

ХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОЖИ
И ЧЕШУИ РЫБ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ И ПОЛУЧЕНИИ НОВОЙ
ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

В. И. Воробьев, О. В. Казимирченко, Е. В. Нижникова

CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF FISH SKIN AND
SCALES IN PROCESSING AND OBTAINING NEW
FOOD PRODUCTS

V. I. Vorobyov, O. V. Kazimirchenko, E. V. Nizhnikova

Предложен способ переработки рыбьей кожи с чешуей с целью получения пищевых добавок и напитков, обогащенных коллагеном и продуктами его гидролиза. Определено, что в результате термического гидролиза (100 °С в течение 2 мин) рыбьей чешуи в яблочном соке (массовая доля белка 0,1 %, углеводов – 11,8 %, золы – 0,46 %, фосфора – 0,11 %, кальция – следы) и последующего фракционирования смеси получаемый сокодержательный напиток, обогащенный продуктами гидролиза коллагена, имел следующий химический состав: белок – 1,12 %, углеводы – 10,7 %, зола – 0,69 %, фосфор – 0,18 %, кальций – 0,02 %.

Частично гидролизованная, набухшая и измельченная в яблочном соке (соотношение 1:3 по массе, продолжительность гидролиза 48 ч при 4 °С) рыбья кожа (полуфабрикат) смешивалась и гомогенизировалась при соотношении 1:5 с яблочно-грушевым соком, приобретая пюреобразную консистенцию с содержанием белка 1,86 %, углеводов – 8,2, золы – 0,54, фосфора – 0,26, кальция – 0,01 %.

Микробиологические испытания фруктовых соков, кожи и чешуи судака выявили соответствие по нормируемым показателям. Наибольшей микробиологической стабильностью при холодильном хранении обладали пробы яблочно-грушевого сока. Состав микрофлоры фруктовых соков формировали споровые и неспоровые палочковидные бактерии, на конечных этапах хранения – дрожжевые и плесневые грибы, микрофлору кожи и чешуи – кокки. Показатели бактериальной обсемененности проб обогащенных напитков, полуфабриката, пюре на основе яблочного сока и экспериментальных смешанных проб с добавлением апельсинового сока в фоновых точках были незначительными (в среднем на уровне $8,2 \times 10^2$ КОЕ/см³), к концу срока хранения они закономерно повышались. Микрофлору проб обогащенных напитков формировали неспоровые палочки *Pseudomonas putida*, единично *Bacillus subtilis*, в пробах с более низкими значениями pH доминировали кислотоустойчивые бактерии *Streptococcus sp.*, *Micrococcus candidus*.

рыбный коллаген, кожа рыб, чешуя рыб, яблочный сок, гидролиз, микробиологический анализ проб кожи и чешуи, обогащенный напиток

A method is proposed for processing fish skin with scales in order to obtain food additives and drinks enriched with collagen and its hydrolysis products. It has been de-

terminated that as a result of thermal hydrolysis (100 deg C for 2 minutes) fish scales in apple juice (mass fraction of protein – 0.1%, carbohydrates – 11.8%, ash – 0.46%, phosphorus – 0.11%, calcium – traces) and subsequent fractionation of the mixture, the resulting juice drink enriched with collagen hydrolysis products has the following chemical composition: protein – 1.12%, carbohydrates – 10.7%, ash – 0.69%, phosphorus – 0.18%, calcium – 0.02%.

Partially hydrolyzed, swollen and crushed in apple juice (ratio 1:3 by weight, duration of hydrolysis – 48 hours at 4 deg C) fish skin (semi-finished product) was mixed and homogenized at a ratio of 1:5 with apple-pear juice, acquiring puree-like consistency with protein content: 1.86%, carbohydrates – 8.2%, ash – 0.54%, phosphorus – 0.26%, calcium – 0.01%.

