	7,4±0,07	0,43	0,33	2,19	1,51	510,33
Образец 4	79,9±0,8	15,1±0,5	1,2±0,01	0,42	0,33	0,99	1,48	297,97

С учетом ограничений по энергетической ценности для лечебно профилактического питания на основе рыбы и эффективной вязкости рыбных паст для людей преклонного возраста [9] результаты эксперимента обрабатывались попарным сравнением образцов с учетом коэффициентов весомости отдельных характеристик по программе ЭВМ [14] представленной на рисунке.

Для такой обработки таблицу 3 представляли в нормализованном виде, принимая наивысший оценочный балл за 1. В этом случае экспертная оценка качества рыбных паст записывалась в следующем виде (таблица 5).

Таблица 5

**Экспертная оценка качества рыбных паст**

Наименование показателей	Комплексная оценка по образцам			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Внешний вид	0,85	0,91	1	0,88
Цвет	1	1	1	0,98
Запах	0,87	1	0,96	0,97
Вкус	0,89	0,83	0,94	1
Консистенция	1	0,96	0,93	1
Цена	1	0,89	0,94	0,95
Уровень качества	0,89	0,90	0,97	0,95

На основе разработанных рецептов и с учетом выявленных показателей было определено рациональное количество фарша МД, используемое при приготовлении рыбных паст (15,0–25,0%). Внесение его в большем количестве делает непригодным пасты для лечебно-профилактического питания из-за слишком высокой энергетической ценности, делая вкус несколько горьковатым, а использование меньших количеств МД добавки делает консистенцию продукта неприемлемой для людей преклонного возраста.

$$i := 0..6 \quad v1_i := \mu1_{0,i} \quad B1 := \text{mean} |v1^T| \quad A1 := \frac{1}{\text{stdev} |v1^T|} \quad \mu g(g, A1, B1) := e^{-A1 \cdot (B1 - g)^2}$$

$$(v2)_i := \mu20_{0,i} \quad B2 := \text{mean} |v2^T| \quad A2 := \frac{1}{\text{stdev} |v2^T|^2} \quad \mu b0(b, A2, B2) := \exp[-A2 \cdot (B2 - b)^2]$$

$$\mu(b, A2, B2) := \begin{cases} 1 & \text{if } b \leq 15 \\ \mu b0(b, A2, B2) & \text{if } b > 15 \end{cases} \quad \mu gb(g, b) := \min(\mu g(g, A1, B1), \mu(b, A2, B2))$$

```

G:=
  d ← 0
  for i ∈ 0.. 500
    for j ∈ 0.. 500
      gi ← 10 +  $\frac{(30 - 10)}{500}$ 
      bj ← 5 +  $\frac{(30 - 5) \cdot j}{500}$ 
      d1 ← μgb (gi, bj)
      G1 ← gi if d < d1
      G2 ← bj if d < d1
      d ← d1 if d < d1
      G0 ← d
    i
  j
G
    
```

Рисунок – Программа для ЭВМ по выявлению рациональной рецептуры

Добавка фарша МД в предлагаемом количестве положительно влияет на потребительские свойства продукции, делая вкус и запах более выраженными, консистенцию сочнее.

Внесение различных добавок при производстве пастообразной рыбной продукции приводит к изменению структуры продукта и связанных с ней реологических характеристик. С помощью реологических методов исследования можно обнаружить даже незначительные изменения в структуре изучаемого объекта, а также управлять технологическим процессом на всех его стадиях с целью получения готового продукта с заранее заданными свойствами.

Анализируя полученные результаты, можно отметить следующее.

Введение добавки МД в количестве (15,0-25,0%) положительно влияет на энергетическую ценность исследуемых рыбных паст за счет увеличения массовой доли жира и снижения влажности; незначительное снижение содержания белков, наблюдаемое по мере увеличения фарша МД, при этом выявлен рост показателя зольности в 2-3 раза в зависимости от количества введенной добавки МД.

Полученные зависимости свидетельствуют о том, что количество добавки ДМ в рыбной пасте существенно влияет на структурно-механические характеристики продукта.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлено рациональное содержание добавки ДМ, позволяющее обеспечить наиболее благоприятные условия потребления пастообразного рыбного продукта для лечебно-профилактического питания и питания лиц преклонного возраста.

2. В рецептурах приготовления паст для конкретного технологического процесса следует выбирать регламентированное количество ДМ.

3. Данные экспериментов могут быть использованы для лечебно-профилактического питания, контроля качества продукции и более полного использования малоценного рыбного сырья.

