

И.М. Почицкая, Н.В. Комарова, Е.С. Красовская

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

ОЦЕНКА СВЕЖЕСТИ ПРЭСНОВОДНОЙ РЫБЫ, ВЫРАЩЕННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация: В последнее время повышение спроса на рыбные продукты обусловлено уникальностью состава мяса рыбы, как источника полноценного и быстроусвояемого белка, жира, витаминов и микроэлементов. Республика Беларусь не имеет выхода к морю, и рыбное сырье собственного производства представлено в основном продукцией аквакультуры. Поскольку сенсорные свойства сырья являются определяющим фактором, влияющим на качество готовой продукции, важное значение принадлежит оценке аромата, вкусовых качеств, консистенции, текстуры и цвета рыбного сырья. Целью работы являлось исследование изменения сенсорных характеристик карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) в процессе хранения во льду с применением метода индексов качества — Quality Index Method (QIM). Данный метод широко применим в мировой практике и основан на разработке индивидуальных схем, характеризующих признаки и критерии качества для каждого наименования рыбы. Метод позволяет потребителям и продавцам быстро и объективно оценивать качество рыбы. Для оценки свежести пресноводной рыбы, выращиваемой в водоемах Республики Беларусь, такие критерии отсутствуют. Анализ сенсорных характеристик исследуемой рыбы позволил выявить изменения сенсорных дескрипторов, влияющих на её качество в процессе хранения во льду: внешний вид (кожа, слизь, запах); глаза (зрачок, форма, роговица); жабры (цвет, слизь, запах); брюшная полость (кровь, запах), мясо (цвет). Установлены зависимости индекса качества от продолжительности хранения для карпа обыкновенного, белого амура, толстолобика, форели радужной, позволяющие разработать модель изменения дескрипторов — QIM-схему индексов качества рыбы и определить продолжительность ее хранения с момента вылова, а также остаточный срок ее хранения, что дает возможность осуществлять контроль качества рыбы, поступающей на переработку и реализацию.

Ключевые слова: сенсорная оценка, метод индексов качества, карп, белый амур, толстолобик, форель

I.M. Potchitskaya, N.V. Komarova, E.S. Krasouskaya

Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus, RUE, Minsk, Republic of Belarus

FRESHNESS ESTIMATION OF FRESHWATER FISH, GROWN IN REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: Recently, the increase in demand for fish products is determined by the uniqueness of the composition of fish meat, as a source of high-grade and rapidly digestible protein, fat, vitamins and trace elements. The Republic of Belarus has no access to the sea and its own fish products are mainly represented by aquaculture products. Since the sensory properties of raw materials are the determining factor influencing the quality of the finished product, it is important to assess the flavor, taste, consistency, texture and color of the fish raw material. The aim of the research was to study the changes in the sensory characteristics of the common carp (*Cyprinus carpio*), grass carp (*Stenopharyngodon idella*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage in ice using Quality Index Method (QIM). This method is widely used in the world practice and is based on the development of individual schemes characterizing the descriptors and quality criteria for each fish. The method allows consumers and sellers to quickly and objectively assess the quality of fish. To assess the freshness of freshwater fish, grown in water bodies of the Republic of Belarus, such criteria are absent. Analysis of the sensory characteristics of the studied fish revealed the changes in sensory descriptors that affect its quality during storage in ice: appearance (skin, mucus, odor); eyes (pupil, form, cornea); gills (color, mucus, odor); abdomen (blood, smell), meat (color). Dependencies of the quality index on storage time for common carp, grass carp, silver carp, rainbow trout are received, which allow to develop a model of change of descriptors - QIM-scheme of fish quality indices and determine the duration of its storage from the moment of harvest, as well as the remaining period of its storage, that allows to control the quality of fish entering the processing and sale.

Keywords: sensory evaluation, Quality Index Method, common carp, grass carp, silver carp, rainbow trout

Введение. В последнее время наблюдается увеличение потребления рыбы и рыбных продуктов [1]. Требования к реализации, транспортировке и хранению живой рыбы регулируются жесткими стандартами качества и нормативами в области охраны здоровья [2].

Кроме того, увеличивается производство аквакультуры, ожидается, что выращивание водных биоресурсов к 2024 г. возрастет к среднему уровню 2012–2014 гг. на 38 % [3].

Согласно прогнозам, содержащимся в новом докладе Всемирного банка [4], в 2030 г. для удовлетворения растущего спроса более 62 % морепродуктов будет выращиваться на специализированных рыбных фермах, около 70 % мирового потребления рыбы будет приходиться на Азию, из них 38 % на Китай. Повышение спроса на морепродукты дает странам возможность расширить и улучшить методы ответственного разведения рыбы и моллюсков [5].

В Европе промысловый лов во внутренних водоемах отсутствует, продуктивную корзину составляет рыба, выловленная в мировом океане и выращенная на рыбоводческих предприятиях [6].

Внутренние потребности Беларуси в рыбе и рыбопродуктах удовлетворяются преимущественно за счет импорта морского и океанического сырья и продуктов собственного производства [7].

В Республике Беларусь рыбное сырье собственного производства представлено продукцией аквакультуры, которая развивается по четырем основным направлениям: прудовое рыбоводство; индустриальное рыбоводство; садковое и тепловодное рыбоводство; рыбоводство в естественных водоемах (пастбищное рыбоводство) [8].

Важным показателем качества рыбы является свежесть, которая зависит от целого ряда факторов (вылова, убоа, обращения с уловом, обработки, транспортировки и хранения) и постоянно меняется во времени.

Существенную роль в решении вопросов качества играет установление закономерностей изменений органолептических показателей в процессе хранения продукта, их связь с физическими параметрами и химическим составом продукта. Выявление такой взаимосвязи необходимо при разработке и выборе объективных и наиболее значимых показателей качества сырья и готовой продукции, определении допустимых сроков хранения, прогнозировании качества продукции [9, 10].

Поскольку сенсорные свойства сырья являются определяющим фактором, влияющим на качество готовой продукции, важное значение принадлежит оценке аромата, вкусовых качеств, консистенции, текстуры и цвета рыбного сырья [11].

