

Включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь  
для опубликования результатов диссертационных исследований  
Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь  
от 2 февраля 2011 г. № 26



ISSN 2073-4794

**Том 11**  
**№2(40)**  
**2018**

**РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

# **ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ**

**Основан в 2008 году**

**Выходит 4 раза в год**

**Адрес редакции:**

ул. Козлова, 29, г. Минск,  
220037, Республика Беларусь  
Тел./факс: (375-17) 285-39-70,  
285-39-71, 294-31-41 (редактор)  
e-mail: aspirant@belproduct.com

Редакция не несет ответственности  
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать  
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 20.06.2018.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 12,80.

Тираж 100 экз. Заказ 200.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

*Журнал включен в базу данных  
Российского индекса научного цитирования  
(РИНЦ)*

**Учредитель**

Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр Национальной  
академии наук Беларуси по продовольствию»

Зарегистрирован в Министерстве информации  
Республики Беларусь (свидетельство  
о регистрации № 590 от 30 июля 2009 г.)

**Подписные индексы:**

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственный подписчиков 012412



# FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Vol. 11, №1(39) 2018

## Founder:

**Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”**

## Editor-in-Chief:

**Lovkis Zenon Valentinovich** – General Director of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor

## Editorial Board:

**Shepshelev Aleksandr Anatolievich** – Associate Editor-in-Chief – deputy General Director for science of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

**Akulich Aleksandr Vasilievich** – Deputy Principal for science work of the educational institution “Mogilev State Foodstuffs University”, Doctor of Engineering sciences, Professor, Honored Inventor of the Republic of Belarus (with consent).

**Zhakova Kristina Ivanovna** – Academic Secretary of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

**Kolosovskaya Larisa Stanislavovna** – Director of the scientific and production republican affiliated unitary enterprise “Beltechnohleb” (with consent)

**Lisitsyn Andrei Borisovich** – Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering sciences, Professor, Director of the Federal State Budgetary Scientific Establishment “V.M. Gorbатов Federal Scientific Food Systems Centre” of the Russian Academy of Sciences (with consent)

**Meleshchenya Aleksey Victorovich** – Director of the Republican Unitary Enterprise “Institute for Meat and Dairy Industry”, PhD in Economy sciences, Associate Professor (with consent)

**Morgunova Elena Mikhailovna** – Deputy General Director for Foodstuffs Standardisation and Quality of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences, Associate Professor

**Petyushev Nikolay Nikolaevich** – head of the Department of the technology of tuberous root products of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

**Pochitskaya Irina Mikhailovna** – Head of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Agricultural sciences

**Roslyakov Yuriy Fedorovich** – Head of the Department of technology of bread baking, macaroni, and confectionery production of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Doctor of Engineering sciences, Professor (with consent)

**Savenkova Tatsiana Valentinovna** – Director of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian research institution of confectionery industry” – subdivision of FSBSI “Gorbатов Federal Science Centre for Food Systems” of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering Sciences, Professor (with consent)

**Trotskaya Taisiya Pavlovna** – Chief researcher of the Nutrition Department of the the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Doctor of Engineering sciences, Professor

**Sharshunov Vyacheslav Alekseevich** – Professor of the Department of machines and devices of food industry of the Educational Institution “Mogilev State Foodstuffs University”, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor (with consent)

**Mironova Natalya Pavlovna** – responsible editor, head of the Postgraduate Studies Department of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Philological sciences

**Yushkevich Marina Nikolaevna** – layout editor, leading engineer of the Department of the information and staff management of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”

The Journal is included in the List  
of Journals for Publication of the Results of Dissertation Research

Supreme Certifying Commission of the Republic of Belarus  
decree of 2 February 2011



ISSN 2073-4794

**Vol. 11**  
**№2(40)**  
**2018**

**PEER-REVIEWED SCIENTIFIC  
AND TECHNICAL JOURNAL**

# **FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES**

**The Journal was founded in 2008**

**Issued four times a year**

**Address of the Editorial Office:**

29, Kozlova str., Minsk  
220037, Republic of Belarus  
Tel./Fax: +375-17-285-39-70,  
+375-17-285-39-71, +375-17-294-31-41  
(editor)

**E-mail** [aspirant@belproduct.com](mailto:aspirant@belproduct.com)

*The journal is included into the database of  
Russian Science Citation Index (RSCI)*

**Founder**

Republican Unitary Enterprise "Scientific-  
Practical Centre for Foodstuffs of the National  
Academy of Sciences of Belarus"

Registered in Ministry of Information of the  
Republic of Belarus

(Registration Certificate № 530 of July 2009)

Printed at UE "IVC Minfina"  
It is sent of the press 20.06.2018  
Format 60x84/8. Offset paper.  
NewtonC type. Offset printing.  
Printed pages 11,16.  
Publisher's signatures 12,80.  
Circulation 100 copies. Order 200.  
LP № 02330/89 of 3 March 2014  
17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