Microbiological tests of fruit juices, skin and scales of pike perch showed compliance with the standardized indicators. Samples of apple-pear juice had the highest microbiological stability during cold storage. Composition of the microflora of fruit juices was formed by spore and non-spore rod-shaped bacteria, at the final stages of storage – yeast and mold fungi, microflora of the skin and scales – coccal bacteria. Indicators of bacterial contamination of samples of fortified drinks, semi-finished products, puree based on apple juice and experimental mixed samples with the addition of orange juice at the background points were insignificant (on average, 8.2×10^2 CFU / cm³), by the end of the shelf life, they naturally increased. The microflora of samples of enriched drinks was formed by non-spore sticks of *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* alone; in samples with lower pH values, acid-fast bacteria *Streptococcus sp.*, *Micrococcus candidus* dominated.

fish collagen, fish skin, fish scales, apple juice, hydrolysis, microbiological analysis of skin and scale samples, enriched drink

ВВЕДЕНИЕ

Значительный рост населения планеты, острый дефицит пищевого и кормового белка, сокращение биоресурсов Мирового океана являются мощным стимулом для разработки и внедрения новых комплексных безотходных технологий, позволяющих максимально использовать биопотенциал гидробионтов. В России 1/3 всего объема добытой рыбы реализуется в неразделанном виде, а 2/3 перерабатываются предприятиями рыбопромышленного комплекса, при этом наметилась тенденция к росту доли перерабатываемого сырья гидробионтов, что приводит к увеличению количества субпродуктов, образующихся в процессе разделки рыбы [1, 2]. В настоящее время кожа и чешуя рыб – недостаточно востребованное сырье, которое в ограниченных объемах (ввиду высокой клеящей способности при нагревании и значительного содержания кальция и фосфора в чешуе) направляется на производство малорентабельной рыбной кормовой муки. Основной белковый компонент кожи – коллаген, чешуи – коллаген и гидроксипатит кальция (биоминерал), что определяет главные направления их применения в медицине, косметической, пищевой и комбикормовой промышленности [3–5]. Рыбный коллаген и продукты его гидролиза активно используются при получении таких продуктов питания, как напитки, кисель, лапша, кофе, коктейли, а также пищевых добавок функционального назначения [6–10].

Ввиду отсутствия промышленного производства рыбного коллагена в России с учетом значительных объемов сырья при разделке рыбы (до 10 % от исходной массы) представляют интерес разработка и внедрение экономически приемлемого способа переработки кожи и чешуи рыб в качестве компонента пищевой продукции, в том числе функционального назначения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Химический состав образцов сырья и готовой продукции определяли следующими методами: жир – экстракционно-весовым по ГОСТ 8756.21-89, п. 4; белок – по Кьельдалю в соответствии с ГОСТ 26889-86; влагу – гравитометрическим по ГОСТ 28561-90, п. 2; золу – гравитометрическим по ГОСТ 5901-2014; углеводы – расчетным по МУ № 4237-86 от 29.12.86 г., фосфор – с применением спектрофотометрии с молибденовокислым аммонием в присутствии гидрохинона и сульфата натрия по ГОСТ 9794, п. 8; кальций – с использованием атомно-абсорбционной спектрометрии по ГОСТ 32343-2013(ISO 6869:2000); pH среды – в соответствии с ГОСТ 26188-2016.

Пробы пастеризованных соков, согласно требованиям Технического регламента Таможенного союза 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей», тестировали по следующим микробиологическим показателям: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по ГОСТ 10444.15-94; бактерии семейства *Enterobacteriaceae* по ГОСТ 32064-2013; бактерии *Bacillus cereus* по ГОСТ 10444.8-2013; количество дрожжевых и плесневых грибов по ГОСТ 10444.12-2013.

В пробе свежееотжатого сока (согласно требованиям ТР ТС 023/2011) определяли количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечных палочек (БГКП, колиформы) по ГОСТ 31747-2012, бактерий *E. coli* по ГОСТ 30726-2001, бактерий *Staphylococcus aureus* по ГОСТ 31746-2012.

Оценку микробиологической безопасности проб кожи и чешуи рыб проводили согласно требованиям Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции».

Пробы кожи, чешуи рыб, пробы в комбинации «кожа рыбы – фруктовый сок», «чешуя рыбы – фруктовый сок» анализировали по общей бактериальной обсемененности (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов КМАФАнМ), бактериям группы кишечных палочек (БГКП), количеству дрожжевых и плесневых грибов. Состав микрофлоры испытуемых проб определяли по совокупности признаков.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основными этапами получения рыбного коллагена являются отделение коллагенсодержащего компонента сырья, его очистка и мойка, измельчение (уменьшение размеров частиц), удаление неколлагеновых компонентов (белков, жиров, минералов, пигментов, остатков клеток), экстракция коллагена (кислотная, щелочная, ферментативная и др.), осаждение солями и извлечение [5, 11].

