

ISSN 2222-4661



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет  
The Far Eastern State Technical Fisheries University

# НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 45

Том

45

2 · 2018



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет  
The Far Eastern State Technical Fisheries University

# НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 45

Том

45

Адрес редакции:  
Россия, 690091, Владивосток,  
ул. Светланская, 27  
телефон: (423) 226-65-01  
e-mail: [nauch-tr@dgtru.ru](mailto:nauch-tr@dgtru.ru)  
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

2 · 2018

## Научные труды Дальрыбвтуза. 2018. № 2 (т. 45)

Научный журнал

Издается с 1996 г.

Выходит 4 раза в год

---

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» Адрес: Россия, 690087, Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

**Главный редактор** – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук

**Научный редактор** – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор

**Ответственный секретарь** – Т.В. Ломакина, начальник редакционно-издательского отдела

### **Редакционная коллегия:**

Т.Е. Буторина, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ);

Г.С. Гаврилова, доктор биологических наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;

О.А. Иванов, доктор биологических наук, зав. лабораторией прикладной биоценологии ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;

Чан Яцин, профессор, доктор наук, директор колледжа рыболовства и биологических наук Даляньского океанологического университета;

А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;

Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;

Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

В.А. Гроховский, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мурманский ГТУ»;

С.А. Бредихин, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»;

Ли Вэй, кандидат биологических наук, профессор, Даляньский океанологический университет;

П.Н. Стародубцев, доктор технических наук, профессор, ТОВВМУ им. С.О. Макарова;

А.М. Попов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;

С.Д. Руднев, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;

С.Н. Максимова, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

М.М. Розенштейн, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский ГТУ».

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

<b>ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ</b> .....	5
<i>Казаченко В.Н., Матросова И.В., Шахова Я.А.</i> Представители паразитических ракообразных (Crustacea) лун-рыб Molidae (Tetraodontiformes) .....	5
<i>Ткаченко Г.М., Буюн Л.И., Касиян О.П., Терех-Маевская Э., Осадовский З.</i> Анти-микробная эффективность этанольного экстракта, полученного из листьев <i>Ficus pumila</i> L. (Moraceae) относительно бактериальных патогенов рыб .....	20
<i>Ткаченко Г.М., Грудневская Й.</i> Тканеспецифические изменения активности аминотрансфераз в хариусе ( <i>Thymallus Thymallus linck</i> ) после дезинфицирующих мероприятий с хлорамином-Т .....	31
<i>Чаплыгин В.А., Танасова А.С., Ершова Т.С., Зайцев В.Ф.</i> Исследование особенностей аккумуляции цинка и ртути гидробионтами Каспийского моря .....	40
<b>СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ</b> .....	46
<i>Кирюха В.В., Горбенко Ю.М., Сащенко А.Ю., Яблокова В.С.</i> Метод корректировки решения задачи диагностики электрических цепей .....	46
<b>ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b> .....	51
<i>Глебова Е.В., Паначина В.С.</i> Разработка методического подхода к формированию показателей результативности надзорной деятельности за соблюдением обязательных требований, установленных к пищевой продукции .....	51
<i>Глебова Е.В., Максимова В.В.</i> Соотношение понятий «эффективность» и «результативность» на примере оценки системы менеджмента качества .....	61
<i>Дементьева Н.В., Богданов В.Д., Сахарова О.В.</i> Оценка пищевой и биологической ценности скумбрии и терпуга .....	68
<i>Ковалев Н.Н., Рыбникова Е.И.</i> Кукумария японская как компонент мясных фаршевых изделий .....	76
<i>Корниенко Н.Л., Гусева Л.Б.</i> Комплексное использование сырья как инновационное направление развития рыбной отрасли .....	81
<i>Кращенко В.В., Осип О.В.</i> Исследование влияния пищевых волокон из водных биологических ресурсов на качество полуфабрикатов при производстве сухих ванильных .....	90
<i>Сытова М.В., Абрамова Л.С., Котельникова Л.Х.</i> Рекомендации по ведению прослеживаемости и правилам маркировки продукции из осетровых рыб .....	98

## CONTENTS

---

---

<b>ICHTHYOLOGY. ECOLOGY</b> .....	5
<i>Kazachenko V.N., Matrosova I.V., Shakhova Ya.A.</i> Representatives of parasitic crustaceans (crustacea) of lune-fish molidae (tetraodontiformes) .....	5
<i>Tkachenko Halyna, Buyun Lyudmyla, Kasiyan Olha, Terech-Majewska Elżbieta, Osadowski Zbigniew.</i> The antibacterial activity of the ethanolic leaf extract of <i>Ficus pumila</i> L. (moraceae) against fish bacterial pathogens .....	20
<i>Tkachenko Halyna, Grudniewska Joanna.</i> Tissue-dependent changes of aminotransferases activity in grayling ( <i>thymallus thymallus</i> linck) after chloramine-t disinfection.....	31
<i>Chaplygin V.A., Tarasova A.S., Ershova T.S., Zaitsev V.F.</i> The study of peculiarities of accumulation of zinc and mercury by aquatic organisms of the caspian sea .....	40
<b>SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES</b> .....	46
<i>Kiryuha V.V., Gorbenko Yu.M., Sashenko A.Yu., Yablokova V.S.</i> The adjusting method of the solution of the problem of electrical circuits diagnostics .....	46
<b>TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS</b> .....	51
<i>Glebova E.V., Panachina V.S.</i> Development of the methodical approach to forming the indicators of the survey of the supervisory activity, for the compliance of the mandatory requirements of the foodstuffs installed.....	51
<i>Glebova E.V., Maksimova V.V.</i> Interrelation the concepts of efficiency and effectiveness in the assessment of quality management system .....	61
<i>Dementeva N.V., Bogdanov V.D., Sakharova O.V.</i> Evaluation of the nutritional and biological value of mackerel and tarp .....	68
<i>Kovalev N.N., Rybnikova E.I.</i> Cucumaria japanese as a component of meat stuffing products.....	76
<i>Kornienko N.L., Guseva L.B.</i> Integrated use of raw materials as an innovative direction of fishery industry development .....	81
<i>Krashenko V.V., Osip O.V.</i> A study of the influence of dietary fiber from aquatic biological resources on the quality of semi-finished products in the manufacture of dryers vanilla.....	90
<i>Sytova M.V., Abramova L.S., Kotelnikova L.H.</i> Recommendations for the management of traceability and labeling rules of sturgeon fish products .....	98

---

---

# ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

---

---

УДК 591.69-7

**В.Н. Казаченко, И.В. Матросова, Я.А. Шахова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ПРЕДСТАВИТЕЛИ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ РАКООБРАЗНЫХ (CRUSTACEA) ЛУН-РЫБ MOLIDAE (TETRAODONTIFORMES)**

*Приведены сведения о паразитических ракообразных рыб семейства Molidae: Copepoda – Trebius sp., Pandarus bicolor, Dinemoura producta, D. latifolia, Echthrogaleus coleoptratus, Cecrops latreilli, Orthogoriscicola muricatus, Philorthogoriscus serratus, Caligus elongatus, C. rapax, Lepeophtheirus hastatus, L. nordmanni, Anthosoma crassum, Pennella filosa, Lernaepoda bidiscalis; Argulidae – Argulis scutiformis; Lepadidae – Conchoderma virgatum; изоподы – Nerocila orbigny.*

**Ключевые слова:** паразитические ракообразные, луна-рыба.

**V.N. Kazachenko, I.V. Matrosova, Ya.A. Shakhova**

## **REPRESENTATIVES OF PARASITIC CRUSTACEANS (CRUSTACEA) OF LUNE-FISH MOLIDAE (TETRAODONTIFORMES)**

*The data on parasitic crustaceans of the Molidae family are presented: Copepoda – Trebius sp., Pandarus bicolor, Dinemoura producta, D. latifolia, Echthrogaleus coleoptratus, Cecrops latreilli, Orthogoriscicola muricatus, Philorthogoriscus serratus, Caligus elongatus, C. rapax, Lepeophtheirus hastatus, L. nordmanni, Anthosoma crassum, Pennella filosa, Lernaepoda bidiscalis; Argulidae – Argulis scutiformis; Lepadidae – Conchoderma virgatum; Isopoda – Nerocila orbigny.*

**Key words:** parasitic crustaceans, lune-fish.

### **Введение**

Паразитизм – форма сожительства организмов разных видов, из которых один, называемый паразитом, использует другого, именуемого хозяином, как источник питания и место постоянного или временного пребывания, нанося существенный вред хозяину [2].

Паразитизм широко распространен в природе, количество видов паразитов на Земле превышает количество хозяев [48].

Паразитические копеподы обитают на беспозвоночных, позвоночных, животных, а также зарегистрированы в составе планктона; наиболее часто они поражают жаберный аппарат рыб, кроме того, локализуются в ротовой и жаберной полостях, каналах сейсмочувствительной системы, обонятельных ямках, на поверхности тела. Они оказывают патогенное влияние на хозяев, поражая органы чувств, мускулатуру, некоторые снижают плодовитость рыб, вызывают их гибель, приносят миллионные убытки, особенно при искусственном разведении рыб [3].

Первые сведения о паразитах лун-рыб известны из работ Линнея и Абильтгарда [6, 34]. Основная информация о многообразии паразитических ракообразных этих рыб была получена в XIX–XX вв. Дольфус [21] обобщил результаты по исследованию паразитов этих рыб, в том числе и гельминтам; в этой работе им были приведены сведения о ракообраз-

ных: копеподах *Anthosoma crassum*, *Philorthogoriscus serratus*, *Orthogoriscicola muricatus*, *Cecrops latrelli*, *Echthrogaleus coleoptratus*, *Pandarus bicolor*, *Pandarus* sp., *Lepeophtheirus nordmanni*, *L. insignis*, *Caligus rapax* (= *C. elongatus*), *Trebisus* sp., *Lernaeopoda bidiscalis*, *Pennella filosa* (= *P. diodontis*), *P. crassicornis*, *P. orlhagorisci*, *P. rubra*, жаброхвостах *Argulus scutiformis*, изоподах *Nerocila orbignyi*.

**Цель работы** – обобщить сведения о паразитических копеподах лун-рыб.

### Материал и методика

Материалом для статьи послужили сборы паразитических копепод с морских рыб в Тихом океане, собранные сотрудниками лаборатории прикладной паразитологии ТИПРО-Центра.

Сбор, фиксация, хранение и камеральная обработка материала проводились по общепринятым методикам [1].

Список вскрытых и зараженных рыб приведен в таблице:

№ п/п	Хозяева	Район	Дата	Количество экземпляров рыб	
				обследовано	заражено
1	<i>Mola ramsayi</i>	Большой Австралийский залив	16.06.1967	1	1
2	<i>Mola mola</i>	П-ов Калифорния	02.03.1972	1	1
3	<i>Mola mola</i>	О. Сан-Клементе	08.04.1973	1	1
4	<i>Mola mola</i>	Курильские острова	14.08.1980	1	1
5	<i>Mola mola</i>	Курильские острова	05.09.1980	3	3
8	<i>Mola mola</i>	Южная часть Тихого океана	12.12.1981	1	1
9	<i>Mola mola</i>	У берегов Консепсьон	21.03.1982	3	3
10	<i>Mola mola</i>	П-ов Калифорния	21.05.1987	1	1
11	<i>Mola mola</i>	О. Сан-Клементе	20.03.1982	1	1
12	<i>Mola mola</i>	О. Чатем	Апрель, 1966	1	1
13	<i>Mola mola</i>	О. Чатем	Апрель, 1966	2	2
15	<i>Mola mola</i>	О. Сан-Клементе	20.03.1982	1	1
16	<i>Mola mola</i>	Французская Полинезия	3-14.06.1969	8	0
17	<i>Mola mola</i>	Курильские острова	01.08.1978	1	1
Итого				26	18

### Результаты и их обсуждение

**Тип Arthropoda Siebold, 1848**

**Подтип Crustacea Brünnich, 1772**

**Класс Maxillopoda Dahl, 1956**

**Подкласс Copepoda Milne-Edwards, 1840**

**Отряд Siphonostomatoida Thorell, 1859**

Основной признак, объединяющий представителей этого отряда, – строение ротового аппарата, имеющего вид трубки, в которой расположена пара стилетообразных мандибул. Паразиты морских беспозвоночных, рыб и китообразных; экто- и мезопаразиты.

**Определительная таблица семейств отряда Siphonostomatoidea**

1а. Калигоидная форма тела .....	2
б. Форма тела иная .....	5
2а. Первый и второй грудные сегменты входят в состав головогруды .....	Trebiidae
б. В состав головогруды входит иное количество сегментов .....	3
3а. В состав головогруды входят первый–третий грудные сегменты .....	Caligidae
б. Иное количество грудных сегментов входит в состав головогруды .....	4
4а. Генитальный комплекс имеет пластинчатые отростки, покрывающие брюшко .....	Cecropidae
б. Генитальный комплекс не имеет пластинчатых отростков .....	Pandaridae
5а. Форма тела лернеопоидная .....	Lernaeopodidae
б. Форма тела иная .....	6
6а. Сфириоидная форма тела .....	Pennellidae
б. Лернантропоидная форма тела .....	Anthosomidae

**Семейство Trebiidae Wilson, 1905****Род *Trebius* Krøyer, 1838***Trebius* sp.

О регистрации представителей рода *Trebius* на луне-рыбе (*Trébie du Mole*) у берегов Франции сообщил Гессе [26], но описание копеподы он не привел [21].

**Семейство Pandaridae Milne Edwards, 1840****Род *Pandarus* Leach, 1816***Pandarus bicolor* (Leach, 1816)

**Самка.** Форма тела калигоидная. Головогрудь примерно 1/3 длины тела. Второй–четвертый сегменты несут дорсальные пластины. Дорсальная пластина второго сегмента короткая, не достигает заднего края пластины третьего сегмента. Дорсальная пластина четвертого сегмента большая, с медиальной выемкой на заднем крае. Брюшко 1-сегментное и покрыто широкой дорсальной пластиной. Каудальные ветви широкие и гораздо короче, чем у других видов рода. Ветви каудальной фурки не видны с дорсальной стороны; каждая ветвь несет 5 коротких шипов. Первая антенна 2-члениковая. Вторая антенна дистально несет коготь. Максиллипеды несут лопатковидные дистальные отростки когтей. Первые–четвертые плавательные ноги двуветвистые. Длина 9,1 мм. Наибольшая ширина 3,8 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Второй грудной сегмент несет короткие дорсолатеральные пластины. Третий сегмент не имеет пластин, короткий и уже второго сегмента; четвертый грудной сегмент без пластин, длиннее и уже третьего. Генитальный комплекс большой и широкий, примерно равен длине второго–четвертого грудных сегментов; латеральные края выпуклые с небольшими выступами у основания пятых ног; задний край генитального комплекса прямой с латеральными выступами. Брюшко 1-сегментное, короткое, несколько расширено сзади. Длина 6 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *P. bicolor* зарегистрирована на *Carcharhinus falciformis*, *Eulamia* sp., *Galeorhinus galeus*, *Galeorhinus* sp., *Isurus oxyrinchus*, *Mola mola*, *Mustelus canis*, *M. henlei*, *M. mustelus*, *Notorynchus cepedianus*, *Odontaspis* sp., *Prionace glauca*, *Scyliorhinus stellaris*, *Squalus acanthias*, *Squalus* sp.; космополит [5, 21, 22, 43, 46].

**Род *Dinemoura* Latreille, 1829***Dinemoura producta* (Muller, 1785)

**Самка.** Форма тела калигоидная. Дорсальные грудные пластины имеются только на четвертом грудном сегменте, сливаются базально и покрывают переднюю часть гениталь-



ного комплекса. Генитальный комплекс около 2/3 длины тела. Ветви каудальной фурки широкие с щетинками. Первая антенна 2-члениковая; первый членик вооружен толстыми щетинки по переднему краю; второй членик цилиндрический, апикально вооружен 13 щетинками. Вторая антенна 3-члениковая; базальный членик короткий, цилиндрический; дистальный членик в виде сильноизогнутого когтя. Ротовая трубка длинная и тонкая. Мандибула обычного типа с зубцами на дистальном конце и находится в ротовой трубке; дистально вооружена 11 зубцами. Первая максилла 3-члениковая; на основном членике несет 3 короткие щетинки. Вторая максилла 1-ветвистая, на дистальном конце несет коготь. Максиллипед несет короткий коготь на дистальном конце. Первые–четвертые плавательные ноги 2-ветвистые. Ветви первой ноги 2-члениковые. Ветви второй и третьей ноги 3-члениковые. Ветви четвертой – 1-члениковые и видоизменены в широкие пластины. Пятая нога небольшая, несёт 2 коротких шипа. Длина 13–18 мм. Длина яйцевых мешков до 30 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Головогрудь и первые 2 свободных сегмента аналогичны таковым самки. Третий свободный сегмент больше второго, с маленькими дорзовентральными отростками. Генитальный комплекс примерно равен длине свободных грудных сегментов; латеральные края генитального комплекса прямые и слегка выпуклые, антеролатеральные и постеролатеральные углы закруглены. Абдомен 2-сегментный. Первый сегмент меньше второго. Ноги аналогичны таковым самок. Длина 10–14 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *D. producta* зарегистрирована на *Alopias vulpinus*, *Carcharodon carcharias*, *Cetorhinus maximus*, *Isurus oxyrinchus*, *Isurus* sp., *Lamna ditropis*, *L. nasus*, *Mola mola*, *Prionace glauca*, *Somniosus microcephalus*, *Squalus acanthias*; космополит [5, 13, 30, 32, 46].

Копепода *D. producta* – специфичный паразит пластинчатожаберных рыб.

#### *Dinemoura latifolia* (Steenstrup et Lutken, 1816)

**Самка.** Форма тела калигоидная. Постлатеральные края головогруды достигают уровня генитального комплекса. Второй–четвертый грудные сегменты свободные; второй сегмент несет 2 латеральных расширения. На передних и задних углах третьего сегмента имеются небольшие округлые отростки. Четвертый грудной сегмент несет большие дорсальные пластины, налегающие на генитальный комплекс. Генитальный комплекс большой, равен половине длины тела. Постлатеральные отростки генитального комплекса простираются почти до конца ветвей каудальной фурки. Медиальные отростки генитального комплекса покрывают абдомен. Брюшко 1–2-сегментное, каждый сегмент имеет дорсальную пластину. Каудальные ветви плоские; наружная латеральная сторона выпуклая, апикально несут 4 щетинки. Первые, вторые антенны и максиллипед имеют адгезивные пластины. Первая антенна 2-члениковая; вторая антенна 3-члениковая, дистальный членик в виде сильнозагнутого когтя. Первая и вторая максиллы 2-члениковые. Первые–четвертые ноги 2-ветвистые. Ветви первой пары ног 2-члениковые, второй и третьей – 3-члениковые. Длина 14, 5 мм, наибольшая ширина 8,2 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Головогрудь аналогична самки. Второй–четвертый грудные сегменты свободны. Дорсальные пластины меньше, чем у самки, но покрывают переднюю часть генитального комплекса. Генитальный комплекс тонкий, латеральные края слабоокруглые. Четвертая пара плавательных ног не сегментирована, ветви 2-члениковые, вооружены шипиками. Пятая нога представлена небольшим возвышением, несущим 3 щетинки. Шестая нога представлена двумя обнаженными щетинками. Абдомен 2-сегментный; первый сегмент сужен спереди, а задний расширен; второй сегмент больше первого. Каудальные ветви аналогичны таковым самки. Вторая антенна 3-члениковая с адгезивной подушечкой, второй сегмент короче первого.

**Хозяева и распространение.** Копепода *D. latifolia* зарегистрирована на *Alopias vulpinus*, *Carcharhinus* sp., *Carcharodon carcharias*, *Galeorhinus galeus*, *Isurus oxyrinchus*, *Lamna nasus*, *Mola mola*, *Prionace glauca* [4, 13, 30, 46, 47, 55].

Копепода *D. latifolia* – специфичный паразит пластинчатожаберных рыб.

### Род *Echthrogaleus* Steenstrup et Lutken, 1861

*Echthrogaleus coleoptratus* (Guerin-Meneville, 1837)

**Самка.** Форма тела калигоидная. Первый и второй грудные сегменты входят в состав головогруды. Третий грудной сегмент не входит в состав головогруды. Четвертый грудной сегмент несет дорсальные пластины, покрывающие половину генитального комплекса. Адгезивные пластины маленькие. Генитальный комплекс большой, с выступающими постеролатеральными долями, простирающимися дальше уровня каудальной фурки. Абдомен 1-сегментный. Первые–четвертые плавательные ноги двуветвистые. Ветви ног 2-члениковые. Эндоподит первой ноги несет 3 щетинки; экзоподит – 4 шипа и 3 щетинки. Экзоподит второй и третьей плавательных ног 3- и 2-члениковые. Экзо- и эндоподит четвертой плавательных ног 1-члениковые. Пятая нога 1-члениковая, на дистальном конце имеет 3 шипа. Шестая нога 1-члениковая, расположена около сперматофор. Яйцевые мешки длинные и прямые. Длина 10–14 мм. Наибольшая ширина 4,8 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Длина головогруды примерно равна ширине. Дорсальные пластины головогруды отсутствуют. Длина генитального комплекса несколько больше ширины. Постеролатеральные углы генитального комплекса отсутствуют. Брюшко 2-сегментное. Каудальная фурка несет 4 длинные оперенные щетинки. Адгезивные пластины небольшого размера. Первые–четвертые плавательные ноги 2-ветвистые. Первая нога, как у самки, на эндоподите имеются щетинки. Вторая нога аналогична ноге самки, но не несет шипики. Эндоподит третьей ноги видоизменен. Четвертая–пятая плавательные ноги 1-члениковые, несут по одному шипу и 3 оперенные щетинки. Шестая нога расположена вблизи соединения генитального комплекса и брюшка и представлена одним шипом и оперенной щетинкой. Длина 6–8 мм. Наибольшая ширина 3,6 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *E. coleoptratus* зарегистрирована на *Carcharhinus falciformis*, *C. longimanus*, *C. milberti*, *C. plumbeus*, *Carcharodon carcharias*, *Centrophorus granulosus*, *Isurus oxyrinchus*, *Lamna cornubica*, *L. ditropis*, *L. nasus*, *Mola mola*, *Prionace glauca* и *Squalus acanthias* в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах [4, 5, 13, 14, 16, 28, 30, 46, 47, 49].

Копепода *Echthrogaleus coleoptratus* – специфичный паразит пластинчатожаберных рыб.

### Определительная таблица родов семейства Pandaridae

1а. Коготь максиллипеда лопатковидный .....	<i>Pandarus</i>
б. Коготь максиллипеда нелопатковидный .....	2
2а. Брюшко 2-сегментное .....	<i>Dinemoura</i>
б. Брюшко 1-сегментное .....	<i>Echthrogaleus</i>

### Семейство Cecropidae Dana, 1852

#### Род *Cecrops* Leach, 1816

*Cecrops latrelli* (Leach, 1816)

**Хозяева.** *Mola mola* и *M. ramsay*.

**Локализация.** Жаберные лепестки.

**Интенсивность и экстенсивность инвазии.** 1–7 экземпляров самок и 1 самец у 7 из 23 обследованных рыб *M. mola*; 2 экземпляра у 1 обследованной *M. ramsayi*.

**Место и время обнаружения.** Побережье США, Новой Зеландии, Японии, у о. Сан-Клементе, Курильских островов, о-вов Французской Полинезии (апрель 1966, 08.04.1973, 14.08.1980, 12.12.1981, 21.03.1982, 20.03.1982); Большой Австралийский залив (16.06.1967).

**Самка.** Форма тела калигоидная. Карапакс продолговатый. Фронтальные пластины слиты с его передним краем. Дистальные концы первых антенн почти достигают боковых границ карапакса. Деление карапакса на зоны отсутствует, имеет 2 глубокие бороздки, простирающиеся от средней границы заднебоковой зоны наискось в переднелатеральном направлении; краевые мембраны карапакса отсутствуют. Третий грудной сегмент несет дорсальную пластину с медианной выемкой. Четвертый грудной сегмент имеет большую дорсальную пластину с медианной выемкой. Генитальный комплекс овальной формы больше карапакса. В нашем материале имеется самка с патологическими изменениями задней левой части карапакса. Причина этой патологии неизвестна. Первая антенна 2-члениковая. Основной сегмент длиннее дистального. Щетинки расположены вдоль переднего края. Дистальный членик цилиндрической формы с единственной щетинкой на заднем крае и с группой щетинок на дистальном конце. Вторая антенна нечетко сегментирована. Базальный членик крупный. Дистальный членик когтевидной формы, служит для фиксации к хозяину. Первая максилла одноветвистая, длинная, толстая, сжатая с боков. Дистальная часть закруглена и несет крепкие зубчатые выросты. Вторая максилла одноветвистая, дистально несет 2 шипа. Мандибулы длинные, в виде стилета, несущего на дистальном конце 11 зубчиков. Максиллипед одноветвистый, 2-члениковый, дистальный членик в виде мощного когтя. Экзоподит первой плавательной ноги длиннее эндоподита; каждая ветвь 2-члениковая, дистально несет щетинки. Вторая плавательная нога; основание 2-члениковое, ветви ног 2-члениковые; основной членик экзоподита на дистальном внешнем углу несет шип. Третья плавательная нога; основание (базоподит) в виде большой пластины; экзоподит и эндоподит 2-члениковые. Четвертая плавательная нога в виде широкой пластины, с редуцированными 1-члениковыми экзоподитом и эндоподитом. Абдомен в виде пластины с расширенным основанием. Каудальная фурка расположена в медиальном углублении. Каудальная фурка 1-члениковая, вооружена несколькими щетинками. Длина 20–30 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Основное отличие – маленький поперечно-овальный генитальный комплекс. Строение конечностей, а именно, строение первой и второй антенны, первой и второй максиллы, мандибулы, максиллипеды и первой плавательной ноги схоже со строением конечностей самки. Вторая плавательная нога; основание у второй плавательной ноги меньше, чем у самки; экзоподит одноветвистый, короткий с мощным шипом. Третья плавательная нога; основание третьей плавательной ноги меньше, чем у самки; ветви экзоподита и эндоподита 2-члениковые; эндоподит меньше экзоподита. Четвертая плавательная нога; основание в виде большой пластины; экзоподит и эндоподит 1-члениковые, пластинчатые. Абдомен овальной формы, ширина превышает длину. Дистально несет каудальную фурку. Каудальная фурка; ветви 1-члениковые. Каждая ветвь вооружена щетинками. Длина 14–17 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *C. latrelli* зарегистрирована на *Galeus* sp., *Mola mola*, *M. ramsay*, *Thunnus* sp., *Th. thynnus*, *Scophthalmus maximus* (= *Rhombus maximus*) в Средиземном море, северо-западной и южной Атлантике, на севере Тихоокеана, у Новой Зеландии, у побережий Европы, Англии [4, 5, 8, 9, 14, 24, 25, 30, 32, 38, 56].

*C. latrelli* – специфичный паразит *Mola mola*.

