

Биогенные амины в рыбных полуфабрикатах и кулинарных изделиях

DOI

Доктор технических наук, профессор **А.Т. Васюкова**; аспирант **К.В. Кривошонок** – кафедра индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Московский государственный университет пищевых производств; доктор технических наук, профессор **Ю.И. Сидоренко** – кафедра товароведения и товарной экспертизы, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

@ vasyukova-at@yandex.ru;
krivoshonok@gmail.com;
sidorenkomgupp@yandex.ru

Ключевые слова:

триметиламиноксид, моно-, ди-, триметиламины, органолептические показатели, фаршевые системы, вкус, аромат, полуфабрикаты, блюда

Keywords:

trimethylamineoxide, mono-, di-, trimethylamines, organoleptic parameters, stuffing systems, taste, aroma, semi-finished products, dishes

BIOGENIC AMINES IN FISH SEMI-FINISHED PRODUCTS AND CULINARY PRODUCTS

Doctor of Technical Sciences, Professor **A.T. Vasyukova**;
PhD student **K.V. Krivoshonok** – Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Moscow State University of Food Production;
Doctor of Technical Sciences, Professor **Yu.I. Sidorenko** – Department of Commodity Science and Commodity Expertise, Plekhanov Russian University of Economics

The purpose of scientific research was to form the taste and aroma of fish semi-finished products and culinary products. The objects of research in the development of the formulation and technology of model minced fish were: pollock, onion, eggs, milk or water, and powdered products were used as a biologically active additive: flour from buckwheat, corn, rice, wheat, amaranth, almonds, flax, chickpeas, spirulina and dill for cooking cutlets. Combinations of basic raw materials and additives were selected by the method of experiment planning. This made it possible to create a product that best meets the needs of the child's body in terms of nutritional value and calorie content. Butter was used as a plasticizing additive. The use of additives of plant origin makes it possible to stabilize the functional and technological properties of raw materials, increase the biological value, emphasize the organoleptic characteristics of finished products, reduce the content of biogenic amines in semi-finished products and dishes.

Многие дети неохотно едят рыбу, особенно в отварном виде, в силу особенностей ее вкуса и запаха. Можно пойти на хитрость, спрятав рыбу в блюдах:

- отварить филе рыбы, удалить из него все кости, измельчить филе блендером; полученный фарш можно завернуть внутрь блинчиков и запечь их, присыпав сыром или залив сметаной;

- можно приготовить порционные шашлычки, нанизав кусочки рыбы (которую предварительно нужно запечь или отварить), между отварными картофелем, морковью или другими овощами, таким образом замаскировав рыбу среди овощных кусочков;

- филе рыбы вырезать формочками для печенья, окунуть в панировку, потушить с овощами или запечь в духовом шкафу;

- приготовить рыбные фрикадельки. Запах можно притупить сметанным соусом, сыром, свежей зеленью;

- запекать рыбу под сырной корочкой, сыр также придает рыбе иной вкус;

- к рыбным блюдам стоит добавлять пассированные на сливочном масле морковь и лук, они отбивают запах и вкус рыбы.

Некоторые мамы предлагают обмануть вкусы ребенка, приготовив рыбу на курином бульоне – это должна быть белая рыба (треска), которая похожа на куриную грудку. Можно приготовить изначально смесь курицы и рыбы с овощами, либо суп из курицы с добавлением рыбы.

В работе использовали стандартные и общепринятые сенсорные, реологические, физико-химические и микробиологические методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Содержание триметиламинооксида (ТМАО), моно-, ди- (ДМА), и триметиламин (ТМА), креатин, гистидин определяли по методике ЯМР. Для этого готовили жидкий образец объемом не менее 0,6 мл и содержанием дейтерированного растворителя от 5%. Все образцы подвергали водной экстракции для извлечения водорастворимых компонентов следующим образом: отвешивали образец массой 250 ± 15 мг в эппендорф объемом 1,5 мл с завинчивающейся крышкой; внесли в эппендорф с образцом стеклянный шарик $\varnothing \sim 5$ мм; добавляли 700 мкл дистиллированной воды; проводили экстракцию в течение 1 мин. в экстракторе; осаждали нерастворимые компоненты на центрифуге при 15 kG, в течение 30 мин.; добавляли к 540 мкл водного экстракта образца 60 мкл раствора ТСП (триметилсилилпропионат) в D2O и фосфатном буфере; центрифугировали в течении 1 мин. на центрифуге при 15 kG и помещали в ЯМР-ампулу для снятия и регистрации необходимых ЯМР-спектров. Одномерные (1D) и двухмерные (2D) спектры ядерного магнитного резонанса регистрировались на ЯМР спектрометре Bruker 600 AVANCE III (Bruker BioSpin, Райнштеттен, Германия). Образцы помещали в ЯМР-ампулы \varnothing 5 мм. Все измерения проводили при температуре 298K. Импульсные последовательности, используемые в экспериментах, являются стандартными из библиотеки импульсных последовательностей фирмы «Bruker». Для подавления сигнала от протонов воды использовался метод предварительного насыщения с применением 1D импульсной последовательности ZGPR. Рабочая частота для протонов составляла 600 МГц, спад свободной индукции (FID) регистрировался в течение $aq=3,42$ сек. по 96k точкам, ширина спектра 24 м.д., при 90o-импульсе 11 мкс и паузами 10 секунд. Накопление проводили по 128 сканов в течение 30 минут. Кроме того, для уточнения отнесений использовалась 2D последовательность гомоядерной (1H–1H) спин-спиновой корреляции (COSY) – COSYPPRQF. Двумерные спектры для образцов регистрировали на всей области, содержащей сигналы. Время задержки

