

З.В. Ловкис¹, И.В. Бубырь²

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

²УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, Республика Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ФЕНОЛОВ В ПРЕСНОВОДНОЙ РЫБЕ В ПРОЦЕССЕ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ

Аннотация: Значение рыбы в питании человека очень велико, так как в природе существует немного продуктов, одновременно богатых аминокислотами, витаминами, минеральными элементами, полиненасыщенными жирными кислотами, которые необходимы для нормального функционирования всех систем организма. Качество копченой продукции зависит от химического состава сырья, параметров и состава коптильной среды, количества коптильных компонентов, диффундировавших в продукт и других факторов. В работе приведены результаты исследований химического состава рыбного сырья, образцов коптильного дыма, полученного из ольхи и разных видов плодовой древесины по содержанию коптильных компонентов, обеспечивающих высокое качество и безопасность готовой продукции. Осуществлен подбор смесей опилок различных видов древесины с максимальным количеством коптильных соединений. Представлены показатели содержания фенольных компонентов в толще мяса рыбы в зависимости от времени копчения, установлены аналитические зависимости. Определены органолептические показатели качества пресноводной рыбы холодного копчения.

Ключевые слова: холодное копчение, фенольные соединения, рыба, безопасность, качество

Z.V. Lovkis¹, I.V. Bubyr²

¹ RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus

²UO “Polesky State University”, Pinsk, Republic of Belarus

STUDY OF THE ACCUMULATION OF PHENOLS IN FRESHWATER FISH IN THE COLD SMOKING PROCESS

Abstract: The importance of fish in human nutrition is very high, since in nature there are few products that are simultaneously rich in amino acids, vitamins, mineral elements, polyunsaturated fatty acids, which are necessary for the normal functioning of all body systems. The quality of smoked products depends on the chemical composition of raw materials, the parameters and composition of the smoking environment, the number of smoking components diffusing into the product and other factors. The paper presents the results of studies of the chemical composition of fish raw materials, samples of smoking smoke obtained from alder and various types of fruit wood in terms of the content of smoking components that ensure high quality and safety of the finished product. A selection of mixtures of sawdust of various types of wood with the maximum number of smoke compounds was carried out. The indicators of the phenol components content in the fish meat thickness are presented depending on the smoking time, analytical dependencies are established. Organoleptic indicators of the quality of cold-smoked fresh-water fish have been determined.

Keywords: cold smoking, phenol compounds, fish, safety, quality

Введение. Рыба является уникальным продуктом с точки зрения пищевой ценности, обладая полным набором незаменимых аминокислот, сбалансированным составом жирных кислот, богатым содержанием минеральных элементов и витаминов. Часто употребляя рыбу и продукты её переработки можно снизить риск развития различных заболеваний сердечнососудистой, нервной, эндокринной систем, избежать инсульта и инфаркта миокарда. Несмотря на то, что потребление рыбы населением Республики Беларусь постоянно растет, оно еще далеко от требуемых физиологических норм.

В Западной Европе, например, степень благосостояния государства и его населения, в большой мере, определяется уровнем потребления рыбных продуктов, где на человека приходится 30–40 кг рыбы в год, в то время как в Исландии, этот показатель равняется 90,1 кг, в Японии – от 78 до 84 кг [1], а в Республике Беларусь – около 16 кг в год на душу населения.

Рыбоперерабатывающие предприятия и цехи переработки рыбы постоянно расширяют ассортимент выпускаемой продукции, который представлен консервами, пресервами, копченой, вяленой, сушеной, соленой рыбой, кулинарной продукцией [2], при этом чаще используют морскую и океаническую рыбу, а не пресноводную. Поэтому разработка технологий переработки пресноводной рыбы для получения качественной, безопасной продукции очень актуальна для Республики Беларусь, не имеющей выхода к морю.

Одним из способов консервирования рыбы является копчение, обеспечивая антиокислительный, бактерицидный, антипротеолитический и другие эффекты [3, 4].

В настоящее время актуальной является проблема регулируемого воздействия коптильных компонентов на качество готовой продукции [5, 6]. Ученые, переработчики рыбы, врачи постоянно спорят о количестве коптильных компонентов в продукте, определяемых по фенольному показателю, и рекомендуют уменьшить его до 2–4 мг/100 г, вместо принятых для рыбы холодного копчения 9–18 мг/100 г, что сохранит не только все выраженные эффекты копчения, но и повысит безопасность готовой продукции [7].