Рыбья чешуя для извлечения коллагена требует дополнительной стадии деминерализации. Процедуры переработки коллагенсодержащего рыбного сырья

длительны по времени (до 2 недель), требуют значительных объемов промывных и реакционных жидкостей (вода, растворы кислот, щелочей, солей, ферментов, спирта), энергозатрат (сушка) и сопровождаются потерями массы (неколлагеновые компоненты, удаляемые вместе с жидкостями), загрязняя тем самым окружающую среду. Ключевым моментом получения коллагена (желатина) является перевод коллагена из сырья в растворимое состояние (жидкий гидролизат) с последующим его выделением из раствора (осаждение солями, лиофилизация, сушка). Основным сдерживающим фактором промышленного производства морского коллагена (около 1,5 % от общего мирового производства коллагена) – значительные затраты и высокая стоимость конечного продукта [12].

На основании ранее проведенных исследований нами предложен способ переработки кожи с чешуей (положительное решение о выдаче патента), позволяющий получать сокодерживающие напитки с продуктами гидролиза рыбного коллагена, а также пищевые добавки с улучшенными органолептическими показателями качества по запаху и вкусу, с сохранением ценных природных свойств рыбьей кожи в готовом продукте [13, 14]. Коммерческая привлекательность получаемой продукции заключается в том, что гидролиз коллагенсодержащего сырья осуществляется в жидкостях, содержащих природные кислоты (фруктовые, овощные, ягодные соки, кисломолочные продукты переработки молока), а получаемый гидролизат после отделения твердой части (осадок, образующийся в случае гидролиза чешуи) является готовой продукцией (сокодерживающий напиток) с улучшенными функциональными свойствами. Отделенная твердая часть (проваренная чешуя) измельчается, гидролизуется в соке с последующим фракционированием, гомогенизацией и замораживанием (коллагенсодержащая пищевая добавка).

При частичном гидролизе рыбьей кожи в фруктовых соках при температуре 4 °С происходит ее набухание и размягчение, что позволяет измельчить сырье с образованием вязкой коллоидной массы, которую охлаждают или замораживают (пищевая добавка) либо повторно смешивают и гомогенизируют с жидкостями, в том числе с соками в различных соотношениях с целью получения функциональных напитков и коктейлей. Отсутствие химических реагентов, значительного количества промывных и реакционных жидкостей, необходимости перевода коллагена рыбного сырья в водорастворимое состояние с последующим его выделением и сушкой значительно сокращают продолжительность производственного процесса, расход сырья, энергозатраты и себестоимость получаемой продукции, кроме того, существенно снижается экологическая нагрузка на окружающую среду.

Способ переработки заключается в очистке кожи с чешуей от жира, прирезей мяса, сгустков крови и последующей промывке водой. Очищенное сырье загружают в смеситель вместе с поваренной солью и льдом и обрабатывают до полного отделения чешуи от кожи. Образовавшуюся смесь сепарируют с разделением на две фракции (чешуя и кожа), которые отдельно погружают в водный раствор с добавлением пищевой соды, соли и кожуры цитрусовых. Продолжительность нахождения в этом растворе составляет не менее 30 мин, далее жидкость удаляют. Промытую водой чешую с кожурой цитрусовых смешивают с соком, стерилизуют в течение 0,5–5 мин при 100 °С и фракционируют. Отделенную жидкость (первый обогащенный напиток) разливают в тару и герметично упаковывают. Термообра-

ботанную и отделенную чешую измельчают, смешивают с соком и выдерживают при температуре не более 4 °С в течение 18–48 ч, затем фракционируют. Жидкую фракцию (второй обогащенный напиток) стерилизуют и герметично упаковывают. Твердую фракцию гомогенизируют, расфасовывают и замораживают (пищевая добавка).

Промытую рыбу кожу смешивают с соком и выдерживают при температуре не более 4°С в течение 48 ч, далее измельчают до образования гелеобразной однородной массы, которую расфасовывают и замораживают (пищевая добавка) либо повторно смешивают и гомогенизируют в различных пропорциях с фруктовыми соками с целью получения обогащенного сокосодержащего напитка с коллагеном.

Общий химический состав сырья и готовой продукции (включая кальций и фосфор), а также pH среды в процессе переработки предварительно очищенных фракций рыбьей кожи и чешуи представлен в табл. 1.