#### **Род *Orthagoriscicola* Poche, 1902**

*Orthagoriscicola muricatus* (Krøyer, 1837)

**Хозяин.** *Mola mola* Linnaeus, 1758.

**Локализация.** Жаберные лепестки.

**Интенсивность и экстенсивность инвазии.** 2–6 экземпляров самок и 1 самец у 2 рыб.

**Место и время обнаружения.** О. Чатем и о. Сан-Клементе (апрель, 1966; 20.03.1982).

**Самка.** Форма тела калигоидная. Головогрудь трапециевидной формы, с закругленным передним краем, у основания первой антенны расположены вздутия. Боковые края, расходящиеся кзади, вооружены шипами. Задние синусы карапакса небольшие; задние латеральные лопасти карапакса лишь слегка выступают назад. Фронтальные пластины слиты с карапаксом. Первый свободный грудной сегмент занимает около  $2/3$  ширины карапакса, с короткими боковыми отростками. Второй грудной сегмент немного длиннее и уже. Третий грудной сегмент свободный, с широкими спинными пластинами. Генитальный комплекс широкий, с выпуклой дорсальной округлой пластиной. Брюшко 1-сегментное, сверху покрыто пластинами генитального комплекса. Первая антенна 3-члениковая, базальный сегмент около  $1/2$  длины отростка, на дистальной части переднего края несет неопределенное количество щетинок; второй сегмент цилиндрический, невооруженный. Третий сегмент более узкий, чем второй, цилиндрический, с 2 щетинками на заднем крае. Вторая антенна 3-члениковая, базальный сегмент короткий, не вооружен; второй – хитиновый, не вооружен; третий членик имеет тонкий крюк на дистальном конце. Ротовая трубка длинная, тонкая; имеет антеролатеральные отростки и щетинки. Первая максилла сжата латерально, имеет широкое основание, суживающееся дистально. Вторая максилла 1-ветвистая, не вооружена, тонкая; на дистальном конце несет шипообразную щетинку. Максиллипед мощный; на миксальной области 2 шипообразных отростка; дистальный членик в виде когтя. Первые четыре пары плавательных ног 2-ветвистые. Симподиты несегментированные. Ветви первых двух плавательных ног 2-члениковые. Ветви третьей и четвертой плавательных ног 1-члениковые, большие и плоские. Пятая и шестая ноги отсутствуют. Ветви каудальной фурки маленькие, полукруглые, с четырьмя щетинками. Длина 20 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Головогрудь подобна таковой самки, отличается более грубым зубчатым краем, разнящимся по размеру и числу шипов на дорсальной поверхности. Первые 2 свободных грудных сегмента без боковых выступов. Третий свободный сегмент со слитыми дорсальными пластинами. Генитальный комплекс с небольшими дорсальными пластинами. Первая антенна относительно длиннее, чем у самок. Вторая антенна имеет сравнительно большой и более тонкий коготь. Максиллипед с тремя выступами на миксальной области. Симподит третьей плавательной ноги нечленистый. Ветви 2-члениковые. Пятая и шестая ноги не наблюдаются. Ветви каудальной фурки узкие; дистально несет шипики. Длина 10–15 мм.

**Хозяева и распространение.** *O. muricatus* – специфичный паразит *M. mola* [4, 5, 14, 30, 31, 33, 51].

### Род *Philorthagoriscus* Horst, 1897

*Philorthagoriscus serratus* (Krøyer, 1863)

**Самка.** Форма тела калигоидная. Первый и второй грудные сегменты свободны. Третий свободный грудной сегмент примерно такой же широкий, как головогрудь, с узкими передними дорсальными пластинами, слитыми у основания, зазубренными на заднем крае. Генитальный комплекс примерно равен головогрудь, наполовину покрытый пластинами третьего сегмента. Задний край генитального комплекса с двумя зазубренными округлыми пластинами, покрывающими брюшко. Брюшко 1-сегментное. Первая антенна 2-члениковая; базальный членик узкий с зубцами на переднем крае; на дистальном конце несет оперение. Вторая антенна 3-члениковая; базальный членик субцилиндрический, короткий, невооруженный; второй членик крепкий; третий членик в виде когтя. Мандибула 2-члениковая, длинная и тонкая, с 12 зубцами на дистальном конце. Первая максилла коническая, вторая максилла 1-ветвистая, дистально несет три когтя. Максиллипед на миксальной

области несет мощный зуб; дистальный членик в виде изогнутого когтя. Первые 4 пары плавательных ног 2-ветвистые; ветви 2-члениковые. Длина ветвей каудальной фурки превышает ширину; вооружены шестью щетинками (две короткие, четыре длинные). Длина 7–8 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Головогрудь имеет четкие поперечные полосы на латеральных зонах. Дистальные концы первой антенны достигают латерального края головогруды. Первые 2 свободных грудных сегмента аналогичны самки, третий свободный сегмент с парными дорзальными пластинами, покрывающими генитальный комплекс; задние края пластин зазубрены. Генитальный комплекс примерно в два раза короче головогруды. Брюшко 1-сегментное, маленькое. Первая антенна относительно длиннее, чем у самки; первый членик несет более 20 щетинок на дистальной части переднего края, второй членик цилиндрический, дистально несет щетинки. Вторая антенна аналогична самки. Первая и вторая пара плавательных ног, как у самки. Эндоподит третьей ноги 1-члениковый, экзоподит – 2-члениковый. Каудальная фурка длиннее и уже, чем у самки, несет щетинки. Длина 4–5 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *Ph. serratus* зарегистрирована на *Mola mola*, *Squalus acanthias* в Атлантическом и Тихом океанах; *Ph. serratus* – специфичный паразит *M. mola* [5, 14, 30].

#### Определительная таблица родов семейства Cecropidae

- 1а. Дорсальные пластины генитального комплекса значительно больше головогруды ..... 2  
 б. Дорсальные пластины генитального комплекса примерно равны длине головогруды или меньше ее ..... *Philorthagoriscus*  
 2а. Ветви третьей пары плавательных ног 2-члениковые ..... *Cecrops*  
 б. Ветви третьей пары плавательных ног 1-члениковые ..... *Orthagoriscicola*

#### Семейство Caligidae Burmeister, 1835

##### Подсемейство Caliginae Burmeister, 1835

Форма тела калигоидная. Луночки имеются.

##### Род Caligus Muller, 1785

*Caligus elongatus* (Nordmann, 1832)

**Самка.** Форма тела калигоидная. Головогрудь овальной формы, несет дорсальные пластины. Концы антенн достигают боковых границ карапакса. Постеролатеральные отростки иногда образуют слегка закругленные лепестки. Граница между генитальным комплексом и брюшком нечеткая. Брюшко 1-сегментное, около 1/2 длины генитального комплекса, цилиндрическое, узкое у основания. Уропод около 1/4 длины брюшка. Первая максилла с широким основанием и узкой вершиной; небольшая папилла у ее основания вооружена тремя обнаженными щетинками. Основной членик максиллипеда мощный, дистальный коготь на внутренней поверхности несет чувствительную щетинку. Экзоподит первой плавательной ноги дистально несет длинную оперенную щетинку и 3 хитиновых когтя, 2 из которых расщеплены. Эндоподит второй ноги на внешнем крае первого–третьего члеников несет многочисленные бахромчатые тонкие щетиночки. Экзоподит четвертой ноги 2-члениковый. Длина 5–6 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Головогрудь, как у самки. Генитальный комплекс овальный, короче головогруды. Брюшко 2-сегментное, цилиндрическое, примерно равно длине генитального комплекса; первый сегмент короче второго. Вторая антенна несет раздвоенный коготь. Имеются адгезивные пластины. Первая максилла, как правило, как у

самки, несет короткие латеральные отростки на второй половине и имеет поперечные полосы. Ветви грудной фурки относительно длиннее, чем у самок. Пятая нога представлена двумя, а шестая – тремя щетинками. Длина 4–5 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *C. elongatus* зарегистрирована у 97 хозяев: *Acipenser sturio*, *A. brevirostrum*, *A. oxyrhynchus*, *Alopias vulpinus*, *Alosa pseudoharengus*, *A. sapidissima*, *Ammodytes americanus*, *Aspitrigla cuculus*, *A. pini*, *Astyanax* sp., *Brama brama*, *Brevoortia tyrannus*, *Caranx crysos*, *C. hippos*, *Chelon labrosus*, *Chimaera monstrosa*, *Clupea harengus*, *Conger oceanicus*, *Coregonus pollan*, *Cyclopterus lumpus*, *Dasyatis centroura*, *Dicentrarchus labrax*, *Eubalichthys mosaicus*, *Eugomphodus taurus*, *Eutrigla gurnardus*, *Gadus morhua*, *Gobius minimus*, *Hippoglossus hippoglossus*, *Hyperoglyphe perciformis*, *Kyphosus sectatrix*, *Labrus bergylta*, *Lepidotrigla* sp., *Limanda limanda*, *Liza ramada*, *Lophius piscatorius*, *Melanogrammus aeglefinus*, *Menticirrhus saxatilis*, *Merlangius merlangus*, *Merluccius bilinearis*, *M. merluccius*, *Microgadus tomcod*, *Microstomus kitt*, *Mola mola*, *Molva molva*, *Monacanthus hispidus*, *Morone saxatilis*, *Orthopristis chrysoptera*, *Paralichthys oblongus*, *Platax teira*, *Platichthys flesus*, *Pleuronectes platessa*, *Pollachius pollachius*, *P. virens*, *Pomatoschistus minutus*, *Pomolobus aestivalis*, *Prionotus striatus*, *Pseudopleuronectes americanus*, *Raja batis*, *R. brachyura*, *R. clavata*, *R. elongata*, *R. erinacea*, *R. laevis*, *R. montagui*, *R. naevus*, *R. ocellata*, *R. radiata*, *Raja* sp., *Remora remora*, *Roccus lineatus*, *Salmo gairdneri*, *S. salar*, *S. trutta*, *Salvelinus alpinus*, *S. fontinalis*, *Scarus forsteri*, *Scomber scombrus*, *Scomberomorus cavalla*, *S. maculatus*, *Scopthalmus maximus*, *Sprattus antipodum*, *Squalus acanthias*, *Stenotomus chrysops*, *Symphodus tinca*, *Syngnathus phlegon*, *S. rotundatum*, *Trachipterus arcticus*, *Trachurus trachurus*, *Trichiurus lepturus*, *Trigla lucerna*, *Trisopterus minutus*, *T. luscus*, *Urophycis tenuis*, *Xiphias gladius*, *Zeus faber*, *Zoarces anguillaris*, в составе планктона в северной части Атлантического океана, в Средиземном море и у берегов Индии [5, 10, 14, 25, 30, 35, 39, 40, 56].

*Caligus rapax* Milne Edwards, 1840

**Хозяева и распространение.** Копепода *C. rapax* зарегистрирована на *Acipenser sturio*, *Cyclopterus lumpus*, *Gobius minutus*, *Hippoglossus hipoglossus*, *Mola mola*, *Mugil capito*, *M. chelo*, *Pleuronectes flesus*, *Raja* spp., *Salmo trutta*, *S. salar*, *S. gairdneri*, *Squalus acanthias*, *Trichiurus lepturus*, *Urophycis tenuis*, *Xiphias glaucus* в северной части Атлантического океана, дальневосточных морях и у о. Тасмания [5, 14, 23, 36, 37, 42, 45].

### Подсемейство *Lepeophtheirinae* Yamaguti, 1963

Форма тела калигоидная. Луночки отсутствуют.

#### Род *Lepeophtheirus* Nordmann, 1832

*Lepeophtheirus hastatus* Shiino, 1960

**Самка.** Форма тела калигоидная. Карапакс овальной формы, выпуклый дорсально. Фронтальные пластины слегка изогнуты. Стороны карапакса закруглены, медиальная доля усечена на заднем крае и латеральные доли закруглены. Латеральные синусы небольшие. Четвертый сегмент менее 1/3 ширины карапакса. Генитальный комплекс около 1/3 длины карапакса. Абдомен 2-сегментный, около 3/4 длины генитального комплекса; первый сегмент короткий. Первая антенна относительно тонкая; базальный членик длинный и окаймлен вдоль передней границы оперенными щетинками; апикальный членик несет несколько простых волосков на дистальной части. Вторая антенна 3-члениковая, дистальный коготь несет маленькую щетинку на внутренней поверхности. Первая максилла 2-ветвистая, ветви слегка изогнуты. Вторая максилла 2-члениковая, имеет характерное строение для представителей рода *Lepeophtheirus*. Ротовая трубка удлинненная; мандибула с тонко зазубренным изогнутым дистальным концом. Эндоподит первой плавательной ноги небольшой, дис-

тально округлен; расположен на базеподите. Дистальный членок экзоподита на внутренней поверхности несет 3 оперенные щетинки; дистально вооружен тремя шипами и оперенной щетинкой. Первый членок экзоподита второй плавательной ноги длиннее, чем остальные 2; внешний край второго членка эндоподита выпуклый. Экзоподит третьей ноги 3-члениковый, базальный членок короткий; эндоподит в два раза короче экзоподита; базальный коготь прямой. Четвертая плавательная нога 1-ветвистая, 3-члениковая. Протоподит на внешнем дистальном углу несет 2 щетинки; первый–второй членки на внешних дистальных углах несут по шипику; третий членок дистально несет 3 шипа. Пятая плавательная нога видоизменена и представлена коротким оперенным шипом, расположенным по внешней стороне задней части генитального комплекса. Шестая плавательная нога длиннее пятой, расположена около отверстия для яйцевых мешков. Ветви каудальной фурки небольшие, терминально несут 3 перистые щетинки; на внешней стороне имеются две короткие щетинки. Длина 12,2 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *L. hastatus* зарегистрирована на рыбах отряда Tetraodontiformes: *Mola mola* и *Matsurus lanceolatus* у берегов провинции Сето (Япония) и Нового Южного Уэльса (Австралия) [23, 53].

*Lepeophtheirus nordmanni* (Edwards, 1840)

**Самка.** Форма тела калигоидная. Головогрудь округлая, с узкими фронтальными пластинами. Дистальный конец первой антенны не достигает латерального края карапакса. Задние боковые края карапакса не простираются дальше третьего грудного сегмента. Брюшко 1-сегментное, четко не отделенное от генитального комплекса. Ветви каудальной фурки прямоугольные, их длина больше ширины. Вторая антенна с необычно длинным и тонким терминальным когтем. Первая максилла с конусообразным основанием, дистально несущим зубчатые отростки. Максиллипед с тонким основанием, его миксальная область не вооружена. Базальный коготь третьей плавательной ноги в виде длинного изогнутого шипа. Четвертая нога 3-члениковая. Пятая нога субтреугольная, с неравными сторонами; 3 маленькие перистые щетинки, расположенные на дистальной стороне латеральной зоны, четвертая щетинка расположена ближе к основанию конечности. Длина 12 мм.

**Самец.** Форма тела калигоидная. Головогрудь, как у самки. Четвертый сегмент, несущий конечности, узкий, отчетливо отделен от генитального комплекса. Брюшко 2-сегментное, короче генитального комплекса. Ветви каудальной фурки прямоугольные, длиннее заднего сегмента абдомена. Терминальный коготь второй антенны несет зубчатые отростки. Максиллипед, как у самки, но в миксальной области имеет короткий отросток. Длина 6 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *L. nordmanni* зарегистрирована на *Mola mola*, *M. ramsayi*, *Mola* sp., *Thunnus* spp. у берегов Чили, Новой Зеландии, Европы, Японии, Средиземном море, у западного побережья Африки, восточного побережья Америки; специфичный паразит рыб рода *Mola* [5, 14, 18, 20, 22, 30, 44, 54].

**Определительная таблица родов семейства Caligidae**

- а. Фронтальная пластина имеет две присоски (луночки) ..... *Caligus*
- б. Фронтальная пластина не имеет присосок (луночек) ..... *Lepeophtheirus*

**Семейство Anthosomidae Baird, 1850**

**Род *Anthosoma* Leach, 1816**

*Anthosoma crassum* (Abildgaard, 1794)

**Самка.** Форма тела лернантропидная. Головогрудь несет дорсальную пластину. Боковые края головогруды изогнуты в вентральном направлении. Первый несущий сегмент

слит с головогрудью. Генитальный комплекс с выпуклыми краями, суживается к дистальному концу. Брюшко 1-сегментное. Первая антенна 6-члениковая. Вторая антенна: проксимальная часть цилиндрическая, дистальная часть в виде когтя, состоящего из двух частей, с шипиком на внутренней стороне; вторая часть в виде когтя с небольшой щетинкой у основания на внутреннем крае. Мандибулы находятся в ротовой трубке; состоит из четырех частей; дистальная часть несет 18 зубов. Первая максилла расположена у основания ротовой трубки. Вторая максилла 1-ветвистая, относительно тонкая; дистальная часть шарообразная, с внешней стороны исчерчена, а с внутренней стороны – два ряда зубчиков. Максиллипед с мощным овальным основанием и дистальным когтем. Первые–третьи пары плавательных ног в виде пластин; ветви ног отсутствуют. Ветви каудальной фурки цилиндрической формы, не вооружены. Длина 8,5–15 мм.

**Самец.** Форма тела лернантропоидная. Внешне похож на самку, сегментация тела выражена хорошо. Длина 7–10 мм.

**Хозяева и распространение.** Копепода *A. crassum* зарегистрирована на *Carcharodon carcharias*, *Cetorhinus maximus*, *Eugomphodus taurus*, *Galeorhinus galeus*, *Heptranchias perlo*, *Isurus glaucus*, *I. oxyrinchus*, *Isurus* sp., *Lamna cornubica*, *L. ditropis*, *L. nasus*, *Lamna* sp., *Mola mola*, *Odontaspis ferox*, *Prionace glauca*, *Squalus acanthias*; космополит [4, 5, 11, 28, 29, 30, 47].

### Семейство Pennellidae Burmeister, 1835

#### Род *Pennella* Oken, 1816

*Pennella filosa* (Linnaeus, 1758)

**Хозяин.** *Mola mola* Linnaeus, 1758.

**Локализация.** Мускулатура, под грудными плавниками.

**Интенсивность и экстенсивность инвазии.** 1 экземпляр у 1 обследованной рыбы.

**Место и время обнаружения.** П-ов Калифорния, 2.03.1972 г.

**Самка.** Форма тела сфириоидная. Головогрудь субсферическая, сливающаяся с цилиндрической шеей. Антеннальные отростки более или менее одинакового размера, сосочкообразные отростки неправильной формы расположены на передней поверхности головогруды. Имеются два-три хитиновых рога, расположенных на границе головогруды и шеи; дорсальный рог короче боковых. Шея цилиндрическая, незаметно переходящая в туловище. Туловище цилиндрическое, толще и короче шеи, резко сужается в месте соединения с брюшком. Брюшко субцилиндрическое, короче туловища.

**Хозяева и распространение.** Копепода *P. filosa* зарегистрирована на *Coryphaena hippurus*, *Coryphaena* sp., *Hirundichthys rondoletii* (= *Prognichthys rondoletii*), *Hyporhamphus unifasciatus*, *H. unifasciatus*, *Istiophorus platypterus*, *Lepidocybium flavobrunneum*, *Makaira indica*, *Mola mola* (= *M. rotunda*), *M. ramsayi*, *Remora remora*, *Seriola dumerili*, *Sphyræna sphyraena*, *Tetrapturus albidus*, *T. angustirostris*, *Thunnus alalunga*, *Th. albacares*, *Th. thynnus*, *Th. albacares*, *Xiphias gladius*, черепахе *Dermochelys coriacea* в Тихом и Атлантическом океанах, Средиземном море [12, 17, 18, 22, 27, 29, 30, 31, 50, 56, 57].

### Семейство Lernaepodidae Milne Edwards, 1840

#### Подсемейство Lernaepodinae Wikson, 1915

#### Род *Lernaepoda* Blainville, 1832

*Lernaepoda bidiscalis* Kane, 1892

**Хозяева и распространение.** Копепода *L. bidiscalis* – паразит акул; зарегистрирована на *Galeorhinus galeus*, *G. californicus*, *Mustelus mustelus*, *Scyliorhinus* sp., *Squalus acanthias* и *Mola mola* в северной части Атлантического океана, Средиземном море, у берегов Калифорнии [5, 21, 31, 58].



**Отряд Arguloidea Yamaguti, 1963**

**Семейство Argulidae Leach, 1819**

**Род Argulus Müller, 1785**

*Argulis scutiformis* Thiele, 1900

**Хозяева и распространение.** Аргулида *A. scutiformis* зарегистрирована на *Mola mola*, *Platyrhina sinensis* и *Takifugu rubripes* у берегов Франции, Японии и Китая [21, 41, 52, 59].

**Отряд Lepadiformes Buckeridge et Newman, 2006**

**Семейство Lepadidae Darwin, 1852**

**Род Conchoderma von Olfers, 1814**

*Conchoderma virgatum* Spengler, 1789

**Хозяева и распространение.** *C. virgatum* зарегистрирована на *Diodon hystrix*, *Gymnothorax gineus*, *Istiophorus orientalis* *I. platypterus*, *Remora remora*, *Tylosurus acus*, на представителях рода *Pennella*, паразитирующих на *Mola mola*, *Makaira mitsukurii*, *Xiphias gladius* и летучих рыбах *Cypsilurus speculiger*; космополит [7, 21].

**Отряд Isopoda Latreille, 1817**

**Семейство Cymothoidae Leach, 1818**

*Nerocila orbignyi* (Guérin-Méneville, 1832)

**Хозяева и распространение.** Изопода *N. orbignyi* зарегистрирована на *Acanthopagrus australis*, *A. butcheri*, *Callorhynchus milii*, *Chelidonichthys kumu*, *Chrysophrys auratus*, *Crenimugil labrosus*, *Girella tricuspidata*, *Mola mola*, *Pagrosomus auritus*, *Pomatomus saltatrix*, *Pseudocaranx dentex*, *Sillago bassensis*, *Solea solea* в Индо-Вест Пацифике, у берегов Австралии и Новой Зеландии, в Атлантическом океане, Средиземном море, на севере Тихого океана [15, 21].

**Выводы**

У рыб семейства *Molidae* зарегистрировано 18 видов из 10 семейств паразитических ракообразных:

**Trebiidae:** *Trebius* sp.;

**Pandaridae:** *Pandarus bicolor*; *Dinemoura producta*, *D. latifolia*; *Echthrogaleus coleoptratus*;

**Cecropidae:** *Cecrops latreilli*, *Orthagoriscicola muricatus*, *Philorthagoriscus serratus*;

**Caligidae:** подсемейство *Caliginae* – *Caligus elongatus*, *C. rapax*; подсемейство *Lepeophtheirinae* – *Lepeophtheirus hastatus*, *L. nordmanni*;

**Anthosomidae:** *Anthosoma crassum*;

**Pennellidae:** *Pennella filosa*;

**Lernaeopodidae:** *Lernaeopoda bidiscalis*.

**Argulidae:** *Argulis scutiformis*;

**Lepadidae:** *Conchoderma virgatum*;

**Cymothoidae:** *Nerocila orbignyi*.

Полигостальными видами копепод рыб являются копеподы *Anthosoma crassum*, *Caligus elongatus* и *Pennella filosa*.

*Lepeophtheirus nordmanni*, *L. hastatus*, *Orthagoriscicola muricatus* и *Philorthagoriscus serratus* – специфичные паразиты рыб рода *Mola*.

*Anthosoma crassum*, *Echthrogaleus coleoptratus*, *Dinemoura latifolia*, *D. producta* и *Pandarus bicolor* – специфичные паразиты пластинчатожаберных рыб.

*Anthosoma crassum*, *Conchoderma virgatum*, *Dinemoura producta* и *Pandarus bicolor* – космополиты.

Наибольшее число видов паразитических копепод *Pandaridae* (4) и *Cecropidae* (4) зарегистрировано на рыбах семейства *Molidae*.

## Список литературы

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
2. Догель В.А. Общая паразитология. Л.: Изд-во ЛГУ, 1962. 464 с.
3. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы рыб: справочник. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 443 с.
4. Казаченко В.Н., Коротаева В.Д., Курочкин Ю.В. Паразитические ракообразные некоторых рыб Тихого океана // Изв. ТИНРО. 1972. Т. 81. С. 224–238.
5. Маркевич А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1956. 246 с.
6. Abildgaard P.C. Beskrivelse af tvende nye insekter henherende under den Linneiske slægt *Monoculus*, og den Müllerske slægt *Caligus* // Skr. Selsk. Kjøbenhavn. 1794. Vol. 3. P. 46–54.
7. Balakrishnan K.R. Observations occurrence of *Conchoderma virgatum* (Splenger) (Cirripedia) on *Diodon hystrix* Linnaeus (Pisces) // Crustaceana. 1969. 16 (part 1). P. 101–103.
8. Bakke T.A. Blåmusling som epifauna på månefisk-parasitt // Fauna (Norge). 1981. Vol. 34, № 2. P. 77–79.
9. Barnard K.H. South African parasitic Copepoda // Ann. S. Afr. Mus. 1955. Vol. 41, № 5. P. 223–312.
10. Benmansour B., Ben-Hassine K. Preliminary analysis of parasitic copepod species richness among coastal fishes of Tunisia // Italian Journal of Zoology (Modena). 1998. Vol. 65. (Suppl.). P. 341–344.
11. Benz G.W., Borucinska J.D., Greenwald S.A. First descriptions of early- and middle-stage of *Anthosoma crassum* (Dichelethiidae: Siphonostomatoida) and lesions on shortfin makos (*Isurus oxyrinus*) infected by *A. crassum* // J. Parasitology. 2002. Vol. 88, № 1. P. 19–26.
12. Benz G.W., Hogans W.E. *Pennella filosa* (L., 1758) (Copepoda: Siphonostomatoida) from the escolar *Lepidocybium flavobrunneum* (Smith, 1849) in the North-West Atlantic // Systematic Parasitology. 1993. Vol. 26. P. 127–131.
13. Benz G.W., Mollet H.F., Ebert D.F., Davis C.R., Sommeran S.R. van Five species of parasitic copepods (Siphonostomatoida: Pandaridae) from the body surface of white shark captured in Morro Bfe, California // Pacific science. 2003. Vol. 57 (1). P. 39–43.
14. Brian A. Copépodes parasites des poissons et des échinides provenant des campagnes scientifiques de S.A.S. le prince Albert 1er de Monaco (1886-1910) // Res. Camp. Sci. 1912. Fasc. 38. P. 1–38. Pl. 1–12.
15. Bruce N.L. Australian species of *Nerocila* Leach, 1818, and *Creniola* n. gen. (Isopoda: Cymothoidae), crustacean parasites of marine fishes // Rec. Austral. Mus. 1987. Vol. 39. P. 355–412.
16. Capart A. Copépodes parasites // Result. scient. Expéd. océanogr. belg. Eaux cét. afr. Atlant. sud. (1948–1949). 1959. Vol. 3, fasc. 5. P. 55–126.
17. Carbonell E., Massuti E., Castro J.J., Garcia R.M. Parasitism of dolphinfish, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis* in the western Mediterranean (Balearic Islands) and central-eastern Atlantic (Canary Islands) // Sci. Mar. (Barc.). 1999. Vol. 63 (3–4). P. 343–354.
18. Castro R.E. Índice bibliográfico sobre biodiversidad acuática de Chile: copépodos (Crustacea) parásitos sobre peces marinos de Chile // Cienc. Tecnol. Mar. 2003. Vol. 26 (1). P. 99–103.
19. Cressey R. Revision of the family Pandaridae (Copepoda: Caligoida) // Proc. U. S. Nat. Mus. 1967. Vol. 121, № 3570. P. 1–133.
20. Delamare Debutteville Cl., Nunes L.P. Copépodes parasites des poissons Méditerranéens (3e Série) (I) // Vie et Milleu. 1953. Vol. 4 (2). P. 201–218.
21. Dollfus R. Ph. Essai de catalogue des parasites poisson-lune // Ann. Soc. Sci. Note Charente-Maritime. 1946. 3: 69–76.