Цель научных исследований – формирование вкуса и аромата рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий. Объектами исследования при разработке рецептуры и технологии модельного рыбного фарша были: минтай, лук репчатый, яйца, молоко или вода, а в качестве биологически активной добавки использованы порошкообразные продукты: мука из гречки, кукурузы, риса, пшеницы, амаранта, миндаля, льна, нута, спирулины и укропа для приготовления котлет. Методом планирования эксперимента подобраны сочетания основного сырья и добавок. Это позволило создать продукт, наиболее отвечающий потребностям детского организма по пищевой ценности и калорийности. В качестве пластифицирующей добавки использовали сливочное масло. Применение добавок растительного происхождения позволяет стабилизировать функционально-технологические свойства сырья, повысить биологическую ценность, подчеркнуть органолептические показатели готовой продукции, снизить содержание биогенных аминов в полуфабрикатах и блюдах.

между импульсами COSY составляло 1 с, объем данных порядка 2048/512 точек. В течение 25 мин. ЯМР исследование водных экстрактов, предоставленных образцов, показало, что образцы с «добавкой» отличаются от контрольных большим содержанием лактозы и липопротеинов, как высокой, так и низкой плотности. Эти компоненты, в основном, и содержатся в «добавке» и при экстракции переходят в водный раствор.

Математическую обработку результатов исследований проводили, применяя программный пакет Curve Expert Ver. 1.34. Используя свойства продуктов и подбирая компоненты были выявлены перспективные сочетания, которые позволили регулировать содержание экстрактивных веществ в рыбном блюде, а также обогатить традиционные рецептуры рыбных блюд растительными ингредиентами, и методом планирования эксперимента созданы модельные структуры, на основании которых изготовлены функциональные продукты для специализированного питания детей 3-6 лет.

В статье представлены результаты: разработаны новые вкусовые качества рыбных паровых котлет, как с добавлением порошкообразных продуктов: муки из гречки, кукурузы, риса, пшеницы, амаранта, миндаля, льна, нута, спирулины и укропа, так и без добавления (контроль). Все исследуемые образцы готовились в пароконвектомате в режиме «пар». Получено: все полуфабрикаты соответствуют доброкачественной продукции из рыбных фаршей (ГОСТ Р 50380-2005). Так, в фаршах из основного и дополнительного сырья присутствует: вода, ТМАО, ДМА, глюкоза, гликоген, креатин, ацетат, лактат, аланин и этанол. Получено: воды в третьем образце на 9,1% меньше, чем в первом и втором. Максимальная концентрация креатина в первом образце. Его в 1,11 раз больше,

чем в образце №3 и в 1,09 раз больше второго образца. Подобное явление наблюдается и с наличием лактата, которого на 12,5% больше от третьего. Но глюкозы в третьем образце больше первого в 2 раза. В обоих образцах отмечено присутствие глюкозы, которая придает сладость рыбе и рыбным бульонам. Обнаружена ее концентрация – 0,75%.

Биохимический механизм формирования широкого спектра ароматности рыбного сырья и рыбопродуктов оказался связанным с недавними открытиями в сенсорной физиологии человека [1].

Осмоз, как физико-химическое явление, – неотъемлемый спутник всей жизни гидробионтов. Но морские рыбы живут в воде, где концентрация соли выше, чем солёность внутренней жидкости рыбы в нормальных физиологических условиях. Механизмов осморегуляции достаточно. Один из них в морских жителях имеет непосредственное отношение к пище. Для компенсации осмотического давления рыбы накапливают разные вещества в довольно высоких концентрациях. Это аминокислоты, мочевины и, одно из самых распространённых, – это триметиламиноксид (ТМАО), который не имеет запаха. Однако после вылова и окоченения рыбы, всегда присутствующие в ней бактерии участвуют в биохимическом процессе по распаду белка, ТМАО до триметиламина (ТМА) [1].

С целью улучшения качества питания населения страны необходимо выявить зависимость формирования вкусо-ароматической гаммы продукта от свойств сырья, способов хранения и переработки. Исследования, проводимые в этом направлении, являются актуальными.

В органолептически безупречных рыбопродуктах, как отмечают И.Н. Ким, А.А. Кушнирук и В.В. Кращенко, уровень ТМА обычно находится в диапазоне 42-125 мг/кг (10-30 мг триметиламинного азота на 1 кг), в свежемороженой рыбе содержание триметиламинного азота колеблется в пределах 10-20 мг/кг. Триметиламин, таким образом, наряду с аммиаком, является основным летучим аминным компонентом, определяющим органолептические свойства рыбы, и в этой связи представляется одним из важных показателей ее товарного качества [2].

Т.М. Бадмаева отмечает, что летучими основаниями азота являются аммиак и различные ами-

ны (метиламин, диметиламин, триметиламин) накапливаются в рыбе при автолизе и порче [3].

К такому же выводу пришла и И.А. Галатдинова, которая утверждает, что около 15-20% азота, содержащегося в рыбе, входит в состав небелковых азотистых веществ. К ним относятся экстрактивные вещества и продукты распада протеинов [4]. Экстрактивные вещества в мышцах свежей рыбы находятся в незначительных количествах и образуются, главным образом, после смерти рыбы. В результате автолитических процессов проявляется характерный рыбный запах. Первые проявления данного запаха ещё не повод считать рыбу испорченной, однако это уже индикатор не абсолютной свежести. Во всех продуктах ферментации рыбы, от солёной сельди до рыбного соуса, наличие триметиламина – неизбежное последствие процесса их производства [1].