Таблица 1. Общий химический состав сырья и готовой продукции (включая кальций и фосфор), а также pH среды в процессе переработки предварительно очищенных фракций рыбьей кожи и чешуи
Table 1. General chemical composition of raw materials and finished products (including calcium and phosphorus), as well as the pH of the medium during the processing of pre-purified fractions of fish skin and scales

№ п/п	Сырье и продукты	Массовая доля, %							pH
		вода	белок	зола	жир	угле- воды	каль- ций	фос- фор	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очищенная чешуя судака									
1	Чешуя	66,1	15,76	18,14	0,2	–	6,22	1,35	–
2	Яблочный сок	86,4	0,10	0,46	0,2	11,8	менее 2×10^{-4}	0,11	3,7
Смешивание № (1+2) при массовом соотношении 1:3, последующий нагрев смеси до 100 °С в течение 2 мин и ее фракционирование									
3	Обогащенный напиток (1)	88,0	1,12	0,69	не об- нару- жено	10,2	0,02	0,18	5,1
4	Термически обработанная чешуя	57,8	13,26	21,11	0,1	7,7	6,13	2,54	6,5
Смешивание термически обработанной чешуи с яблочным соком № (4+2), выдерживание смеси в течение 36 ч при 4 °С и ее фракционирование									
5	Обогащенный напиток (2)	87,1	0,62	0,36	0,1	11,8	0,07	0,18	4,9
6	Пищевая до- бавка	70,2	6,66	10,4	0,3	12,4	3,87	1,16	6,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очищенная кожа судака									
7	Кожа (0)	78,2	23,95	0,70	не об- нару- жено	не об- нару- жено	0,09	0,28	
8	Яблочный сок	86,4	0,10	0,46	0,2	11,8	Следы	0,11	3,7
Смешивание № (7+8) при массовом соотношении 1:3. Выдерживание смеси в течение 48 ч при 4 °С и гомогенизация									
9	Кожа с яблоч- ным соком (полуфабри- кат)	86,3	5,15	0,57	0,1	7,9	0,02	0,27	4,6
Смешивание и гомогенизация									
10	Сок яблочно- грушевый	89,7	0,12	0,61	0,1	9,5	Следы	0,13	3,4
Смешивание и гомогенизация № (9+10) при массовом соотношении 1:5									
11	Пюре 1	89,3	1,86	0,54	0,1	8,2	0,01	0,26	3,8
Смешивание и гомогенизация № (9+10) при массовом соотношении 1:8									
12	Пюреобразный напиток	90,3	0,71	0,56	0,1	8,3	следы	0,11	3,5

Из данных табл. 1 видно, что в полученном при термическом гидролизе чешуи обогащенном напитке (1) массовая доля белка выше в 11,2 раза (1,12 %), золы – в 1,5 (0,69 %), фосфора – в 1,6 (0,18 %), кальция – в 100 раз (0,02 %) по сравнению с содержанием их в исходном яблочном соке, где массовая доля углеводов ниже в 1,1 раза (10,2 %).

В обогащенном напитке (2) также в 6,2 раза выше содержание белка (0,62 %), в 1,6 – фосфора (0,18 %), в 350 раз – кальция (0,07 %) при пониженном содержании золы в 1,3 раза (0,36 %).

Гомогенизированный полуфабрикат из рыбьей кожи и яблочного сока (5,15 % белка; 7,9 – углеводов; 0,57 – золы; 0,27 – фосфора; 0,02 % кальция) представляет собой вязкий гелеобразный продукт.

При смешивании и гомогенизации полуфабриката с яблочно-грушевым соком в массовом соотношении 1:5 продукт обладает пюреобразной консистенцией, а при соотношении 1:8 является напитком.

Внешний вид охлажденных (5 °С) напитков и пищевых добавок представлен на рис. 1, 2.

Аналогично были получены образцы напитков и пищевых добавок с использованием апельсинового сока, которые тестировали только по микробиологическим показателям (без определения общего химического состава).



Рис. 1. Обогащенный напиток яблочного сока (охлажденный) с продуктами термического гидролиза (100 °С, продолжительность обработки – 2 мин, массовое соотношение 1:3) коллагена рыбьей чешуи – слева; обогащенный напиток яблочного сока (охлажденный) с продуктами гидролиза рыбного коллагена термообработанной чешуи (массовое соотношение 1:3, продолжительность обработки 36 ч при 4 °С) – справа

Fig. 1. Enriched apple juice drink (chilled) with thermal hydrolysis products (100 °С, processing time – 2 min, mass ratio 1:3) fish scale collagen – left; enriched apple juice drink (chilled) with heat-treated scales fish collagen hydrolysis products (mass ratio 1:3, processing time 36 hours at 4 °С) – on the right