Для сенсорной оценки качества свежести морских рыб и морепродуктов в европейских странах, где развито рыболовство, применяется метод индексов качества — (Quality Index Method) QIM [12–15]. Данный метод основан на разработке индивидуальных схем, характеризующих признаки и критерии качества для каждого наименования рыбы. Метод позволяет потребителям и продавцам быстро и объективно оценивать качество рыбы и может быть применим на любом этапе цепи: от вылова рыбы до переработки или продажи. Для оценки свежести пресноводной рыбы, выращиваемой в водоемах Республики Беларусь такие критерии отсутствуют.

Целью работы являлось исследование изменения сенсорных характеристик карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) в процессе хранения во льду с применением метода индексов качества QIM.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форель радужную (*Oncorhynchus mykiss*), выращиваемых в Республики Беларусь.

Для изучения изменения сенсорных характеристик рыбы в процессе хранения во льду применялся метод оценки свежести рыбы — QIM.

В соответствии с требованиями метода для анализа были отобраны образцы рыбы от одной даты вылова, из одного хозяйства, одинакового размерного ряда. В процессе подготовки к анализу образцы свежесвыловленной рыбы освобождали от внутренностей. Анализируемые образцы хранили в гранулированном льду в термостатах при температуре 0 °С. Одновременно оценивали по десять экземпляров рыб в сыром виде. Оценку рыбы проводили с периодичностью в два дня, при этом все изменения дескрипторов качества фиксировали с помощью фотографических изображений в одинаковых условиях освещения. В рамках данного этапа работы оценка вкусовых качеств не предусматривалась. Сенсорный анализ проводила группа специалистов Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», обученная методу индексов качества. Испытания проводили в помещениях для сенсорного анализа, подготовленных в соответствии с требованиями международного стандарта ГОСТ ISO 8589, обес-

печивающими максимальную сосредоточенность испытателей и исключая влияние шума, вибрации, запахов и прочих факторов, влияющих на оценку испытателей [16].

При выполнении измерений контролировали условия окружающей среды: температуру воздуха поддерживали в пределах $(22 \pm 2)^\circ\text{C}$, относительную влажность воздуха — $(50 \pm 10)\%$. Общее освещение рабочих мест для испытаний образцов было однородным, бестеневым и регулируемым. В процессе анализа оцениваемым дескрипторам присваивали индексы свежести от 0 до 3 баллов. Оценка «0» предусмотрена для дескрипторов, характеризующих идеально свежий продукт. Минимальный балл выставляется для образцов с блестящей поверхностью, свежим запахом на поверхности, в жабрах и брюшной полости. След от нажатия пальцем на поверхности свежей рыбы исчезает быстро. При появлении изменений качественных признаков в образцах рыбы дескрипторам выставляется оценка 1 или 2 балла в зависимости от интенсивности происходящих изменений. При проявлении дефектов запаха, цвета, слизи, мяса, как правило, присваивается максимальный балл — 3.

В рамках исследования было предусмотрено проведение сенсорной оценки ряда наиболее важных качественных параметров карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) в процессе хранения, начиная от момента вылова до появления видимых признаков порчи продукта.

При оценке проводили анализ следующих дескрипторов: внешний вид (кожа, слизь, запах, текстура); глаза (зрачок, форма, роговица); жабры (цвет, слизь, запах); брюшная полость (кровь в брюшной полости, запах), мясо (цвет, разрывы мышечной ткани).

Оценивали состояние внешних покровов рыбы и её плавников, внешний вид слизи на коже и вокруг спинного плавника. Запах тестировали посредством обоняния спинной мышцы рыбы. Текстуру анализировали путем нажатия пальцем на спинную мышцу и наблюдали, как быстро плоть восстанавливается. Текстуру брюха оценивали посредством его сжатия кончиками пальцев. Определяли цвет и прозрачность роговицы глаза, цвет зрачка. Форма глаза оценивалась посредством наблюдения прямо и со стороны. Жабры оценивали посредством поднятия жаберной крышки, избегая касания пальцами. Тестировали цвет и запах жаберных дуг.

Во время испытаний были подробно описаны основные дескрипторы данных образцов рыб в течение 9 дней хранения.

Результаты и их обсуждение. Результаты сенсорной оценки дескриптора «внешний вид» показали следующие изменения в процессе хранения во льду карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) (рис. 1, табл. 1).

Дескриптор «внешний вид». Оценка дескриптора «внешний вид» образцов рыбы заключалась в определении изменений состояния внешних покровов целой рыбы и её плавников, слизи на коже, вокруг спинного плавника.

В результате оценки дескриптора «внешний вид/кожа» эксперты сенсорного анализа определили, что у карпа в начале периода хранения внешняя поверхность блестящая, с золотистым оттенком. Данный дескриптор изменялся незначительно, начиная от первого до пятого дня хранения, после чего поверхность кожи значительно тускнела. У белого амура и толстолобика кожа постепенно к седьмому дню хранения теряет блеск. У форели радужной дескриптор изменялся от жемчужно-блестящего по всей поверхности в первый день оценки до блестящего, менее яркого на пятый день хранения и постепенно теряет блеск (7-й — 9-й дни хранения).

В отношении дескриптора «внешний вид/слизь» отмечено помутнение слизи к пятому дню хранения у всех образцов исследуемой рыбы. Установлена следующая динамика изменения дескриптора «внешний вид/слизь»: 1-ый день хранения — слизь прозрачная, необильная, 9-ый — молочная.

Дескриптор «запах». Дескриптор «запах» внешних покровов образцов рыбы тестировали посредством обоняния спинной мышцы рыбы [12]. Запахи свежельовленных рыбы и морепродуктов, как правило, умеренны, тонки, приятны, характерно выражены. У отдельных видов они напоминают запахи морских водорослей, озона, зеленых растений, дыни, свежего огурца, йодистый, сладковатый [9]. В процессе оценки в первый день хранения у карпа идентифицирован запах неспелой дыни. На третий день у карпа выявлен менее интенсивный запах неспелой дыни, появился запах свежей воды. К пятому дню хранения образцов рыбы во льду у карпа выявлен нейтральный запах, запах речной воды.

У амура белого запах вначале металлический, далее становится нейтральным и приобретает тона речной воды, а у форели радужной запах зеленой травы и огурца постепенно теряется, становится нейтральным с тонами свежей воды.