Экстрактивные вещества растворимы в воде, придают мясу вкус и запах, способствуют повышению аппетита и лучшему усвоению пищи [4]. По наличию летучих азотистых веществ судят о свежести рыбы. В свежем мясе рыбы содержится в среднем 3,3% экстрактивных веществ, в том числе у карпа – 3,92, форели – 3,11, у леща – 2,28% от массы мяса. Образованные под действием микроорганизмов, летучие азотистые вещества, накапливаясь в испорченной рыбе, придают ей неприятные вкус и запах.

В группу экстрактивных веществ входят:

- летучие основания (аммиак, моно-, ди-, триметиламины);
- триметиламмониевые основания (триметиламиноксид, бетаин и др.);
- производные гуанидина (креатин, гистидин и др.);
- смешанная группа (мочевина, свободные аминокислоты, пурины и др.).

Содержание триметиламина (ТМА) и аммиака в свежем мясе невелико. Так, в мясе щуки количество ТМА составляет 7-8 мг%, у форели – до 29 мг%. Триметиламиноксид (ТМАО) встречается в мясе морских рыб в большем количестве, чем у пресноводных. У крупных особей ТМАО больше, чем у мелких. При нагревании он распадается на ТМА и формальдегид. Содержание ТМАО у леща составляет 9,1 мг%, у карася – 32,4, щуки – 23,7, форели – 66 мг%. Высокое содержание ТМАО в мясе морских рыб может вы-

Таблица 1. Содержание пищевых веществ и ТМАО в морской и океанической рыбе / **Table 1.** The content of nutrients and TMAO in marine and oceanic fish

Показатель	Минтай	Треска	Хек тихоокеанский	Тунец	Пикша
Калорийность, ккал	72,0	69,0	86,0	139,0	73,0
Влага, %	80,1	80,7	80,0	69,0	81,0
Белок, %	15,9	17,5	16,6	24,4	17,2
Жир, %	0,7	0,6	2,2	4,6	0,5
Зола, %	1,3	1,2	1,3	1,7	1,2
Пределы содержания ТМАО	300-1080	5-980	200-980	4-530	75

зывать химический бомбаж консервов. Мочевина в мясе пресноводных рыб обнаружена в виде следов. Содержание креатина у пресноводных рыб составляет 0,35-0,46 мг%, а гистидина 217 мг% [4]. Высшей допустимой концентрацией азота летучих оснований в мясе пресноводных рыб считают 30-40 мг%, а для морских рыб – 50-60 мг% [3].

Важная задача – это образование новых, ароматически-приятных продуктов, уникальных для данного процесса. Но не исключено, что и триметиламин является частью характерного аромата.

Триметиламин образуется из сложных аммиаков нейрина или холина. В мясе трески, при порче, происходит закономерное увеличение триметиламина; в качестве показателя свежести трески может быть использована сумма аммиака и триметиламина (Гольмов). Для санитарной оценки мяса рыб, обитающих в пресных водах, содержание триметиламина мало показательно. Определение триметиламина производится в отгоне из рыбы по методу формольного титрования [5].

Определение азота летучих оснований Т.М. Бадмаева предлагает по Эберу [3].

Проведенные Л.С. Абрамовой, А.В. Козиным, Е.С. Гусевой, И.В. Дерунец и М.В. Кочневой сравнительные исследования содержания общего азота летучих оснований (АЛО) в рыбном сырье, показали, что АЛО может быть в виде объективного показателя качества, методом прямой дистилляции образца и методом дистилляции кислотного экстракта. Установлено, что метод, основанный на прямой дистилляции образца, приводит к получению на 25-30% более высоких значений, по сравнению с методом дистилляции кислотного экстракта, вследствие щелочного гидролиза белка образца [6].

Недавние исследования выявили неожиданную связь триметиламина с сенсорным восприятием человека. Более корректно – связь группы биогенных аминов, к которой относится в том числе триметиламин.

В геноме человека была найдена группа генов, которая кодирует сенсорные нейроны, настроенные на аромат аминов [1].

В соответствии с СанПин 2.3/2.4.3590-20, «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения», в среднесуточные наборы пищевой продукции для детей до 7-ми лет (в нетто г, мл на 1 ребенка в сут.) должна входить рыба (филе), в т.ч. филе слабо или малосоленое в количестве

32-37 граммов. Эта рыба не должна иметь мелких костей, что может повлечь к небезопасному употреблению данного продукта. Поэтому в детском питании используются рыбы семейства тресковых. К этому семейству относятся: минтай дальневосточный, сайда, треска (тихоокеанская и атлантическая), сайка, навага (дальневосточная и северная), сайка (полярная тресочка) и северная путассу [7]. Из этих рыб в питании детей используют минтай, треску и путассу. Наиболее распространенным сырьем является минтай.

За последние годы, в связи с нерациональным промыслом, запасы минтая значительно уменьшились, хотя по-прежнему эта рыба остается одним из основных объектов добычи. Дальний Восток обеспечивает более 60% общего объема вылова гидробионтов по России, из них наиболее массовым является минтай (4,8 млн т на 2000 г.) [8]. В этой связи проблема улучшения качества продукции, приготовляемой из минтая для детского питания, остается важной.

Анализ литературных данных [1-5] показывает, что биохимические особенности мяса минтая не позволяют готовить из него пищевые продукты высокого качества. Так как рыбное сырье подвергается продолжительному хранению при отрицательных температурах, то в нем проявляются особенности:

- структура мышечной ткани становится губчатой и после оттаивания получается большое количество жидкости с растворенными в ней питательными веществами (водорастворимые белки, витамины и др.);

- претерпевают изменения белки, что приводит к снижению их водоудерживающей способности;

- снижается количество растворимого актомиозина, концентрация солерастворимых белков;

- появляется неприятный специфический вкус и аромат.