Рис. 2. Гомогенизированная рыбья кожа с яблочным соком при массовом соотношении 1:3 (полуфабрикат) – слева с крышкой; полуфабрикат смешанный и гомогенизированный с яблочно-грушевым соком в массовом соотношении 1:5 (пюре) – справа без крышки

Fig. 2. Homogenized fish skin with apple juice at a mass ratio of 1:3 (semi-finished product) – on the left with a lid, semi-finished product mixed and homogenized with apple-pear juice in a mass ratio of 1:5 (puree) – on the right without a lid

Результаты микробиологических испытаний проб пастеризованных соков (фоновые точки) представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты микробиологических испытаний проб пастеризованных соков

Table 2. Results of microbiological tests of pasteurized juices samples

№ п/п	Наименование показателя	Нормативное значение	Яблочный сок	Яблочно-грушевый сок
1	КМАФАнМ	Не более $1,0 \times 10^2$ кое/см ³	$1,1 \times 10^2$ КОЕ/см ³	Менее 10 КОЕ/см ³
2	Бактерии семейства Enterobacteriaceae	Не допускаются в 1 см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
3	Бактерии Bacillus cereus	Не допускаются в 0,1 см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4	Дрожжи	Не допускаются в 0,1 см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
5	Плесневые грибы	Не более 5 КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены

Результаты микробиологических испытаний пробы свежееотжатого апельсинового сока (фоновая точка) представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты микробиологических испытаний пробы свежееотжатого апельсинового сока

Table 3. Results of microbiological tests of a sample of freshly squeezed orange juice

№ п/п	Наименование показателя, нормативное значение	Нормативное значение	Результаты испытаний
1	КМАФАнМ,	Не более $1,0 \times 10^3$ КОЕ/см ³	90 КОЕ/см ³
2	Бактерии группы кишечных палочек БГКП (коли-формы)	Не допускаются в 1 см ³	Не обнаружены
3	Escherichia coli	Не допускаются в 1 см ³	Не обнаружены
4	Staphylococcus aureus	Не допускаются в 1 см ³	Не обнаружены

Пробы пастеризованных соков и проба свежееотжатого апельсинового сока соответствовали всем нормируемым микробиологическим показателям согласно ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей».

Микробиологические испытания были проведены также для проб пастеризованных соков и свежееотжатого апельсинового сока по суткам хранения в условиях холодильника (табл. 4), проанализированы изменение показателя КМАФАнМ и обсемененность дрожжевыми и плесневыми грибами.

Таблица 4. Результаты микробиологических испытаний проб соков по суткам хранения

Table 4. Results of microbiological tests of juice samples by days of storage

Сутки хранения	КМАФАнМ	Дрожжи	Плесени
Апельсиновый сок			
2-е	$1,1 \times 10^2$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$4,7 \times 10^2$ КОЕ/см ³	Обнаружены	Обнаружены
Яблочный сок			
2-е	$5,8 \times 10^2$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$6,9 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
Яблочно-грушевый сок			
2-е	40 КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	63 КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены

Микробиологической стабильностью в процессе хранения обладали образцы яблочно-грушевого сока, показатели были в пределах нормируемых значений. В составе микрофлоры данного вида сока в единичных количествах присутствовали спорообразующие палочковидные бактерии *Bacillus subtilis*. Показатель общей бактериальной обсемененности яблочного сока превышал нормативные значения к 4-м суткам хранения. В пробах апельсинового сока к концу испытаний регистрировали наличие дрожжевых (видов *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodotorula sp.*) и плесневых грибов (*Penicillium glaucum*). В составе бактериофлоры апельсинового сока к концу срока хранения преобладали неспоровые палочковидные бактерии *Pseudomonas putida*.

Результаты микробиологических испытаний проб исходного сырья (кожи и чешуи судака) (фоновые точки) представлены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты микробиологических испытаний проб чешуи и кожи судака

Table 5. Results of microbiological tests of samples of pike perch scales and skin

№ п/п	Наименование показателя	Нормативное значение	Кожа судака	Чешуя судака
1	КМАФАнМ	Не более $5,0 \times 10^4$ КОЕ/г	$1,8 \times 10^3$ КОЕ/г	$4,2 \times 10^2$ КОЕ/г
2	БГКП	Не допускаются в 0,01 г	Не обнаружены	Не обнаружены
3	Дрожжи	Не нормируются	Не обнаружены	Не обнаружены
4	Плесени	Не нормируются	Не обнаружены	Не обнаружены

Пробы кожи и чешуи судака соответствовали нормативным показателям безопасности согласно ТР ЕАЭС 040/2016 по категории продукции «рыба-сырец (свежая)». В составе микрофлоры сырья преобладали кокковые бактерии (*Staphylococcus citreus*, *Staph. saprophyticus*, *Micrococcus luteus*).