**Subscription indexes**

For individuals 01241  
For legal entities 012412

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>Моргунова Е.М.</b> Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию: от истоков до Премии Правительства.....   | 6  |
| <b>Петюшев Н.Н., Садовская А.В., Усеня Ю.С., Евтушевская Л.В.</b> Оценка витаминно-минерального и аминокислотного состава формованных замороженных полуфабрикатов на основе овощного сырья.....  | 13 |
| <b>Ленерт С.А., Малюк Л.П., Дубинина А.А., Хоменко О.А., Радченко А.Е.</b> Органолептический анализ новых купажированных масел с экстрактами природных антиоксидантов.....   | 22 |
| <b>Агафонов О.С., Франко Е.П.</b> Оценка качества масличного сырья на основе импульсного метода ядерно-магнитного резонанса .....  | 30 |
| <b>Кучер А.С., Троцкая Т.П.</b> Изучение потребительских предпочтений жителей г. Гродно на рынке хлебобулочных изделий функционального назначения .....  | 37 |
| <b>Леонов О.А., Шкруба Н.Ж.</b> Элементы системы ХААСП при производстве варено-копченых колбас .....   | 44 |
| <b>Миклух И.В., Сороко О.Л., Ефимова Е.В., Соколовская Л.Н., Забело Т.Н.</b> Влияние режимов тепловой обработки на свойства восстановленного сухого молочного сырья, предназначенного для изготовления ферментированных молочных продуктов ..... | 53 |
| <b>Почицкая И.М., Александровская Е.С., Чекун О.В.</b> Особенности определения никеля методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией.....   | 64 |
| <b>Почицкая И.М., Комарова Н.В., Красовская Е.С.</b> Оценка свежести пресноводной рыбы, выращенной в Республике Беларусь .....   | 71 |
| <b>Почицкая И.М., Пермякова О.Л.</b> Контроль содержания N-нитрозаминов в пищевых продуктах ....   | 87 |
| <b>Ловкис З.В., Бубырь И.В.</b> Исследование накопления фенолов в пресноводной рыбе в процессе холодного копчения .....  | 95 |

**З.В. Ловкис<sup>1</sup>, И.В. Бубырь<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*УО «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. Lovkis<sup>1</sup>, I.V. Bubyr<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*UO “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 послойного, 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/дм<sup>3</sup> 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        |
|--------------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Смесь 1</b>           | состав смеси, % | 10          | 25           | 10          | 25           | 20           | 10           | 100          |
| Σ коптильных компонентов |                 | <b>7,87</b> | <b>25,03</b> | <b>8,53</b> | <b>24,59</b> | <b>19,22</b> | <b>9,06</b>  | <b>94,3</b>  |
| <b>Смесь 2</b>           | состав смеси, % | 10          | 35           | 10          | 25           | 10           | 10           | 100          |
| Σ коптильных компонентов |                 | <b>7,87</b> | <b>35,04</b> | <b>8,53</b> | <b>24,59</b> | <b>9,61</b>  | <b>9,06</b>  | <b>94,67</b> |
| <b>Смесь 3</b>           | состав смеси, % | 5           | 25           | 5           | 25           | 25           | 15           | 100          |
| Σ коптильных компонентов |                 | <b>3,93</b> | <b>25,03</b> | <b>4,27</b> | <b>24,59</b> | <b>24,03</b> | <b>13,58</b> | <b>95,43</b> |
| <b>Смесь 4</b>           | состав смеси, % | 5           | 20           | 15          | 20           | 20           | 20           | 100          |
| Σ коптильных компонентов |                 | <b>3,93</b> | <b>20,02</b> | <b>12,8</b> | <b>19,67</b> | <b>19,22</b> | <b>18,11</b> | <b>93,76</b> |
| <b>Смесь 5</b>           | состав смеси, % | 5           | 35           | 5           | 35           | 15           | 5            | 100          |
| Σ коптильных компонентов |                 | <b>3,93</b> | <b>35,04</b> | <b>4,27</b> | <b>34,45</b> | <b>14,42</b> | <b>4,53</b>  | <b>96,61</b> |
| <b>Смесь 6</b>           | состав смеси, % | 0           | 35           | 5           | 35           | 20           | 5            | 100          |
| Σ коптильных компонентов |                 | <b>0</b>    | <b>35,04</b> | <b>4,27</b> | <b>34,43</b> | <b>19,22</b> | <b>4,53</b>  | <b>97,48</b> |
| <b>Смесь 7</b>           | состав смеси, % | 0           | 35           | 5           | 35           | 15           | 10           | 100          |
| Σ коптильных компонентов |                 | <b>0</b>    | <b>35,04</b> | <b>4,27</b> | <b>34,43</b> | <b>14,42</b> | <b>9,06</b>  | <b>97,21</b> |
| <b>Смесь 8</b>           | состав смеси, % | 0           | 40           | 10          | 35           | 10           | 5            | 100          |
| Σ коптильных компонентов |                 | <b>0</b>    | <b>40,05</b> | <b>8,53</b> | <b>34,43</b> | <b>9,61</b>  | <b>4,53</b>  | <b>97,14</b> |

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/м<sup>3</sup>),

при температуре 24–28 °С (для карпа), 27–29 °С (для сома), скорости движения коптильной 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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:bubyri@mail.ru)