Мнение исследователей о глубине проникновения различных компонентов дыма в рыбные изделия неоднозначно. Некоторые считают, что накопление фенолов и альдегидов происходит главным образом послыоного, другие полагают, что дым концентрируется преимущественно на поверхности и очень мало проникает в глубину продукта [8, 9].

Целью исследований являлось определение влияния коптильной среды, полученной из разных смесей древесного сырья, на количество фенолов в пресноводной рыбе в процессе холодного копчения и качественные характеристики готового продукта.

Методика и объекты исследований. В качестве объекта исследований были выбраны карп (*Cyprinus carpio*) и сом (*Silurus glanis*), соответствующие ГОСТ 24896-2013 [10], разделанные в соответствии с ГОСТ 11482-96 [11]. Для получения коптильной среды применяли разработанную и изготовленную экспериментальную коптильную установку и опилки, полученные из древесины абрикоса, ольхи, сливы, вишни, груши и яблони. Все образцы опилок измельчали до 0,2 – 0,3 см и подсушивали до влажности 40 %.

Содержание фенолов в копченой рыбе определяли по методу, описанному В. И. Курко [12]. Кусочек копченой рыбы (25 г) измельчали на мясорубке и гомогенизировали вместе со 100 мл смеси этилового спирта и воды (1:1). Экстракт фильтровали и охлаждали. Затем к 5 мл экстракта добавляли 5 мл 0,5 %-ного раствора бората натрия и 1 мл 2,6-ди-хлорхинонхлоримида (0,05 % в 7 %-ном спирте), оставляли на 30 мин для развития окраски. Образующийся синий индофенол экстрагировали 10 мл бутилового спирта, насыщенного 2 %-ным раствором аммиака. После разделения в делительной воронке окрашенный в синий цвет раствор бутилового спирта фильтровали. Интенсивность окраски измеряли на спектрофотометре Сарту-50 при длине волны 635 нм. Калибровочную кривую выполняли по гваяколу. По оси ординат откладывали количества гваякола, соответствующие данной оптической плотности (в сотых долях миллиграмма); на оси абсцисс — соответствующие значения оптической плотности [12].

Расчет проводили по формуле:

$$X = \frac{db \cdot 100}{am}, \text{ мг \%},$$

где *d* — количество фенола, найденное по калибровочной кривой для данной оптической плотности, мг; *a* — количество экстракта, взятое на определение, мл; *b* — количество водно-спиртового экстракта, мл; *m* — навеска, г.

Результаты и их обсуждение. Для изучения влияния коптильной среды на количество фенолов в мясе рыбы холодного копчения и установления аналитических зависимостей был исследован химический состав рыбного сырья, который представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Химический состав пресноводной рыбы
Table 1. Chemical composition of freshwater fish

Вид рыбы	Содержание в мясе, %			
	вода	жир	азотистые вещества	минеральные вещества
Карп	76,4 ± 1,2	5,3 ± 0,3	16,9 ± 0,6	1,2 ± 0,2
Сом	77,8 ± 1,4	3,5 ± 0,9	17,4 ± 0,6	1,3 ± 0,2

Нами были исследованы качественные характеристики коптильной среды, полученной из древесины плодовых деревьев и ольхи, идентифицированы более 125 различных соединений, играющие

роль при формировании технологических эффектов копчения. Соединения, обладающие мутагенным и канцерогенным действием (бензо(а)пирен, антрацен и др.) в данных образцах коптильного дыма обнаружены не были [13], что объясняется температурой пиролиза древесины не выше 400 °C для получения коптильной среды, так как дальнейшее повышение температуры приводит к выделению смолистых веществ, в том числе пикена, пирена, бензо(а)пирена и т.д. [13]. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сумма идентифицированных соединений дыма разных пород древесины
Table 2. The sum of the identified compounds of smoke of different types of wood

Соединение	В образце коптильного дыма, в % от идентифицированных компонентов					
	абрикос	вишня	груша	слива	яблоня	ольха
<i>Фурановые компоненты</i>						
Сумма	8,14	12,44	6,49	11,87	13,91	15,2
<i>Фенольные компоненты</i>						
Сумма	70,52	87,08	78,82	86,49	82,2	75,36

Анализируя данные табл. 2 по количеству фурановых и фенольных соединений можно предположить, что продукция, полученная в результате дымового копчения с использованием опилок из яблони, вишни, сливы будет обладать более насыщенным цветом, выраженным вкусом и ароматом, по сравнению с продукцией, где коптильный дым был получен из опилок груши и абрикоса [13]. Наличие фенольных соединений в количестве 3,2 — 3,4 г/дм³ обуславливает хорошо выраженный аромат копчения без каких-либо посторонних оттенков [13].