22. Figueiredo N.C., Lima J.T.A.X., Freitas C.I., Silva C.G. Checklist dos parasitos do peixe Luna (*Mola mola*: Molidae) no mundo // Pubvet: medicina, veterinaria e zootecnia. 2018. Vol. 11, № 3 (a42). P. 3–9.
23. Heegaard P. Parasitic Copepoda from Australian waters // Rec. Austr. Mus. 1962. Vol. 25, № 9. P. 149–231.
24. Hewitt G.C. *Cecrops latrellii* Leach (Cecropidae, Copepoda) on *Mola mola* in New Zealand waters // Rec. Dom. Mus. 1968. Vol. 6, № 5. P. 49–59.
25. Hewitt G.C., Hine P.M. Checklist of parasites of New Zealand fishes and of their hosts // Fisheries Research Publication. 1972. № 181. P. 69–114.
26. Hesse E. Crustacés rares ou nouveaux des côtes de France // 37me Article. Annales. des Sciences Naturalles 1888. (7), 5 (from: Wilson, 1907, p. 485).
27. Ho J.-s. Maxillopoda – Copepoda. Siphonostomatoida. // In Young P.S. (ed.). Catalogue of Crustacea of Brasil. Rio de Janeiro: Museu National. 1998. P. 251–260.
28. Ho J.-s., Kim I.-h. Copepods parasitic on fishes of western North Pacific // Publ. Seto. Mar. Biol. Lab. 1996. Vol. 37, № 3/6. P. 275–303.
29. Ho J.-s., Nagasawa K. New records of parasitic Copepoda from the offshore pelagic fishes of Japan // Bulletin of the National Research Institute of Far Seas Fisheries. 2001. № 38. P. 1–5.
30. Hogans W.E. Parasitic Copepoda in the collection of the Atlantic Reference Centre, St. Andrews, New Brunswick, Canada // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 1995. – 2028: iii+ 6 p.
31. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // Ray. Soc. 1979. № 152. 468 p., figs. 1–2031.
32. Kim I.-H. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea // Cirripedia, symbiotic Copepoda, Pycnogonida. 1998. Vol. 38. 1038 p.
33. Leigh-Sharp W.H. A list of British fishes with their characteristic parasitic Copepoda // Parasitology. 1933. 25:109–112.
34. Linnaeus C. Systema naturae, per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. 10-th ed, reformata. Stockholm, 1758. 832 p.
35. MacKinnon B.M. The poor potential of cunner, *Tautoglabrus adspersus*, to act as cleaner fish in removing sea lice (*Caligus elongatus*) from farmed salmon in eastern Canada // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 1995. Vol. 52, suppl. № 1. P. 175–177.
36. Margolis L., Arthur J. R. Synopsis of the parasites of fishes of Canada // Bull. Fish. Res. Bd. Canada. 1979. Bull. 199. P. 1–270.
37. Margolis L., Kabata Z., Parker R.R. Catalogue and synopsis of *Caligus*, a genus of Copepoda (Crustacea) parasitic on fishes // Bull. Fish. Res. Board Can. 1975. Bull. 192. P. 1–117.
38. Monod T. Notes carcinologiques (Parasites et commensaux) // Bull. Inst. Oceanogr. 1923. № 427. P. 1–23.
39. Moon S.Y., Kim I.-H. Sea lice (Copepoda, Siphonostomatoida, Caligidae) new to Korea, including three new species // Journal of Species Research, 2012. Vol. 1(2). P. 175–217.
40. Myklebust C.F., Karlsbakk E., Nylund A. The parasite fauna of hake (*Merluccius merluccius*) in Western Norway // 5th International symposium of fish parasites. 1999. P. 92.
41. Nakajima K., Egusa S. Genjogijutsusha no tame no kiseichu kan't kambetsuho // Susan cho hen. Tokyo. 1976. № 3. P. 55–134 (на японском языке).
42. Nordmann A. Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Berlin, 1832. Heft 2. S. 1-150.
43. Ökterener A., Trilles J.-P. Four parasitic copepods on marine fish (Teleostei and Chondrichthyes) from Turkey // Acta adriat. 2009. Vol. 50 (2). P. 121–128.

44. Oldewage W.H. Three species of piscine parasitic copepods from southern African coastal waters // s. Afr. J. Zool. 1993. Vol. 28(2). P. 113–121.
45. Parker R.R., Margolis L. A. Redescription of the Syntypes of *Caligus rapax* H. Milne Edwards, 1840 (Copepoda, Caligidae) and the misuse of this name since 1850 // Crustaceana. 1967. Vol. 12, № 1. P. 87–101.
46. Pilgrim R.L.C. Parasitic Copepoda from marine coastal fishes in the Kaikoura-banks peninsula region, South Island, New Zealand // Mauri Ora. 1985. Vol. 12. P. 13–53.
47. Pillai N.K. The fauna of India. Copepod parasites of marine fishes. Calcutta: Zoological Society of India. 1985. 900 p.
48. Price P.W. Evolutionary biology of parasites. Princeton, New Jersey: Princeton Univ. Press, 1980. 237 p.
49. Pratt J., McAlpine, Turnbull S.D., Emery P. Prevalence, intensity, and site of infection of *Echthrogaleus coleoptratus* (Guérin-Meneville, 1857) (Siphonostomatoida, Pandaridae), ectoparasitic on the porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the Bay of Fundy, Canada // Crustaceana. 2010. Vol. (3). P. 375–379.
50. Ramdane Z., Trilles J. Parasitic copepods (Crustacea: Copepoda) from Algerian marine fishes // Zootaxa. 2007. 1574. P. 49–68.
51. Scott T., Scott A. The British parasitic Copepoda. Ray Soc., London. 1913. Vol. 1 and 2. 257 p.
52. Shen C.-J. A marine argulid found in China sea // Acta zoologica Sinica. 1958. Vol. 10, № 1. P. 31–33.
53. Shiino S.M. Copepods parasitic on fishes from Seto, province Kii, Japan // Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie. 1960. Vol. 3, № 3. P. 501–517.
54. Shiino S.M. Copepods parasitic on Japanese fishes. 13. Parasitic copepods collected off Kesennama, Miyagi Prefecture // Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie. 1957. Vol. 2, № 2. P. 359–375.
55. Steenstrup J.J.S., Lutken C.F. Bidrag til kundskab om det aabne havs snyltekrebs og lernaer samt om nogle andre nye eller hidtil kun ufuldstaendigt kjendte parasitiske kopepoder // K. danske Vidensk. Selsk. Skr. 1861. Ser. 5 (5). P. 341–432.
56. Williams E.H., Bunkley-Williams L. Parasites of offshore big game fish of Puerto Rico and the western Atlantic // Sport disease project Puerto Rico, 1996. 382 p.
57. Wilson C.B. North American parasitic copepods belonging to the family Lernaecidae, with a revision of the entire family // Proc U. S. nat. Mus. 1917. Vol. 53. P. 1–150.
58. Wilson C.B. Parasitic copepods from the Pacific Coast // Am. Midl. Nat. 1935. Vol. 16. P. 776–797.
59. Yamaguti S. Parasitic Copepoda and Branchiura of fishes. Interscience Publ.: N. Y., London a. Sydney, 1963. 1104 p.

**Сведения об авторах:** Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com;

Матросова Инга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: ingavladm@mail.ru;

Шахова Янина Александровна, студентка группы ВБ-412, e-mail: ya-shakhova@mail.ru.

UDK 639.3:615.32:615.38

**Halyna Tkachenko<sup>1</sup>, Lyudmyla Buyun<sup>2</sup>, Olha Kasiyan<sup>3</sup>, Elżbieta Terech-Majewska<sup>4</sup>,  
Zbigniew Osadowski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Slupsk, Poland; Arciszewski Str. 22b, 76-200 Slupsk, Poland;  
<sup>2</sup>M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine;  
<sup>3</sup>Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine;  
<sup>4</sup>Department of Epizootiology, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland

### **THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF THE ETHANOLIC LEAF EXTRACT OF *FICUS PUMILA* L. (MORACEAE) AGAINST FISH BACTERIAL PATHOGENS**

The aim of this study was to test the antibacterial properties of ethanolic extract prepared from *Ficus pumila* L. leaves against fish pathogens, *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, *Yersinia ruckeri* to evaluate the possible use of this plant in preventing infections caused by these bacteria in aquaculture. The antimicrobial susceptibility testing was done on Muller-Hinton agar by disc diffusion method (Kirby-Bauer disk diffusion susceptibility test protocol). Muller-Hinton agar plates were inoculated with 200 and 400 µL of standardized inoculum ( $10^8$  CFU/mL) of bacterium and spread with sterile swabs. *Aeromonas hydrophila* (strain E 2/7/15) isolated locally from gills of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) and *Pseudomonas fluorescens* (strain E 1/7/15) isolated locally from internal organs of rainbow trout with clinical features of furunculosis, *Citrobacter freundii* isolated locally from gills of eel (*Anguilla anguilla* L.) with clinical features of disease, as well as *Yersinia ruckeri* collected from clinically healthy fish and fish with clinical symptoms of yersiniosis were used as test organisms. In our study, the *A. hydrophila* and *C. freundii* strain (200 and 400 µl of standardized inoculum) revealed intermediate susceptibility to ethanolic extract obtained from leaves of *F. pumila* (inhibition zone diameters ranged from 10 to 11 mm). Ethanolic extract derived from *F. pumila* leaves exhibited the highest antibacterial activity against *Pseudomonas fluorescens* causing a zone of inhibition, comprising at least 13-14 mm for 200 µL and 9-10 mm for 400 µL of standardized inoculum ( $10^8$  CFU/mL) of bacterium strain. *Y. ruckeri* isolate (200 and 400 µl of standardized inoculum) revealed high susceptibility to ethanolic extract obtained from leaves of *F. pumila* (inhibition zone diameters ranged between 12 and 14 mm). Further studies aimed at the isolation and identification of active substances from the ethanolic extracts obtained from leaves of *F. pumila* could also disclose compounds with better therapeutic value. It is believed that screening of plants from *Ficus* genus for other biological activities including antimicrobial activity is essential. Finally, it seems important not only to determine the substances involved in the activity against pathogens but also to establish the induced response in the fish physiology.

**Key words:** *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, *Yersinia ruckeri*, antimicrobial activity, disc diffusion technique, ethanolic extract

### **Г.М. Ткаченко, Л.И. Буюн, О.П. Касиян, Э. Терех-Маевская, З. Осадовский АНТИМИКРОБНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭТАНОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ЛИСТЬЕВ *FICUS PUMILA* L. (MORACEAE) ОТНОСИТЕЛЬНО БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПАТОГЕНОВ РЫБ**

Целью этого исследования была оценка антимикробной эффективности этанольного экстракта, полученного из листьев *Ficus pumila* L. относительно бактериальных патогенов рыб (*Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, *Yersinia ruckeri*), и возможность применения этого растения для предотвращения инфекций, вызванных этими бактериями в аквакультуре. Листья *F. pumila* были собраны в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко НАН Украины (Киев, Украина). Свежие листья промывали, измельчали, взвешивали и гомогенизировали

в 96%-м этаноле для получения 10 % экстрактов. *Aeromonas hydrophila* (штамм E 2/7/15), *Pseudomonas fluorescens* (штамм E 1/7/15), а также *Yersinia ruckeri*, выделенные из внутренних органов радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) с клиническими признаками фурункулеза и иерсиниоза, а также *Citrobacter freundii*, изолированный из внутренних органов угря (*Anguilla anguilla* L.) с клиническими признаками заболевания, мы использовали в этом исследовании как тестовые штаммы в дискодиффузионном методе Курби-Бауэра (1966). В чашки с агаром Muller-Hinton инокулировали 200 и 400 мкл стандартизованного инокулята ( $10^8$  КОЕ/мл) бактерий. В нашем исследовании штамм *A. hydrophila* и *C. freundii* (200 и 400 мкл стандартизованного инокулята) продемонстрировал среднюю восприимчивость к этанольному экстракту, полученному из листьев *F. pumila* (диаметры зон ингибирования роста штамма варьировались от 10 до 11 мм). Самая высокая антибактериальная активность экстракта продемонстрирована относительно штамма *Pseudomonas fluorescens* (диаметр зоны ингибирования роста штамма составлял 13–14 мм для 200 мкл стандартизованного инокулята и 9–10 мм – для 400 мкл инокулята бактериального штамма). Изолят *Y. ruckeri* (200 и 400 мкл посевного материала) проявил высокую восприимчивость к этанольному экстракту, полученному из листьев *F. pumila* (диаметры зон ингибирования составляли от 12 до 14 мм). Дальнейшие исследования, направленные на выделение и идентификацию активных веществ из этанольных экстрактов, полученных из листьев *F. pumila*, помогут целенаправленно улучшить терапевтическую ценность экстрактов. Важно не только определить вещества, участвующие в активности относительно патогенов, но и установить индуцированный физиологический ответ рыб в исследованиях *in vivo*.

**Ключевые слова:** *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, *Yersinia ruckeri*, антимикробная активность, дискодиффузионный метод Байера-Курби, этанольный экстракт.

## Introduction

Infectious diseases in aquaculture are of major concern to the industry and are typically controlled by eradication of the pathogen, treatment with antibiotic or chemotherapeutics [6]. Many plants were shown to have potential for being effective herbal drugs against the fish and other aquaculture pathogens [17]. Therefore, use of natural products has been considered as an alternative to antibiotics in fish health management to control bacterial infections in aquaculture. Additionally, it is an attractive method for increasing the protective capabilities of fish [15]. One of the potential plants that can be used as antimicrobial to enhance survival and immune competence is *Ficus* genus plants.

Among 37 genera of *Moraceae* comprising 1050-1100 species in total, *Ficus* L. is the largest one with ca 750 species of tropical and subtropical distribution worldwide [4]. *Ficus* trees have widely been used by humans over their history in a variety of industries and fields of activity. Virtually all parts of their body are utilized by local people in various medicinal practices to cure wounds, sores, stomach and eye problems, headaches and toothaches, and even tumours and cancer, etc. A number of species are known helpful in healing disorders of digestive and respiratory systems, parasitic infections, and also as painkillers, tonics, and ecobolics [12].

*Ficus* L. is one of the largest genera of angiosperms, with about 750 species of terrestrial trees, shrubs, hemi-epiphytes, climbers and creepers occurring in the tropics and subtropics of the world [4]. *Ficus* trees have widely been used by humans over their history in a variety of industries and fields of activity. Virtually all parts of their body are utilized by local people in various medicinal practices to cure wounds, sores, stomach and eye problems, headaches and toothaches, and even tumours and cancer, etc. A number of species are known helpful in healing disorders of digestive and respiratory systems, parasitic infections, and also as painkillers, tonics, and ecobolics [12].

*Ficus pumila* L. is a (gyno)dioecious evergreen root-climber naturally occurring in continental southern and eastern Asia. Leaves are distichous, 1-10 cm long and 0.7-6 cm wide, elliptic to

oblong or ovate. The species represents dimorphy of leaves and stems: sterile climbing stems possess short adventitious roots and small asymmetric leaves, while the fertile non-climbing stems without roots bear large symmetric coriaceous leaves. A separate plant may possess either two or one stem (and leaf) type, with the fertile branches tenting to develop in mature plants reaching the forest canopy. Figs are axillary or below the leaves, solitary, 3.5-6.5 cm in diameter, pedunculate and obovoid, pubescent, purple to blackish at maturity [4].

*Ficus* (Moraceae) species are reported to have antimicrobial activity against several pathogenic bacteria and have been used as traditional medicines for the treatment of human diseases [2, 19, 20]. Moreover, in line with the growing interest in the antibacterial properties of different plants, in our previous researches, we have used ethanolic extracts derived from leaves of various *Ficus* species to assess antibacterial activity against harmful fish pathogens, *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens* [21-26].

Therefore, the aim of this study was to test the efficacy of ethanolic extract prepared from *F. pumila* leaves against fish pathogens, *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Yersinia ruckeri* to evaluate the possible use of this plant in preventing infections caused by these bacteria in aquaculture.

## Materials and methods

**Collection of Plant Material and Preparing of Plant Extract.** The leaves of *F. mucosa* were sampled in M.M. Gryshko National Botanical Garden (Kyiv, Ukraine). The whole collection of tropical and subtropical plants at M.M. Gryshko National Botanical Garden (Kyiv, Ukraine) (including *Ficus* spp. plants) has the status of a National Heritage Collection of Ukraine. The sampled leaves of *Ficus* spp. were brought into the laboratory for antimicrobial studies. Freshly crushed leaves were washed, weighted, and homogenized in 96% ethanol (in proportion 1:10) at room temperature, and centrifuged at 3,000 g for 5 minutes. Supernatants were stored at -20°C in bottles protected with laminated paper until required.

**Method of Culturing Pathological Sample and identification Method of the Bacteria.** *Aeromonas hydrophila* (strain E 2/7/15) isolated locally from gill of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) and *Pseudomonas fluorescens* (strain E 1/7/15) isolated locally from internal organs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) with clinical features of furunculosis (kidneys were gray, liver was pale and fragile, enlarged spleen with exudate in the body cavity), as well as *Citrobacter freundii* isolated locally from gill of eel (*Anguilla anguilla* L.) with clinical features of disease were used as test organisms. Samples of internal organs (kidneys, spleen, liver) weighting 2 g were taken and homogenized before preincubation in TSB broth (Trypticase Soya Broth, Oxoid) for 24 hrs. After preincubation, bacterial culture was transferred to two different cultivation media: TSA (Trypticase Soya Agar, Oxoid) and BHIA (Brain Heart Infusion Agar, Oxoid) supplemented with 5% of sheep blood (OIE Fish Diseases Commission, 2000). After 48 hrs of incubation at 27°C, characteristic pink colonies were selected for further examination.

The isolates of *Y. ruckeri* were collected from clinically healthy fish and fish with clinical symptoms of yersiniosis. Internal organs (predominantly pronephros and gills) as well as intestinal swabs were sampled. Tissue samples were homogenized and inoculated on nutritional agar with 5% blood (Columbia Blood Agar, Oxoid). Following a 24 h incubation period at 25°C ± 2°C, distinctive colonies were transferred onto TSA. Round, elevated, shining and whitish colonies without haemolytic properties were considered typical of *Y. ruckeri*. After 24h-incubation at 25°C ± 2°C, an oxidase test and Gram-staining were performed. Gram-negative and oxidase-negative isolates were cultured on TSA medium and incubated for 24 h at 25°C ± 2°C.

**Preliminary characterization of isolates.** Bacterial species were identified with the use of the oxidase test and API E test kit (Biomerieux, France). The results of the test were interpreted in accordance with the manufacturer's protocol, after 24 hrs of incubation at 27°C. Codes ++V-V--++V+++---+VV+ in API E test were identified as *A. hydrophila*. The strain was obtained from Diagnostics Laboratory of Fish and Crayfish Diseases, Department of Veterinary Hygiene, Provincial Veterinary Inspectorate in Olsztyn (Poland).

For characterization of *Y. ruckeri* isolates, bacteria were Gram-stained and then morphologically evaluated. 24h bacterial culture was wet-mounted and a microscopic smear on the slide was prepared. Following fixation over the flame, the slide was Gram-stained with a Gram colour set (Merck) according to the manufacturer's instructions. The shape of the bacteria was determined by observing the microorganisms under a light microscope at 1000<sup>x</sup> with immersion oil [9, 28]. Motility was examined on a wet mount. A drop of distilled water was put on a cover slip and bacteria were mounted on it with drops of distilled water put on the corners of a slip. The slip was then covered with a special microscopic slide with an indentation and the whole set was vigorously turned. The motility of the bacteria was evaluated under a light microscope at 400x [9].

Oxidase test was performed according to manufacturer's instruction (Merck). Biochemical properties of individual *Y. ruckeri* isolates were investigated with the API 20E system (BioMerieux). Tests were performed according to the manufacturer's instructions. The results, namely, the presence or a lack of reaction, were read based on the key featured in the operating procedure provided by the manufacturer of the assay. The results were analysed with the Apiweb software (BioMerieux) to identify the investigated bacterium.

**Bacterial Growth Inhibition Test of Plant Extracts by the Disk Diffusion Method.** Strains tested were plated on TSA medium (Tryptone Soya Agar) and incubated for 24 hrs at 25°C. Then the suspension of microorganisms was suspended in sterile PBS and the turbidity adjusted equivalent to that of a 0.5 McFarland standard. The disc diffusion assay (Kirby-Bauer Method) was used to screen for antibacterial activity [3]. Muller-Hinton agar plates were inoculated with 200 and 400 µL of standardized inoculum (10<sup>8</sup> CFU/mL) of bacterium and spread with sterile swabs.

Sterile filter paper discs impregnated by extract were applied over each of the culture plates, 15 min after bacteria suspension was placed. The antimicrobial susceptibility testing was done on Muller-Hinton agar by disc diffusion method (Kirby-Bauer disk diffusion susceptibility test protocol). A negative control disc impregnated by sterile ethanol was used in each experiment. The sensitivity of strain was also studied to the commercial preparation with extracts of garlic (in dilution 1:10, 1:100 and 1:1000). After culturing bacteria on Mueller-Hinton agar, the disks were placed on the same plates and incubated for 24 hrs at 25°C. The diameters of the inhibition zones were measured in millimeters, and compared with those of the control and standard susceptibility disks. Activity was evidenced by the presence of a zone of inhibition surrounding the well.

**Statistical analysis.** Each test was repeated six times and the average values of antimicrobial activity were calculated. All statistical calculation was performed on separate data from each species with STATISTICA 8.0 software (StatSoft, Poland) [29]. The following zone diameter criteria were used to assign susceptibility or resistance of bacteria to the phytochemicals tested: Susceptible (S) ≥ 15 mm, Intermediate (I) = 11-14 mm, and Resistant (R) ≤ 10 mm [21-26].

## Results

Antimicrobial activity of ethanolic extracts obtained from *F. pumila* against *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, *Yersinia ruckeri* expressed as mean of diameters of inhibition zone is presented in Figs 1-5.



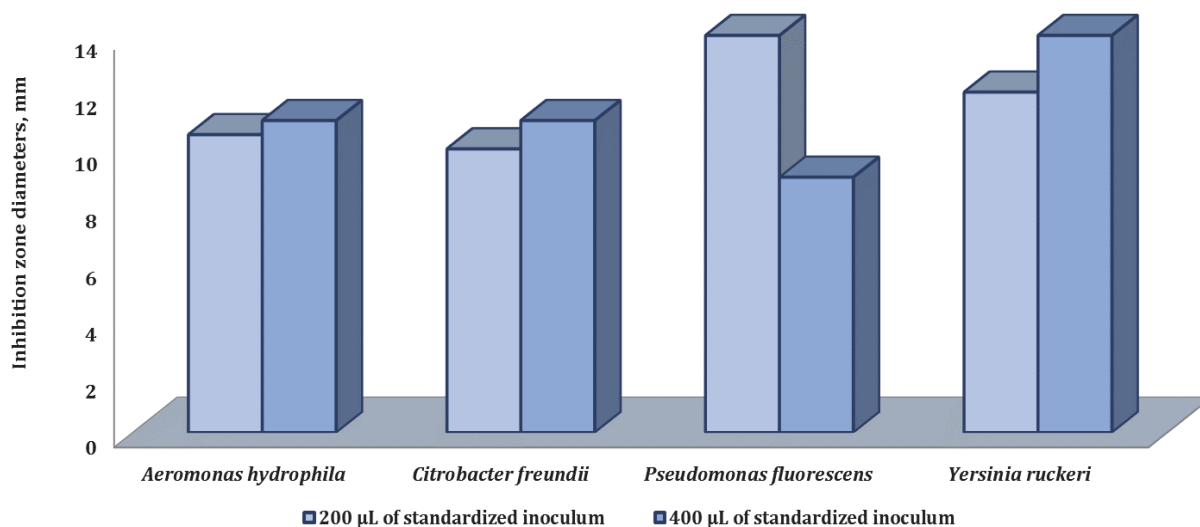


Fig. 1. Antimicrobial activity of ethanolic extracts obtained from *F. pumila* against *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, *Yersinia ruckeri*. Muller-Hinton agar plates inoculated with 200 and 400 µL of standardized inoculum ( $10^8$  CFU/mL) of bacterium

In our study, the *A. hydrophila* and *C. freundii* strain (200 and 400 µl of standardized inoculum) revealed intermediate susceptibility to ethanolic extract obtained from leaves of *F. pumila* (inhibition zone diameters ranged from 10 to 11 mm) (Figs 1-3).

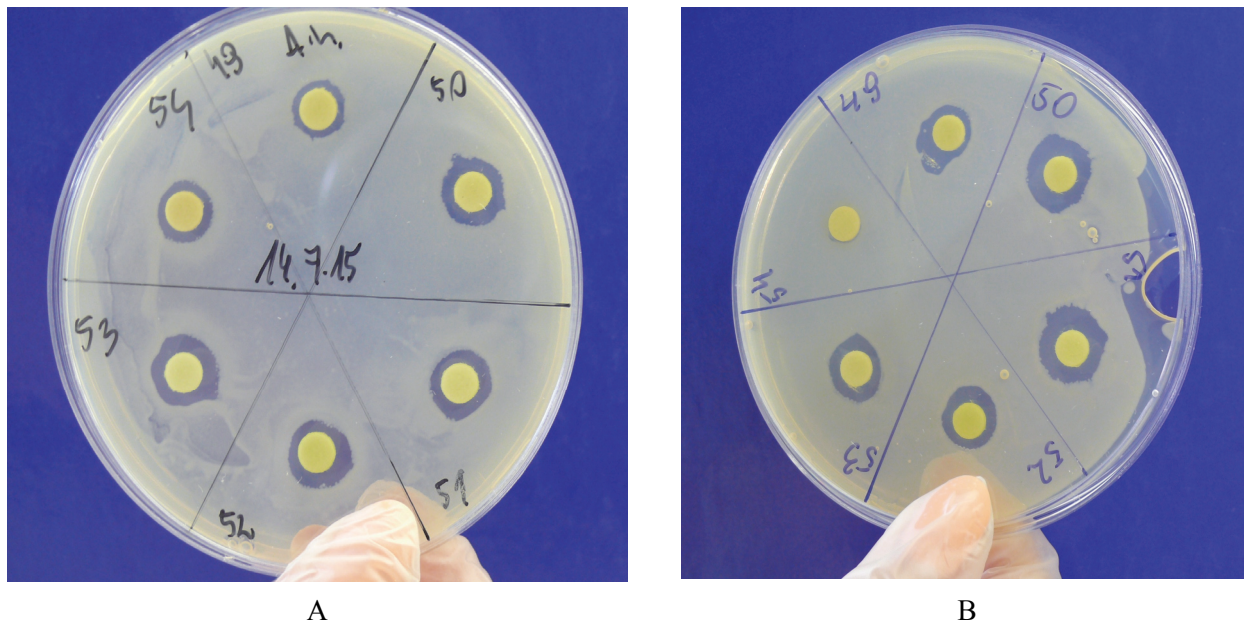
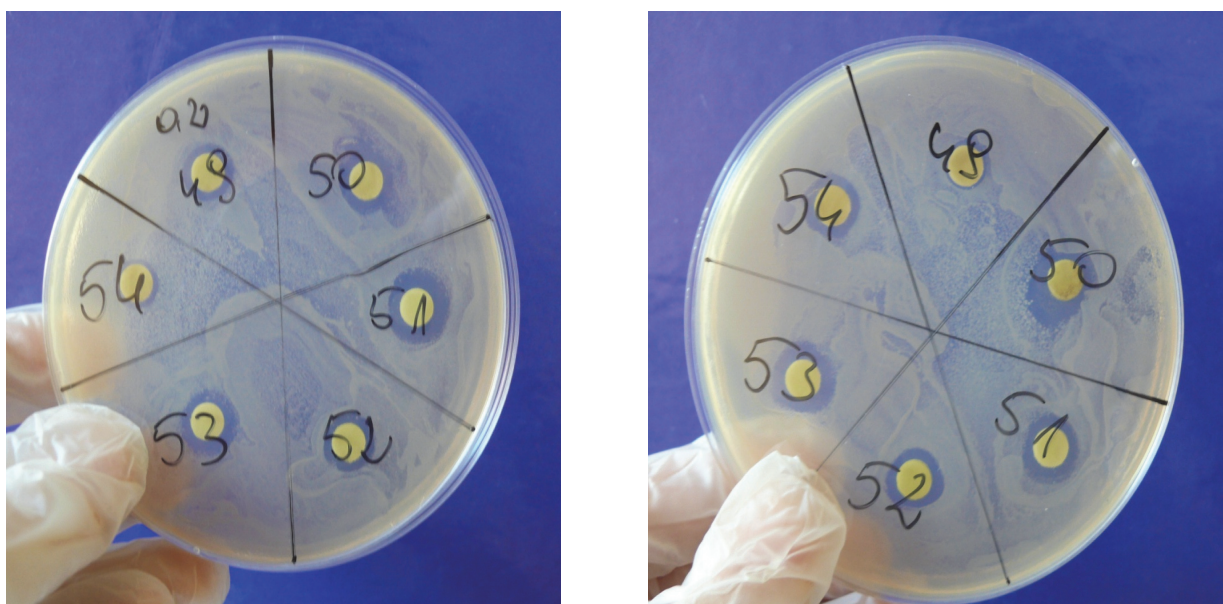


Fig. 2. Antimicrobial activity of ethanolic extracts obtained from *F. pumila* (53) against *Aeromonas hydrophila*. Muller-Hinton agar plates inoculated with 200 (A) and 400 µL of standardized inoculum ( $10^8$  CFU/mL) of bacterium (B)

Our results demonstrated that the *C. freundii* (200 and 400 µl of standardized inoculum) revealed intermediate susceptibility to ethanolic extract obtained from leaves of *F. pumila* (inhibition zone diameters were ranged between 10 and 12 mm) (Fig. 3).