Результаты микробиологических анализов проб чешуи и кожи рыб в процессе холодильного хранения представлены в табл. 6.

Таблица 6. Результаты микробиологических испытаний проб чешуи и кожи судака по суткам хранения

Table 6. Results of microbiological tests of pike perch scales and skin samples by days of storage

Сутки хранения	КМАФАнМ	Дрожжи	Плесени
Кожа судака			
2-е	$5,3 \times 10^3$ КОЕ/г	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$2,5 \times 10^4$ КОЕ/г	Обнаружены	Не обнаружены
Чешуя судака			
2-е	$1,1 \times 10^3$ КОЕ/г	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$6,9 \times 10^4$ КОЕ/г	Не обнаружены	Не обнаружены

В процессе хранения чешуи и кожи судака регистрировали закономерное возрастание численности мезофильной микрофлоры. Превышения показателя КМАФАнМ отмечали для проб чешуи к 4-м суткам хранения; состав микрофлоры был смешанным: стафилококки и микрококки тех же видов, что и в фоновой точке (доминирование), единично присутствовали палочковидные бактерии *Pseudomonas putida*. Кроме того, в образцах чешуи к концу испытательного срока хранения выявили рост плесневых грибов *Penicillium sp.* в среднем на уровне $8,0 \times 10^2$ КОЕ/г.

Обсемененность проб кожи судака в период хранения не превышала нормативных показателей, не обнаружено микробов-порчи группы «дрожжевые–плесневые грибы», бактериофлору составляли кокковые виды (*Staph. saprophyticus*, *Micr. luteus*).

Результаты микробиологических анализов обогащенных напитков и полуфабрикатов на основе яблочного сока по срокам холодильного хранения представлены в табл. 7.

Таблица 7. Результаты микробиологических испытаний обогащенных напитков и полуфабрикатов на основе яблочного сока по суткам хранения

Table 7. Results of microbiological tests of fortified drinks and semi-finished products based on apple juice by days of storage

Сутки хранения	КМАФАнМ	Дрожжи	Плесени
1	2	3	4
Обогащенный напиток (1)			
0-е	$1,3 \times 10^2$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
2-е	$2,9 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$8,6 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Единично
Обогащенный напиток (2)*			
0-е	$9,4 \times 10^2$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
2-е	$1,1 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$9,9 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Единично
Кожа с яблочным соком гомогенизированная (полуфабрикат)			
0-е	$1,3 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
2-е	$2,1 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены

Окончание табл. 7

1	2	3	4
4-е	$2,2 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Единично
Пюре			
0-е	$8,9 \times 10^2$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
2-е	$1,3 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$1,4 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Единично

Примечание. * пробы не подвергали пастеризации

Фоновые значения микробной обсемененности испытуемых проб были низкими, к концу срока хранения наблюдали закономерное повышение КМА-ФАНМ и единичный рост плесневых грибов. Общее количество остаточных бактерий практически не изменялось для проб «полуфабрикат» и «пюре», что, по-видимому, связано с более низкими значениями кислотности.

В составе микрофлоры обогащенных напитков присутствовали неспоровые палочковидные бактерии *Pseudomonas putida*, в незначительных количествах *Bacillus subtilis*, в пробах полуфабриката и пюре – кислотоустойчивые бактерии *Streptococcus sp.*

Результаты микробиологических анализов образцов на основе апельсинового сока представлены в табл. 8.

Таблица 8. Результаты микробиологических испытаний образцов на основе апельсинового сока по суткам хранения

Table 8. Results of microbiological tests of samples based on orange juice by days of storage

Сутки хранения	КМАФАНМ	Дрожжи	Плесени
Полуфабрикат «кожа судака с апельсиновым соком»			
0-е	$9,7 \times 10^2$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
2-е	$1,6 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$2,1 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Единично
Апельсиновое пюре с добавлением яблочного сока			
0-е	$2,3 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
2-е	$2,5 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Не обнаружены
4-е	$9,8 \times 10^3$ КОЕ/см ³	Не обнаружены	Единично

В анализируемых образцах наблюдали аналогичные изменения бактериальной обсемененности с закономерным повышением к концу срока хранения и начальными этапами порчи плесневыми грибами. Наибольшие показатели КМА-ФАНМ регистрировали в апельсиновом пюре с добавлением яблочного сока. Микрофлора проб была различной: в полуфабрикате «кожа судака с апельсиновым соком» преобладали неспоровые палочки *Pseudomonas putida*, в апельсиновом пюре с добавлением яблочного сока – кислотоустойчивые *Micrococcus can- didus*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан экономически приемлемый способ переработки кожи и чешуи судака с применением фруктовых соков, позволяющий получать обогащенные коллагеном и продуктами его гидролиза сокодержащие напитки и пищевые добавки.