Содержание пищевых и экстрактивных веществ в морской и океанической рыбе приведено в табл. 1 [8; 9; 10].

Сравнивая данные таблицы 1, можно отметить, что рыбы семейства тресковых относятся к низкокалорийным, тощим (0,5-2,2% жира) с высоким содержанием белка (15,9-17,5%), а минтай, треска и хек – с повышенной концентрацией ТМАО.

Особенностью экстрактивных веществ минтая является высокое содержание ДМА, ТМА, ДМА/ТМА, а также формальдегида (табл. 2) [10].

Таблица 2. Содержание экстрактивных веществ в морской и океанической рыбе / **Table 2.** Content of extractive substances in marine and oceanic fish

Показатель	Минтай	Треска	Хек тихоокеанский
Триметиламин	0,6	0,2	0,2
Диметиламин	0,6	0,1	0,1
Диметиламин /триметиламин	1,0	0,5	0,5
Формальдегид	0,1-0,5	0,1-1,6	0,6-0,3

Как видно из таблицы 2, отношение диметиламин /триметиламин у минтая в два раза больше, чем у других рыб этого семейства, что в основном и фиксируется ухудшением качества мяса, которое было заморожено.

Кроме того, ферментативное расщепление молекулы ТМА сопровождается образованием диметиламина и формальдегида (ФА). Поэтому можно отметить, что с увеличением в мясе ДМА, наблюдается рост в нем и формальдегида.

Наличие формальдегида в гидробионтах, как отмечает Токунага Ф., было обнаружено еще в 1940 г. [11]. Установлено также, что формальдегид присутствует не только в мясе рыб, но и в рыбных пищевых отходах. Особенно большая концентрация формальдегида отмечена у минтая.

Подводя итоги аналитических исследований рыбного сырья, можно отметить, что мясо минтая обладает водянистостью и его губчатой структурой ткани, которые могут быть следствием образования метиленаминовых комплексов. Эти вещества возникают в результате соединения формальдегида со свободными аминокислотами и аминными группами белков, что приводит к снижению водоудерживающей способности белков. Необходимо отметить также, что и ФА легко летучи, и метиламины имеют основные свойства.

Поэтому, для улучшения вкусо-ароматических свойств рыбного сырья, было принято решение о создании модельных фаршевых систем, в которых, на основе сочетания различных видов сырья и современных способов обработки, регулировать вкус и запах, а при необходимости – полностью инактивировать неприятные вкусовые ощущения [12; 13; 14].

При проведении экспериментов, в качестве основного сырья использовалась свежемороженая

рыба (минтай по ГОСТ 32366-2013) [34] осеннего вылова, поступающая с Охотского моря.

Из минтая готовили модельные фарши, в рецептуру которых вводили дополнительные компоненты: лук репчатый, яйца, сливочное масло, молоко или воду, муку из гречки, кукурузы, риса, пшеницы, амаранта, миндаля, льна, нута, спирулины и укропа, соль и специи (перец черный молотый).

Рыба – источник полноценного белка. В состав мяса рыб входят преимущественно солерастворимые белки – глобулины. До 20,0-25,0% всех белковых веществ представляют экстрагируемые водой белки – альбумины [15].

Сырье из зерновых и бобовых культур содержит высокомолекулярные соединения, способ-

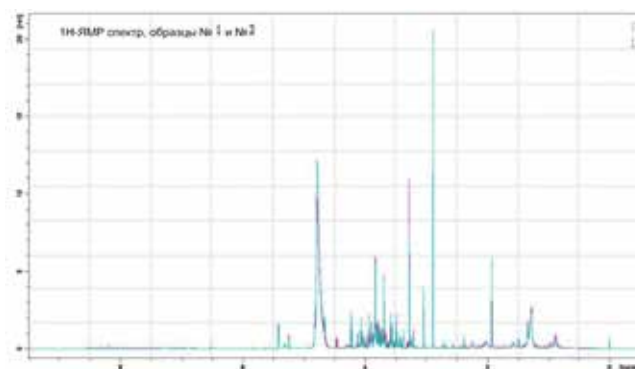


Рисунок 1. Спектр водного экстракта рыбного полуфабриката: образец No1 – контроль; образец No2 с 2,0% муки из кукурузы

Figure 1. Spectrum of water extract of fish semi-finished product: sample No. 1 - control; sample No. 2 with 2.0% corn flour

Таблица 3. Рецептuru рыбных функциональных полуфабрикатов с растительными добавками / **Table 3.** Formulation of functional fish semi-finished products with vegetable additives

Компонент	Контроль	Содержание в %				
		образец No1	образец No2	образец No3	образец No4	образец No5
Минтай свежемороженый	65,0	75,0	70,0	65,0	60,0	55,0
Хлеб пшеничный	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Порошок спирулины или укропа	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Мука из гречки, или кукурузы, или риса, или пшеницы, или амаранта, или миндаля, или льна, или нута	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Лук репчатый	0,0	9,0	10,0	10,0	14,0	14,0
Соль	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	1,0
Масло сливочное 72% жирности	0,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Яйца или меланж	0,0	9,0	7,1	8,2	6,1	6,9
Перец чёрный молотый	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Вода питьевая или молоко	22,0	5,0	10,0	13,0	15,0	18,0
Сухари белые панировочные	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Масса полуфабриката	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0