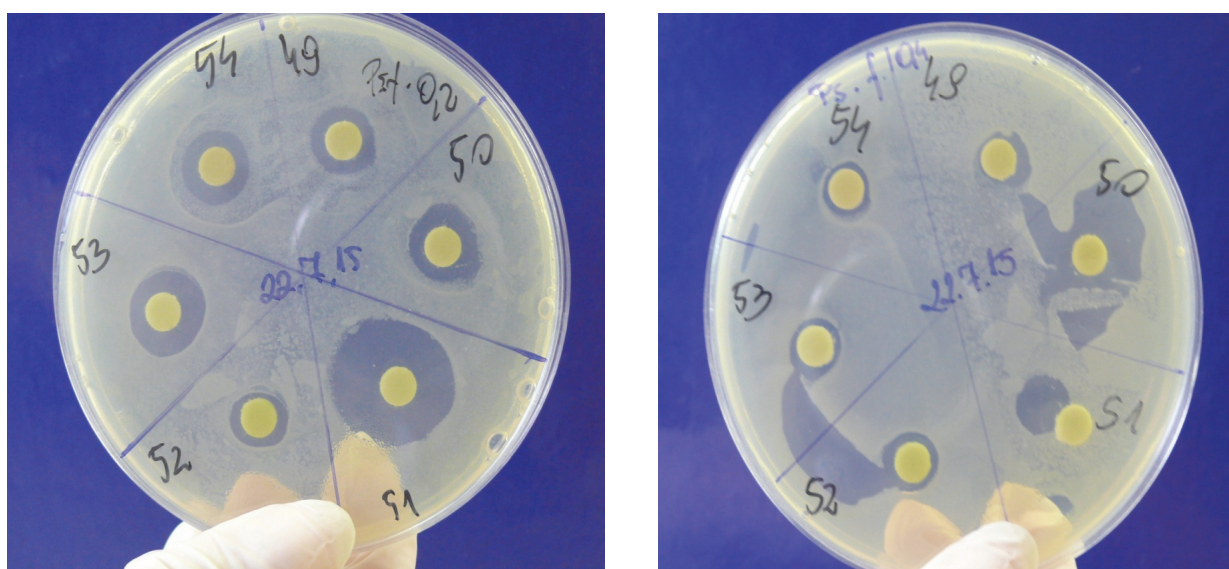


A

B

Fig. 3. Antimicrobial activity of ethanolic extracts obtained from *F. pumila* (53) against *Citrobacter freundii*. Muller-Hinton agar plates inoculated with 200 (A) and 400 µL of standardized inoculum ( $10^8$  CFU/mL) of bacterium (B)

Ethanolic extract derived from *F. pumila* leaves exhibited the highest antibacterial activity against *Pseudomonas fluorescens* causing a zone of inhibition, comprising at least 13-14 mm for 200 µL and 9-10 mm for 400 µL of standardized inoculum ( $10^8$  CFU/mL) of bacterium strain. *Y. ruckeri* isolate (200 and 400 µl of standardized inoculum) revealed high susceptibility to ethanolic extract obtained from leaves of *F. pumila* (inhibition zone diameters ranged between 12 and 14 mm) (Figs 1, 4, 5).



A

B

Fig. 4. Antimicrobial activity of ethanolic extracts obtained from *F. pumila* (53) against *Pseudomonas fluorescens*. Muller-Hinton agar plates inoculated with 200 (A) and 400 µL of standardized inoculum ( $10^8$  CFU/mL) of bacterium (B)

*Y. ruckeri* (200 and 400  $\mu$ l of standardized inoculum) revealed intermediate susceptibility to ethanolic extract obtained from leaves of *F. pumila* (inhibition zone diameters were ranged between 12 and 14 mm) (Fig. 5).

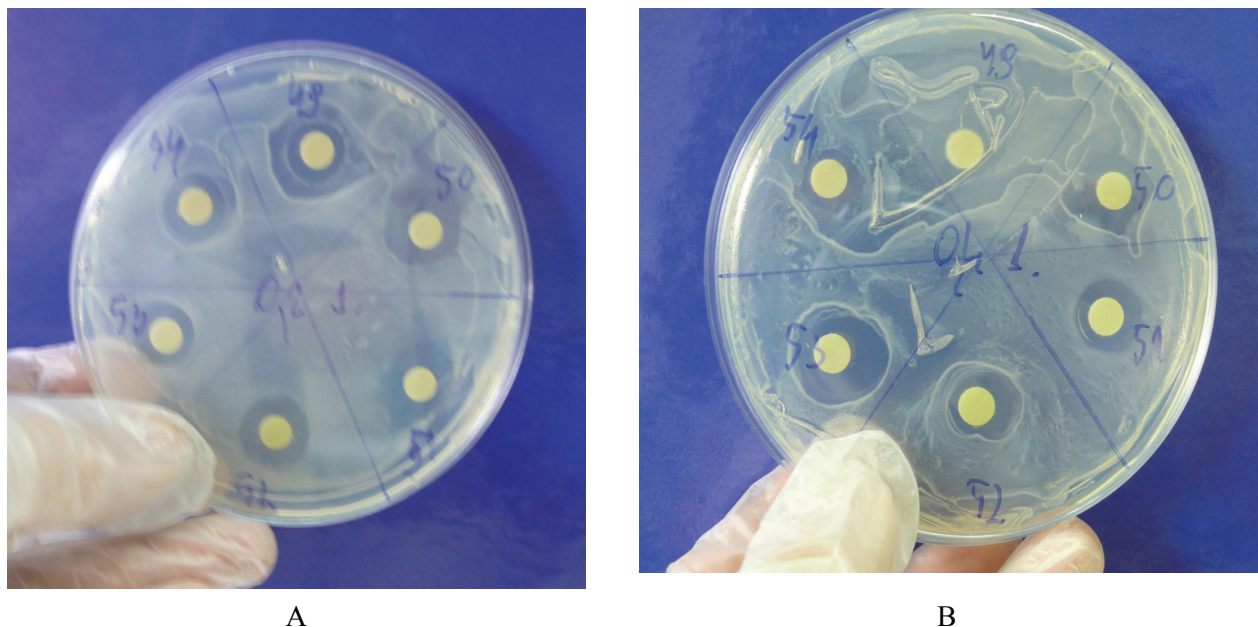


Fig. 5. Antimicrobial activity of ethanolic extracts obtained from *F. pumila* (53) against *Yersinia ruckeri*. Muller-Hinton agar plates inoculated with 200 (A) and 400  $\mu$ L of standardized inoculum ( $10^8$  CFU/mL) of bacterium (B)

### Discussion

The antimicrobial activity profile of ethanolic extract obtained from leaves of *F. pumila* against the tested pathogen strains indicated that *Yersinia ruckeri* was the most susceptible bacterium (200 and 400  $\mu$ l of standardized inoculum) among all the bacterial test strains (Figs 1, 5). Similarly, *P. fluorescens* was found to be sensitive strain (13-14 mm for 200  $\mu$ L and 9-10 mm for 400  $\mu$ L of standardized inoculum of bacterium strain) although *A. hydrophila* and *C. freundii* was found to be least susceptible to ethanolic extract obtained from leaves of *F. pumila* (Figs 1-4). Of all the bacterial strains included in the test, *Y. ruckeri* (200 and 400  $\mu$ l of standardized inoculum dilution) and *P. fluorescens* (200  $\mu$ l) were found to be the most susceptible and *C. freundii*, which is an isolate from gills of eel, was found to be the least inhibited bacterium (Figs 1, 3-5).

The comprehensive review of usefulness of some medicinal plants (herbal drugs) against fish diseases has been presented by many researchers [5, 7, 8, 13, 19, 20]. In our previous studies, therapeutic potential for the use of various plants of *Ficus* genus in the control of bacterial diseases were evaluated against fish pathogens in *in vitro* study with promising results [21-26]. Antibacterial properties of plant extracts have been by far the most studied bioactivity with potential application in aquaculture systems [18]. Castro and co-workers (2008) have revealed by agar diffusion assay that 31 methanolic extracts of Brazilian plants presented antibacterial activity against the fish pathogenic bacteria, i.e. *Streptococcus agalactiae*, *Flavobacterium columnare* and *A. hydrophila*. *F. columnare* being the most susceptible microorganism to most of the tested extracts [5]. Wei and Musa (2008) also studied the susceptibility by assay of minimum inhibitory concentration (MIC) of two Gram positive bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae*), four Gram negative bacteria (*C. freundii*, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus*) and 18 isolates of *Edwardsiella tarda* to aqueous extract of garlic (500, 250, 125, 62.5 mg/mL), and found that all garlic extracts were effective against the tested pathogenic bacteria [27].

This investigation is in line with our previous works which have revealed a great potential of *Ficus* species as plants with potent antimicrobial properties. In our previous study, the *in vitro* antimicrobial activity of the ethanolic leaf extracts of various *Ficus* species against *Citrobacter freundii* was evaluated. The results proved that the extracts from *F. drupacea*, *F. septica*, *F. deltoidea* as well as *F. hispida*, *F. mucoso*, *F. pumila*, *F. craterostoma* exhibit a favorable antibacterial activity against *C. freundii* (200  $\mu$ L of standardized inoculum) [21]. Our results also proved that the ethanolic extracts obtained from *F. pumila*, *F. binnendijkii* 'Amstel Gold', *F. carica*, *F. erecta*, *F. hispida*, *F. mucoso*, *F. palmeri*, *F. religiosa* possess considerably sufficient antibacterial potential against *C. freundii*. Among various species of *Ficus* screened ethanolic extracts of the leaves of ten *Ficus* species: *F. hispida*, *F. binnendijkii*, *F. pumila*, *F. rubiginosa*, *F. erecta*, *F. erecta* var. *sieboldii*, *F. sur*, *F. benjamina*, *F. craterostoma*, *F. lyrata*, *F. palmeri* (the species are listed in the order of effectiveness against pathogen tested) were the most effective against *P. fluorescens* (200  $\mu$ L of standardized inoculum) [22]. Moreover, previous investigation has shown that the most effective against *P. fluorescens* (400  $\mu$ L of standardized inoculum) were the ethanolic extracts obtained from leaves of ten *Ficus* species: *F. craterostoma*, *F. cyathistipula*, *F. drupacea* 'Black Velvet', *F. hispida*, *F. macrophylla*, *F. mucoso*, *F. pumila*, *F. villosa*. In our study, most ethanolic extracts obtained from *Ficus* spp. proved effective against the bacterial strain of Gram-negative *A. hydrophila* tested, with 10-12 mm zones of inhibition being observed. *A. hydrophila* demonstrated the highest susceptibility to *F. pumila*. The highest antibacterial activity against *A. hydrophila* (200  $\mu$ L of standardized inoculum) was displayed by *F. benghalensis*, *F. benjamina*, *F. deltoidea*, *F. hispida*, *F. lyrata* leaf extracts. Among various species of *Ficus* genus exhibiting moderate activity against *A. hydrophila* (400  $\mu$ L of standardized inoculum), the highest antibacterial activity was displayed by *F. benghalensis*, *F. benjamina*, *F. deltoidea*, *F. hispida*, *F. lyrata* leaf extracts [23, 26].

In line with these general findings, there are copious evidences that various species of genus *Ficus* exhibit antimicrobial properties against broad spectrum of microorganisms. The scientific research on *Ficus* spp. indicated that these plants have received increasing interest in recent years. It is well documented that various *Ficus* spp. have been used against Gram-positive and Gram-negative bacteria [19]. For instance, Rajiv and Rajeshwari (2012) screened antimicrobial activity of *F. religiosa* bark, leaf, stem, and fruit aqueous extracts against a number of major pathogens (*Aeromonas hydrophila*, *Enterobacter aerogenes*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Aspergillus niger*, and *Candida albicans*) and conducted their phytochemical analysis. All tested extracts appeared active against the pathogens at concentrations 25-100 mg/ml, the widest inhibition zone (15-16 mm) resulting from the highest concentration. Fruit extract showed generally the weakest activity and only the leaf extract affected the whole set of tested organisms at maximal concentration. Antibacterial properties of the extracts were generally better pronounced than antifungal ones. All extracts at all concentrations tested affected *P. aeruginosa*, although the strongest inhibition showed the maximal concentration extracts from leaves and stems (inhibition zone diameter 14 mm) and slighter effect was produced by bark (13 mm) and fruit (12 mm) extracts. Qualitative phytochemical analysis showed the bark extract to have the richest chemical composition (sugar, alkaloids, phenols, and tannins present), being poorer in fruits (phenols and flavonoids), stem (sugar and tannins), and leaves (only tannins). Glycosides and terpenoids featured all extracts tested. Hence the most specific chemicals appeared to be alkaloids (found only in bark) and flavonoids (only in fruits), while tannins were common for the plant parts with the highest antimicrobial activity in general (i.e., bark, leaves, and stem) [16].

Al Askari et al. (2013) screened aqueous and ethanolic leaf extracts of *F. carica* from different regions of Morocco against 16 bacterial strains (*Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, *Hafnia alveie*, *Klebsiella pneumonia*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Salmonella arizonae*, *S. enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *S. aureus* meticillin-resistant, *S. epidermidis*, *Streptococcus pyogenes*, *S. sanguis*, and *Yersinia*

*enterocolitica*) and 8 yeasts (*Candida famata*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, two strains for each species). In general, aqueous extract was found more active against Gram-positive bacteria than Gram-negative ones and it was not active against yeasts. Ethanolic extract demonstrated stronger inhibitory activity compared to aqueous extract and inhibited growth of both bacteria and fungi. *E. coli* showed comparatively high susceptibility among all bacteria tested. Aqueous extracts from plants collected in different regions affected *E. coli* with the inhibition zone diameter values of 0-11 mm (MIC 100 µg/ml), while ethanolic extracts showed zone diameters of 13.3-18.7 mm (MICs 25-50 µg/ml) [1].

Nair and Chanda (2006) screened aqueous and ethanol extracts from 20 plant species, among which were four species of *Ficus* (*F. benghalensis*, *F. racemosa*, *F. religiosa*, and *F. tislata*), against seven Gram-negative (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853, *Pseudomonas testosteroni* NCIM5098, *Proteus mirabilis* NCIM2241, *Proteus vulgaris* NCTC8313, *Enterobacter aerogenes* ATCC10240, *Escherichia coli* ATCC25922, and *Citrobacter freundii* ATCC10787) and five Gram-positive (*Staphylococcus epidermidis* ATCC12228, *Bacillus cereus* ATCC11778, *Streptococcus fecalis* ATCC29212, *Streptococcus cremoris* NCIM2179, and *Streptococcus agalactiae* NCIM2401) bacterial strains. Aqueous extracts generally showed less activity than ethanol extracts and Gram-positive bacteria were generally more affected than Gram-negative ones. The examined *Ficus* species, of which bark extracts were used, showed low inhibition activity in general. Among bacteria tested, *E. coli* appeared the most resistant. Neither *Ficus* extract acted against *E. coli* [14].

Further studies focused on antimicrobial evaluation of methanolic extracts, hexane-ethyl acetate and ethyl acetate-methanol extract fractions, and isolated compounds from stem bark of *F. ovata* Vahl., testing a range of microbe clinical isolates, including Gram-positive bacteria (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* LMP805, *Streptococcus faecalis* LMP806, and *Bacillus licheniformis* LMP716), Gram-negative bacteria ( $\beta$ -lactamase positive *Escherichia coli* LMP701, ampicillin-resistant *Klebsiella pneumoniae* LMP803, carbenicillin-resistant *Pseudomonas aeruginosa* LMP804, chloramphenicol-resistant *Salmonella typhi* LMP706, and chloramphenicol-resistant *Citrobacter freundii* LMP802), and fungi (*Candida albicans* LMP709U and *Microsporium audouinii* LMP725D) [11]. The crude extracts and certain fractions and compounds were found active against all organisms tested. *E. coli* was most strongly inhibited (MIC 78 µg/ml) by Hex-EtOAc 25% fraction and two compounds, namely taraxeryl acetate (terpenoid) and protocatechuic (phenolic) acid. Other compounds showed MIC values of 156 µg/ml, fractions 156 to 312 µg/ml, and crude extract 312 µg/ml against *E. coli*. Among all organisms tested, *E. coli* demonstrated relatively high susceptibility to the evaluated antimicrobial agents. In general, the most inhibitory-active compounds appeared to be 2'-hydroxyisoprunitin (isoflavonoid) and protocatechuic acid, affecting (nearly) all pathogens tested with relatively low MIC values. Antimicrobial activity of flavonoids and isoflavonoids was suggested to come from their ability to complex with bacterial cell wall, while that of terpenoids to cause membrane disruption, both resulting in the microbial growth inhibition [10, 11].

## Conclusions

In conclusion, ethanolic extract obtained from leaves of *F. benghalensis* investigated possessed activity against at least two strains of bacteria (*Y. ruckeri* and *P. fluorescens*). The data on susceptibility patterns of pathogens responsible for fish diseases are very important for aquaculture. The results also indicate that scientific studies carried out on medicinal plants having traditional claims of effectiveness might warrant fruitful results. Therefore, it seems a promising strategy to apply plant-derived products to gain control of infections in fish used for aquaculture. Further studies aimed at the isolation and identification of active substances from the ethanolic extract obtained from leaves of *F. benghalensis* could also disclose compounds with better therapeutic value.

### Acknowledgements

*This study was carried out during Olha Kasiyan's Scholarship Program supported by The International Visegrad Fund in the Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Slupsk (Poland). We thank to The International Visegrad Fund for the supporting our study.*

### References

1. Al Askari G., Kahouadji A., Khedid K., Ouaffak L., Mousaddak M., Charof R., Mennane Z. *In vitro* antimicrobial activity of aqueous and ethanolic extracts of leaves of *Ficus carica* collected from five different regions of Morocco // Journal of Materials and Environmental Science. 2013. 4(1). P. 33–38.
2. Ali M., Chaudhary N. *Ficus hispida* Linn.: A review of its pharmacognostic and ethnomedicinal properties // Pharmacogn. Rev. 2011. 5(9). P. 96–102.
3. Bauer A.W., Kirby W.M., Sherris J.C., Turck M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method // Am. J. Clin. Pathol. 1966. 45(4). P. 493–496.
4. Berg C.C., Corner E.J.H. Moraceae. *Ficus*. Flora Malesiana // National Herbarium Nederland. The Netherlands. 2005. Ser. I, 17(2). 1–730.
5. Castro S.B.R., Leal C.A.G., Freire F.R., Carvalho D.A., Oliveira D.F., Figueiredo H.C.P. Antibacterial activity of plant extracts from Brazil against fish pathogenic bacteria // Braz. J. Microbiol. 2008. 39. P. 756–760.
6. Chinabut S., Puttinaowarat S. The choice of disease control strategies to secure international market access for aquaculture products // Dev. Biol. (Basel). 2005. 121. P. 255–261.
7. Farrukh A., Ahmad I. Broad-spectrum antibacterial and antifungal properties of certain traditionally used Indian medicinal plants // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2003. 19. P. 653–657.
8. Ji S.-C., Jeong G.-S., Gwang-Soon I., Lee S.-W., Yoo J.-H., Takii K. Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder // Fish. Sci. 2007. 73. P. 70–76.
9. Kocwowa E. Ćwiczenia z mikrobiologii ogólnej. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa, 1981. P. 78–85.
10. Kuete V., Nana F., Ngameni B., Mbaveng A.T., Keumedjio F., Ngadjui B.T. Antimicrobial activity of the crude extract, fractions and compounds from stem bark of *Ficus ovata* (Moraceae) // Journal of Ethnopharmacology. 2009. 124. P. 556–561.
11. Kuete V., Ngameni B., Simo C.C.F., Tankeu R.K., Ngadjui B.T., Meyer J.J.M., Lall N., Kuate J.R. Antimicrobial activity of the crude extracts and compounds from *Ficus shlamydocarpa* and *Ficus cordata* (Moraceae) // Journal of Ethnopharmacology 120: 17–24.
12. Lansky E.P., Paavilainen, H.M. Figs: the genus *Ficus*. In: Hardman R. (ed.) Traditional herbal medicines for modern times. CRC Press, Boca Raton, 2011. Vol. 9. P. 1–357.
13. Lin D.J., Hua Y.N., Zhang Q.Z., Xu D.H., Fu Y.W., Liu Y.M., Zhou S.Y. Evaluation of medicated feeds with antiparasitical and immune-enhanced Chinese herbal medicines against *Ichthyophthirius multifiliis* in grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) // Parasitol. Res. 2016. 115(6). P. 2473–2483.
14. Nair R., Chanda S. Activity of some medicinal plants against certain pathogenic bacterial strains // Indian Journal of Pharmacology. 2006. 38(2). P. 142–144.
15. Pachanawan A., Phumkhachorn P., Rattanachaikunsopon P. Potential of *Psidium guajava* supplemented fish diets in controlling *Aeromonas hydrophila* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*) // J. Biosci. Bioeng. 2008. 106(5). P. 419–424.
16. Rajiv P., Rajeshwari S. Screening for phytochemicals and antimicrobial activity of aqueous extract of *Ficus religiosa* Linn. // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2012. 4. P. 207–209.

17. Ramudu K.R., Dash G. A review on herbal drugs against harmful pathogens in aquaculture // *Am. J. Drug Discov. Dev.* 2013. 3(4). P. 209–219.

18. Reverter M., Bontemps N., Lecchini D., Banaigs B., Sasal P. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives // *Aquaculture*. 2014. 433. P. 50–61.

19. Salem M.Z.M., Salem A.Z.M., Camacho L.M., Ali H.M. Antimicrobial activities and phytochemical composition of extracts of *Ficus* species: An over view // *Afr. J. Microbiol. Res.* 2013. 7(33). P. 4207–4219.

20. Sirisha N., Sreenivasulu M., Sangeeta K., Chetty C.M. Antioxidant properties of *Ficus* species, a review // *Int. J. Pharma Techn. Res.* 2010. 4. P. 2174–2182.

21. Tkachenko H., Buyun L., Terech-Majewska E., Osadowski Z. Antibacterial activity of ethanolic leaf extracts obtained from various *Ficus* species (Moraceae) against the fish pathogen, *Citrobacter freundii* // *Baltic Coastal Zone – Journal of Ecology and Protection of the Coastline*. 2016. 20. P. 117–136.

22. Tkachenko H., Buyun L., Terech-Majewska E., Osadowski Z., Sosnovskyi Y., Honcharenko V., Prokopiv A. *In vitro* antibacterial efficacy of various ethanolic extracts obtained from *Ficus* spp. leaves against fish pathogen, *Pseudomonas fluorescens* // *Globalisation and regional environment protection. Technique, technology, ecology*. Scientific editors Tadeusz Noch, Wioleta Mikołajczewska, Alicja Wesółowska. Gdańsk: Gdańsk High School Publ., 2016. P. 265–286.

23. Tkachenko H., Buyun L., Terech-Majewska E., Osadowski Z. *In vitro* antimicrobial activity of ethanolic extracts obtained from *Ficus* spp. leaves against the fish pathogen *Aeromonas hydrophila* // *Arch. Pol. Fish.* 2016. 24. P. 219–230.

24. Tkachenko H., Buyun L., Terech-Majewska E., Osadowski Z. Screening for antimicrobial activities of the ethanolic extract derived from *Ficus hispida* L.f. leaves (Moraceae) against fish pathogens // *Науч. тр. Дальрыбвтуза (Scientific Journal of DALRYBVTUZ)*. 2017. Т. 41. P. 56–64.

25. Tkachenko H., Buyun L., Terech-Majewska E., Osadowski Z. Screening for antimicrobial activities of the ethanolic extract derived from *Ficus mucoso* Welw. ex Ficalho leaves (Moraceae) against bacterial fish pathogens // *Науч. тр. Дальрыбвтуза (Scientific Journal of DALRYBVTUZ)*. 2017. 42. P. 25–36.

26. Tkachenko H., Buyun L., Terech-Majewska E., Osadowski Z., Sosnovskyi Y., Honcharenko V., Prokopiv A. The antimicrobial activity of some ethanolic extracts obtained from *Ficus* spp. leaves against *Aeromonas hydrophila* // *Тр. ВНИРО (Trudy VNIRO)*. 2016. 162. P. 172–183.

27. Wei L., Musa N. Inhibition of *Edwardsiella tarda* and other fish pathogens by *Allium sativum* L. (Alliaceae) extract // *Am.-Eur. J. Agric. Environ. Sci.* 2008. 3. P. 692–696.

28. Whitman K.A., MacNair N.G. *Finfish and shellfish bacteriology manual: techniques and procedures*. Blackwell Publishing Company, Iowa, USA, 2004.

29. Zar J.H. *Biostatistical Analysis*. 4<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1999.

**Сведения об авторах:** Ткаченко Галина Михайловна, e-mail: кандидат биологических наук, e-mail: tkachenko@apsl.edu.pl;

Буюн Людмила Ивановна, доктор биологических наук, e-mail: buyun@nbg.kiev.ua;

Касиян О.П.; Терех-Маевская Э.;

Осадовский Збигнев, доктор биологических наук, профессор, e-mail: zbigniew.osadowski@apsl.edu.pl.