Рис. 1. Изменение дескриптора «внешний вид/кожа» свежей рыбы в зависимости от длительности хранения на льду: а — первый день; б — третий день; в — пятый день; г — седьмой день; д — девятый день
 Fig. 1. Change of the descriptor «appearance/skin» of fresh fish depending on the duration of storage on ice: а — first day; б — third day; в — fifth day; г — seventh day; д — ninth day

Таблица 1. Карта сенсорной оценки изменений дескриптора «внешний вид» при хранении во льду исследуемых образцов рыбы
 Table 1. Map of sensory evaluation of changes of the descriptor «appearance» while storing the fish samples in the ice

Параметры качества	Образцы рыбы/Описание дескрипторов				День оценки	
	Карп обыкновенный	Амур белый	Толстолобик	Форель радужная		
Внешний вид	Кожа	Блестящая, золотистая	Блестящая	Блестящая	Жемчужно-блестящая по всей поверхности	1
		Блестящая, менее золотистая	Блестящая	Блестящая	Менее блестящая	3
		Неблестящая, менее золотистая	Менее блестящая	Менее блестящая	Блестящая, менее яркая	5
		Неблестящая, менее золотистая	Неблестящая	Неблестящая	Менее яркая, блестящая	7
		Неблестящая	Неблестящая	Неблестящая	Менее блестящая	9
	Слизь	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная, необильная	Прозрачная	1
		Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная, необильная	Прозрачная	3
		Менее прозрачная	Менее прозрачная, несвернувшаяся	Белесая, необильная	Менее прозрачная, несвернувшаяся	5
		Менее прозрачная	Менее прозрачная, несвернувшаяся	Белесая	Менее прозрачная, несвернувшаяся	7
		Молочная	Молочная	Молочная, обильная	Молочная, свернувшаяся	9
	Запах	Запах неспелой дыни	Металлический	Нейтральный	Запах зеленой травы, запах огурца	1
		Менее интенсивный запах неспелой дыни, свежая вода	Металлический	Легкий металлический, фруктовый, яблочный	Запах зеленой травы	3
		Нейтральный, запах речной воды	Более нейтральный, грибной	Легкий металлический, фруктовый, яблочный	Незначительный запах зеленой травы	5
		Нейтральный, запах речной воды	Более нейтральный	Неинтенсивный кислый, запах речной воды	Более нейтральный	7
		Нейтральный, запах речной воды	Нейтральный, запах речной воды	Кислый, запах речной воды	Нейтральный, запах свежей воды	9
Кожа	Текстура	След от нажатия пальцем исчезает быстро	В состоянии оконченения	В состоянии окоченения	След от нажатия пальцем исчезает быстро	1
		След от нажатия пальцем исчезает быстро	След от нажатия пальцем исчезает быстро	След от нажатия пальцем исчезает быстро	След от нажатия пальцем исчезает недостаточно быстро	3
		След от нажатия пальцем исчезает медленно	След от нажатия пальцем исчезает недостаточно быстро	След от нажатия пальцем исчезает медленнее	След от нажатия пальцем исчезает медленнее	5
		След от нажатия пальцем исчезает медленно	След от нажатия пальцем исчезает медленнее	След от нажатия пальцем исчезает медленнее	Мягкая — след от нажатия пальцем не исчезает	7
		Мягкая — след от нажатия пальцем не исчезает	Мягкая — след от нажатия пальцем не исчезает	Мягкая — след от нажатия пальцем исчезает недостаточно быстро	Очень мягкая	9

Дескриптор «текстура». Дескриптор «текстура» анализировали путем нажатия пальцем на спинную мышцу образца и наблюдали, как быстро плоть восстанавливается. Текстуру брюшной части оценивали посредством ее сжатия кончиками пальцев [12]. В процессе хранения дескриптор «текстура» менялся при нажатии пальцем на поверхность образцов у карпа от упругого состояния в первые пять дней до мягкого состояния на девятый день, когда след от нажатия пальцем не исчезал. Текстура белого амура в состоянии окоченения в первый день постепенно менялась до состояния, когда след от нажатия исчезал быстро, и на седьмой день становилась мягкой. У форели радужной на пятый день хранения след от нажатия исчезал недостаточно быстро, а к девятому дню хранения текстура становилась очень мягкой.

Дескриптор «глаза». При исследовании состояния глаз рыбы определены для оценивания сенсорные дескрипторы: «глаза/зрачки», «глаза/форма», «глаза/роговица». Оценивали цвет, прозрачность роговицы глаза, цвет зрачка. Форму глаза анализировали посредством наблюдения прямо и со стороны. В результате составлена карта сенсорной оценки изменения состояния глаз рыбы в период хранения во льду (рис. 2, табл. 2). Из трех характеристик «глаза/зрачки», «глаза/форма», «глаза/роговица», у образцов карпа обыкновенного и белого амура форма глаза приобретает значительные отклонения от «идеального состояния» глаза в начале периода хранения (3-ий день). Результаты показали, что глаза приобретают вогнутую форму на пятый день хранения образцов (рис. 2).

Таблица 2. Карта сенсорной оценки изменения дескриптора «глаза» при хранении во льду образцов рыбы
Table 2. Map of sensory evaluation of the change of the descriptor «eyes» while storing the fish samples in the ice

Параметры качества		Образцы рыбы/Описание дескрипторов				День оценки
		Карп обыкновенный	Амур белый	Толстолобик	Форель радужная	
Глаза	Зрачки	Черный, прозрачный	Серый, прозрачный	Черный, непрозрачный	Черный, чистый	1
		Серый	Серый	Черный	Темно-серый	3
		Менее серый	Менее серый	Менее черный	Темно-серый, менее прозрачный	5
		Светлый, прозрачный	Светлый, прозрачный	Серый, прозрачный	Серый, непрозрачный	7
		Светлы, прозрачный	Светлый, менее прозрачный	Светлый, более прозрачный	Серый, матовый	9
	Форма	Плоская	Плоская, слегка вогнутая	Выпуклая	Выпуклая	1
		Вогнутая, глаза ввали	Слегка вогнутая	Плоская	Менее выпуклая, плоская	3
		Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая, глаза ввали	Слегка вогнутая	Плоская	5
		Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая	Слегка вогнутая	7
		Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая	9
	Роговица	Прозрачная	Прозрачная	Серебристая, прозрачная	Прозрачная	1
		Прозрачная	Прозрачная	Менее прозрачная	Прозрачная	3
		Менее прозрачная	Менее прозрачная	Менее прозрачная	Менее прозрачная	5
		Менее прозрачная	Менее прозрачная	Менее прозрачная	Менее прозрачная	7
		Молочная	Молочная	Белесая, желтоватая, непрозрачная	Молочная	9

У толстолобика глаза приобретают вогнутую форму на седьмой день хранения. У форели речной отмечена наибольшая устойчивость к изменениям цвета и формы глаза в процессе хранения. Де-

скриптор «глаза/роговица» у всех образцов практически не меняется в течение хранения образцов, к концу хранения становясь молочной.