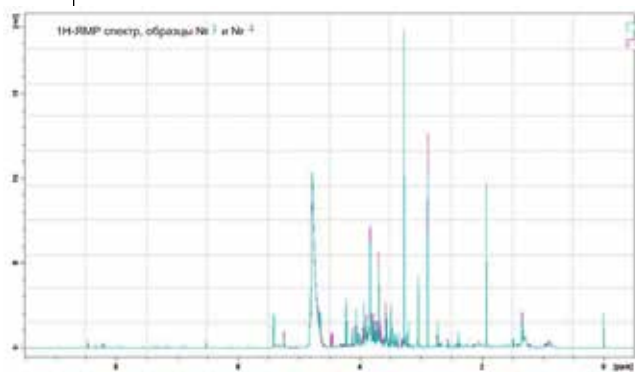


Рисунок 2. Спектр водного экстракта котлеты рыбной жареной: образец No3 – контроль; образец No4 – 2,0% муки из кукурузы

Figure 2. Spectrum of water extract of fried fish cutlets: sample No. 3 – control; sample No. 4 – 2.0% corn flour

ные связывать влагу, набухать, увеличивая выход и массовую долю влаги в готовых изделиях. Наиболее высокую биологическую ценность имеют водорастворимые белки – альбумины, в состав которых входят почти все незаменимые аминокислоты в оптимальных соотношениях. Необходимо отметить лишь некоторый дефицит содержания метионина. Глобулины зерновых культур – солерастворимые белки – также характеризуются довольно хорошо сбалансированным аминокислотным составом, хотя содержание ряда незаменимых аминокислот в них, по сравнению с альбуминами, понижено (метионин, триптофан, лейцин) [15].

На основании модельных фаршей были разработаны рецептуры и новые технологии функциональных рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий [16-19]. Рецептуры полуфабрикатов приведены в таблице 3.

Качество разработанных рецептур было оценено дегустаторами в количестве 20 человек. Образцы оценивались по гедонической шкале трех готовых образцов. Каждому дегустатору был предоставлен образец готовой продукции (табл. 3).

Проведенная органолептическая оценка показала, что все изделия по разработанной системе дескрипторов имели гладкую поверхность, однородный вид в изломе; вкус и цвет соответствовали жареным изделиям: сочные, пористые; консистенция мягкая.

Для выявления и количественного определения различных азотистых экстрактивных веществ использована методика ЯМР, имеющая мощный магнит, способный создать однородное магнитное поле напряженностью от 10000 и более эрстед. В результате исследований получен состав рыбных фаршевых изделий с добавкой кукурузной муки в концентрации 1-3% (рис. 1, 2).

Установлено, что все образцы содержали воду, триметиламиноксид (ТМАО), диметиламин (ДМА), глюкозу, гликоген, креатин, ацетат,

лактат, аланин и этанол. Так, воды в образце №3 на 17,74% меньше, чем в образце 1 и 2. Наибольшее количество креатина содержится в образце №1 полуфабриката. При добавлении 2% суспензии кукурузной муки концентрация креатина снизилась, по сравнению с контролем, в 2 раза. Кроме того, в 3 раза снизилось количество и ацетата. Концентрация лактата в образце №2 с 2% суспензией кукурузной муки увеличилась на 7,7%. Количество ДМА во втором образце снизилось в 1,5 раз.

В готовых кулинарных изделиях, как в контроле, так и с добавлением 2% суспензии кукурузной муки, наблюдается наличие ТМАО. Особенно много его находится в контрольном образце. Это говорит о том, что при тепловой обработке усиливается рыбный запах, который более выражен в 3 образце (контроль).

Кроме того, в образцах №3 и №4 готовых рыбных котлет увеличилась концентрация глюкозы и гликогена в 2 раза, по сравнению с одноименными полуфабрикатами. Сладковатый вкус рыбы обуславливается наличием глюкозы [8; 10; 14; 16].

Этанола, ацетата и гликогена во всех образцах равное количество.

Особое положение в спектре отводится ТМАО и ДМА, так как экстрактивные азотистые вещества в тканях костистых рыб содержат от 9 до 18% общего азота. Получено, что ТМАО в 5,5 раз больше, чем ДМА. Эти соединения играют роль осмотически активных составляющих внутренней среды.

При приготовлении фарша и выдерживания его в течение 2 часов с 1-5% кукурузной муки для формирования вкусовой гаммы, состав экстрактивных веществ в значительной степени изменяется, в результате ферментативных процессов и окисления, создавая более нейтральный, не выраженный для рыбных изделий вкус и аромат.

Полученные нами данные об инактивации ДМА и ТМА, в процессе добавления мучной суспензии и приготовления в пароконвектомате на режиме «жар» и «конвекция», согласуются с результатами В.Г. Дмитриковой, показывающей, что наибольшая степень удаления летучих компонентов дезодорирования мяса минтая достигается при вакуум-подсушке, предварительно бланшированного фарша минтая в течение 30 мин. (70%) и пропекании горячим воздухом (62%) [8].

Введение в рецептуру рыбного фарша муки из зерновых и бобовых культур позволяет обогатить его отдельными белковыми фракциями: альбуминами и глобулинами.

Также Л.З. Габдукаева, О.А. Решетник [15] отмечают некоторый дефицит содержания метионина в чечевице и зеленой гречке. Глобулины зерновых культур – солерастворимые белки – также характеризуются довольно хорошо сбалансированным аминокислотным составом, но более высокую биологическую ценность этих культур имеют водорастворимые белки – альбу-

мины [15]. Эти исследования согласуются с данными и других ученых [23-34].