2. Исследованы химические и микробиологические показатели сырья и готовой пищевой продукции, получаемой в процессе переработки рыбьей кожи с чешуей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ФАО. 2018. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. Рим [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fao.org> (дата обращения 01.11.2021).

2. Соколов, А. В. Научное обоснование комплексной переработки вторичного сырья рыбной промышленности: состав, свойства и инновационные технологии: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.14 / Соколов Александр Викторович; ФГБОУ ВО «ВГУИТ». – Воронеж, 2020. – 652 с.

3. Антипова, Л. В. Создание коллагеновых продуктов из рыбного сырья / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, С. Б. Болгова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – №. 1 (63). – С. 130–133.

4. Olden, J. D. There's more to Fish than Just Food: Exploring the Diverse Ways that Fish Contribute to Human Society / J. D. Olden, J. R. Vitule, J. Cucherousset, & M. J. Kennard // Fisheries. – 2020. – V. 45. – №. 9. – P. 453–464.

5. Ideia, P. Fish processing industry residues: A review of valuable products extraction and characterization methods / P. Ideia, J. Pinto, R. Ferreira, L Figueiredo, V. Spínola, & P. C. Castilho // Waste and Biomass Valorization. – 2020. – V. 11, №. 7. – P. 3223–3246.

6. Антипова, Л. В. Коллагенсодержащие напитки для функционального питания // Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, А. А. Гетманова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – Т. 80, №. 3 (77). – С. 97–103.

7. Разработка технологии напитков типа «Шорли» с коллагеном / И. В. Новикова, Л. В. Антипова, Т. И. Романюк, О. А. Бовва, М. С. Кудряшов // Вестник ВГУИТ. – 2020. – Т. 82. – № 3.– С. 50–57. DOI 10.20914/2310-1202-2020-3-50-57

8. Bilek, S. E. Fruit juice drink production containing hydrolyzed collagen / S. E. Bilek, S. K. Bayram // Journal of Functional Foods – 2015. – V. 14. – P. 562–569. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.024> (дата обращения 13.12.2021).

9. Hashim, P. Collagen in food and beverage industries / P. Hashim, M. M. Ridzwan, J. Bakar, & M. D. Hashim // International Food Research Journal. – 2015. – V. 22. – №. 1. – P. 1–8.

10. Volokitina, Z. V. Whey beverage with collagen hydrolysate from salmon skin and feijoa / Z. V. Volokitina, I. I. Ionova, I. S Krasnova // IOP Conference Series:

Earth and Environmental Science. – IOP Publishing. – 2020. – V. 421, №. 3. – P. 032017.

11. Salvatore, L. Marine collagen and its derivatives: Versatile and sustainable bio-resources for healthcare / L. Salvatore, N. Gallo, M. L. Natali, L. Campa, P. Lunetti, M. Madaghiele, ... & A. Sannino // *Materials Science and Engineering: C*. – 2020. – V. 113. – P. 110963.

12. Milovanovic, I. Marine Gelatine from rest raw materials / I. Milovanovic, M. Hayes // *Applied Sciences*. – 2018. – V. 8. – №. 12. – P. 2407.

13. Способ обработки рыбной чешуи для получения функционального напитка, функциональной пищевой добавки и косметического скраба: пат. Рос. Федерация / Воробьев В. И. – № 2718862; заявл. 10.01.2019; опубл. 15.04.2020. Бюл. № 11. – 10 с.

14. Способ получения пищевых коллагенсодержащих продуктов: пат. Рос. Федерация / Воробьев В. И. – № 2734034; заявл. 28.10.2019; опубл. 12.10.2020. Бюл. № 29. – 12 с.

REFERENCES

1. *FAO. 2018. Sostoyanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury 2018 – Dostizhenie tseley ustoychivogo razvitiya. Rim* [The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 – Achieving Sustainable Development Goals. Rome]. Available at: <http://www.fao.org> › (Accessed 01 November 2021).