С помощью стандартного пакета программы «Microsoft Excel», осуществляли подбор смесей опилок различных видов древесины, с максимальным количеством коптильных соединений, определенных в результате исследования полученного из них дыма, для обеспечения лучшего коптильного эффекта. Результаты подбора смесей по максимальному количеству коптильных компонентов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание коптильных компонентов дыма разных смесей древесины
Table 3. Content of smoking smoke components of different wood mixtures

		Абрикос	Вишня	Груша	Слива	Яблоня	Ольха	Итого
Смесь 1	состав смеси, %	10	25	10	25	20	10	100
Σ коптильных компонентов		7,87	25,03	8,53	24,59	19,22	9,06	94,3
Смесь 2	состав смеси, %	10	35	10	25	10	10	100
Σ коптильных компонентов		7,87	35,04	8,53	24,59	9,61	9,06	94,67
Смесь 3	состав смеси, %	5	25	5	25	25	15	100
Σ коптильных компонентов		3,93	25,03	4,27	24,59	24,03	13,58	95,43
Смесь 4	состав смеси, %	5	20	15	20	20	20	100
Σ коптильных компонентов		3,93	20,02	12,8	19,67	19,22	18,11	93,76
Смесь 5	состав смеси, %	5	35	5	35	15	5	100
Σ коптильных компонентов		3,93	35,04	4,27	34,45	14,42	4,53	96,61
Смесь 6	состав смеси, %	0	35	5	35	20	5	100
Σ коптильных компонентов		0	35,04	4,27	34,43	19,22	4,53	97,48
Смесь 7	состав смеси, %	0	35	5	35	15	10	100
Σ коптильных компонентов		0	35,04	4,27	34,43	14,42	9,06	97,21
Смесь 8	состав смеси, %	0	40	10	35	10	5	100
Σ коптильных компонентов		0	40,05	8,53	34,43	9,61	4,53	97,14

Анализируя данные табл. 3 можно сделать вывод, что максимальное количество коптильных компонентов содержится в смесях 6, 7 и 8, и продукция, полученная с использованием данных коптильных сред, будет иметь высокие органолептические характеристики.

Для исследований использовали рыбу, предварительно подвергнув её разным способам разделки: карп — потрошенный с головой и пласт с головой, сом — пласт с головой и кусок. После разделки рыбу одинакового условного размера (отношение длины рыбы к её ширине, см/см) солили, затем отмачивали, подсушивали и коптили. Технологический процесс вели редким по концентрации дымом (1 г/м³),

при температуре 24–28 °С (для карпа), 27–29 °С (для сома), скорости движения копильной среды 0,4–1,0 м/с, влажности в интервале 40–55 %, при этом использовали рыбу одинакового условного размера – 2,5 см/см. После достижения рыбой нормируемой влажности (для карпа 45–58 %, для сома 55–64 %) и проведения органолептической оценки качества копченого продукта определяли содержание фенолов на различном расстоянии от кожи рыбы. Полученные данные представлены в табл. 4.

Таблица 4. Содержание фенолов в рыбе после холодного копчения
Table 4. Content of phenols in fish after cold smoked

Компоненты Толщина рыбы, мм	Смеси								
	№ 6			№ 7			№ 8		
	2	7	12	2	7	12	2	7	12
Карп, пласт с головой									
Фенолы, мг/100 г	13,201	6,144	3,456	12,174	5,876	3,145	13,767	6,450	3,912
Карп, потрошенный с головой									
Фенолы, мг/100 г	13,198	5,933	3,429	12,168	5,618	3,048	13,739	6,184	3,817
Сом, пласт с головой									
Фенолы, мг/100 г	12,893	5,275	2,987	11,939	5,173	2,452	13,267	6,103	3,269
Сом, кусок									
Фенолы, мг/100 г	12,884	5,764	2,977	11,876	5,089	2,419	13,208	6,056	3,186

Проведя анализ данных табл. 4 можно сделать вывод, что максимальное количество фенолов содержится в рыбе разных видов и разной разделки, которая коптилась в среде, образованной 8 смесью опилок, с наибольшим содержанием фенольных соединений. В толщу карпа диффундировало больше фенолов, чем в толщу сома, что может быть объяснено разной жирностью, более плотной кожей сома, наличием крупной чешуи у карпа, способной лучше удерживать поверхностную воду, несмотря на более высокое влагосодержание сома.