UDK 57.044:577.3:639.3:612.062

**Halyna Tkachenko<sup>1</sup>, Joanna Grudniewska<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Department of Zoology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Slupsk, Arciszewski Str. 22B, 76-200 Slupsk, Poland;  
e-mail: tkachenko@apsl.edu.pl, biology.apsl@gmail.com;<sup>2</sup>Department of Salmonid Research, Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute, 83-330 Żukowo, Poland; e-mail: jgrudniewska@infish.com.pl**TISSUE-DEPENDENT CHANGES OF AMINOTRANSFERASES ACTIVITY  
IN GRAYLING (*THYMALLUS THYMALLUS* LINCK) AFTER CHLORAMINE-T  
DISINFECTION**

*In this study, we have tested use of Chloramine-T in dose 9 mg per L in disinfective procedures in the grayling (*Thymallus thymallus* Linck). To observe the effects of Chloramine-T at the therapeutic concentration, grayling, which is one of the most important salmonids in human diet was studied. Further, the aim was to evaluate the safety of this disinfective product (recently has been attracting researchers' attention for use in aquatic animals) for fish health using markers of aerobic and anaerobic capacity in the gills, muscle, hepatic, and cardiac tissues of grayling. The alanine (ALT) and aspartate aminotransferases (AST) activity were assessed in various tissues of grayling exposed to Chloramine-T and compared to untreated control. In the present study, ALT activity after exposition of Chloramine-T was significantly decreased by 10% ( $p=0.005$ ) in the cardiac tissue of the fishes when compared to control value. Muscle and gill tissues also showed similar results as in cardiac tissue such as decrease of ALT activity by 18% and 6.4% ( $p>0.05$ ), respectively. In case of hepatic tissue, ALT activity was non-significantly increased compared to control. The results clearly depicted that ALT activity was raised lowly in the cardiac tissue of grayling but this decreased activity was not tissue specific. AST activity was increased significantly in the hepatic tissue by 19% ( $p=0.007$ ) but decreased in the cardiac tissue by 16.7% ( $p=0.002$ ) as compared to control value during Chloramine-T disinfection. AST activity in the muscle tissue and gills after Chloramine-T exposition showed usual trend of decreased as compared to control value. In the present study, liver tissue showed the highest elevation of AST activity, while, in heart, the decrease of AST activity was observed. In case of muscle and gill tissues, non-statistically decreased AST activity was 20% and 7%, respectively. Considering all the tissues, here, the increase of AST activity was observed in the liver (by 19%,  $p=0.007$ ) and the decrease in the gills, muscle and cardiac tissues under Chloramine-T exposure. The study also showed that hepatic and cardiac tissues were more sensitive to the changes than gills and muscle tissue. Therefore, these biochemical parameters can be considered as indicators for assessment of disinfective effects, although further studies are required for investigating the mechanism involved in this pattern. This study opens a new perspective on the investigation of toxic effects of Chloramine-T, mainly with respect to the biochemical parameters in various tissues of grayling.*

**Key words:** Chloramine-T, gills, muscle, liver, heart, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase

**Г.М. Ткаченко, Й. Грудневская****ТКАНЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ АМИНОТРАНСФЕРАЗ  
В ХАРИУСЕ (*THYMALLUS THYMALLUS* LINCK) ПОСЛЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ  
МЕРОПРИЯТИЙ С ХЛОРАМИНОМ-Т**

*Протестировано влияние дезинфектанта хлорамина-Т в дозе 9 мг/л на активность аланин- (АЛТ) и аспаратаминотрансферазы (АСТ) в жабрах, мышцах, печеночной и сердечной тканях хариуса. В настоящем исследовании активность АЛТ в сердечной ткани рыб после дезинфицирующих мероприятий с использованием хлорамина-Т значительно снизилась на 10 % ( $p = 0,005$ ) по сравнению с величиной в контрольной группе рыб. Мышечная и жаберная ткань также показали аналогичные результаты, а именно: продемонстрировано снижение активности АЛТ на 18 и 6,4 %*



( $p > 0,05$ ) соответственно. Активность АСТ была значительно увеличена в печеночной ткани на 19 % ( $p = 0,007$ ), но уменьшена в сердечной ткани на 16,7 % ( $p = 0,002$ ) по сравнению с контрольной величиной. Активность АСТ в мышечной ткани и жабрах после экспозиции хлорамина-Т показала тенденцию к уменьшению по сравнению с контрольной группой рыб (уменьшение активности составляло 20 и 7 % соответственно). Учитывая все ткани, увеличение активности АСТ наблюдалось в печени (на 19 %,  $p = 0,007$ ) и уменьшение – в жаберной, мышечной и сердечной тканях при воздействии хлорамина-Т. Наше исследование также показало, что печеночная и сердечная ткани остаются более чувствительными к воздействию хлорамина-Т, чем жабры и мышечная ткань. Поэтому эти биохимические параметры можно рассматривать как индикаторы для оценки дезинфекционных эффектов различных препаратов, хотя необходимы дальнейшие исследования для исследования механизмов, задействованных в этом процессе. Это исследование открывает новую перспективу для исследования токсических эффектов хлорамина-Т, главным образом в отношении биохимических параметров в различных тканях хариуса.

**Ключевые слова:** хлорамин-Т, жабры, мышцы, печень, сердце, аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза.

### Introduction

Chloramine-T is an organic N-chloramine with a slow-release mechanism involves the production of aqueous free-chlorine ( $\text{HOCl} + \text{OCl}^-$ ) species that are quite toxic to aquatic life [12, 17]. Organic chloramines in general are thought to be considerably less toxic to aquatic life than the inorganic chloramines monochloramine ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), dichloramine ( $\text{NHCl}_2$ ), and trichloramine ( $\text{NCl}_3$ ). Inorganic chloramines usually exist as monochloramine in aqueous solutions [17].

The toxicity of chloramine-T has been examined in a variety of fish species by several authors [3-6, 9, 14, 17]. Of the species tested, channel catfish, rainbow trout, and striped bass were similarly sensitive when tested in soft acidic water [3-5]. Chloramine-T 96-h  $\text{LC}_{50}$  values were 1.8 mg/L for channel catfish, 1.9 mg/L for rainbow trout, and 2.8 mg/L for striped bass ( $\text{pH} = 6.5$ ) [17]. The 96-h  $\text{LC}_{50}$  values in waters of  $\text{pH} 7.5$  for channel catfish, rainbow trout, striped bass, and fathead minnow, and in water of  $\text{pH} 7.7$  for harlequin fish were 3.8, 2.8, 6.3, 7.3, and 60 mg/L, respectively [17]. The 24-h  $\text{LC}_{50}$  for chloramine-T determined under a variety of conditions ranged from the low of 2.8 mg/L for rainbow trout to a high of 120 mg/L for harlequin fish in soft alkaline water ( $\text{pH} 8.0$ ) [17].

Chloramine-T is easy to use and effective against many bacteria (both Gram-negative and -positive), viruses (enveloped and naked), fungi, algae, yeast, and parasites [8]. Chloramine-T is effective for the control of bacterial gill disease, proliferative gill disease, and flexibacteriosis. Bacterial gill disease is caused by a variety of Gram-negative bacteria (myxobacteria, aeromonads, and pseudomonads) [8, 18].

The mode of action of chloramine-T is thought to be through oxidative processes, quickly destroying cell material or disrupting essential cellular processes. Microorganisms do not develop resistances to chloramine-T as often happens with antibiotics [8]. In intermittent exposures of rainbow trout to chloramine-T at the therapeutic concentration (10 mg/L [ $36 \mu\text{M}$ ]), the fish exhibited behaviors that were consistent with respiratory distress (i.e., fish crowing at the surface and appeared to hyperventilate (study details not provided) [14]. Additional studies were performed to investigate the impact of a single exposure to chloramine-T. One-hour exposures of rainbow trout to chloramine-T (9 or 2 mg/L [ $30$  or  $7 \mu\text{M}$ ]) or p-TSA (9 mg/L [ $50 \mu\text{M}$ ]) through catheterized dorsal aorta resulted in a significant increase in both ventilation rates and  $\text{PCO}_2$  levels. Both parameters returned to baseline levels within 90 minutes of removal from chloramine-T [8].

In this study, we have tested use of Chloramine-T in dose 9 mg per L in disinfective procedures in the grayling (*Thymallus thymallus* Linck). To observe the effects of Chloramine-T at the therapeutic concentration, grayling, which is one of the most important salmonids in human diet was studied. This study opens a new perspective on the investigation of toxic effects of

Chloramine-T, mainly with respect to the biochemical parameters in various tissues of grayling. Further, the aim was to evaluate the safety of this disinfective product (recently has been attracting researchers' attention for use in aquatic animals) for fish health using alanine and aspartate aminotransferases activity in the gills, muscle, hepatic, and cardiac tissues of grayling.

### Materials and methods

**Fish.** Twenty clinically healthy grayling (*Thymallus thymallus*) were used in the experiments. The study was carried out in a Department of Salmonid Research, Inland Fisheries Institute (Rutki, Poland). Experiments were performed at a water temperature of  $16\pm 2^\circ\text{C}$  and the pH was 7.5. The dissolved oxygen level was about 12 ppm with additional oxygen supply. All biochemical assays were carried out at Department of Zoology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Słupsk (Poland).

The fish were divided into two groups and held in 250-L square tanks (70 fish per tank) supplied with the same water as during the acclimation period (2 days). On alternate days, the water supply to each tank was stopped. In the disinfectant exposure, grayling ( $n=10$ ) were exposed to Chloramine-T in final concentration 9 mg per L. Control group of grayling ( $n=10$ ) were handled in the same way as Chloramine-T exposed groups. Fish were bathed for 20 min and repeated three times every 3 days. Two days after the last bathing fish were sampled. Fish were not anesthetized before tissue sampling.

**Tissue isolation.** Tissue samples were removed from grayling after decapitation. One grayling was used for each homogenate preparation. Briefly, muscle tissue were excised, weighted and washed in ice-cold buffer. The minced tissue was rinsed clear of blood with cold isolation buffer and homogenized in a homogenizer H500 with a motor-driven pestle on ice. The isolation buffer contained 100 mM tris-HCl; pH of 7.2 was adjusted with HCl.

**Analytical methods.** All enzymatic assays were carried out at  $25\pm 0.5^\circ\text{C}$  using a Specol 11 spectrophotometer (Carl Zeiss Jena, Germany). The enzymatic reactions were started by adding the homogenate suspension. The specific assay conditions are presented subsequently. Each sample was analyzed in triplicate. The protein concentration in each sample was determined according to Bradford (1976) using bovine serum albumin as a standard [7].

**Assays of alanine aminotransferase (ALT, E.C. 2.6.1.2) and aspartate aminotransferase (AST, E.C. 2.6.1.1) activities.** ALT and AST activity was analyzed spectrophotometrically by standard enzymatic method [15]. The ketoacids produced by the enzyme action reacts with 2,4-dinitrophenylhydrazine producing hydrazone complex measured calorimetrically at 530 nm. ALT and AST activities were expressed as  $\mu\text{mol pyruvate per h per mg of protein}$ .

**Statistical analysis.** The mean  $\pm$  S.E.M. values was calculated for each group to determine the significance of inter group difference. All variables were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov and Lilliefors test ( $p>0.05$ ). Significance of differences between the oxidative stress biomarkers level (significance level,  $p<0.05$ ) was examined using Mann-Whitney *U* test. Correlations between parameters at the set significance level were evaluated using Spearman's correlation analysis [29]. All statistical calculation was performed on separate data from each individual with STATISTICA 8.0 (StatSoft, Krakow, Poland).

**Results and discussion.** The present study is mainly concerned with comparative evaluation of enzymatic activities after disinfective procedure with Chloramine-T in different tissues, namely, liver, muscle, gill, and heart of grayling.

Alanine aminotransferase (ALT) plays a main role in synthesis and deamination of amino acids during stress imposed conditions for meeting the high energy demand of the organism [28]. Alanine aminotransferase activity in the muscle tissue, gills, hepatic and cardiac tissues of the trout disinfected by Chloramine-T is presented in Fig. 1.

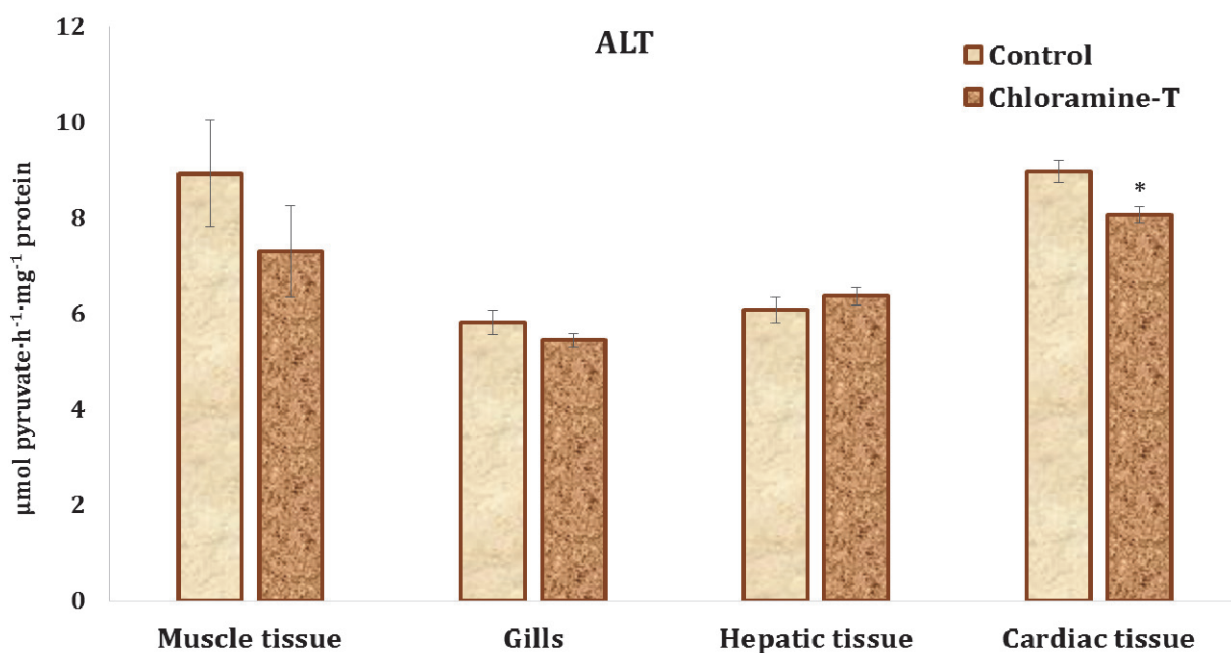


Fig. 1. Alanine aminotransferase (ALT) activity in the muscle tissue, gills, hepatic and cardiac tissues of the trout disinfected by Chloramine-T. Data are represented as mean  $\pm$  S.E.M.

\* – the significant difference was shown as  $p < 0.05$  when compared disinfected group ( $n=10$ ) and unhandled group ( $n=10$ ) values

In the present study, ALT activity after exposition of Chloramine-T was significantly decreased by 10% ( $p=0.005$ ) in the cardiac tissue of the fishes when compared to control value (Fig. 1). Muscle and gill tissues also showed similar results as in cardiac tissue such as decrease of ALT activity by 18% and 6.4% ( $p > 0.05$ ), respectively. In case of hepatic tissue, ALT activity was non-significantly increased compared to control. The results clearly depicted that ALT activity was raised lowly in the cardiac tissue of grayling but this decreased activity was not tissue specific. The increased activity of ALT in different tissues of the test fishes indicated tissue damage which may be due to disturbance in normal physiological and biochemical processes such as Krebs' cycle, TCA cycle, and subsequent leakage of this enzyme from the tissue cytosol through membrane into the blood stream [16]. The oxaloacetic acid, pyruvate and  $\alpha$ -ketoglutarate might have been channeled into the citric acid cycle. The glutamic acid formed from transamination may be subsequently deaminated leading to the formation of ammonia [2]. Several authors observed increased activity of ALT as a consequence of xenobiotics exposure in teleostean fishes. Enhanced activity of ALT provided the oxaloacetic acid and pyruvate to meet the increased energy demand during carbofuran imposed stress condition in the freshwater fish, *Clarias batrachus*. The activity levels of ALT, AST, glutamate dehydrogenase and glycogen phosphorylase were found to increase in liver and muscle tissues during the exposure period [1]. However, in our study, ALT activity was reduced in comparison to the untreated control and approaching towards the control value in the hepatic tissue. In case of ALT, recovery pattern was in the following order: muscle tissue (18%) > cardiac tissue (10%) > gills (6.4%) (Fig. 1). Decreased ALT activity in the tissues of test fishes after disinfective procedure could represent an induction of adaptive repairing mechanism against the Chloramine-T toxicity.

Aspartate aminotransferase activity in the muscle tissue, gills, hepatic and cardiac tissues of the trout disinfected by Chloramine-T is presented in Fig. 2.

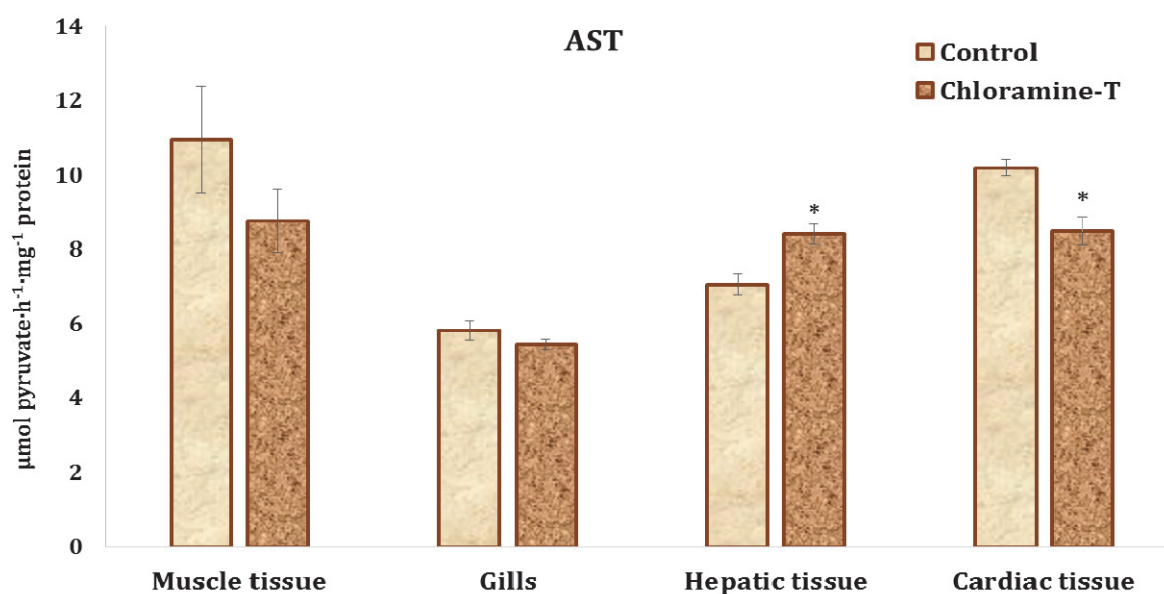


Fig. 2. Aspartate aminotransferase (AST) activity in the muscle tissue, gills, hepatic and cardiac tissues of the trout disinfected by Chloramine-T. Data are represented as mean  $\pm$  S.E.M.

\* – the significant difference was shown as  $p < 0.05$  when compared disinfected group ( $n=10$ ) and unhandled group ( $n=10$ ) values

Aspartate aminotransferase (AST), although a liver specific enzyme, is found in high amounts in skeletal muscle cells and promotes gluconeogenesis from amino acids in association with ALT [16]. AST activity was increased significantly in the hepatic tissue by 19% ( $p=0.007$ ) but decreased in the cardiac tissue by 16.7% ( $p=0.002$ ) as compared to control value during Chloramine-T disinfection (Fig. 2). AST activity in the muscle tissue and gills after Chloramine-T exposition showed usual trend of decreased as compared to control value. In the present study, liver tissue showed the highest elevation of AST activity, while, in heart, the decrease of AST activity was observed. In case of muscle and gill tissues, non-statistically decreased AST activity was 20% and 7%, respectively (Fig. 2). Considering all the tissues, here, the increase of AST activity was observed in the liver (by 19%,  $p=0.007$ ) and the decrease in the gills, muscle and cardiac tissues under Chloramine-T exposure. The study also showed that hepatic and cardiac tissues were more sensitive to the changes than gills and muscle tissue. Enhanced AST activity in the liver of investigated fish under Chloramine-T exposure in the present study was an indication of damage either in tissues or organs leading to release of the enzyme into the serum or blood circulation and the presence of these metabolites acts as intermediate to the Krebs' cycle. The decrease pattern was in the following order: muscle tissue (20%) > cardiac tissue (16.7%) > gills (7%). Reduced activity of AST after disinfective procedure indicated counter response mechanism by the fishes to protect the permeability and integrity of membrane structure against Chloramine-T toxicity and to develop a compensatory response in the physiological system.

Any changes in responses of ALT and AST indicate tissue damage in organs. Due to its wide application in measuring contamination and an early warning of potentially hazardous alterations in contaminated aquatic organisms, it may be used as sensitive biomarkers in ecotoxicological studies [11]. In the study of Kumar and co-workers (2017), they have observed significant elevation of ALT and AST in liver, gill, brain, gonad and muscle of *Oreochromis mossambicus* collected from Bhima River. The main contaminating source is untreated wastewaters discharged from the twin industrialized cities like Pune and Pimpri Chinchwad (India). This elevation might be attributable due to increased proteolysis, enhanced protein catabolism, cellular alteration in the liver and gill structure, brain aberration, change in the gonad and muscle tissue and also due to imbalances in the

physiology and anatomy of the reservoir tissues [10]. Results of Levesque and co-workers (2002) suggest that fish challenged by environmental pollution may have a higher turnover of glucose and more glucose may be produced from non-carbohydrate substrates and used [11].

Metabolic enzymes such as aminotransferases and alkaline phosphatase (ALP) could be used as indicators of xenobiotic pollution in aquatic organisms and were recommended for environmental monitoring for investigating the mechanism involved in the recovery pattern. Samanta and co-workers (2014) have analysed the biochemical alterations in different tissues in two fish species, namely, *Anabas testudineus* and *Heteropneustes fossilis* exposed to glyphosate and subsequent recovery pattern in herbicide-free water when supplemented with Liv.52 (the approved ayurvedic medicine by drug regulatory authority, Department of AYUSH, Ministry of Health and Family Welfare, Government of India) on comparative basis. Their investigation demonstrated the alterations in biochemical enzyme activities of ALT, AST, and ALP in the fish tissues under the commercial herbicide formulation, Excel Mera 71, containing glyphosate which finally affected the fish health. The most severe alteration in enzyme activity was observed in liver and may be due to its prime role in detoxification of the compound. Although, after recovery, fishes showed positive trends of recovery and healing responses towards the normal enzyme status indicating adaptive response against the herbicidal toxicity [16].

Zhang and co-workers (2017) determine the ammonia and urea contents in body of Chinese loach, *Paramisgurnus dabryanus*, a freshwater omnivorous fish during ammonia loading and aerial exposure and provide some basic data for revealing the mechanism of ammonia detoxification in this species. *P. dabryanus* could survive in wet mud for quite long time during drought period. In this case, excretion of internal ammonia into surrounding water would be inhibited with the largest extent. The significant increase of ALT activity in plasma during aerial exposure, indicating that alanine synthesis through certain amino acid catabolism may be subsistent in *P. dabryanus*. In liver cell, ALT can transfer the amino from alanine to  $\alpha$ -ketoglutaric acid, and transfer carbonyl from  $\alpha$ -ketoglutaric acid to alanine, then alanine catabolize to pyruvic acid and  $\alpha$ -ketoglutaric acid catalyse to glutamate.  $\alpha$ -ketoglutaric acid of glutamate released through transamination with pyruvate can be completely oxidized to  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2\text{O}$  through the tricarboxylic acid cycle and the electron transport chain, producing ATP. In essence, a series of transamination is catabolized to alanine without releasing ammonia. From this perspective, certain amino acid catabolism leading to alanine formation may be an ammonia detoxification strategy or a process to reduce the production of internal ammonia at least. A few amino acid can be catabolized to alanine formation without releasing ammonia, for instance, a total of 10 mol of ATP are released through converting glutamate to alanine, the ATP yield would be higher if the starting substrate were arginine or proline [13, 27]. In *P. dabryanus*, the significant increase of ALT activity in plasma during aerial exposure, indicating that alanine synthesis through certain amino acid catabolism may be subsistent in this species [30].

In our previous study [19-26], we assessed the influence of chloramine-T on oxidative stress biomarkers and metabolic alterations in various tissues of grayling and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Chloramine-T bathing markedly decrease aldehydic and ketonic derivatives of oxidative protein, and aminotransferases activity only in rainbow trout liver, and their elevation is a compensatory mechanism to impaired metabolism. No significant changes were found in oxidative stress biomarkers between control and chloramine-treated brown trout. For grayling, Chloramine-T exposure caused significantly elevation in the levels of severe oxidative stress biomarkers in the liver. Increased aldehydic and ketonic derivatives of oxidative protein could modify lactate and pyruvate levels, aminotransferases and lactate dehydrogenase activities, principally causing increased enzymes activity due to oxidative stress in the liver of chloramine-exposed fish [26]. Our results also showed that chloramine-T bathing markedly increase aldehydic and ketonic derivatives of oxidative protein in hepatic tissue, while significantly decrease of carbonyl derivatives in cardiac tissue of grayling was observed [19, 22]. In the muscle tissue of

grayling, chloramine-T bathing markedly decrease lipid peroxidation with non-significant decrease of aldehydic and ketonic derivatives of oxidative proteins. However, reduced lipid peroxidation results in decrease of total antioxidant capacity. Moreover, decreased lipid peroxidation level causes decrease of aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins [23]. Our results also showed that Chloramine-T non-significantly decrease lipid peroxidation as well as aldehydic and ketonic derivatives of oxidative proteins in the gills of grayling. No statistically significant alterations in the activities of antioxidant defenses instead catalase and superoxide dismutase activity in the gill tissue of grayling disinfected by Chloramine-T were noted [21].

The effects of disinfection by Chloramine-T using oxidative stress biomarkers (levels of 2-thiobarbituric acid reactive substances and derivatives of oxidatively modified proteins) and biochemical enzymes' activity [alanine- and aspartate aminotransferases (ALT and AST), lactate dehydrogenase (LDH)] were assessed in the muscle tissue of rainbow trout [20]. Our results showed that Chloramine-T bathing caused the decrease of the lipid peroxidation as well as ALT and AST activity and significant decrease of LDH activity (by 339%,  $p = 0.017$ ) compared to controls. Chloramine-T markedly affected on lactate and pyruvate metabolism and resulted to decrease of LDH activity. Correlative analysis revealed that the lipid peroxidation level is correlated with ALT and AST activity in the muscle tissue of unhandled control group. In the muscle tissue of trout disinfected by Chloramine-T, LDH activity is correlated positively with ALT and AST activity. Thus, the skeletal muscles of fish play an important role in the processing of lactate through the gluconeogenic and glycogenic pathways including a greater potential for biosynthesis [20, 24].

The effects of disinfection by Chloramine-T on the muscle tissue of grayling using oxidative stress biomarkers [levels of 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and oxidative modified protein (OMP) derivatives] and antioxidant defense (superoxide dismutase, catalase, glutathione reductase, glutathione peroxidase, total antioxidant capacity) was studied in our previous study [25]. Our results showed that Chloramine-T bathing markedly decrease lipid peroxidation with non-significant decrease of aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins. However, reduced lipid peroxidation results in decrease of total antioxidant capacity. Moreover, decreased lipid peroxidation level causes decrease of aldehydic ( $r = 0.854$ ,  $p = 0.002$ ) and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins ( $r = 0.852$ ,  $p = 0.002$ ). Fish developed tissue-specific enzyme responses, such as decrease in superoxide dismutase and catalase activity as well as total antioxidant capacity in muscle tissue with decrease of lipid peroxidation as response to the Chloramine-T disinfection. Correlative analysis has revealed positive correlations between oxidative stress biomarkers (aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins, TBARS as marker of lipid peroxidation) and antioxidant defenses [25].

### Conclusions

The present investigation demonstrates the alterations in aminotransferases activities (ALT and AST) in the grayling tissues under the disinfective procedure with Chloramine-T in dose 9 mg per L. The most alterations in enzymes' activity were observed in liver and may be due to its prime role in detoxification of the compound. In addition, increased AST activity in the hepatic tissue may result from mobilization of aspartate for glucose production through the gluconeogenesis pathway to provide excess energy required to cope with stress. Therefore, these biochemical parameters can be considered as indicators for assessment of disinfective effects, although further studies are required for investigating the mechanism involved in this pattern.

*This work was supported by grant of the Pomeranian University for Young Scientists.*

### References

1. Begum G. Carbofuran insecticide induced biochemical alterations in liver and muscle tissues of the fish *Clarias batrachus* (Linn.) and recovery response // Aquat. Toxicol. 2004. 66(1). P. 83–92.