Карп обыкновенный



Амур белый



Толстолобик



Форель радужная

a

b

c

Рис. 2. Изменения дескриптора «глаза» в зависимости от длительности хранения во льду образцов рыбы: а — 1 день, б — 5 день, с — 9 день

Fig. 2. Changes in the “eyes” descriptor, depending on the duration of storage of fish samples on ice: a — first day; b — fifth day; c — ninth day

Получены результаты изменения дескриптора «жабры/запах» (табл. 3). Установлено изменение этого дескриптора у карпа обыкновенного от запаха неспелой дыни до кисловатого, запаха речной воды в течение периода исследований.

У амура белого — от металлического через грибной до кисловатого с тонами опавших листьев, у форели радужной от металлического через незначительный запах зеленой травы до дрожжевого, кисловатого.

Появление запахов кислых оттенков указывает на развитие гнилостных процессов в образцах рыбы. Следует отметить, что дескриптор «запах», присутствующий в жабрах, изменялся в процессе хранения быстрее, чем дескриптор «запах» на поверхности кожи и в брюшной полости.

Таблица 3. Карта сенсорной оценки изменения дескриптора «жабры» при хранении во льду образцов рыбы
Table 3. Map of sensory evaluation of the change in descriptor «gills» while storing the fish samples in the ice

Параметры качества	Образцы рыбы/Описание дескрипторов				День Оценки	
	Карп обыкновенный	Амур белый	Толстолобик	Форель радужная		
Жабры	Цвет	Красный	Красный	Ярко-красный	Незначительный красный	1
		Менее красный	Менее красный	Менее красный	Незначительный красный	3
		Бледно-красный	Менее красный	Менее красный	Розовый, коричневатый	5
		Бледный	Менее красный, коричневатый	Неблестящий красный, бордовый по краю	Розовый, коричневатый	7
		Бледный	Бледный, коричневый	Бурый, блеклый, бордовый	Блеклый, коричневатый	9
	Слизь	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная	1
		Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная	Молочная, несвернувшаяся	3
		Прозрачная	Прозрачная, несвернувшаяся	Прозрачная, несвернувшаяся	Молочная, несвернувшаяся	5
		Молочная	Молочная	Молочная	Молочная в большей степени	7
		Молочная	Молочная, свернувшаяся	Молочная, свернувшаяся	Коричневатая, молочная, свернувшаяся	9
Жабры	Запах	Запах неспелой дыни	Металлический	Нейтральный	Металлический, свежий	1
		Менее интенсивный запах неспелой дыни, запах свежей воды	Незначительный металлический, грибной	Нейтральный, незначительный металлический	Незначительный металлический, незначительный запах зеленой травы	3
		Запах зеленой травы	Незначительный грибной, запах опавших листьев, кисловатый	Незначительный металлический, фруктовый	Незначительный запах зеленой травы	5
		Кисловатый, запах речной воды	Запах опавших листьев, кисловатый	Кисловатый, фруктовый	Незначительный запах зеленой травы	7
		Кисловатый, запах речной воды	Кисловатый, запах опавших листьев	Кислый, фруктовый	Дрожжевой, кисловатый	9

Дескриптор «брюшная полость». Процессы порчи затрагивают и брюшную полость рыбы, так кровь в брюшной полости от красной меняется до коричневой, наиболее заметно это с пятого дня хранения (рис. 4), запах меняется аналогично запаху жабер (табл. 4).

Дескриптор «цвет мяса». Следующим дескриптором, важным при оценке качества рыбы, считается цвет мышечной ткани (табл. 4).