В процессе копчения, для определения накопления фенольных соединений в толще рыбы, делали срезы и при получении положительного результата (голубовато-синий цвет), определяли их количество. Полученные результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5. Содержание фенолов в рыбе в процессе холодного копчения
Table 5. Content of phenols in fish during cold smoked

Толщина рыбы, мм	Время копчения, ч						
	3	6	9	12	18	24	30
Количество фенолов, мг/ 100г							
Карп, пласт с головой							
На коже	40,234	35,511	30,565	27,427	24,802	22,081	
2	2,454	5,012	7,249	9,556	11,786	13,767	–
7	0	1,108	2,373	3,925	5,177	6,45	–
12	0	0,112	0,756	1,785	2,736	3,912	–
Карп, потрошенный с головой							
На коже	40,786	37,676	34,428	30,954	27,675	23,684	20,657
2	2,563	4,389	6,447	8,512	10,469	12,221	13,739
7	0	1,006	2,049	3,041	4,038	5,088	6,184
12	0	0,376	0,98	1,625	2,258	3,007	3,817
Сом, пласт с головой							
На коже	57,948	54,048	49,282	44,171	40,096	36,353	32,611
2	2,78	4,569	6,297	8,21	10,087	11,882	13,267
7	0	0,876	1,786	2,838	4,022	5,047	6,103
12	0	0,014	0,548	1,168	1,918	2,558	3,269
Сом, кусок							
На коже	56,481	52,367	48,051	44,112	40,768	37,343	33,21
2	2,49	4,185	6,131	8,148	10,063	11,798	13,208
7	0	0,884	1,802	2,815	3,894	4,979	6,056
12	0	0,043	0,698	1,336	2,008	2,603	3,186

Для анализа полученных данных проведена математическая обработка с использованием регрессионного анализа, результаты представлены в табл. 6 Разработанные модели адекватно описывают исследуемый процесс.

Таблица 6. Регрессионные модели изменения содержания фенолов в зависимости от времени копчения

Table 6. Regression models of phenol content change as a function of the smoking time

Варианты исследования	Уравнения регрессии: $y=$			(R^2)		
	Толщина рыбы, мм					
	2	7	12	2	7	12
Карп, пласт/г	$0,5295x+1,9505$	$0,3095x-0,5414$	$0,1975x-0,8193$	0,956	0,967	0,983
Карп, п/г	$0,4077x+2,3928$	$0,2216x-0,1715$	$0,3268x+0,1407$	0,957	0,974	0,991
Сом, пласт/г	$0,3834x+2,5697$	$0,2241x-0,3115$	$0,1284x-0,5175$	0,964	0,981	0,987
Сом, кусок	$0,3936x+2,2686$	$0,2208x-0,2986$	$0,1249x-0,409$	0,959	0,982	0,978

Анализ данных, представленных в табл. 5, свидетельствует о том, что накопление фенолов в толще мышц существенно не отличается в пределах видовой принадлежности рыб. Количество фенолов в толще мышц составило: у карпа от 3,817 до 3,912 мг/100 г; у сома от 3,186 до 3,269 мг/100 г. Несущественное отличие может быть объяснено примерно одинаковым химическим составом рыбы и её гистологическим строением.

С увеличением продолжительности копчения уменьшается скорость проникновения компонентов дыма в толщу рыбы, что обусловлено уплотнением поверхностного слоя и частичным удалением свободной влаги, способствующей диффузии.

Учитывая, что на коже сома и чешуе карпа на момент окончания копчения находилось от 20,657 до 33,21 мг/100 г фенолов можно предположить, что, в первые дни хранения, в процессе созревания рыбы, произойдет их перераспределение по всему объему, до равномерного содержания, при этом улучшатся органолептические показатели качества готового продукта.

После копчения, была установлена объективная оценка качества готового продукта с использованием балльного метода, с применением коэффициентов весомости для отдельных показателей качества. Для назначения коэффициентов весомости применяли экспертные методы с групповым и индивидуальным опросом экспертов в количестве семи человек, итоговые данные приведены в табл. 7. Органолептическая оценка качества рыбы холодного копчения проводилась в период её хранения и на 65 сутки после изготовления.

Оценка уровня качества рыбы холодного копчения после хранения представлена в табл. 8. Режим хранения: температура от -2 до -5 °С, влажность воздуха 75 %, периодическая циркуляция воздуха.