2. Bidigare R.R., King F.D. The measurement of glutamate dehydrogenase activity in *Praunus flexuosus* and its role in the regulation of ammonium excretion // *Comp. Biochem. Physiol.* 1981. 70B. P. 409–413.
3. Bills T.D., Marking L.L., Dawson V.K., Rach J.J. Effects of environmental factors on the toxicity of chloramine-T to fish // *Investigations in Fish Control Report 96*. U.S. Fish and Wildlife Service. Available from the Publications Unit, U.S. Fish and Wildlife Service, Springfield, Virginia, 1988b. 6 p.
4. Bills T.D., Bills L.L., Marking V.K., Dawson G.E. Effects of organic matter and loading rates of fish on the toxicity of chloramine-T // *Investigations in Fish Control Report 97*. U.S. Fish and Wildlife Service. Available from the Publications Unit, U.S. Fish and Wildlife Service, Springfield, Virginia, 1988a. 4 p.
5. Bills T.D., Marking L.L., Howe G.E. Sensitivity of juvenile striped bass to chemicals used in aquaculture / T.D. Bills, // *U.S. Fish and Wildlife Service Technical Report Series 192*. Available from the Publications Unit, U.S. Fish and Wildlife Service, Springfield, Virginia, 1993. 11 p.
6. Bootsma R. Infections with *Saprolegnia* in pike culture (*Esox lucius* L.) // *Aquaculture*. 1973. 2. P. 385–394.
7. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // *Anal. Biochem.* 1976. 72. P. 248–254.
8. Chloramine-T [127-65-1] and Metabolite p-Toluenesulfonamide [70-55-3]. Review of Toxicological Literature. Prepared for Scott Masten, Ph.D., National Institute of Environmental Health Sciences, Submitted by Karen E. Haneke, M.S. Integrated Laboratory Systems, 2002.
9. Cross D.G., Hursey P.A. Chloramine-T for the control of *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet) // *Journal of Fish Biology*. 1973. 5. P. 789–798.
10. Kumar N., Krishnani K.K., Gupta S.K., Singh N.P. Cellular stress and histopathological tools used as biomarkers in *Oreochromis mossambicus* for assessing metal contamination // *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 2017. 49. P. 137–147.
11. Levesque H.M., Moon T.W., Campbell P.G., Hontela A. Seasonal variation in carbohydrate and lipid metabolism of yellow perch (*Perca flavescens*) chronically exposed to metals in the field // *Aquat. Toxicol.* 2002. 60(3–4). P. 257–267.
12. Mattice J.S., Tsai S.C. Total residual chlorine as a regulatory tool // In: R.L. Jolley et al., editors. *Water chlorination: Environmental impact and health effects*. Vol 4. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Michigan, 1983. P. 901–912.
13. *Metabolic arrest and the control of biological time*. Hochachka P.W., Guppy M. (eds.) Harvard University Press, London, 1987. P. 101–119.
14. Powell M.D., Perry S.F. Respiratory and acid-base disturbances in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) blood during exposure to chloramine T, paratoluenesulfonamide, and hypochlorite // *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 1996. 53. P. 701–708.
15. Reitman S., Frankel S. A colorimetric method for determination of serum oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases // *American Journal of Clinical Pathology*. 1957. 28. P. 56–63.
16. Samanta P., Pal S., Mukherjee A.K., Ghosh A.R. Evaluation of metabolic enzymes in response to Excel Mera 71, a glyphosate-based herbicide, and recovery pattern in freshwater teleostean fishes // *Biomed. Res. Int.* 2014. 2014.
17. Schmidt L.J., Gaikowski M.P., Gingerich W.H., Stehly G.R., Larson W.J., Dawson V.K., Schreier T.M. Environmental Assessment of the Effects of Chloramine-T Use in and Discharge by Freshwater Aquaculture / L.J. Schmidt, // Submitted to U.S. Food and Drug Administration Center for Veterinary Medicine Director, Division of Therapeutic Drugs for Food Animals Office of New Animal Drug Evaluation, Maryland, USA, 2007. 136 p.

18. Snieszko S.F. Bacterial gill disease of freshwater fishes. U.S. Fish Wildl Serv, Fish Dis Leaflet 62, 1981. 11 p.
19. Tkachenko G.M., Grudniewska J. Tissue-specific response of protein oxidation in the grayling (*Thymallus thymallus* L.) disinfected by chloramine-T // Scientific Medical Bulletin. 2015. 1(1). P. 76–82.
20. Tkachenko H., Grudniewska J. Biochemical changes in the muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) disinfected by Chloramine-T // Baltic Coastal Zone – Journal of Ecology and Protection of the Coastline. 2016a. 20. P. 101–116.
21. Tkachenko H., Grudniewska J. Influence of chloramine-T on oxidative stress biomarkers in the muscle tissue of grayling (*Thymallus thymallus*) // Scientific journal «Kaliningrad State Technical University News». 2016b. 42. P. 49–58.
22. Tkachenko H., Grudniewska J. Influence of chloramine-T on oxidative stress biomarkers in the cardiac tissue of grayling (*Thymallus thymallus* Linn.) // In: Globalisation and regional environment protection. Technique, technology, ecology. Scientific editors Tadeusz Noch, Wioleta Mikołajczewska, Alicja Wesółowska. Gdańsk, Gdańsk High School Publ.. 2016c. P. 213–234.
23. Tkachenko H., Grudniewska J. Lipid and protein oxidation in the muscle tissue of grayling (*Thymallus thymallus* Linn.) after Chloramine-T disinfection / H. Tkachenko, J. Grudniewska // Materials of the International Forum "The Current State and Prospects for the Development of Aquaculture in the Caspian Region", dedicated to the 85<sup>th</sup> anniversary of Dagestan State University and the 75<sup>th</sup> anniversary of Professor F. Magomayev. Ed. F. Magomayev, S. Chalayeva, S. Kurbanova, A. Shakhnazova (Makhachkala, 17-19 October, 2016). Makhachkala: Printing house IPE RD, 2016d. P. 168–175.
24. Tkachenko H., Grudniewska J. Effect of chloramine-T disinfection on oxidative stress biomarkers in the gill tissue of grayling (*Thymallus thymallus*) // Trudy VNIRO (Tr. ВНИРО). 2016e. 162. P. 150–160.
25. Tkachenko H., Grudniewska J. Oxidative stress biomarkers in the muscle tissue of grayling (*Thymallus thymallus* Linck) after Chloramine-T disinfection // Słupskie Prace Biologiczne. 2016. 13. P. 231–252.
26. Tkachenko H., Kurhaluk N., Grudniewska J. Effects of Chloramine-T exposure on oxidative stress biomarkers and liver biochemistry of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), brown trout, *Salmo trutta* (L.), and grayling, *Thymallus thymallus* // Arch. Pol. Fish. 2012. 21. P. 41–51.
27. Tsui T.K.N., Randall D.J., Hanson L., Farrell A.P., Chew S.F., Ip Y.K. Dogmas and controversies in the handling of nitrogenous wastes: ammonia tolerance in the oriental weatherloach *Misgurnus anguillicaudatus* // J. Exp. Biol. 2004. 207. P. 1977–1983.
28. Van Waarde A., De Wilde-Van Berge M. Henegouwen Nitrogen metabolism in goldfish, *Carassius auratus* (L.). Pathway of aerobic and anaerobic glutamate oxidation in goldfish liver and muscle mitochondria // Comparative Biochemistry and Physiology B: Comparative Biochemistry. 1982. 72(1). P. 133–136.
29. Zar J.H. Biostatistical Analysis. 4<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1999.
30. Zhang Y.L., Zhang H.L., Wang L.Y., Gu B.Y., Fan Q.X. Changes of ammonia, urea contents and transaminase activity in the body during aerial exposure and ammonia loading in Chinese loach *Paramisgurnus dabryanus* // Fish Physiol. Biochem. 2017. 43(2). P. 631–640.

**Сведения об авторах:** Ткаченко Галина Михайловна, кандидат биологических наук, доцент, докторант, e-mail: tkachenko@apsl.edu.pl, biology.apsl@gmail.com;

Грудневска Йоанна, кандидат биологических наук, докторант, e-mail: jgrudniewska@infish.com.pl.



УДК 574.2

**В.А. Чаплыгин<sup>1</sup>, А.С. Танасова<sup>2</sup>, Т.С. Ершова<sup>2</sup>, В.Ф. Зайцев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
4414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1

<sup>2</sup> Астраханский государственный технический университет,  
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АККУМУЛЯЦИИ ЦИНКА И РТУТИ ГИДРОБИОНТАМИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

*Изучены особенности миграции цинка и ртути в компонентах пищевой цепи Каспийского моря. Установлено, что цинк не аккумулируется по трофической цепи экосистемы Каспийского моря, тогда как миграция ртути в гидробионтах происходит с повышением трофического уровня.*

**Ключевые слова:** гидробионты, ртуть, цинк, биоаккумуляция, бентофаги.

**V.A. Chaplygin, A.S. Tarasova, T.S. Ershova, V.F. Zaitsev**

## **THE STUDY OF PECULIARITIES OF ACCUMULATION OF ZINC AND MERCURY BY AQUATIC ORGANISMS OF THE CASPIAN SEA**

*Studied zinc and mercury migration features in components of the food chain of the Caspian Sea. It has been established that zinc does not accumulate in the food chain of the Caspian Sea ecosystem, whereas mercury migration hydrobionts occurs with increasing trophic level.*

**Key words:** aquatic organisms, mercury, zinc, bioaccumulation, bentofag.

### **Введение**

Каспийское море – уникальный водоем планеты со своеобразными условиями среды. Экосистема Каспия подвержена загрязнению, в том числе и тяжелыми металлами, основную долю которых привносит речной сток. Металлы в небольших концентрациях входят в состав любого организма и участвуют в различных процессах метаболизма. Поступление из внешней среды их избыточных количеств может привести к токсическим эффектам и нарушению жизнедеятельности [1, 2].

Многие гидробионты, являющиеся ценнейшими реликтовыми видами, чувствительно реагируют на загрязнение воды. К таковым относятся, например, русский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii*), персидский осетр (*Acipenser persicus*) и каспийский тюлень (*Phoca caspica*), находящиеся на грани исчезновения. Известно, что русский и персидский осетры, являясь бентосоядными рыбами, способны занимать частично уровень хищников, потребляя рыбу. При этом в число кормовых объектов входят килька, сельди, атерина и бычки. Как и каспийский тюлень, они могут занимать верхние уровни трофических пирамид, накапливая в своих органах и тканях микроэлементы кормовых организмов. При этом основную нагрузку по аккумуляции микроэлементов берет на себя печень, которая является функциональным депо многих металлов и характеризуется высокой метаболической активностью, в которой происходит фильтрация и трансформация веществ [1, 3].

Различия в пищевых спектрах организмов значительно сказываются на биодоступности металлов, так как планктофаги, бентофаги и хищники, обитая в одних и тех же условиях, аккумулируют тяжелые металлы в разной степени [4].

Целью настоящих исследований являлось определение уровней содержания цинка и ртути в печени русского и персидского осетров и в их основных пищевых объектах (килька *Clupeonella cultriventris caspia*, бычок-песочник *Neogobius fluviatilis*, атерина каспийская *Atherina boyeri caspica* и др.), а также в печени каспийского тюленя.

### Объекты и методы исследований

Образцы проб органов и тканей рыб и каспийского тюленя были получены в результате экспедиций в период с 2011 по 2017 гг.

При определении металлов использовали атомно-абсорбционный спектрометр с электротермической атомизацией МГА-915 МД. Концентрацию цинка выражали в миллиграммах на килограмм сухого веса, а ртути – в миллиграммах на килограмм сырого веса. Полученные результаты подвергали статистической обработке. За основу были взяты ПДК, Санитарные правила и нормы СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» [5].

### Результаты и их обсуждения

Цинк является жизненно важным элементом. Он входит в состав ряда металлоферментов и участвует во многих метаболических процессах [1]. Основная масса всосавшегося из кишечника цинка поступает в печень, а затем попадает в кровь и остальные органы и ткани [3]. Распределение цинка в объектах исследования представлено на рис. 1. Среди пищевых ресурсов осетровых рыб наибольшим значением в отношении цинка отличалась килька (194,63 мг/кг сухого вещества соответственно). Наименьшее количество этого металла было обнаружено в бычках (59,11 мг/кг сухого вещества). В то же время в печени русского и персидского осетров концентрация цинка была практически одинаковой и составляла приблизительно 70 мг/кг сухого вещества. Это значение несколько ниже, чем в атерине (88,2 мг/кг сухого вещества) и практически в 3 раза ниже, чем в кильке.

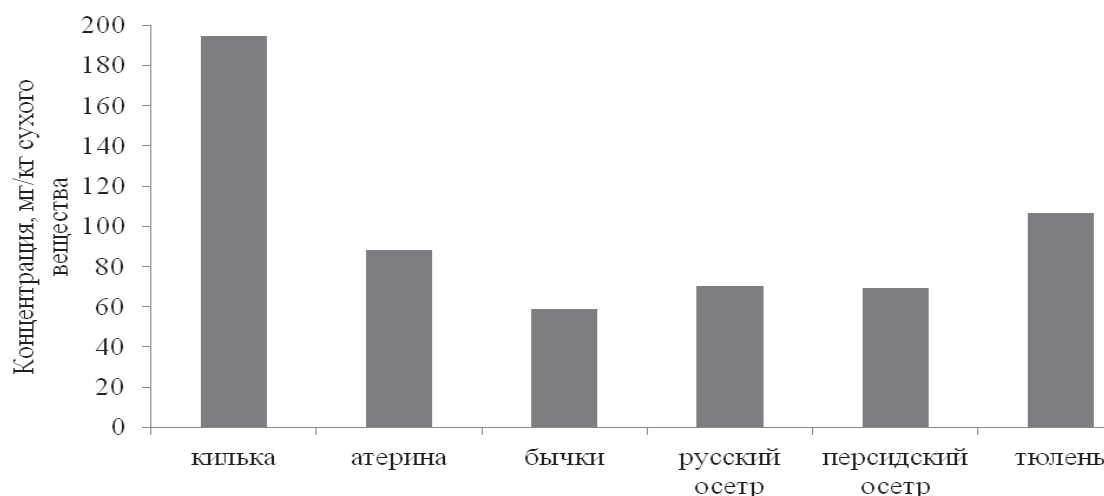


Рис. 1. Накопление цинка в гидробионтах Каспийского моря  
Fig. 1. The accumulation of zinc in the aquatic organisms of the Caspian sea

Что еще раз доказывает тот факт, что цинк не способен аккумулироваться по пищевой цепи, а накапливается с возрастом организмов, так как он обладает высокой биофильностью и подвержен интенсивному биологическому накоплению в тканях рыб [3, 6]. Повышенные концентрации цинка оказывают токсическое влияние на живые организмы, приводя к физиологическим и биохимическим нарушениям. При этом следует отметить, что токсичность цинка для рыб во много раз сильнее, чем для теплокровных животных [7].

Анализ коэффициентов накопления цинка (табл. 1) свидетельствует о большем его содержании в трофических звеньях, базирующихся на ракушечных грунтах. Наибольшее значение аккумуляции цинка было зафиксировано в звеньях трофической системы на илистых грунтах. Коэффициенты накопления цинка во всех исследованных грунтах возраста-

ют в системе «грунт–моллюски–бентосоядные рыбы (бычки, вобла)», причем аккумуляционная способность воблы в 1,5 раза превосходила таковую бычков. Дальнейшая миграция цинка по трофической цепи не происходит.

Таблица 1

**Коэффициенты накопления цинка в некоторых звеньях трофической цепи**

Table 1

**Zinc accumulation factors in some links of the trophic chain**

Хищники (тюлень, сельдь черноспинка, долгинская сельдь) × 6
Планктофаги (килька, атерина) × 13
Бентофаги (вобла, бычок каспийская пуголовка, персидский осетр, русский осетр) × 8
Моллюск дидакна × 5
Илистый грунт × 1
Хищники (тюлень, сельдь черноспинка, долгинская сельдь) × 7
Планктофаги (килька, атерина) × 12
Бентофаги (вобла, бычок каспийская пуголовка, персидский осетр, русский осетр) × 10
Моллюск дидакна × 7
Песчаный грунт × 1
Хищники (тюлень, сельдь черноспинка, долгинская сельдь) × 17
Планктофаги (килька, атерина) × 24
Бентофаги (вобла, бычок каспийская пуголовка, персидский осетр, русский осетр) × 25
Моллюск дидакна × 16
Ракушечный грунт × 1

Необходимо отметить, содержание цинка во всех изученных видах рыб превышает уровень ПДК для пищевых объектов (40 мг/кг). Так, например, в организме кильки эти значения превышают предельно установленные показатели почти в 5 раз, а в атерине – более чем в 2 раз. Причиной этому, вероятно, является большое содержание данного металла в воде и донных отложениях. Повышенные концентрации цинка оказывают токсическое влияние на живые организмы, приводя к физиологическим и биохимическим нарушениям. В больших концентрациях цинк является канцерогеном. При этом следует отметить, что токсичность цинка для рыб во много раз сильнее, чем для теплокровных животных [7]. Кроме того, цинк обладает синергическими свойствами совместно с медью.

Уровень аккумуляции цинка в печени каспийского тюленя составляет 106,7 мг/кг сухой массы, что ниже, чем в организме кильки (почти в 2 раза), но при этом выше, чем в бычках и атерине (в 1,8 и 1,2 раза соответственно).

Достаточно невысокие значения цинка в печени изученных осетровых видов рыб и тюленя на фоне таковых кильки и атерины, возможно, связано с тем, что в условиях загрязненности цинком обеспеченность этим металлом в печени снижалась, что объясняется патологическим перерождением органа и снижением содержания эссенциального элемента на единицу массы, так и замещением цинка другими металлами [1, 8].

По содержанию цинка исследованные гидробионты можно расположить в следующем убывающем порядке: килька > каспийский тюлень > атерина > русский осетр > персидский осетр > бычки.

Среди тяжелых металлов ртуть относится к элементам с высокой степенью токсичности, которая способна накапливаться в живых организмах, при этом уровень аккумуляции элемента повышается по пищевой цепи [1].

В печени русского и персидского осетров концентрация ртути составляет 0,142 и 0,201 мг/кг сырого вещества соответственно. Бентофаги русский и персидский осетры могут питаться всеми рассмотренными выше организмами, поэтому, чем выше ассортимент, тем больше аккумуляция ртути (рис. 2).



Рис. 2. Накопление ртути в гидробионтах Каспийского моря  
Fig. 2. The accumulation of mercury in aquatic organisms of the Caspian sea

Выявлено, что аккумуляционная способность печени персидского осетра в 1,4 раза выше, чем у печени русского осетра. Несмотря на то, что вобла питается преимущественно моллюсками, концентрация ртути в ней более чем в 2 раза больше, чем у бычков, которые способны потреблять и мелкую рыбу.

Ниже представлена схема накопления ртути в некоторых звеньях трофической цепи (табл. 2).

Таблица 2  
**Коэффициенты накопления ртути в некоторых звеньях трофической цепи**  
Table 2  
**Mercury accumulation factors in some links of the trophic chain**

Хищники (тюлень) × 481
Планктофаги (килька, атерина) × 2
Бентофаги (вобла, бычок каспийская пуголовка, персидский осетр, русский осетр) × 12
Моллюск дидакна × 1
Илистый грунт × 1
Хищники (тюлень) × 2000
Планктофаги (килька, атерина) × 10
Бентофаги (вобла, бычок каспийская пуголовка, персидский осетр, русский осетр) × 50
Моллюск дидакна × 5
Песчаный грунт × 1
Хищники (тюлень) × 440
Планктофаги (килька, атерина) × 2
Бентофаги (вобла, бычок каспийская пуголовка, персидский осетр, русский осетр) × 11
Моллюск дидакна × 1
Ракушечный грунт × 1

Несмотря на то, что ракушечные грунты аккумулируют ртуть в большей степени, чем другие виды грунтов, тем не менее аккумуляционная способность организмов данного металла выше на песчаных грунтах.

Наименьший уровень аккумуляции ртути наблюдался у моллюсков. Их коэффициент накопления по отношению к грунтам составлял 1 (на илистом и ракушечном грунтах) и 5 (на песчаном). Несмотря на то, что вобла питается преимущественно моллюсками [9], концентрация ртути в ней более чем в 2 раза больше, чем у бычков, которые способны потреблять и мелкую рыбу. Бентофаги русский и персидский осетры могут питаться всеми рассмотренными выше организмами. Выявлено, что аккумуляционная способность печени персидского осетра в 1,4 раза выше, чем у печени русского осетра. Наибольших значений ртуть достигает в печени каспийского тюленя [10, 11]. Коэффициент накопления металла в ней на песчаных грунтах составляет 2000, что в 5 раз больше, чем на других видах грунтов (среднее значение по грунтам – 460).

В ходе проведенных исследований выявлено, что концентрация ртути в исследованных видах рыб невелика и не превышает установленных норм в России (для морских рыб – 0,5 мг/кг сырой массы).

### **Выводы**

На основании приведенных выше данных следует, что аккумуляция тяжелых металлов является видовой особенностью рыб и зависит от физиологических характеристик рыб и факторов среды различных экологических ниш, которые занимают эти виды, а также от свойств аккумулируемых металлов. Цинк не аккумулируется по трофической цепи экосистемы Каспийского моря. Тогда как миграция ртути в организмах происходит с повышением трофического уровня.

### **Список литературы**

1. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. М.: Наука, 2006. 261 с.
2. Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. Биогеохимическая индикация состояния рыб. М.: Наука, 2004. 212 с.
3. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М.: Высш. шк., 1960. 554 с.
4. Давыдова О.А., Климов Е.С., Ваганова Е.С., Ваганов А.С. Влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах. Ульяновск: УлГТУ, 2014. 167 с.
5. Санитарные правила и нормы. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2. 560-96. М.: Госкомэпиднадзор России, 1996. 269 с.
6. Соболев К.Д. Особенности накопления тяжелых металлов в органах и тканях рыб различных экологических групп // Современные проблемы водной токсикологии. Борок: РАН, 2005. С. 128–129.
7. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. М.: Колос, 1971. 246 с.
8. Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. М.: Мир, 1987. 286 с.

9. Иванов В.П., Егорова В.И., Ершова Т.С. Ихтиология. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. 360 с.

10. Чаплыгин В.А., Ершова Т.С., Зайцев В.Ф. Миграция ртути по пищевым цепям гидробионтов в Каспийском море // Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России: материалы XVIII Междунар. науч. конф. Грозный: Академия наук ЧР, 2016. С. 388–391.

11. Zaitsev V., Ershova T. The content of mercury and cadmium in the bodies of the Caspian seal (*Phocacaspica*, Gmelin, 1788) // International Scientific Conference on Ecological Crisis: Technogenesis and Climate Change. Beograd 21 – 23 April 2016. P. 129–130.

**Сведения об авторах:** Чаплыгин Владимир Александрович, младший научный сотрудник, e-mail: wladimirchap@yandex.ru;

Танасова Анастасия Сергеевна, аспирант, e-mail: tanasova\_a\_s@mail.ru;

Ершова Татьяна Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: ershova\_ts@mail.ru;

Зайцев Вячеслав Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: viacheslav-zaitsev@yandex.ru.

---

---

# СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

---

---

УДК 621.3

**В.В. Кирюха<sup>1</sup>, Ю.М. Горбенко<sup>2</sup>, А.Ю. Сашенко<sup>2</sup>, В.С. Яблокова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690086, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

<sup>2</sup> Дальневосточный федеральный университет,  
690090, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

## МЕТОД КОРРЕКТИРОВКИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

*Рассматривается алгоритм диагностики электрических цепей при неточных измерениях и «шуме» параметров по методу наименьших квадратов. В алгоритме предусматривается корректировка решения на основе точного выполнения компонентных уравнений. Даны рекомендации по формированию системы уравнений и получены формулы для определения значения корректирующего коэффициента.*

**Ключевые слова:** электрическая цепь, диагностика, метод наименьших квадратов, корректирующие коэффициенты, компонентные уравнения.

## V.V. Kiryuha, Yu.M. Gorbenko, A.Yu. Sashenko, V.S. Yablokova THE ADJUSTING METHOD OF THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF ELECTRICAL CIRCUITS DIAGNOSTICS

*An algorithm for diagnosing electric circuits at inaccurate measurements and noise parameters according to the least squares technique. The algorithm provides the correction of the solution based on the exact implementation of the component equations. Recommendations are given on the formation of a system of equations and formulas are obtained for determining the value of the corrective coefficient.*

**Key words:** electric circuit, diagnosing, least squares technique, corrective coefficient, component equations.

### **Введение**

Развитие судовых электроэнергетических систем выдвигает задачи, связанные с диагностикой сложных электрических цепей и использованием результатов диагностирования для повышения надежности и качества работы таких систем. Решение данной задачи часто осуществляется для объектов, находящихся в рабочем режиме. Следовательно, исходная информация – это измерительная информация, содержащая погрешности, и «расплывчатая» априорная. Такая неопределенность не позволяет получить точное решение, а только лишь оценку. Для его улучшения требуется привлекать дополнительную информацию, корректирующую решение. В данной работе предлагается способ корректировки при использовании компонентных уравнений.

### **Объекты и методы исследований**

Решение задачи диагностики электрических цепей (ДЭЦ) в условиях недостаточного количества измерительной и априорной информации – приближительное. Один из методов

решения задачи ДЭЦ при таких исходных данных – метод наименьших квадратов (МНК) при детерминированной постановке [1, 2]. Решение задачи ДЭЦ по МНК есть точечная оценка, лежащая внутри симплекса, определяемого активными ограничениями, входящими в набор рассматриваемых в задачах ограничений, сформированных на основе интервальных оценок измеренных величин и параметров. Это решение не всегда удовлетворяет всем ограничениям электрической цепи (ЭЦ). Этому в немалой степени способствует тот факт, что функционал МНК в равной мере учитывает как активные, так и все остальные ограничения. В результате за счет действия неактивных ограничений решение по МНК может оказаться за пределами симплекса.

Кроме этого, следует учитывать, что в систему уравнений, описывающих задачу ДЭЦ, входят величины, имеющие различные физические размерности (имеются в виду токи, напряжения, сопротивления, проводимости, безразмерные коэффициенты). Тогда невязки суммы квадратов, сильно отличающихся по порядку числовых значений величин, будут доминировать над остатками величин, измеряемых малыми числовыми значениями, и информация, заключенная в последних, не может должным образом повлиять на решение.

Далее может быть известно, что результаты некоторых измерений менее достоверны, чем остальные, и появляется естественное требование уменьшить их влияние на решение.

Среди ограничений есть и другие, например, принцип тождественности [1, 2].

Таким образом, при использовании МНК для решения задачи ДЭЦ необходимо разработать методику корректировки коэффициентов и правых частей исходных уравнений, учитывающую необходимость выполнения требований инженерной постановки задачи.

### Результаты и их обсуждение

Рассмотрим еще одно ограничение, ранее не рассматриваемое. В системе уравнений есть компонентные уравнения  $u_k = \pi_\varepsilon \cdot v_k$ , а следовательно, критерием адекватности полученных результатов является их точное выполнение (или приближенное с высокой степенью совпадения).

Рассмотрим систему уравнений задачи ДЭЦ [1, 2], представленную в блочном виде:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline A_{11} & A_{12} \\ \hline A_{21} & A_{22} \\ \hline \end{array} \cdot \begin{array}{|c|} \hline X_1 \\ \hline X_2 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline F_1 \\ \hline F_2 \\ \hline \end{array},$$

где  $A_{11}$  – подматрица размера  $[(2p-n), n]$ ;

$p$  – количество ветвей ЭЦ;

$n$  – количество неизвестных параметров;

$A_{12}$  – подматрица размера  $[(2p-n), (2p-n)]$ ;

$A_{21}$  – подматрица размера  $[2(m_I + m_U + n), (2p-n)]$ ;

$m_I$  – количество измеренных токов;

$m_U$  – количество измеренных напряжений;

$A_{22}$  – подматрица размера  $[2(m_I + m_U + n), (2p-n)]$ ;

$X_1$  – вектор неисключаемых переменных размера  $[n, 1]$ ;

$X_2$  – вектор исключаемых переменных размера  $[(2p-n), 1]$ ;

$F_1$  – подматрица правой части системы уравнений размера  $[(2p-n), 1]$ ;

$F_2$  – подматрица правой части системы уравнений размера  $[2(m_I + m_U + n), 1]$ .



Связи, обусловленные уравнением, запишем в виде двух уравнений

$$\begin{aligned} X_2 &= A_{12}^{-1} \cdot F_1 - A_{12}^{-1} \cdot A_{11} \cdot X_1, \\ A_\lambda \cdot X_1 &= F_\lambda, \end{aligned}$$

где  $A_\lambda = A_{21} - A_{22} \cdot A_{12}^{-1} \cdot A_{11}$ ,  $F_\lambda = F_2 - A_{22} \cdot A_{12}^{-1} \cdot F_1$ .