### Литература

1. Мировой обзор рыболовства и аквакультуры [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <http://ruspelagic.ru/d/290162/d/fao-sostoyanie-mirovogo-rybolovstva-i-akvakultury-2012-chast-1.pdf> (дата обращения 25.06.15).
2. Ackman R.G., Me. Leod C. Total lipid and nutritionally important fatty of some Nova Scotia fish and shellfish food product. *J. Food Sci. Technol.* 1988, no. 4, pp. 390–398.
3. Adams R.Z. *The fiochemistry of nucleic acids*. London, 1986, p. 326.
4. Akaude Y.R. Knowles MJ. Taylor K.D. Improved utilisation of flesh from mackerel as salted dried fish cakes. *J. Food Sci. Technol.* 1988, V. 23, no.5, pp. 495–500.
5. Алексеев Г.В., Верболоз Е.И. Безопасность высокоминерализованной пастообразной продукции из рыбьего фарша // Материалы VII Всероссийского конгресса «Политика здорового питания в России» (г. Москва 12–14 ноября 2003 г.). Москва, 2003. С. 31–34.
6. Алексеев Г.В., Корниенко Ю.И., Антупфьев В.Т., Пальчиков А.Н., Громцев А.С., Иванова М.А. Технологические машины и оборудование биотехнологий: учебник. СПб.: ГИОРД, 2015. 608 с.
7. Алексеев Г.В., Верболоз Е.И., Смирнов С.Ю. Устройство для очистки рыбы от чешуи: пат. 2240005, Российская Федерация. 2003.
8. Алексеев Г.В., Кондратов А.В. О модели развития кавитационной полости при измельчении пищевого сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 2. С. 38.
9. Иванова А.С., Алексеев Г.В. Моделирование процесса натекания неньютоновской жидкости на жесткую преграду // Вестник Международной академии холода. 2012. № 1. С. 34–35.
10. Алексеев Г.В., Гришанова (Даниленко) Е.А., Кондратов А.В., Гончаров М.В. Возможности реализации эффектов кавитации для измельчения пищевого сырья // Вестник Международной академии холода. 2012. № 3. С. 45–47.
11. Верболоз Е.И., Алексеев Г.В. Современные проблемы производства диетической фаршевой продукции из рыбы // Материалы Всероссийской научно-технической конференции (г. Тольятти, 1–3 марта 2005 г.). Тольятти, 2005.
12. Алексеев Г.В., Гончаров М.В., Холявин И.И. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация: учебное пособие. СПб.: ГИОРД, 2014. 272 с.
13. Верболоз Е.И., Алексеев Г.В. Влияние процесса термообработки на потребительские свойства рыбных фаршей // Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Пищевая промышленность: интеграция науки, образования и производства» (г. Краснодар, 26–28 мая 2005 г.). Краснодар, 2005.

### References

1. Mirovoi obzor rybolovstva i akvakul'tury. Available at: URL: <http://ruspelagic.ru/d/290162/d/fao-sostoyanie-mirovogo-rybolovstva-i-akvakultury-2012-chast-1.pdf> (accessed 25.06.15).
2. Ackman R.G., Me. Leod S. Total lipid and nutritionally important fatty of some Nova Scotia fish and shellfish food product. *J. Food Sci. Technol.* 1988, no. 4, pp. 390–398.
3. Adams R.Z. *The fiochemistry of nucleic acids*. London, 1986, p. 326.
4. Akaude Y.R. Knowles MJ. Taylor K.D. Improved utilisation of flesh from mackerel as salted dried fish cakes. *J. Food Sci. Technol.* 1988, V. 23, no.5, pp. 495–500.
5. Alekseev G.V., Verboloze E.I. Bezopasnost' vysokomineralizovannoi pastoobraznoi produktsii iz ryb'ego farsha. *Materialy VII Vserossiiskogo kongressa «Politika zdorovogo pitaniya v Rossii»* (Moskva 12–14 noyabrya 2003 g.). Moscow, 2003. pp. 31–34.
6. Alekseev G.V., Kornienko Yu.I., Antuf'ev V.T., Pal'chikov A.N., Gromtsev A.S., Ivanova M.A. *Tekhnologicheskie mashiny i oborudovanie biotekhnologii: uchebnik*. SPb.: GIORD, 2015. 608 p.
7. Alekseev G.V., Verboloze E.I., Smirnov S.Yu. Ustroistvo dlya ochistki ryby ot cheshui. Patent RF no. 2240005. 2003.

8. Alekseev G.V., Kondratov A.V. O modeli razvitiya kavitatsionnoi polosti pri izmel'chenii pishchevogo syr'ya. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. 2008. № 2. p. 38.
9. Ivanova A.S., Alekseev G.V. Modelirovanie protsessa natekaniya nen'yutonovskoi zhidkosti na zhestkuyu pregradu. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2012. № 1. pp. 34–35.
10. Alekseev G.V., Grishanova (Danilenko) E.A., Kondratov A.V., Goncharov M.V. Vozmozhnosti realizatsii effektiv kavitatsii dlya izmel'cheniya pishchevogo syr'ya. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2012. № 3. pp. 45–47.
11. Verboloz E.I., Alekseev G.V. Sovremennye problemy proizvodstva dieticheskoi farshevoi produktsii iz ryby. *Materialy Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* (Tol'yatti, 1–3 marta 2005 g.). Tol'yatti, 2005.
12. Alekseev G.V., Goncharov M.V., Kholyavin I.I. *Chislennoe ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya: uchebnoe posobie*. SPb.: GIORD, 2014. 272 p.
13. Verboloz E.I., Alekseev G.V. Vliyanie protsessa termoobrabotki na potrebitel'skie svoystva rybnnykh farshei. *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh «Pishchevaya promyshlennost': integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva»* (Krasnodar, 26–28 maya 2005 g.). Krasnodar, 2005.

Статья поступила в редакцию 25.08.2015