Таблица 7. Оценка уровня качества рыбы холодного копчения

Table 7. Assessment of the level of quality of cold-smoked fish

Вид рыбы, способ разделки	Комплексный показатель качества	Категория качества
Карп, разделанный на пласт с головой	90,7	высшая
Карп, потрошенный с головой	82,9	первая
Сом, разделанный на пласт с головой	89,2	первая
Сом, разделанный на кусок	93,6	высшая

Таблица 8. Оценка уровня качества рыбы холодного копчения после 65 суток хранения

Table 8. Evaluation of the quality level of cold-smoked fish after 65 days of storage

Вид рыбы, способ разделки	Комплексный показатель качества	Категория качества
Карп, разделанный на пласт с головой	80,1	первая
Карп, потрошенный с головой	76,2	вторая
Сом, разделанный на пласт с головой	81,5	первая
Сом, разделанный на кусок	88,3	первая

Таким образом, результаты экспертной оценки уровня качества рыбы холодного копчения показали, что все образцы пресноводной копченой рыбы выдержали двухмесячный срок хранения, от-

несены к первой товароведной категории, кроме карпа, потрошеного с головой (вторая), имеют высокую оценку, хорошее качество и будут востребованы потребителями.

Выводы. Накопление фенолов в толще мышц существенно не отличается в пределах видовой принадлежности рыб и способа разделки и составляет у карпа – от 3,817 до 3,912 мг/100 г; у сома – от 3,186 до 3,269 мг/100 г. Получены аналитические зависимости изменения содержания фенолов от времени копчения.

Установлено, что рыба холодного копчения по органолептическим показателям соответствует ГНПА и имеет отличные потребительские характеристики.

Данный уровень прокопченности, наряду с другими показателями качества позволяет обеспечить пресноводной рыбе холодного копчения 60 суток хранения.

Список использованных источников

1. *Козлов, А.И.* Современное состояние и перспектива развития переработки рыбной продукции в Белоруссии / А.И. Козлов, Т.В. Козлова, И.В. Бубырь // Международный научный журнал. – 2013. – №4. – С. 46.
2. Основные концептуальные положения развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь до 2020 года / В. Гусаков [и др.] // Аграрная экономика. – Минск, 2012. – № 9. – С. 2–14.
3. *Мезенова, О.Я.* Производство копченых пищевых продуктов / О.Я. Мезенова, И.Н. Ким, С.А. Бредихин. – М. : Колос, 2001. – 208 с.
4. Технология копчения мясных и рыбных продуктов : учеб.-практ. пособие / Г.И. Касьянов [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : МарТ ; Ростов н/Д : МарТ, 2004. – 208 с.
5. *Мезенова, О.Я.* Обоснование принципов технологии рыбных продуктов при использовании дифференцированных жидких копильных сред : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / О.Я. Мезенова. – Калининград, 2000. – 518 л.
6. ЕС ужесточает требования производства продуктов копчения [Электронный ресурс] // FNW food newweek : информ.-справ. изд. рынка пищевой пром-сти. – Режим доступа: <http://www.foodnewweek.ru/world/es-uzhestochaet-trebovaniya-proizvodstva-produktov-kopcheniya.html>. – Дата доступа: 05.07.2017.
7. *Мезенова, О.Я.* Технология, экология и оценка качества копченых продуктов : учеб. пособие / О.Я. Мезенова, И.Н. Ким. – СПб. : ГИОРД, 2009. – 488 с.
8. *Курко, В.И.* Физико-химические и химические основы копчения / В.И. Курко. – М. : Пищепромиздат, 1960. – 224 с.
9. *Хван, Е.А.* Обработка рыбы копчением / Е.А. Хван. – М. : Пищ. пром-сть, 1976. – 112 с.
10. Рыба живая. Технические условия : ГОСТ 24896-2013. – Взамен ГОСТ 24896-81 ; введ. 01.07.2015. – М. : Стандартиформ, 2014. – 12 с.
11. Рыба холодного копчения. Технические условия : ГОСТ 11482-96. – Введ. 01.01.1998. – М. : Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. – 14 с.
12. *Курко, В.И.* Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов / В.И. Курко. – М. : Пищ. пром-сть, 1977. – 191 с.
13. *Ловкис, З.В.* Исследование качественных характеристик дыма для копчения рыбы / З.В. Ловкис, И.В. Бубырь // Пищ. пром-сть: наука и технологии. – 2016. – № 3 (33). – С. 30–36.