Пусть измерены две переменные  $x_1$  и  $x_2$ , заданные нижней и верхней границами:  $f_{1\alpha} \leq x_1 \leq f_{1\beta}$ ,  $f_{2\alpha} \leq x_2 \leq f_{2\beta}$ , входящие в компонентное уравнение  $x_2 = \pi \cdot x_1$  (индексы  $\alpha$  и  $\beta$  определяют нижнюю и верхнюю границы переменной соответственно). По отношению к каждой переменной применимы корректирующие коэффициенты  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . При этом матрицы  $A_\lambda$  и  $F_\lambda$  будут иметь вид

$$A_\lambda = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1\ell} \\ \hline a_{21} & a_{22} & \vdots & \vdots & a_{2\ell} \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline a_{2n,1} & a_{2n,2} & \dots & \dots & a_{2n,\ell} \\ \hline & \lambda_2 & & & \\ \hline & \lambda_2 & & & \\ \hline \lambda_1 & & & & \\ \hline \lambda_1 & & & & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|} \hline A_1 & A_2 \\ \hline \lambda_1 & \mathbf{O} \\ \hline \lambda_1 & \\ \hline \end{array},$$

$$F_\lambda = \begin{array}{|c|} \hline f_1 \\ \hline f_2 \\ \hline \vdots \\ \hline f_{2n} \\ \hline \lambda_2 \cdot f_{2\alpha} \\ \hline \lambda_2 \cdot f_{2\beta} \\ \hline \lambda_1 \cdot f_{1\alpha} \\ \hline \lambda_1 \cdot f_{1\beta} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \bar{F}_1 \\ \hline \lambda_1 \cdot f_{1\alpha} \\ \hline \lambda_1 \cdot f_{1\beta} \\ \hline \end{array}.$$

Используя правило обращения окаймленных матриц, получаем решение

$$\tilde{X}_1 = \left[ \frac{1}{\bar{k}_1 + 2\lambda_1^2} \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & -\dot{I}_1 \\ \hline -\dot{I}_1^{\circ} & \dot{I}_1^{\circ} \cdot \dot{I}_1 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & \mathbf{O} \\ \hline \mathbf{O} & S_1^{-1} \\ \hline \end{array} \right] \cdot \begin{array}{|c|} \hline A_1^{\circ} \cdot \bar{F}_1 + \lambda_1^2 \cdot \mu_1 \\ \hline A_2^{\circ} \cdot F_1 \\ \hline \end{array},$$

где  $S_1 = A_2^{\circ} \cdot A_2$ ,  $\dot{I}_1 = A_1^{\circ} \cdot A_2 \cdot S_1^{-1}$ ,  $\bar{k}_1 = A_1^{\circ} \cdot A_1 - \dot{I}_1 \cdot A_2^{\circ} \cdot A_1$ ,  $\mu_1 = f_{1\alpha} + f_{1\beta}$ .

Первый элемент  $\tilde{x}_1$  вектора  $\tilde{X}_1$  равен

$$\tilde{x}_1 = \frac{1}{\bar{k}_1 + 2\lambda_1^2} \{ [A_1^{\dot{0}} - \dot{I}_1 \cdot A_2^{\dot{0}}] \cdot \bar{F}_1 + \lambda_1^2 \mu_1 \}.$$

Все остальные элементы вектора  $\tilde{X}_1$  получаются через  $\tilde{x}_1$  линейно:

$$\tilde{X}_1^{(1)} = (A_2^{\dot{0}} \cdot A_2)^{-1} \cdot A_2^{\dot{0}} \cdot [A_1 \cdot (-\tilde{x}_1) + \bar{F}_1],$$

где  $\tilde{X}_1^{(1)}$  – подвектор вектора  $\tilde{X}_1$  без его элемента  $\tilde{x}_1$ .

Представим матрицу  $A_2$  в блочном виде

$$A_2 = \begin{bmatrix} A_3 & A_4 \\ \lambda_2 & \mathbf{O} \\ \lambda_2 & \mathbf{O} \end{bmatrix}.$$

Запишем решение для  $\tilde{X}_1^{(1)}$  в развернутом виде

$$\tilde{X}_1^{(1)} = \left[ \frac{1}{\bar{k}_2 + 2\lambda_2^2} \begin{bmatrix} 1 & -\dot{I}_2 \\ -\dot{I}_2^{\dot{0}} & \dot{I}_2^{\dot{0}} \cdot \dot{I}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & \mathbf{O} \\ \mathbf{O} & S_2^{-1} \end{bmatrix} \right] \cdot \begin{bmatrix} A_3^{\dot{0}} \cdot [A_1 \cdot (-x_1) + \bar{F}_1] + \lambda_2^2 \cdot \mu_2 \\ A_4^{\dot{0}} \cdot [A_1 \cdot (-\tilde{x}_1) + \bar{F}_1] \end{bmatrix},$$

где  $S_2 = A_4^T \cdot A_4$ ,  $\dot{I}_2 = A_3^T \cdot A_4 \cdot S_2^{-1}$ ,  $\bar{k}_2 = A_3^{\dot{0}} \cdot A_3 - \dot{I}_2 \cdot A_4^{\dot{0}} \cdot A_3$ ,  $\mu_2 = f_{2\alpha} + f_{2\beta}$ .

Из этого выражения определяем элемент  $\tilde{x}_2$  вектора  $\tilde{X}_1$

$$\begin{aligned} \tilde{x}_2 &= \frac{1}{\bar{k}_2 + 2\lambda_2^2} \{ [A_3^{\dot{0}} - \dot{I}_2 \cdot A_4^{\dot{0}}] \cdot [A_1 \cdot (-x_1) + \bar{F}_1] + \lambda_2^2 \cdot \mu_2 \} = \\ &= \frac{1}{\bar{k}_2 + 2\lambda_2^2} \{ [A_3^{\dot{0}} - \dot{I}_2 \cdot A_4^{\dot{0}}] \cdot A_1 \cdot (-x_1) + [A_3^{\dot{0}} - \dot{I}_2 \cdot A_4^{\dot{0}}] \cdot \bar{F}_1 + \lambda_2^2 \cdot \mu_2 \}. \end{aligned}$$

Между переменными  $\tilde{x}_2$  и  $\tilde{x}_1$  существует линейная связь

$$\tilde{x}_2 = c_2 \tilde{x}_1 + b_2,$$

где  $c_2 = \frac{1}{\bar{k}_2 + 2\lambda_2^2} [A_3^{\dot{0}} - \dot{I}_2 \cdot A_4^{\dot{0}}] \cdot (-A_1)$ ,

$$b_2 = \frac{1}{\bar{k}_2 + 2\lambda_2^2} \{ [A_3^{\dot{0}} - \dot{I}_2 \cdot A_4^{\dot{0}}] \cdot \bar{F}_1 + \lambda_2^2 \cdot \mu_2 \}.$$

Параметр компонентного уравнения определяется из соотношения

$$\pi = \frac{\tilde{x}_2}{\tilde{x}_1} (\tilde{x}_2, \tilde{x}_1 \in M_1 \cup M_U).$$

Следовательно, коэффициент  $b_2 = 0$ .

Имеем

$$\frac{1}{k_2 + 2\lambda_2^2} \{ [A_3^0 - I_2 \cdot A_4^0] \cdot \bar{F}_1 + \lambda_2^2 \cdot \mu_2 \} = 0.$$

Значение корректирующего коэффициента  $\lambda_2^2$

$$\lambda_2^2 = \frac{(M_2 \cdot A_4^T - A_3^T) \cdot \bar{F}_1}{\mu_2}.$$

### Выводы

В результате проведенных исследований предложен алгоритм корректировки решения задачи ДЭЦ при неточных измерениях и «расплывчатой» априорной информации о параметрах по МНК. Реализация алгоритма осуществлена путем введения корректирующих коэффициентов для обеспечения точного выполнения компонентных уравнений. Предложена структура описания задачи ДЭЦ и получено выражение для определения корректирующего коэффициента.

### Список литературы

1. Киншт Н.В., Герасимова Г.Н., Кац М.А. Диагностика электрических цепей. М.: Энергоатомиздат, 1983. 192 с.
2. Горбенко Ю.М., Яблокова В.С., Кирюха В.В. Корректировка решения задачи диагностики электрических цепей. (Формирование несовместной переопределенной системы уравнений). Международный издательский дом LAMBERT Academic Publishing, 2015. 63 с.

**Сведения об авторах:** Кирюха Владимир Витальевич, доцент; e-mail: vkiryuha@list.ru;  
Горбенко Юрий Михайлович, кандидат технических наук, доцент; e-mail: gorbenko.um@mail.ru;

Сащенко Анна Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент; e-mail: sashenko8@yandex.ru;

Яблокова Виктория Сергеевна, кандидат технических наук, доцент; e-mail: victoryapple@andex.ru.

---

---

# ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

---

---

УДК 35.078.3

**Е.В. Глебова, В.С. Паначина**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ФОРМИРОВАНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ, УСТАНОВЛЕННЫХ К ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

*Рассмотрены элементы повышения эффективности надзорной деятельности за соблюдением обязательных требований, установленных к пищевой продукции. С помощью нотации IDEF0 построена контекстная диаграмма выполнения административной процедуры проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному. В результате декомпозиции контекстной диаграммы с помощью нотации IDEF0 была получена функциональная модель проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному, соединившая в себе информационные потоки и управляющие воздействия. В ходе работы была проведена декомпозиция целеполагания исследуемого объекта до деления целей нижнего уровня на простые задачи, совокупное выполнение которых позволит достичь глобальную цель проведения проверки. Полученные простые действия, образующие фундамент дерева целей, послужили основой для формирования показателей результативности процедуры проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному.*

**Ключевые слова:** государственная проверка, пищевая продукция, обязательные требования, технический регламент, процесс, модель процесса, цель процесса, показатель результативности.

**E.V. Glebova, V.S. Panachina**

## **DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGICAL APPROACH TO FORMING THE INDICATORS OF THE SURVEY OF THE SUPERVISORY ACTIVITY, FOR THE COMPLIANCE OF THE MANDATORY REQUIREMENTS OF THE FOODSTUFFS INSTALLED**

*Elements of increasing the effectiveness of supervision activities over observing the mandatory requirements established for food products are considered. With the help of the IDEF0 notation, a contextual diagram of the implementation of the administrative procedure for checking compliance with the mandatory requirements for kvass bread was constructed. As a result of the decomposition of the contextual diagram with the help of IDEF0 notation, a functional model of conducting a scheduled on-site inspection for observing the obligatory requirements for kvass bread, which combined information flows and control actions, was obtained. In the course of the work, the goal-goaling of the investigated object was decomposed, prior to dividing the lower-level objectives into simple tasks, the combined implementation of which would make it possible to achieve the global goal of the verification. Obtained simple actions that form the foundation of the goal tree, served as the basis for the formation of indicators of the effectiveness of the procedure for conducting a routine on-site inspection of compliance with the mandatory requirements for kvass bread.*

**Key words:** state inspection, food products, mandatory requirements, technical regulations, process, process model, process goal, indicator of results.

В настоящее время важную роль в обеспечении населения страны безопасными продуктами питания отведена государственным органам, уполномоченным осуществлять государственный надзор за изготовлением и оборотом пищевых продуктов. Проведение надзорных мероприятий регулируется законодательной базой, включающей в себя федеральные законы РФ, технические регламенты Таможенного Союза и ЕАЭС, а также кодекс об административных правонарушениях, на основании требований которых систематически проводится проверка на государственном уровне.

Государственные органы, уполномоченные выполнять государственные функции, разрабатывают и утверждают административные регламенты в соответствии с Правилами разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций [1].

Использование административных регламентов призвано решить широкий круг задач: упорядочивание административных процедур, устранение избыточных административных барьеров, обеспечение открытости деятельности органов исполнительной власти, детальная регламентация деятельности государственных служащих, снижение коррупциогенных факторов, – и как следствие повысить эффективность надзорной деятельности государственных органов.

Одним из элементов повышения эффективности надзорной деятельности государственных органов является наличие соответствующего инструмента оценки качества проведения надзорной деятельности. Согласно стандартам ИСО серии 9000 универсальным инструментом повышения эффективности любой деятельности, при условии рассмотрения ее как процесса, является измерение результативности ее процессов. На сегодняшний день существует достаточное количество публикаций по оценке результативности, однако методы определения результативности нигде не регламентируются, предложенные в литературе критерии оценки представлены достаточно объемным перечнем, либо слишком сжаты или предложены методики оценки слишком трудоемкие для использования, и как следствие каждая организация сталкивается с необходимостью выбора своего способа определения результативности [2].

Узким местом при разработке любой методики оценки результативности является определение показателей результативности отдельных процессов, их количественная оценка и весомость. Показатели результативности являются специфическими для каждой организации и устанавливаются с учетом его вида деятельности, масштаба и субъективных характеристик. При этом показатели результативности должны удовлетворять следующим требованиям: однозначность, «прозрачность» для руководителей организации, понятность выполняющему процесс персоналу, измеримость, удобство для владельцев процессов, управляющих ими на основе этих показателей. От сложных и трудноизмеримых показателей следует отказываться в пользу более понятных, основанных на простой логике. Перечень показателей должен наиболее полно отражать измеряемую деятельность в конкретный отчетный период. Помимо выбора показателей необходимо также решить вопрос о целевых значениях показателей, источниками которых являются стратегические планы организации и ее подразделений [3].

Целью исследования является разработка методического подхода к формированию показателей результативности государственных проверок за соблюдением обязательных требований к пищевой продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ нормативной и законодательной базы надзорной деятельности и анализ методических подходов к определению результативности;
- провести анализ административной процедуры проведения государственного надзора за соблюдением обязательных требований, установленных к пищевой продукции;

- разработать методический подход к формированию показателей результативности проведения государственного надзора за соблюдением обязательных требований, установленных к пищевой продукции.

Объектом исследования являются методы оценки результативности.

Предметом исследования являются функциональные и целевые модели, а также формирование показателей результативности административной процедуры по проверке за соблюдением обязательных требований к пищевой продукции.

Методами исследования в рамках работы выступают методы функционального моделирования.

Проведенный анализ экономической категории «результативность» и методических подходов к определению результативности позволил выявить следующее согласно ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»: под результативностью понимается степень реализации запланированной деятельности и запланированных результатов [4]. Под результатами запланированной деятельности следует понимать измеримый итог, выраженный количественно, который должен быть достигнут вследствие выполнения какого-либо действия в соответствии с целью этого действия.

Анализ методов оценки результативности показал, что на сегодняшний момент для оценки результативности доминируют аддитивные модели, отличающиеся субъективностью оценки влияния частных показателей результативности на результативность процесса в целом.

Анализ административной процедуры проведения государственного надзора за соблюдением обязательных требований, установленных к пищевой продукции, показал, что в рамках осуществления государственного надзора проводятся следующие мероприятия:

- рассмотрение документов проверяемого субъекта;
- обследование помещений, оборудования, подобных объектов;
- установление наличия продукции, указанной в распоряжении на проверку;
- отбор образцов продукции для проведения их исследований, испытаний, экспертиз;
- идентификация продукции;
- исследования, испытания, экспертизы продукции, обеспечивающие достоверность и объективность результатов проверки;
- оценка соответствия продукции обязательным требованиям технических регламентов.

К документам проверяемого субъекта, рассматриваемым при проведении проверки, относятся:

- свидетельство о государственной регистрации юридического лица или индивидуального предпринимателя;
- устав;
- уведомление о начале осуществления предпринимательской деятельности;
- документы о государственной регистрации (при надзоре за специализированной продукцией или продукцией нового вида);
- документы санитарно-ветеринарной экспертизы (для переработанной пищевой продукции животного происхождения);
- документы о подтверждении соответствия проверяемой продукции (декларации о соответствии или сертификаты соответствия);
- документы о наличии и внедрении процедур, основанных на принципах ХАССП (для пищевой продукции), и другие в зависимости от объекта надзора.

Каждый этап проведения проверки документируется:

- при отборе образцов заполняется акт отбора образцов;

- при проведении идентификации образцов заполняется протокол идентификации и технического осмотра;
- результат проведенных исследований образцов оформляется в виде протокола испытаний по установленной в аккредитованной испытательной лаборатории форме;
- завершается любая проверка составлением акта проверки по установленной в органе надзора форме;
- при отрицательных результатах проверки предприятию выдается предписание об устранении нарушения или другие предписания.

В результате проведенного анализа очевидна сложная и многоуровневая система действий во время проведения проверки, включающая большое количество информационных ресурсов, различающихся по виду информации, по способу доступа к ней, по способу формирования и распространения, а также большое количество лиц и организаций, задействованных в проверке.

Учитывая многоаспектность процедуры проверки для ее структурирования и описания, была выбрана нотация IDEF0. Данная нотация представляет собой функциональную модель, увязывающую воедино информационные и материальные потоки, оргструктуру, управляющие воздействия и саму деятельность. В нашей стране нотация IDEF0 является одним из наиболее популярных инструментов графического моделирования процессов.

В результате применения нотации IDEF0 к моделированию административной процедуры проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к пищевой продукции, была получена контекстная диаграмма выполнения административной процедуры проверки, с указанными на ней входами (слева), механизмами (снизу), управляющими механизмами (сверху) и выходами (справа). Контекстная диаграмма составлена на примере проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному, изготовленному в ООО «ТОН», представлена на рис. 1.

В результате дальнейшей декомпозиции контекстной диаграммы с помощью нотации IDEF0 была получена функциональная модель проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному, соединившая в себе информационные потоки и управляющие воздействия. Полученная функциональная модель проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному, представлена на рис. 2.

Результативность деятельности организации во многом зависит от обоснованности системы целей, поскольку достижение генеральной стратегической цели организации/процесса (в нашем случае процедуры проверки) является достаточно сложной задачей, так как необходимо выстроить иерархию целей, включающую декомпозицию целей верхнего уровня на более мелкие частные цели нижних уровней. Декомпозицию целеполагания объекта необходимо проводить до деления целей нижнего уровня на простые задачи, совокупное выполнение которых позволит достичь глобальной цели проведения проверки.

Функциональная модель процедуры проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному (рис. 2), послужила основой для построения дерева целей и позволила сформулировать частные цели всех этапов процедуры проведения плановой выездной проверки.

Дерево целей процедуры проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному, с декомпозированными частными целями и установленными простыми действиями для достижения каждой из них, представлено на рис. 3.

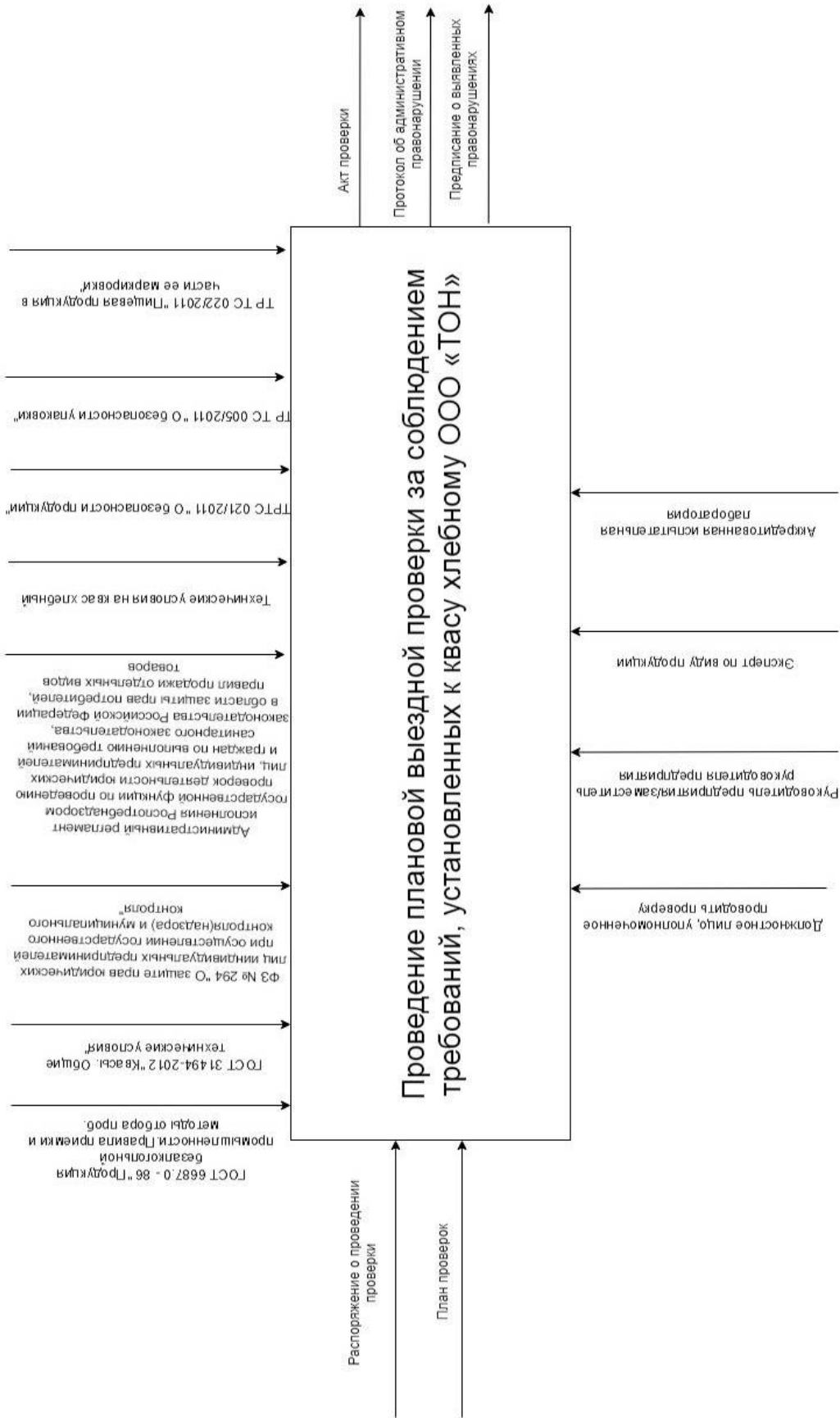


Рис. 1. Контекстная диаграмма проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному

Fig. 1. Context diagram of the planned on-site inspection of compliance with mandatory requirements for kvass bread



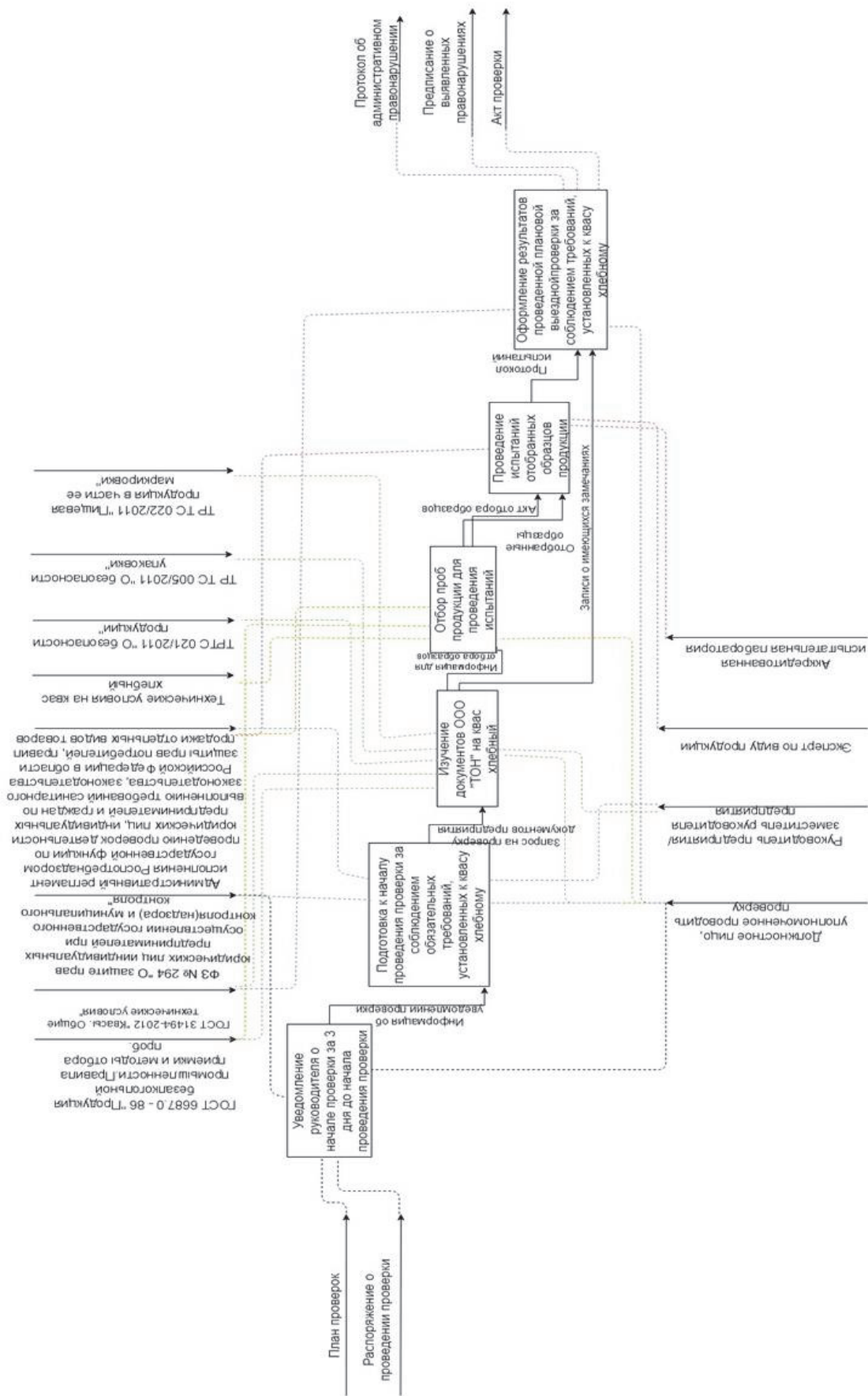


Рис. 2. Функциональная модель процедуры проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному

Fig. 2. Functional model of the procedure for conducting a routine on-site inspection of compliance with mandatory requirements for kvass bread

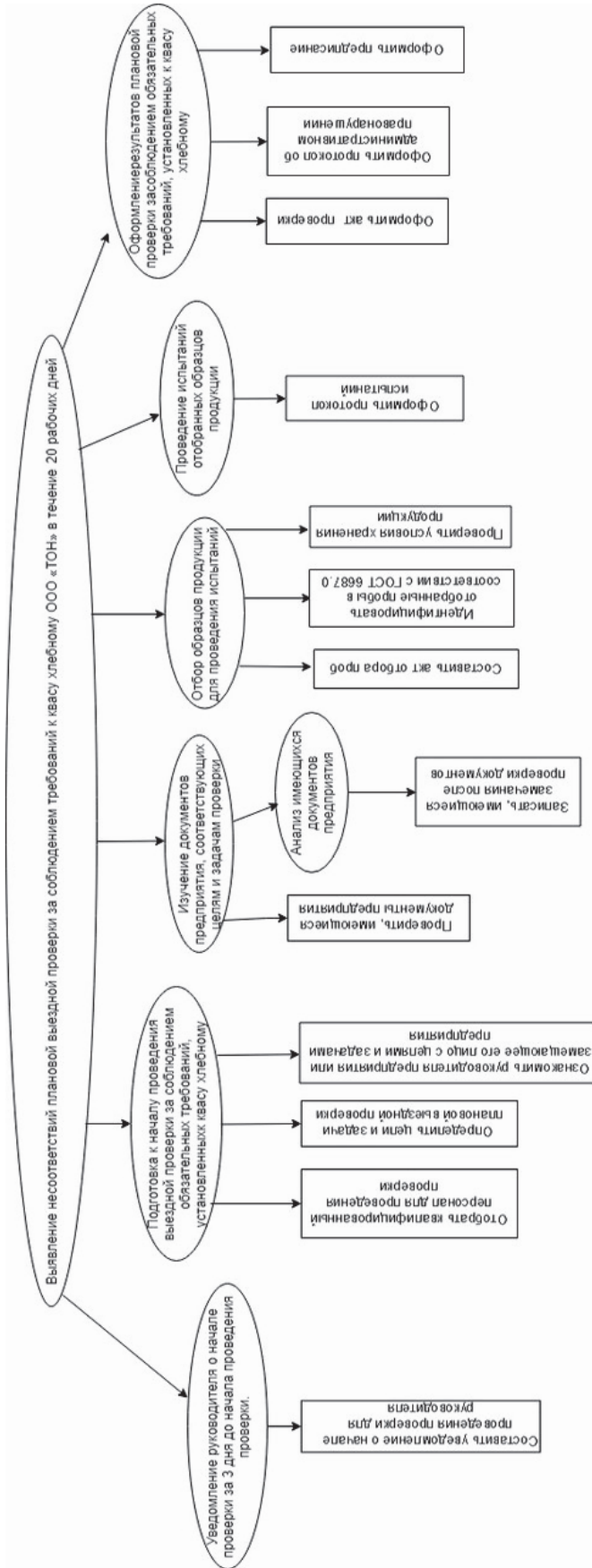


Рис. 3. Дерево целей процедуры проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному  
 Fig. 3. The tree of objectives of the procedure for conducting a scheduled on-site inspection of compliance with mandatory requirements for kvass bread

Фундамент дерева целей насчитывает 13 простых действий, анализ и мониторинг выполнения которых обеспечит гарантированное достижение глобальной цели. Результативность проведения проверки будет зависеть от правильности выполнения выделенных простых действий, образующих фундамент дерева целей, исходя из этого были сформулированы показатели результативности процедуры проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному (таблица).