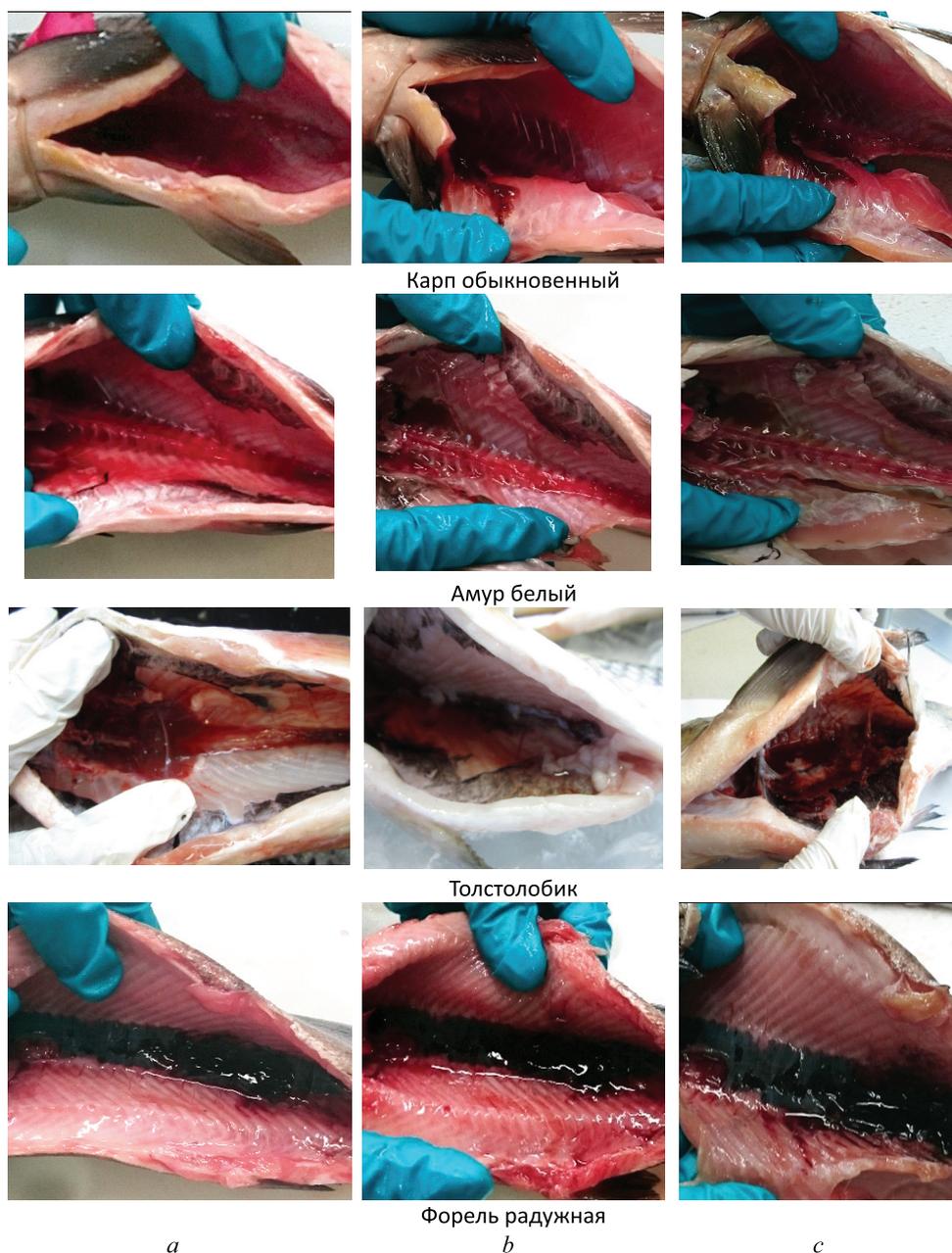


Рис. 4. Изменение дескриптора «брюшная полость/кровь в брюшной полости» образцов рыбы в зависимости от длительности хранения на льду:
 а — первый день хранения; б — пятый день хранения; с — девятый день хранения
 Fig. 4. Change in the descriptor «abdomen / blood in abdomen» depending on the duration of storage on ice:
 a –third day of storage; b – fifth day of storage; c — seventh day of storage

Цвет сырой мышечной ткани рыбы зависит от ее вида и бывает прозрачно-водянистым, белым, сероватым, оранжевым с различными оттенками [9]. Сверкающая радужная структурная окраска относится к числу наиболее ярких визуальных эффектов, встречаемых в природе. Для того чтобы оценить цвет, в мировой практике используют стандарты, такие как система естественного цвета (the natural color system — NCS®) [15]. В наших исследованиях цвет мышечной ткани для белого амура и толстолобика в процессе хранения образцов изменялся в последовательности: прозрачный — менее прозрачный — непрозрачный розовый — незначительный розовый — восковой. Восковая поверхность мышц на разрезе указывает на значительное снижение свежести продукта. У карпа и форели цвет мяса от прозрачного постепенно терял прозрачность, становился коричневатым до темно-коричневого (у карпа) и желтоватым до коричневого (у форели), похожим на воск.

Таблица 4. Карта сенсорной оценки изменения дескрипторов «брюшная полость», «мясо» при хранении во льду образцов рыбы

Table 4. Map of sensory evaluation of the change in the descriptor «abdomen», «meat» in time of storing fish samples in ice

Параметры качества		Образцы рыбы/Описание дескрипторов				День оценки
		Карп обыкновенный	Амур белый	Толстолобик	Форель радужная	
Брюшная полость	Кровь в брюшной полости	Красная	Свежая красная	Свежая красная	Красная	1
		Красная	Красная	Красная	Менее красная	3
		Менее красная	Менее красная	Менее красная	Менее красная	5
		Коричневая	Коричневая	Коричневая	Коричневая	7
		Коричневая	Темно-коричневая	Коричневая	Темно-коричневая	9
	Запах	Запах незрелой дыни	Грибной	Нейтральный	Незначительный металлический	1
		Более нейтральный	Грибной	Нейтральный, незначительный металлический	Незначительный металлический	3
		Нейтральный	Незначительный грибной, запах опавших листьев	Нейтральный, незначительный металлический, кисловатый	Незначительный запах зеленой травы	5
		Посторонний запах травы	Незначительный грибной	Кисловатый	Незначительный запах зеленой травы	7
		Посторонний запах травы, запах речной воды	Кисловатый, запах опавших листьев	Кислый, запах речной воды	Кисловатый	9
Мясо	Цвет	Желтоватый, коричневатый	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	1
		Прозрачный	Менее прозрачный	Менее прозрачный	Прозрачный	3
		Коричневатый	Непрозрачный	Непрозрачный	Менее прозрачный, желтоватый	5
		Коричневый, похожий на воск	Непрозрачный, розовый, похожий на воск	Непрозрачный, розовый, похожий на воск	Непрозрачный, бледный, коричневатый	7
		Более темный коричневый, похожий на воск	Незначительный розовый, похожий на воск	Незначительный розовый, похожий на воск	Коричневый, похожий на воск	9
	Разрывы мышечной ткани	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	1
		Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	3
		Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	5
		Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	7
		Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	9

Следующим этапом были оценены результаты изменений индивидуальных характеристик рыбы в период хранения во льду, полученные сенсорной группой, с целью выявления дескрипторов, максимально меняющихся при хранении и имеющих практическую значимость для QIM–схемы. Были изучены зависимости основных сенсорных характеристик рыбы от срока хранения (рис. 4).

В соответствие с методом индексов качества оценивали уровень изменения индивидуальных критериев свежести рыбы с целью определения срока годности партий рыбы. Оценка изменений индивидуальных критериев свежести рыбы позволяет дать суммарную оценку ее свежести.

На основании полученных данных для каждого индивидуального дескриптора были построены зависимости срока хранения рыбы от индекса качества (QI). На рис. 4 представлены зависимости срока хранения карпа от индекса качества (QI) для индивидуальных дескрипторов образцов карпа. Получены зависимости изменения индексов качества для каждого дескриптора в период хранения во льду образцов рыбы из сем. Карповых — карпа, белого амура, толстолобика и сем. Лососевых — форели радужной.