References

1. Kozlov A.I., Kozlova T.V., Bubyr' I.V. Sovremennoe sostojanie i perspektiva razvitija pererabotki rybnoj produkcii v Belorusi [Current state and perspective of the development of processing of fish products in Belarus]. International scientific journal. – 2013, no.4, pp.46.
2. Gusakov V. [i dr.]. Osnovnye konceptual'nye polozhenija razvitija agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Belarus' do 2020 goda [The basic conceptual provisions of the development of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus until 2020], Agrarian economy, Minsk, 2012, no. 9, pp. 2–14.

3. Mezenova O.Ja., Kim I.N., Bredihin S.A. Proizvodstvo kopchenyh pishhevyyh produktov [Manufacture of smoked food products], M. Kolos, 2001, 208 p.
4. Kas'janov G.I. [i dr.]. Tehnologija kopchenija mjasnyh i rybnyh produktov : ucheb.-prakt. posobie / – 2-e izd., ispr. i dop. [Technology of smoking meat and fish products: textbook. allowance], M. : MapT; Rostov n / a: March, 2004, 208 p.
5. Mezenova O.Ja. Obosnovanie principov tehnologii rybnyh produktov pri ispol'zovanii differencirovannyh zhidkih koptil'nyh sred : dis. ... kand. tehn. nauk [Justification of the principles of technology of fish products when using differentiated liquid smoking media]. Kaliningrad, 2000, 518 p.
6. ES uzhestochaet trebovaniya proizvodstva produktov kopchenija [The EU tightens the requirements for the production of smoking products] Available at: <http://www.foodnewsweek.ru/world/es-uzhestochaet-trebovaniya-proizvodstva-produktov-kopcheniya.html>. (accessed 5 May 2017).
7. Mezenova O.Ja. Kim. I.N. Tehnologija, jekologija i ocenka kachestva kopchenyh produktov : ucheb. posobie [Technology, ecology and assessment of the quality of smoked products: Textbook. allowance]. Spb. : GIORD, 2009, 488 p.
8. Kurko V.I. Fiziko-himicheskie i himicheskie osnovy kopchenija [Physico-chemical and chemical basis of smoking]. Moscow, Pishchepromizdat, 1960, 224 p.
9. Hvan E.A. Obrabotka ryby kopcheniem [Processing of fish by smoking]. Moscow, Food. prom-st, 1976, 112 p.
10. GOST 24896-2013. Ryba zhivaja. Tehnicheskie uslovija [State Standard 24896-2013. The fish is alive. Technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. – 12 p.
11. GOST 11482-96. Ryba holodnogo kopchenija. Tehnicheskie uslovija [State Standard 11482-96. Cold smoked fish. Technical conditions]. Moscow, Interstate. Council for Standardization, Metrology and Certification, 1996, 14 p.
12. Kurko V.I. Metody issledovaniya processa kopchenija i kopchenyh produktov [Methods of researching the smoking process and smoked products.] Moscow, Food. Prom-st, 1977, 191 p.
13. Lovkis Z.V., Bubyr' I.V. Issledovanie kachestvennyh harakteristik dyma dlja kopchenija ryby [Investigation of the qualitative characteristics of smoke for smoking fish]. Pishch. prom-st: science and technology, 2016, no. 3 (33), pp. 30–36.

Информация об авторах

Ловкис Зенон Валентинович – генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», член-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь (Республика Беларусь, 220037, г. Минск, ул. Козлова, д. 29, раб. тел.: 8-1037517-285-39-70). E-mail: info@belproduct.com

Бубырь Ирина Валерьевна – старший преподаватель кафедры «Промышленное рыбоводство и переработка рыбной продукции» УО «Полесский государственный университет» (Республика Беларусь, 225710, г. Пинск, ул. Пушкина, д. 4, моб. тел.: 8-1037529-668-16-34). E-mail: bubyri@mail.ru

Information about authors

Lovkis Zenon Valentinovich – Director General of RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food“, corresponding member National Academy of Sciences of Belarus, dr. tech. sciences, professor, honored scientist of the Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220037, Minsk, ul. Kozlova, d. 29, office tel.: 8-1037517-285-39-70). E-mail: info@belproduct.com

Bubyri Irina Valerievna – senior lecturer of the department “Industrial fish farming and processing of fish products“, Polesky State University (Republic of Belarus, 225710, Pinsk, ul. Pushkin, 4, mob. tel.: 8-1037529-668-16-34). E-mail: bubyri@mail.ru