Введение в рецептуру рыбных котлет специй (перец черный молотый) 0,001 г и сублимированной овощной смеси из спирулины и/или укропа в количестве 0,1% позволит регулировать также органолептические характеристики, повысить пищевую и биологическую ценность продукта.

Полученные данные подтверждаются и ранее проведенными исследованиями Roberfroid M.B. [20], Froning G.W. and McKee S.R. [21], Veeman M. [22]. Так Pawar P.P., Pagarkar A.U. at all [35], например, отмечают, что введение в рецептуру зеленого перца чили, имбиря и чеснока оказалось лучшим, по сенсорной оценке, по сравнению со стандартизированным соотношением ингредиентов.

ВЫВОДЫ

Оптимальная рецептура фарша из мяса минтая проверена и подтверждена в процессе изготовления контрольных опытных партий кулинарной продукции.

Установленные в ходе экспериментов операционные отходы и потери, при обработке, учтены в разработанной рецептуре. Подтверждено, что в состав фарша рекомендуется вводить лук репчатый, яйца, сливочное масло, молоко или воду, муку из гречки, кукурузы, риса, пшеницы, амаранта, миндаля, льна, нута в концентрации 1-5%, сублимированную спирулину или укроп – 0,1%, соль и 0,001 г специй (перец черный молотый).

По результатам проведенной дегустационной оценки, образцы с введением муки из зерновых и бобовых культур характеризуются наилучшими показателями, позволяющими воздействовать на экстрактивные вещества, снижая выраженный рыбный запах. Разработанные рыбные полуфабрикаты предназначены для питания детей дошкольного и младшего школьного возраста.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. ТМА. Химия в еде: Блог, сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://chemistryfood.blogspot.com/2013/05/> (дата обращения: 19.01.2022).
1. TMA. Chemistry in food: Blog, website. - Moscow. - Updated during the day. – URL: <http://chemistryfood.blogspot.com/2013/05/> (date of reference: 19.01.2022).
2. Ким И.Н. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Морепродукты. / В 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / И.Н. Ким, А.А. Кушнирук, В.В. Кращенко. [под общей редакцией И. Н. Кима]. – 2-е изд., испр. и доп. — М.: Изд-во Юрайт. – 2018. – 229 с.
2. Kim I.N. Safety of food raw materials and food products. Seafood. / In 2 h. Part 1: textbook for universities / I.N. Kim, A.A. Kushniruk, V.V. Kraschenko. [under the general editorship of I. N. Kim]. - 2nd ed., ispr. and add. - M.: Publishing House of Yurayt. - 2018. - 229 p.
3. Бадмаева Т.М. Методические указания к выполнению лабораторно-практических работ по дисциплине «Новые направления в технологии посола и маринования рыбы». – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2013. – 46 с.
3. Badmaeva T.M. Methodological guidelines for the implementation of laboratory and practical work on the discipline "New directions in

the technology of salting and pickling fish". - Ulan-Ude: Publishing House of VSGUT, 2013. - 46 p.

4. Индустриальное производство рыбы и рыбных продуктов: Краткий курс лекций для бакалавров 4 курса направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура», профиль подготовки «Аквакультура» / Сост.: И.А. Галатдинова – Саратов: ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016. – 50 с.
4. Industrial production of fish and fish products: A short course of lectures for bachelors of the 4th year of training 35.03.08 "Aquatic bioresources and aquaculture", training profile "Aquaculture" / Comp.: I.A. Galatdinova - Saratov: Saratov State Agrarian University, 2016. - 50 p.
5. Васильев Д.А. Лабораторный практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе рыбы / Д.А. Васильев, С.В. Мерчина. – Ульяновск: УГСХА. – 2006. – 67 с.
5. Vasiliev D.A. Laboratory workshop on veterinary and sanitary examination of fish / D.A. Vasiliev, S.V. Merchina. - Ulyanovsk: UGSHA. - 2006. - 67 p.
6. Абрамова Л.С. Аналитический контроль содержания общего азота летучих оснований, как показателя качества рыбной продукции / Л.С. Абрамова, А.В. Козин, Е.С. Гусева, И.В. Дерунец, М.В. Кочнева // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 4 – С. 89-97. DOI 10.37663/0131-6184-2021-4-89-97
6. Abramova L.S. Analytical control of the total nitrogen content of volatile bases as an indicator of the quality of fish products / L.S. Abramova, A.V. Kozin, E.S. Guseva, I.V. Derunets, M.V. Kochneva // Fisheries. - 2021. - No. 4 - Pp. 89-97. DOI 10.37663/0131-6184-2021-4-89-97
7. Рыба семейства тресковых, список пород рыб [Электронный ресурс]: Рыбный Центр. Блог: сайт - Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://fishingcentr.ru/ryba/ryba-semejstva-treskovyuh-spisok-porod-ryb> (дата обращения: 19.01.2022).
7. Fish of the cod family, list of fish breeds [Electronic resource]: Fish Center. Blog: website - Moscow. - Updated during the day. - URL: <https://fishingcentr.ru/ryba/ryba-semejstva-treskovyuh-spisok-porod-ryb> (date of reference: 19.01.2022).
8. Дмитрикова В.Г. Пути улучшения вкусоароматических свойств мяса минтая // Владивосток: Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление – 2002. – С. 89-95.
8. Dmitrikova V.G. Ways to improve the taste and aromatic properties of pollock meat // Vladivostok: Izvestiya Far Eastern Federal University. Economics and Management - 2002. - Pp. 89-95.
9. Химический состав российских пищевых продуктов. [Под редакцией член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна]. – Москва: ДеЛи принт. – 2002 – 236 с.
9. Chemical composition of Russian food products. [Edited by corresponding member of MAI, Prof. I.M. Skurikhin and Academician of the Russian Academy of Sciences, Prof. V.A. Tutelyan]. - Moscow: Delhi print. - 2002 - 236 p.
10. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат. – 1971. – 297 с.
10. Kizevetter I.V. Technological and chemical characteristics of commercial fish of the Pacific basin. - Vladivostok: Dalizdat. - 1971. - 297 p.
11. Токунага Ф. Изучение накопления диметиламина и формальдегида в мышцах минтая в процессе холодильного хранения // Бюллетень рыбопромышленной лаборатории о. Хоккайдо. № 10, 29, 30 – Москва: ФГБУ «НЦБРП». – 1965. – 245 с.
11. Tokunaga F. The study of the accumulation of dimethylamine and formaldehyde in pollock muscles during cold storage // Bulletin of the fishing laboratory of Hokkaido Island. No. 10, 29, 30 - Moscow: FSBI "NCBRP" - 1965 - 245 p.
12. Васюкова А.Т. Создание вкусо-ароматической гаммы копченой рыбы. /А.Т. Васюкова, Д.Н. Фалин, М.В. Васюков, А.В. Подкорытова. – Липецкая обл. Елец: Агропромышленные технологии Центральной России, 2016. – № 1 (1). – С. 43-54.
12. Vasyukova A.T. Creation of the flavor and aroma range of smoked fish. / A.T. Vasyukova, D.N. Falin, M.V. Vasyukov, A.V. Podkorytova. - Lipetsk region. Yelets: Agro-industrial technologies of Central Russia, 2016. - № 1 (1). – Pp. 43-54.
13. Васюкова А.Т. Влияние БАД на структуру рыбных фаршевых изделий /А.Т. Васюкова Д.А. Тихонов, Т.А. Тонапетян, Г.Ю.