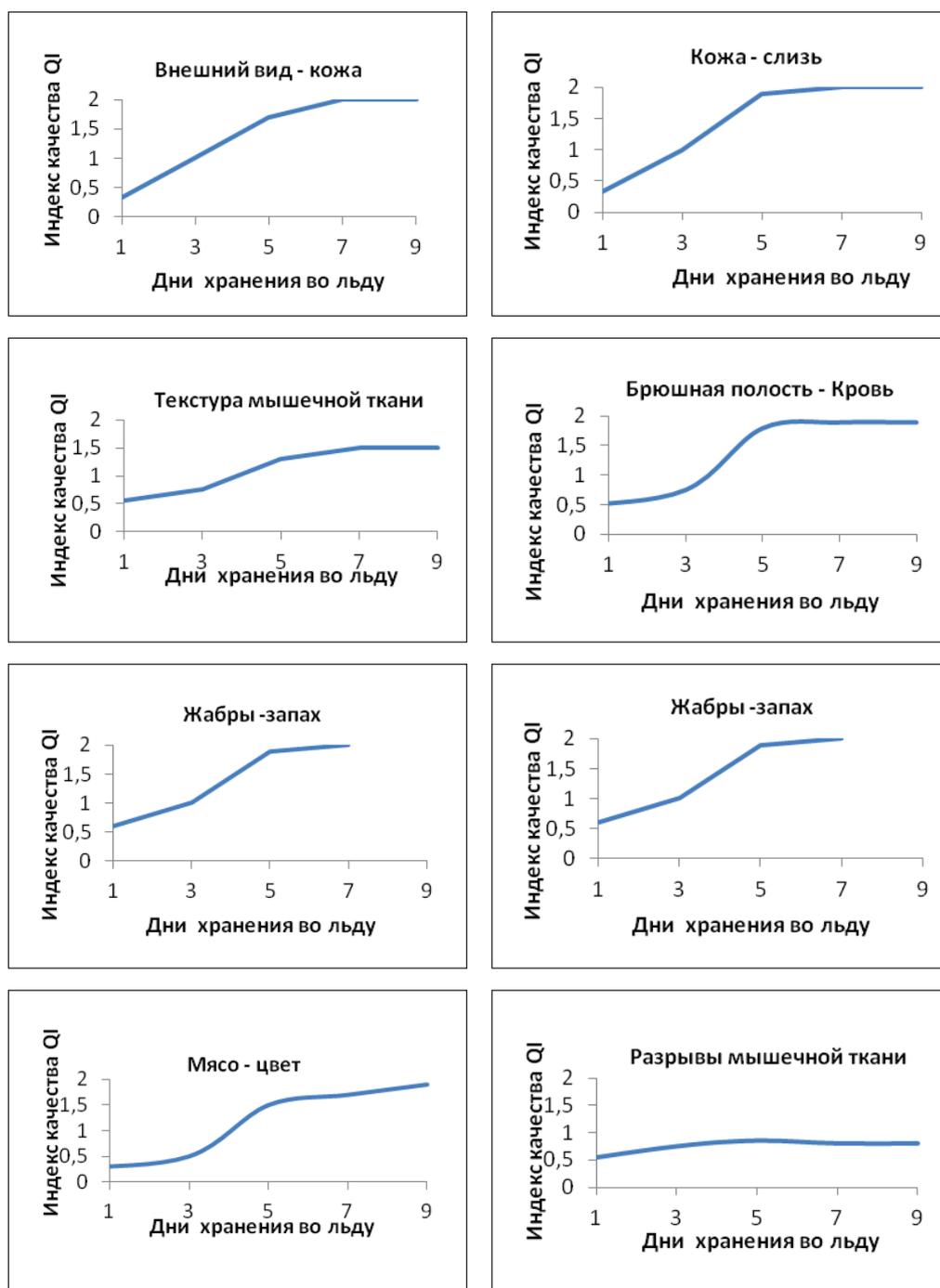


Рис. 4. Зависимости срока хранения рыбы от индекса качества (QI) для индивидуальных дескрипторов образцов карпа

Fig. 4. Dependences of the shelf life of fish on the quality index (QI) for individual carp sample descriptors

Были рассчитаны коэффициенты корреляции для ряда индивидуальных характеристик с целью выявления максимально меняющихся при хранении: «внешний вид — кожа», «внешний вид — слизь на коже», «текстура мышечной ткани», «брюшная полость — кровь», «жабры — запах», «жабры — цвет», «мясо — цвет», «разрывы мышечной ткани».

В табл. 5 представлены изменяющиеся дескрипторы в процессе хранения для образцов рыбы сем. Карповые (каarp, белый амур, толстолобик) и сем. Лососевые (форель радужная) и рассчитанные коэффициенты корреляции зависимостей изменения дескрипторов качества рыбы за период хранения во льду.

Таблица 5. Коэффициенты корреляции изменения дескрипторов рыбы за период хранения во льду
Table 5. Correlation coefficients of the change in fish descriptors over the period of storage in ice

Дескрипторы качества рыбы	Коэффициент корреляции			
	Карп	Белый амур	Толстолобик	Форель
Внешний вид — кожа	0,9724	0,9387	0,9128	0,9899
Внешний вид — слизь на коже	0,8887	0,8395	0,8415	0,9664
Текстура мышечной ткани	0,9355	0,9275	0,9537	0,921
Брюшная полость — кровь	0,9936	0,9923	0,9917	0,9163
Жабры — запах	0,9482	0,9776	0,9534	0,9939
Жабры — цвет	0,9750	0,9588	0,9631	0,8976
Мясо — цвет	0,9594	0,9687	0,9573	0,9594
Разрывы в мышцах	0,7242	0,7138	0,7181	0,7242
Глаза — зрачки	0,9177	0,9234	0,9126	0,9350
Глаза — форма	0,9201	0,9153	0,9018	0,9276
Глаза-роговица	0,8713	0,8351	0,8519	0,8764

В результате анализа полученных зависимостей можно сделать вывод о том, что максимально значимыми являются дескрипторы: «внешний вид — кожа»; «слизь на поверхности»; «глаза», «текстура мышечной ткани»; «кровь в брюшной полости»; «запах в жабрах»; «цвет в мышцах и жабрах», так как коэффициент корреляции приближен к 1,0. Дескриптор «разрывы мышечных тканей» в процессе хранения изменяется незначительно, коэффициент корреляции равен $R^2 = (0,7138 - 0,7242)$ и, таким образом, не имеет практической значимости для построения схемы индексов качества. Дескриптор «разрывы мышечных тканей» не будет использоваться в схеме QIM для оценки рыбы.

Аналогичные подходы были применены для исследования периода хранения рыбы и индивидуальных сенсорных характеристик при разработке схем индексов качества для карпа, белого амура, толстолобика и форели радужной.

Полученные зависимости максимально изменяющихся индивидуальных дескрипторов рыбы за период хранения во льду позволили построить линейные зависимости периода хранения от суммарного индекса качества (QI) для карпа обыкновенного, белого амура, толстолобика, форели радужной. На рис. 5 представлены зависимости срока хранения карпа, белого амура, толстолобика, форели радужной от индекса качества (QI). Угол наклона линии отражает скорость порчи рыбы во времени.