2. Sokolov A. V. *Nauchnoe obosnovanie kompleksnoy pererabotki vtorichnogo syr'ya rybnoy promyshlennosti: sostav, svoystva i innovatsionnye tekhnologii. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Scientific substantiation of the complex processing of secondary raw materials of the fish industry: composition, properties and innovative technologies. Dis. dr. tech. sci.]. Voronezh, 2020, 652 p.

3. Antipova L. V., Storublevtsev S. A., Bolgova S. B. Sozdanie kollagenovykh produktov iz rybnogo syr'ya [Creation of collagen products from fish raw materials]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy*, 2015, no. 1 (63), pp.130–133

4. Olden J. D., Vitule J. R., Cucherousset J., Kennard M. J. There's more to Fish than Just Food: Exploring the Diverse Ways that Fish Contribute to Human Society. *Fisheries*, 2020, vol. 45, no. 9, pp. 453–464.

5. Ideia P., Pinto J., Ferreira R., Figueiredo L., Spínola V., Castilho P. C. Fish processing industry residues: A review of valuable products extraction and characterization methods. *Waste and Biomass Valorization*, 2020, vol. 11, no. 7, pp. 3223–3246.

6. Antipova L. V., Storublevtsev S. A., Getmanova A. A. Kollagensoderzhashchie napitki dlya funktsional'nogo pitaniya [Collagen drinks for functional nutrition]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy*, 2018, vol. 80, no. 3 (77), pp. 97–103.

7. Novikova I. V., Antipova L. V., Romanyuk T. I., Bovva O. A., Kudryashov M. S. Razrabotka tekhnologii napitkov tipa "SHorli" s kollagenom [Development of technology for drinks like "Shorley" with collagen]. *Vestnik VGUI*, 2020, vol. 82, no. 3. pp. 50–57. DOI 10.20914/2310-1202-2020-3-50-57.

8. Bilek S. E., Bayram S. K. Fruit juice drink production containing hydrolyzed collagen. *Journal of functional foods*. 2015, vol. 14, pp. 562–569. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.024> (Accessed 13 December 2021).

9. Hashim P., Ridzwan M. M., Bakar J., Hashim M. D. Collagen in food and beverage industries. *International Food Research Journal*, 2015, vol. 22, no. 1, pp. 1–8.

10. Volokitina Z. V., Ionova I. I., Krasnova I. S. Whey beverage with collagen hydrolysate from salmon skin and feijoa. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020, vol. 421, no. 3. pp. 032017.

11. Salvatore L., Gallo N., Natali M. L., Campa L., Lunetti P., Madaghiele M., Sannino A. Marine collagen and its derivatives: Versatile and sustainable bio-resources for healthcare. *Materials Science and Engineering C*, 2020, vol. 113, pp. 110963.

12. Milovanovic I., Hayes M. Marine Gelatine from Rest Raw Materials. *Applied Sciences*, 2018, vol. 8, no. 12, pp. 2407.

13. Vorob'yov V. I. Sposob obrabotki rybnoy cheshui dlya polucheniya funktsional'nogo napitka, funktsional'noy pishchevoy dobavki i kosmeticheskogo skraba [A method of processing fish scales for obtaining a functional drink, a functional food additive and a cosmetic scrub]. Patent RF, no. 2718862, 2020.

14. Vorob'yov V. I. Sposob polucheniya pishchevykh kollagensoderzhashchikh produktov [A method of obtaining collagen-containing food products]. Patent RF, no. 2734034, 2020.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Воробьев Виктор Иванович – Калининградский государственный технический университет; кандидат технических наук, доцент кафедры химии;
E-mail: mobi.dik.10@mail.ru

Vorobyov Victor Ivanovich – Kaliningrad State Technical University;
PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Chemistry;
E-mail: mobi.dik.10@mail.ru

Казимирченко Оксана Владимировна – Калининградский государственный технический университет; кандидат биологических наук, доцент кафедры ихтиопатологии и гидробиологии; E-mail: okazimirchenko@gmail.com

Kazimirchenko Oksana Vladimirovna – Kaliningrad State Technical University; PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Ichthyopathology and Hydrobiology;
E-mail: okazimirchenko@gmail.com

Нижникова Елена Владимировна – Калининградский государственный технический университет; кандидат биологических наук, доцент кафедры химии;
E-mail: nizhnikova6462@mail.ru

Nizhnikova Elena Vladimirovna – Kaliningrad State Technical University;
PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Chemistry;
E-mail: nizhnikova6462@mail.ru