- Бойко // Воронеж: Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82. – № 1 (83). – С. 129-133.
13. Vasyukova A.T. The influence of dietary supplements on the structure of minced fish products / A.T. Vasyukova D.A. Tikhonov, T.A. Tonapetyan, G.Yu. Boyko // *Voronezh: Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies.* - 2020. - Т. 82. - № 1 (83). – Pp. 129-133.
14. Васюкова А.Т. Формирование функциональных свойств рыбных кулинарных изделий / А.Т. Васюкова, Д.А. Тихонов, Т.А. Тонапетян, И.А. Панина // Сборник Совершенствование питания учащихся в современных условиях: Материалы республиканской научно-практической конференции – Москва, 2020. – С. 35-36.
14. Vasyukova A.T. Formation of functional properties of fish culinary products / A.T. Vasyukova, D.A. Tikhonov, T.A. Tonapetyan, I.A. Panina // *Collection Improving nutrition of students in modern conditions: Materials of the Republican scientific and practical conference - Moscow, 2020.* - Pp. 35-36.
15. Габдукаева Л.З. Разработка технологии рыбных полуфабрикатов для питания детей / Л.З. Габдукаева, О.А. Решетник // Белгород, Индустрия питания: Food Industry. – 2019 – Т. 4. – № 1. – С. 7-13.
15. Gabdukaeva L.Z. Development of technology of fish semi-finished products for feeding children / L.Z. Gabdukaeva, O.A. Reshetnik // *Belgorod, Food industry: food industry.* - 2019 - Vol. 4. - No. 1. - Pp. 7-13.
16. Васюкова А.Т. Влияние обогащающих добавок на пищевую ценность мясных и рыбных продуктов / А.Т. Васюкова, Т.В. Першакова, Д.Н. Фалин, Т.В. Яковлева, Н.И. Мячикова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011 – № 2-3 (320-321). – С. 11-13.
16. Vasyukova A.T. The influence of enriching additives on the nutritional value of meat and fish products / A.T. Vasyukova, T.V. Pershakova, D.N. Falin, T.V. Yakovleva, N.I. Myachikova // *News of higher educational institutions. Food technology.* – 2011 – № 2-3 (320-321). – Pp. 11-13.
17. Першакова Т.В. Применение нетрадиционного сырья в рецептурах кулинарных изделий / Т.В. Першакова, А.Т. Васюкова, Т.С. Жилина, Т.В. Яковлева, В.Ф. Пучкова, И.А. Федоркина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 1 (319). – С. 36-37.
17. Pershakova T.V. The use of unconventional raw materials in recipes of culinary products / T.V. Pershakova, A.T. Vasyukova, T.S. Zhilina, T.V. Yakovleva, V.F. Puchkova, I.A. Fedorkina // *News of higher educational institutions. Food technology.* – 2011. – № 1 (319). – Pp. 36-37.
18. Васюкова А.Т. Переработка рыбы и морепродуктов. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2009. – 104 с.
18. Vasyukova A.T. *Processing of fish and seafood.* - Moscow: Publishing and Trading Corporation "Dashkov and Co.", 2009. - 104 p.
19. Васюкова А.Т. Разработка и обоснование технологии жареных на гриле полуфабрикатов. Монография / А.Т. Васюкова, О.А. Леонов, В.Л. Захаров, М.В. Васюков. – Lambert, Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland – 2016. – 201 с.
19. Vasyukova A.T. *Development and justification of the technology of grilled semi-finished products. Monograph* / A.T. Vasyukova, O.A. Leonov, V.L. Zakharov, M.V. Vasyukov. - Lambert, Academic Publishing House, Saarbrücken, Germany - 2016. - 201 p.
20. Roberfroid M.B. Global new on functional foods: European perspectives // *British J. Nutrition.* – 2002. – V. 88. – Supp 1. 2. – Pp. 133-138.
21. Froning G.W. and McKee S.R. Mechanical separation of poultry meat and its use in products / *Poultry meat processing* / USA. Ed. Sams-CRC Press LLC, 2001.
22. Veeman M. Policy Development for Novel Foods: Issues and Challenges for Functional Food // *Canadian Journal of Agricultural Economics.* – 2002. – Vol. 50.
23. Березин Н.Т. Пищевое использование рыбы и морепродуктов / Н.Т. Березин. – М.: Пищевая промышленность, 2014. – С. 13-35.
23. Berezin N.T. *Food use of fish and seafood* / N.T. Berezin. - M.: Food industry, 2014. - Pp.13-35.