Зависимости суммарного индекса качества (QI) от продолжительности хранения имеют линейный вид (1) и описываются с достоверностью свыше 87% уравнением первого порядка:

$$y=kx+b, \quad (1)$$

где y — суммарный индекс качества, балл; x — продолжительность хранения, дни; k , b — коэффициенты уравнения.

Коэффициенты уравнений приведены в табл. 6.

Поскольку качественный индекс увеличивается линейно с течением времени хранения во льду, полученные зависимости имеют практическую значимость для переработчиков рыбы. На основе результатов оценки индексов качества может быть вычислена остаточная продолжительность хранения.

Заключение. Проведены сенсорные испытания пресноводной рыбы, выращиваемой в водоемах Республики Беларусь: карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Ctenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) в процессе хранения во льду с применением метода индексов качества.

Анализ сенсорных характеристик исследуемой рыбы позволил выявить изменения сенсорных дескрипторов, влияющих на её качество в процессе хранения во льду: внешний вид (кожа, слизь, запах); глаза (зрачок, форма, роговица); жабры (цвет, слизь, запах); брюшная полость (кровь, запах), мясо (цвет). На основании установленных изменений основных дескрипторов, разработаны карты сенсорной оценки исследуемой рыбы в зависимости от длительности хранения с присвоением индексов качества QI для каждого дескриптора.

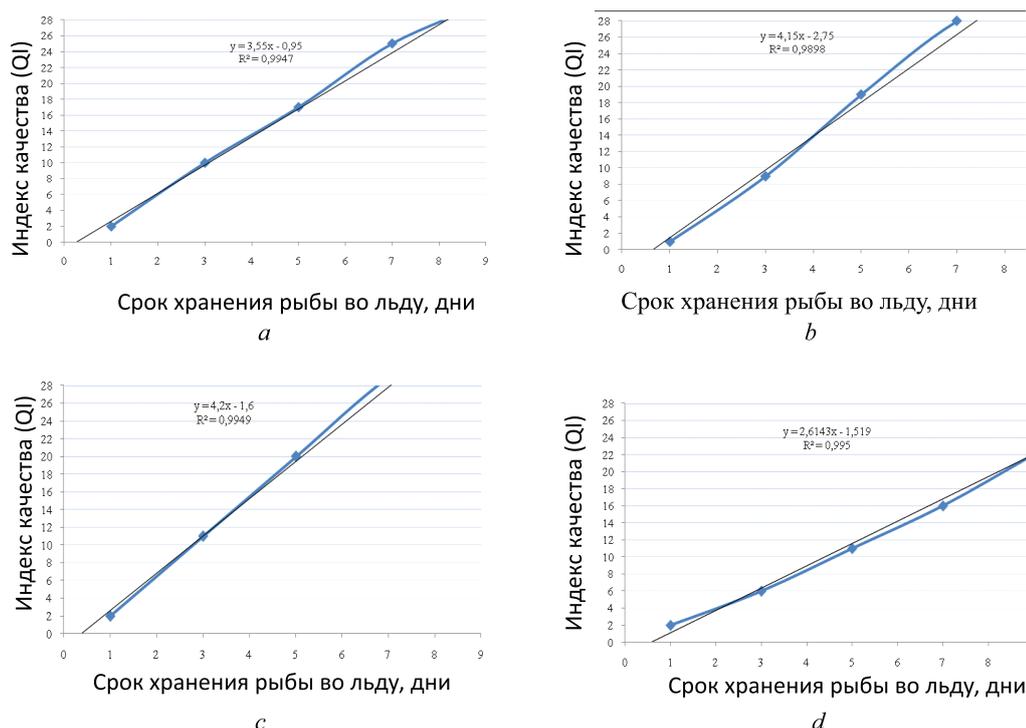


Рис. 5. Зависимости сроков хранения рыбы от индекса качества:
 а — карп обыкновенный; б — белый амур; с — толстолобик; д — форель радужная
 Fig. 5. Dependence of the shelf life of fish on the quality index: а — common carp; б — grass carp;
 с — silver carp; д — rainbow trout

Таблица 6. Коэффициенты уравнения, описывающие изменение суммарного индекса качества от продолжительности хранения
 Table 6. The coefficients of the equation describing the change in the total quality index from the storage duration

Вид рыбы	Коэффициенты уравнения		Величина достоверности, R^2
	k	b	
Карп обыкновенный	3,55	-0,95	0,9947
Белый амур	4,15	-2,75	0,9898
Толстолобик	4,2	-1,6	0,9949
Форель радужная	2,6	-1,52	0,9950

Определены дескрипторы качества исследуемой рыбы, максимально чувствительные к изменениям при её хранении во льду, коэффициенты корреляции которых близки к 1,0. Данные дескрипторы представляют практическую значимость для разработки схемы индексов качества QIM.

Установлены зависимости индекса качества от продолжительности хранения для карпа обыкновенного, белого амура, толстолобика, форели радужной, позволяющие разработать модель изменения дескрипторов — QIM-схему индексов качества рыбы и определить продолжительность её хранения с момента вылова, а также остаточный срок её хранения, что дает возможность осуществлять контроль качества рыбы, поступающей на переработку и реализацию.

Список использованных источников

1. Продовольственная безопасность Республики Беларусь в условиях функционирования Евразийского экономического союза. Мониторинг-2015. В 2 ч. Ч.2 / В.Г. Гусаков [и др.]. — Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. — 141 с.
2. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры [Электронный ресурс]. — 2014. — Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3720r.pdf>. — Дата доступа: 15.05.2016.

3. Рыбная промышленность Республики Беларусь / Национальное агентство инвестиций и приватизации [Электронный ресурс]. — <http://www.investinbelarus.by/docs/-1787.pdf>. — Дата доступа: 15.05.2016.
4. *Mulazzanin, L.* Is there coherence in the European Union's strategy to guarantee the supply of fish products from abroad? / L. Mulazzanin, G. Malorgio // *Marine Policy*, 2015. — 52. — pp. 1–10.
5. Продовольственный прогноз, публикуемый два раза в год: анализ состояния мировых рынков продовольственных товаров. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3915r.pdf>. — Дата доступа: 20.03.2016.
6. Обзор мирового рынка рыбы 2015 / Международная маркетинговая группа. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.marketing-ua.com/articles.php?articleId=4500>. — Дата доступа: 20.03.2016.
7. *Агеец, В.Ю.* Рыболовство в мировой аквакультуре / В.Ю. Агеец // *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук.* — 2014. — № 2. — С. 86–93.
8. Обзор национального рыболовческого сектора (НАСО) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.fao.org/fishery/country-sector/naso_belarus/ru. — Дата доступа: — 20.08.2015.
9. *Ким, Г.Н.* Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных: учебное пособие. / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда СПб. : Издательство «Лань», 2014. 512 с.
10. *Иванова, Е.Е.* Развитие теории и практики технологий рациональной переработки рыб, акклиматизированных на Юге России : Дис. д-ра техн. наук : 05.18.04 : Калининград, 2004, 361 с.
11. *Alasalvar, C.* Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications / C. Alasalvar, K. Miyashita, F. Shahidi, U. Wanasundara. — John Wiley & Sons, 2011. — 576 p.
12. Sensory Evaluation of Fish Freshness [Электронный ресурс] / E. Martinsdyttir [et al.]. — Reference manual for the fish sector, QIM-Eurofish [et al.]: The Netherlands, 2001. — Режим доступа: <http://www.qim-eurofish.com>. — Дата доступа: 11.07.2016.
13. *Martinsdyttir, E.* Quality management of stored fish. In: Bremner A, editor. Safety and quality issues in fish processing. Hirtshals: Woodhead Publishing Ltd.; 2002. pp. 360–378.
14. Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis/ Leo M.L. Nollet Fidel Toldra [et al.]; ed. — CRC Press Taylor & Francis Group, USA, 2010. — 910 p.
15. Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality / Leo M.L. Nollet [et al.]; ed.: Leo M.L. Nollet — 2nd ed. — WILEY-BLAKWELL A John Wiley & Sons, Inc, USA, 2012. 564 p.
16. Органолептический анализ. Общее руководство по проектированию лабораторных помещений: ГОСТ ISO 8589-2014 — Введ. 01.01.2016. — Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2016 — 16с.

References

1. Gusakov V.G. Food security of the Republic of Belarus in the conditions of functioning of the Eurasian Economic Union. Monitoring-2015. *Minsk: Institut sistemnyih issledovaniy v APK NAN Belarusi* [Minsk: Institute for System Studies in the Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus], 2016, part 2, p. 141 (in Russian).
2. State of world fisheries and aquaculture, 2014. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3720r.pdf> (accessed 15 May 2016).
3. The fishing industry of the Republic of Belarus. The National Agency for Investments and Privatization. Available at: <http://www.investinbelarus.by/docs/-1787.pdf>. (accessed: 15 May 2016).
4. Mulazzanin L., Malorgio G. Is there coherence in the European Union's strategy to guarantee the supply of fish products from abroad? *Marine Policy*, 2015, vol. 52, pp. 1–10.
5. Food forecast published twice a year: analysis of the state of the world food markets. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3915r.pdf> (accessed 20 March 2016).
6. World Fish Market Survey 2015. International Marketing Group. Available at: <http://www.marketing-ua.com/articles.php?articleId=4500> (accessed March.2016).
7. Ageets, V.Yu. Fisheries in world aquaculture. *Izvestiya Natsionalnoy akademii nauk Belarusi. Seriya agrarnyih nauk* [News of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Agricultural Sciences], 2014, no. 2, pp. 86 — 93 (in Russian).

8. Review of the National Fish Sector (NASO). Available at: http://www.fao.org/fishery/country-sector/naso_belarus/ru (accessed 20 August 2015).
9. Kim G.N. (ed.) *Sensory analysis of fish and invertebrate products*. St.Petersburg, Lan Publ., 2014. 512 p. (in Russian).
10. Ivanova, E. E. *Razvitie teorii i praktiki tehnologiy ratsionalnoy pererabotki ryib, akklimatizirovannykh na Yuge Rossii*. Diss. doct. tech. nauk [Development of theory and practice of technologies for rational processing of fish acclimatized in the South of Russia. Dr. tech. diss.]. Kaliningrad, 2004. 361 p.
11. Alasalvar, C. Miyashita K., Shahidi F., Wanasundara U. *Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications*, John Wiley & Sons Publ., 2011, 576 p.
12. *Sensory Evaluation of Fish Freshness Reference manual for the fish sector, QIM-Eurofish [etc.]*: Available at: <http://www.qim-eurofish.com> (accessed 11 July 2016).
13. Martinsdyttir E., Bremner A. *Quality management of stored fish. Safety and quality issues in fish processing*, Hirtshals, Woodhead Publ., 2002. p. 360-378.
14. Leo M.L. Nollet Fidel Toldra. (ed.) *Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis USA*, CRC Press Taylor & Francis Group Publ., 2010, 910 p.
15. Leo M.L. Nollet (ed.) *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*, 2nd ed. USA, WILEY-BLAKWELL A John Wiley & Sons, Inc Publ., 2012, 564 p.
16. GOST ISO 8589-2014 *Organolepticheskiy analiz. Obshee rukovodstvo po proektirovaniyu laboratornykh pomescheniy* [Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms]. Moscow : Standartinform Publ., 2016. 16 p.

Информация об авторах

Почицкая Ирина Михайловна — кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, Национальная академия наук Беларуси (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Комарова Наталья Викторовна — кандидат технических наук, заведующая лабораторией физико-химических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, Национальная академия наук Беларуси (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: aleco-2006@tut.by

Красовская Елена Сергеевна — научный сотрудник — руководитель группы ГМО лаборатории физико-химических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, Национальная академия наук Беларуси (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: gagara.7878@mail.ru

Information about authors

Pochitskaya Irina Mihaylovna — PhD in Agricultural sciences, head of the Republican Control and Test Complex for Food Quality and Safety, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Foodstuffs, the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Komarova Natalya Viktorovna — PhD. in Engineering sciences, head of the Laboratory of Physical and Chemical Research the Republican Control and Test Complex for Food Quality and Safety, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Foodstuffs, the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: aleco-2006@tut.by

Krasovskaya Elena Sergeevna — Research Associate — head of the GMO Group of the Laboratory of Physical and Chemical Research of the Republican Control and Test Complex for Food Quality and Safety, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Foodstuffs, the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gagara.7878@mail.ru