24. Биофизические и биохимические методы исследования мышечных белков [Под ред. Г.Р. Иваницкого]. Теоретическая и экспериментальная биофизика: Материалы конференции «Теоретическая и экспериментальная биофизика», 14 апреля 2021 года. – Пушино: Синхробук (SynchrobookTM), 2021. – 78 с.
24. Biophysical and biochemical methods for the study of muscle proteins [Edited by G.R. Ivanitsky]. *Theoretical and Experimental Biophysics: Proceedings of the conference "Theoretical and Experimental Biophysics", April 14, 2021.* - Pushchino: Synchrobook (Synchrobooktm), 2021. - 78 p.
25. Бойцова Т.М. Технология рыбных фаршей – Владивосток: Дальрыбвуз, 2017. – 70 с.
25. Boytsova T.M. *Technology of food fish minced meat - Vladivostok: Dalrybvuz, 2017.* - 70 p.
26. Бойцова Т.М. Технологическая характеристика рыбных фаршей, полученных методом дезинтеграции мышечной ткани // Известия ТИПРО, 2017 – Т.114. – С. 9-13.
26. Boytsova T.M. *Technological characteristics of minced fish obtained by the method of disintegration of muscle tissue* // *Izvestia TINRO, 2017 - vol.114.* - Pp. 9-13.
27. Бойцова Т.М. Пищевой фарш из мелких рыб / Т.М. Бойцова, Ю.С. Коростылев, В.Ф. Михалева, А.П. Ярочкин // Рыбное хозяйство. – 2017. – №5. – С. 64-66.
27. Boytsova T.M. *Food minced small fish* / T.M. Boytsova, Y. S. korostylev, F.V. Mikhalev, A.P. Yarochkin // *fisheries.* – 2017. – No. 5. – Pp. 64-66.
28. Сидоренко Ю.И. Влияние поверхностно-активных веществ на технологические свойства сахара при его промышленной переработке / Ю.И. Сидоренко, А.А. Славянский, Ю.А. Султанович // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999 – № 11. – С. 24-26.
28. Sidorenko Y. I. *Influence of surfactants on the technological properties of sugar when it is industrial processing* / Y. I. Sidorenko A.A., Slavic, J.A. Sultanovich // *Storage and processing of agricultural products.* - 1999 - No. 11. - Pp. 24-26.
29. Драчева Л.В. Суммарная антиоксидантная активность растительных экстрактов / Л.В. Драчева, Н.К. Зайцев, О.А. Жарикова, А.Т. Васюкова // Пищевая промышленность. – 2011. – № 9. – С. 44–45.
29. Dracheva L.V. *Total antioxidant activity of plant extracts* / L.V. Dracheva, N.K. Zaitsev, O.A. Zharikova, A.T. Vasyukova // *Food industry.* - 2011. - No. 9. - Pp. 44-45.
30. Vasyukova A.T. Impact on the quality of smoked fish products teacher / A.T. Vasyukova, M.V. Vasyukov // *International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology* – Vol. 3 – Issue: 8, August 2017. – Pp.15-18.
31. Moshkin A. Dry functional mixtures with fruit-berry powders for yeast dough. / A. Moshkin, A. Vasyukova, M. Novozhilov // *Znanstvena misel journal* №32/2019. The journal is registered and published in Slovenia. ISSN 3124 – 1123 – vol.1 – Pp. 46-52.
32. Kabulov B. Developing the formulation and method of production of meat frankfurters with protein supplement from meat by-products. / B. Kabulov, S. Kassymov, Z. Moldabayeva, M. Rebezov, O. Zinina, Y. Chernyshenko, F. Arduvanova, G. Peshcherov, S. Makarov, A. Vasyukova. // *Eurasia J Biosci.* 2020. – p. 213-218. [accessed Jan 20 2022].
33. Vasyukova A.T. The Dietary Supplement: Composition, Control and Functional Properties / A.T. Vasyukova, V.I. Ganina, S.V. Egorova, A.V. Moshkin, D.A. Tikhonov. // *Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems* – 2020. – Vol. 12. – 04-Special Issue. – p. 903-906. [accessed Jan 27 2022].
34. ГОСТ 32366-2013. Рыба мороженая. Технические условия. Дата введения в действие: 03.07.2014/ Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 124 с.
34. GOST 32366-2013. *Frozen fish. Technical conditions. Effective date: 03.07.2014/ Federal Agency for Technical Regulation.* - Official edition. - Moscow: Standartinform, 2013. - 124 p.
35. Cook P.P., Pagarkar A.U., Rathod N.B., Baug T.E. and Rather M.A. (2012) Standardization of the formulation of fish cutlets from freshwater fish Катла (Catla Catla). [Электронный ресурс] // Available from: URL.: <https://www.researchgate.net/publication/316038230> [accessed Jan 27 2022].