**Показатели результативности процедуры проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному**

**Indicators of effectiveness of the procedure for conducting a routine on-site inspection of compliance with mandatory requirements for kvass bread**

Показатель результативности	Обозначение показателя результативности
Степень соответствия уведомительного письма требованиям законодательства	R <sub>1</sub>
Доля компетентных должностных лиц, задействованных в проверке	R <sub>2</sub>
Степень соответствия целей, задач плановой выездной проверки требованиям законодательству	R <sub>3</sub>
Степень осведомленности руководителя с проведением плановой выездной проверки	R <sub>4</sub>
Доля проверенных документов в соответствии с административным регламентом	R <sub>5</sub>
Степень соответствия записей о замечаниях требованиям законодательства	R <sub>6</sub>
Степень соответствия составленного акта отбора проб требованиям законодательства	R <sub>7</sub>
Степень соответствия процедуры идентификации образцов согласно ГОСТ 6687.0-86	R <sub>8</sub>
Степень соответствия условий хранения продукции техническим инструкциям	R <sub>9</sub>
Степень соответствия оформленного протокола испытаний требованиям законодательства	R <sub>10</sub>
Степень соответствия акта проверки требованиям законодательства	R <sub>11</sub>
Степень соответствия протокола об административных правонарушениях требованиям законодательства	R <sub>12</sub>
Степень соответствия предписания об устранении выявленных нарушений требованиям законодательства	R <sub>13</sub>

Для дальнейшей оценки результативности проведения проверки в соответствии с методическими рекомендациями сформулированные показатели результативности подлежат классической методике расчёта по формуле (1) [5]:

$$R = R_1 \times K_1 + R_2 \times K_2 + \dots + R_n \times K_n, \quad (1)$$

где R<sub>n</sub> – количественное значение единичных показателей результативности; K<sub>n</sub> – коэффициент весомости единичных показателей результативности.

Однако, учитывая специфику изучаемого процесса, была выполнена корректировка переведенной формулы, так как анализ административной процедуры проведения проверки показал, что все этапы процедуры, а соответственно и оценивающие их выполнение показатели результативности являются равнозначными, так как административная процедура – это нормативно установленный последовательный порядок реализации административно-властных полномочий. Учитывая вышесказанное, для расчёта результативности проведения проверки была использована формула (2):

$$R = (R_1 + R_2 + \dots + R_n) / n, \quad (2)$$

где  $R_n$  – количественное значение единичных показателей результативности;  $n$  – количество показателей результативности.

### **Выводы**

1. Анализ нормативной и законодательной базы надзорной деятельности показал, что проведение надзорной деятельности регулируется целым рядом законодательных и нормативных актов, а именно: федеральными законами РФ, техническими регламентами Таможенного союза и ЕАЭС, кодексом об административных правонарушениях, административными регламентами, составленными в соответствии с Правилами разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций.

Анализ методических подходов к определению результативности показал отсутствие регламента к определению результативности. Критерии оценки результативности представлены достаточно объемным перечнем либо слишком сжаты, а также имеют узкую специализацию в соответствии с оцениваемыми объектами. Полностью отсутствуют рекомендации по обоснованию выбранных критериев оценки результативности и формулировке соответствующих им показателей результативности.

2. Анализ административной процедуры проведения государственного надзора за соблюдением обязательных требований, установленных к пищевой продукции, позволили выявить основные функции надзорного органа, требующие обязательного исполнения. В результате анализа были составлены перечень документов проверяемого субъекта и перечень ответственных лиц.

3. Разработанный методический подход к формированию показателей результативности надзорной деятельности состоит из трех этапов.

На первом этапе выполняется описание и структурирование процедуры проверки с использованием нотации IDEF0, позволяющей объединить функции ответственных лиц и информационные потоки проверки в соответствии с административной процедурой. В результате проделанной работы в соответствии с правилами применения нотации IDEF0 были разработаны контекстная диаграмма и функциональная модель на примере проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному. Функциональная модель проведения плановой выездной проверки за соблюдением обязательных требований, установленных к квасу хлебному, декомпозирована на 6 функциональных блока, каждый из которых соответствует определенной функции, следовательно, имеет свою цель и свой результат.

Второй этап разработанной методики заключается в выполнении целеполагания процедуры проведения проверки с помощью построения дерева целей, где в соответствии с функциональной моделью проведения плановой выездной проверки первый уровень занимает глобальная цель проведения проверки, на втором уровне располагаются цели, соответствующие функциям блоков функциональной модели. Для преобразования целей в показатели результативности была проведена декомпозиция целей второго уровня до простых действий, составляющих фундамент дерева целей.

Третьим этапом разработанной методики были сформулированы показателями результативности, в основу которых были положены простые действия, составляющие фундамент дерева целей, контроль выполнения которых не вызывает трудностей. Полученные показатели результативности проведения проверки составляют основу оценки результативности надзорной деятельности за соблюдением обязательных требований, установленных к пищевой продукции. В соответствии с традиционным подходом к оценке результативности найденные числовые значения показателей результативности подлежат усреднению либо определению коэффициентов весомости каждого из них в общей результативности, выбор того или иного метода зависит от специфики объекта, подлежащего оценке.

Итогом работы стал разработанный методический подход по формированию показателей результативности государственных проверок за соблюдением обязательных требований к пищевой продукции, выполнение которого позволит детально изучить и структурировать процесс любой сложности, установить всех участников процесса и их функции, построение иерархии целей процесса до простых действий в соответствии с функциональной моделью процесса, измеримость которых позволит своевременно предупредить появление несоответствий и реализовать требование постоянного улучшения в организации.

### **Библиографический список**

1. Правила разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций. Утв. Постановлением правительства РФ от 16 мая 2011 г. № 373.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. Утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1391.
3. Хомутова Е.Г., Дёрова А.И. Критерии результативности системы менеджмента качества ООО «НИИЭМИ» // Современные наукоемкие технологии. 2012. № 7. С. 66–66; URL: <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=30748> (дата обращения: 06.02.2018).
4. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1390.
5. Скрипко Л.Е. Как определять результативность и эффективность процессов? // Стандарты и качество. 2005. № 5. С. 60–63.

**Сведения об авторах:** Глебова Елена Велориевна, кандидат технических наук;  
Паначина Виктория Сергеевна.

УДК 593.1

**Е.В. Глебова, В.В. Максимова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **СООТНОШЕНИЕ ПОНЯТИЙ «ЭФФЕКТИВНОСТЬ» И «РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ» НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

*Определена разница в понятиях «эффективность» и «результативность» на основе их сравнительного анализа. Обоснованы предложения по разграничению этих понятий применительно к системам менеджмента качества.*

*Ключевые слова:* эффективность, результативность, система менеджмента качества, стандарты, оценка.

**E.V. Glebova, V.V. Maksimova**

## **INTERRELATION THE CONCEPTS OF EFFICIENCY AND EFFECTIVENESS IN THE ASSESSMENT OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM**

*The article defines the difference in the concepts of «efficiency» and «effectiveness» on the basis of their comparative analysis. Proposals for the separation of these concepts in relation to quality management systems are substantiated.*

*Key words:* efficiency, effectiveness, quality management system standards, assessment.

Как известно, система менеджмента качества (СМК) является неотъемлемым инструментом управления и совершенствования деятельности предприятия. С целью установления единого понимания основных принципов и положений теории всеобщего управления качеством используемых при построении систем менеджмента качества Международной организацией по стандартизации была определена серия стандартов в диапазоне номеров 9000 как стандартов по разработке, внедрению и функционированию СМК.

Наиболее часто применяемыми стандартами серии 9000 являются стандарты ИСО 9000:2015 (ГОСТ Р ИСО 9000:2015), ИСО 9001:2015 (ГОСТ Р ИСО 9001:2015), ИСО 9004:2010 (ГОСТ Р ИСО 9004:2010). Первый из указанных представляет собой стандарт на терминологию систем качества, второй содержит требования к системе качества, третий является стандартом, представляющим руководящие указания для достижения устойчивого успеха организации.

В рамках реализации одного из принципов, сформулированных стандартами ГОСТ Р ИСО серии 9000:2015 (непрерывного улучшения) в соответствии с пунктом 4.4, где указано, что организация должна разработать, внедрить, поддерживать и постоянно улучшать систему менеджмента качества, включая необходимые процессы и их взаимодействия. Об этом же говорится и в нескольких пунктах раздела 10. В частности, в пункте 10.3 содержится требование «постоянного улучшения результативности СМК», где организация должна рассматривать результаты анализа и оценки, выходные данные анализа со стороны руководства. Это означает, что мониторинг, измерение, анализ и оценка (пункт 9.1) выступают в качестве инструментария, направленного на реализацию принципа непрерывного улучшения, который в свою очередь обеспечивает уверенность в том, что СМК организации (предприятия) является эффективной и результативной [1, 2].

«Эффективность» и «результативность» являются многоаспектными категориями, выступающими в качестве итоговых, самых важных показателей деятельности предприятия, они дают неотъемлемую характеристику ее деятельности, а также являются основой для её совершенствования. Однако в настоящее время в данном направлении существует ряд взаимосвязанных проблем. Довольно просто что-то измерить и назвать это эффективностью или результативностью. Труднее разобраться в данных понятиях и определить наиболее подходящие методы их определения в рамках оценки СМК [3, 4].

Несмотря на то, что стандарты серии ГОСТ Р ИСО 9000, а именно, ГОСТ Р ИСО 9001:2015 дает определение «эффективности» и «результативности», на практике предприятия сталкиваются с проблемой синонимизации данных понятий, в результате чего каждый по-своему интерпретирует их. Следствием подмены понятий является отсутствие единого метода расчета данных показателей, поскольку в стандартах ГОСТ Р ИСО серии 9000 методы не регламентированы, предприятия вынуждены самостоятельно выработать механизмы определения эффективности и результативности.

Таким образом, данные вопросы является традиционно актуальными вне зависимости от объемов имеющегося теоретического и практического потенциала, поскольку при отсутствии четкого понимания терминов нет ясного механизма их определения и методики оценки.

Целью работы является сравнительный анализ, позволяющий раскрыть сущность понятий «эффективность» и «результативность», а также обоснование объектов их оценки применительно к СМК.

Объектом исследования выступают понятия «эффективность» и «результативность» применительно к оценке СМК.

В соответствии с целью исследования поставлены следующие задачи:

1. Провести дефиницию понятий «эффективность» и «результативность».
2. Провести анализ объектов, подлежащих оценке в соответствии со стандартами серии ГОСТ Р ИСО 9000.
3. Обосновать выбор объектов оценки понятиями «эффективность» и «результативность» применительно к СМК.

Дефиниция понятий «эффективность» и «результативность» проводилась путем исследования различной учебной, справочной, нормативной литературы и интернет-ресурсов. Результаты исследования представлены в таблице:

### Сущность понятий «эффективность» и «результативность»

#### The essence of the concepts of «efficiency» and «effectiveness»

Сущность понятий	
Эффективность	Результативность
1	2
Соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами [1]	Степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов [1]
(Исполнение, действие) способность выполнять работу и достигать необходимого или желаемого результата с наименьшей затратой времени и усилий [5]	Отношение фактического результата (измеряемого показателя – так называемого «критерия результативности») к плановому [10]
Достижение каких-либо определенных результатов с минимально возможными издержками или получение максимально	Результативность труда – мера эффективности труда, характеризующаяся достижением результата/цели трудовой

Окончание таблицы

1	2
возможного объема продукции из данного количества ресурсов [6]	деятельности или степенью приближения к ней [11]
Оценочная характеристика результата какого-либо процесса, например, функционирования, использования, управления, развития и т.д., отражающая степень достижения поставленной цели или задачи [7]	Результативность управления – степень достижения цели управления, ожидаемого состояния объекта управления [12]
Результат деятельности по управлению. Определяется степенью, в которой система управления способствует удовлетворению (растущих) потребностей общества [8]	
Качественное свойство результативности, которое характеризует степень рационального использования ресурсов. С ее помощью делают выводы о рациональности полученных результатов деятельности, управления [9]	

На основании данных, представленных в таблице, можно сделать вывод об отсутствии четких границ в дефиниции данных понятий.

Следует согласиться с мнением ученых (А.В. Бакулина, Ю.Б. Жаринов, А.В. Бондаренко) о том, что обзор литературных данных по определению эффективности и результативности подтверждает отсутствие однозначной интерпретации данных понятий [3]. Для дальнейшего исследования данного вопроса был проведен анализ авторитетного источника в эволюции представлений о данных понятиях, стандартам серии ГОСТ Р ИСО 9000 на предмет объектов оценки и контекста употребления понятий «эффективность» и «результативность».

Первое, что необходимо учесть, это то, что согласно ГОСТ Р ИСО 9000:2015 вышеуказанные понятия упоминаются в п. 3.7 и определяются как термины, относящиеся к результатам. Общая совокупность использования понятий эффективность и результативность в стандартах ГОСТ Р ИСО 9000:2015 [1], ГОСТ Р ИСО 9001:2015 [2], ГОСТ Р ИСО 9004:2010 [13] представлена на рис. 1.

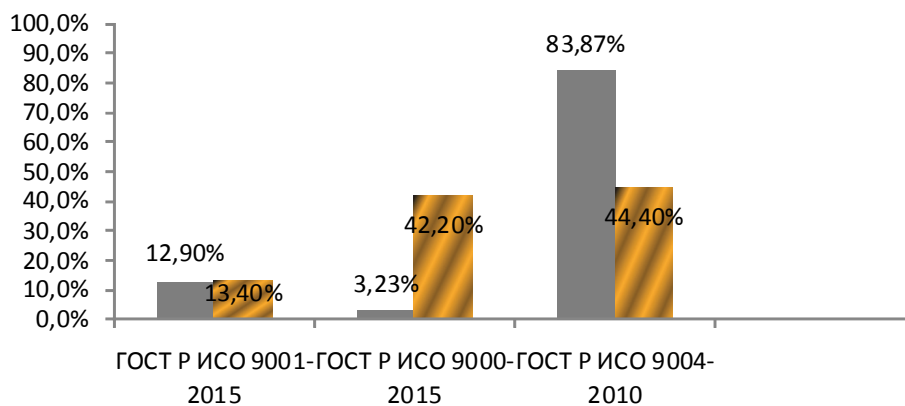


Рис. 1. Общее соотношение (процент) использования понятий «эффективность» и «результативность» в стандартах ГОСТ Р серии 9000, где ■ – эффективность; ■ – результативность  
 Fig. 1. The general ratio (%) of using the concepts of «efficiency» and «effectiveness» in the GOST R standards of the 9000 series, where ■ – efficiency; ■ – effectiveness



Анализ полученных данных по использованию понятий «эффективность» и «результативность» показал их наличие во всех трех нормативных документах. Следовательно, применение обоих понятий при оценке СМК является правомочным.

В соответствии с поставленными задачами был проведен анализ стандартов ГОСТ Р ИСО серии 9000 на предмет выявления и систематизации объектов, выступающих в связке с понятиями «эффективность» и «результативность».

В результате проведенного анализа было условно определено 5 категорий объектов, рекомендуемых оценивать понятиями «эффективность» и «результативность»:

- деятельность;
- организация;
- СМК;
- процессы;

- прочее (цели, решения, работа, объект, средства управления, действия, личная результативность, принятые меры, инфраструктура, условия эксплуатации, производственная среда, принятие решений, использование ресурсов, возможности).

Диаграммы, отражающие процентное соотношение использования понятий «эффективность» и «результативность» применительно к выделенным объектам, представлены на рис. 2–4.

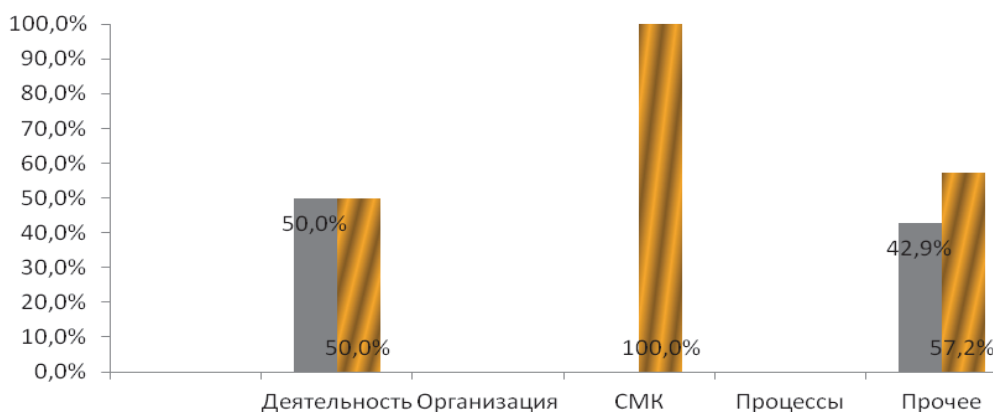


Рис. 2. Процентное соотношение понятий «эффективность» и «результативность» по объектам ГОСТ Р ИСО 9000-2015, где ■ – эффективность; ■ – результативность

Fig. 2. Percentage ratio the concepts of «efficiency» and «effectiveness» for the objects of GOST R ISO 9000-2015, where ■ – efficiency; ■ – effectiveness

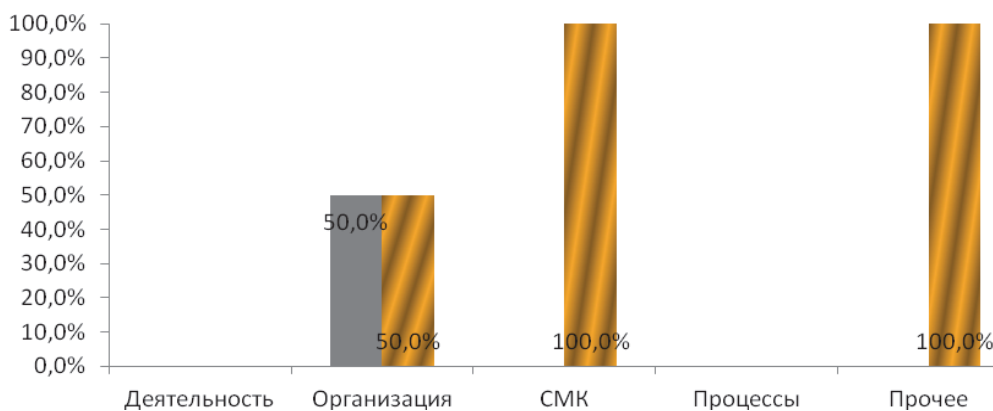


Рис. 3. Процентное соотношение понятий «эффективность» и «результативность» по объектам ГОСТ Р ИСО 9001-2015, где ■ – эффективность; ■ – результативность

Fig. 3. Percentage ratio the concepts of «efficiency» and «effectiveness» for the objects of GOST R ISO 9001-2015, where ■ – efficiency, ■ – effectiveness

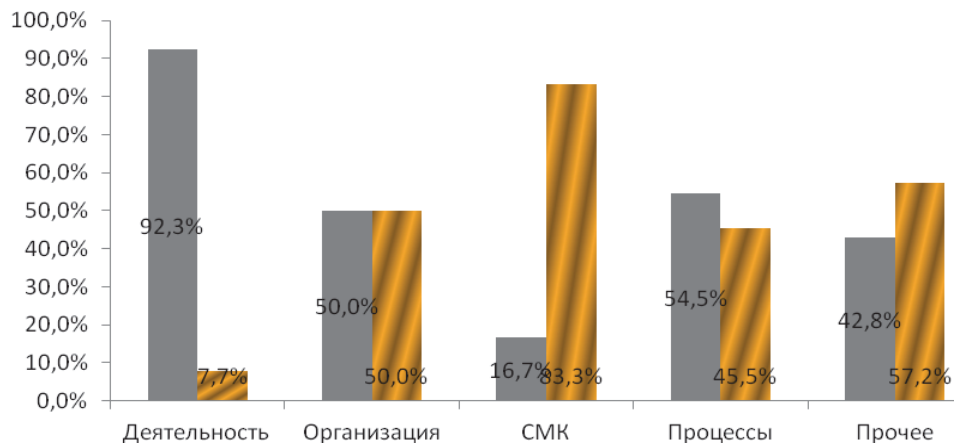


Рис. 4. Процентное соотношение понятий «эффективность» и «результативность» по объектам ГОСТ Р ИСО 9004-2010, где – ■ – эффективность, ■ – результативность  
 Fig. 4. Percentage ratio the concepts of «efficiency» and «effectiveness» for the objects of GOST R ISO 9004-2010, where ■ – efficiency, ■ – effectiveness

Обобщая все вышепредставленные данные, становится очевидно, что в стандартах в определенной степени используются оба понятия: как «эффективность», так и «результативность», это подтверждает теорию взаимодополняемости данных понятий, так как в контексте стандарта они нередко вступают как заменяющие друг друга или уточняющие категории.

В соответствии с целью данной работы проведенные исследования позволили обосновать применение понятий «эффективность» и «результативность» применительно к СМК, и следует отметить, что:

1. Во всех стандартах независимо от версии «результативность» используется применительно к СМК, это означает, что оценку СМК следует проводить, рассчитывая её результативность.

2. В результате обновления в стандартах версии 2015 г. не используется понятие «результативность процесса», однако СМК предполагает процессный подход и представляет собой управление совокупностью взаимосвязанных процессов, разработанных и внедренных в организации, следовательно, применение термина «результативность» к оценке отдельных процессов организации является правомочным.

3. В отношении объектов оценки «деятельность» и «организация» складывается более сложная ситуация. Так, стандарт ГОСТ Р ИСО 9000-2015 в равной степени относит понятия «эффективность» и «результативность» к деятельности, но не использует применительно к организации. В свою очередь стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015, напротив, относит данные понятия к организации, но не к деятельности. ГОСТ Р ИСО 9004-2010 предполагает применение понятий «эффективность» и «результативность» к обоим категориям вышеуказанных объектов. Сложившаяся ситуация объясняется тем, что в процессе внесения изменений в версии стандартов ГОСТ Р ИСО 9000 для характеристики предприятия, внедрившего СМК, использовалось понятие «деятельность» либо «организация». Можно предположить, что авторами (разработчиками) имелось в виду обобщенное понятие «деятельность организации», которое подразумевает экономическую эффективность деятельности организации, внедрившей СМК, следовательно, оценку объектов «деятельность»/«организация» и «деятельность организации» следует проводить расчетом её эффективности.

4. Применительно к категории «прочее» в вышеуказанных документах рекомендуется оценка как эффективностью, так и результативностью. Это объясняется широким перечнем объектов, включенных в категорию «прочее». Выбор показателя оценки будет базироваться на отнесении оцениваемого объекта из категории «прочее» либо к процессам, либо к деятельности и оценкой результативностью или эффективностью соответственно.

Обобщая все вышесказанное, следует отметить, что выявленные различия в понятиях «результативность» и «эффективность», используемых для оценки СМК, предполагают четкое регулирование и регламентацию их использования не только в разнице объектов, подлежащих оценке, но и в последовательности проведения такой оценки.

Оценка процессов любого уровня, протекающих в организации, должна быть первичной и оцениваться результативностью, полученный уровень результативности свидетельствует о степени достижения организацией поставленных целей как всей организации в целом, так и на уровне каждого процесса.

Оценка эффективности деятельности организации является вторичной и носит экономический характер, т.е. представляет собой оценку достижения экономического (денежного) эффекта от улучшения функционирования процессов организации, о котором как раз и свидетельствует достигнутый уровень результативности процессов. Следует отметить, что оценка эффективности деятельности организации, имеющей низкий уровень результативности своих процессов, нецелесообразна, так как цели процессов организации остались не достигнутыми.

### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (с поправкой). М.: Стандартиформ, 2015. 48 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартиформ, 2015. 23 с.
3. Бакулина А.В., Жаринов Ю.Б. Проблемы определения результативности и эффективности системы менеджмента качества (СМК) промышленного предприятия: решения и этапы разработки механизма расчета // Ползуновский альманах. 2010. № 2. С. 131–134.
4. Костин А.А., Посметухина Е.А. Соотношение понятий «эффективность» и «результативность» на примере таможенной деятельности // Российское предпринимательство. М: Креативная экономика. 2014. № 3 (249). С. 75–88.
5. Эффективность (философия) // Википедия. [2018]. Дата обновления: 06.03.2018. URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=91347845> (дата обращения: 26.03.2018).
6. Экономика. Толковый словарь. М.: ИНФРА-М, Изд-во «Весь Мир». Дж. Блэк. Общая редакция: д.э.н. Осадчая И.М.. 2000 // Академик. 2000–2017. URL: [https://dic.academic.ru/dic.nsf/econ\\_dict/16954](https://dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/16954) (дата обращения: 26.03.2018).
7. Энциклопедический фонд России // URL: <http://www.russika.ru/> (дата обращения: 26.03.2018).
8. Байков Н.Д., Русинов Ф.М. Организация и эффективность управления производством. М.: Московский рабочий, 1973. 190 с.
9. Корицкая О.И. Терминологические аспекты оценивания деятельности предприятий: эффект, эффективность, результативность // Экономика и управление. 2014. № 2 (38). С. 15–19.

10. Результативность // Википедия. [2017]. Дата обновления: 21.01.2017. URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=83194980> (дата обращения: 21.01.2017).
11. Словарь бизнес-терминов // Академик. 2000–2017. URL: <https://dic.academic.ru/contents.nsf/business/> (дата обращения: 26.03.2018).
12. Большой экономический словарь // Академик. 2000–2017. URL: [https://big\\_economic\\_dictionary.academic.ru/](https://big_economic_dictionary.academic.ru/) (дата обращения: 26.03.2018).
13. ГОСТ Р ИСО 9004-2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества. М.: Стандартинформ, 2011. 40 с.

**Сведения об авторах:** Глебова Елена Велориевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: [levege@mail.ru](mailto:levege@mail.ru);

Максимова Вероника Вячеславовна, ассистент, e-mail: [vvmax13@mail.ru](mailto:vvmax13@mail.ru).

УДК 664.951.65

**Н.В. Дементьева, В.Д. Богданов, О.В. Сахарова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СКУМБРИИ И ТЕРПУГА**

*По результатам проведенных исследований установлено, что скумбрия и терпуг являются ценным пищевым сырьем: исследования общего химического состава скумбрии (лат. *Scomber japonicas*) и терпуга (лат. *Pleurogrammus tonopterygius*) показали, что в скумбрии по сравнению с терпугом содержится меньше белка и липидов и больше воды. Особенностью мяса скумбрии является пониженное рН мяса, которое составляет 5,5, вероятно, это связано с повышенным содержанием в белке аминокислоты – гистидина. Рыбы являются богатым источником биологически ценного белка, в котором содержатся все незаменимые аминокислоты. По количественному содержанию аминокислот рыбы схожи. Тем не менее скумбрия отличается повышенным содержанием гистидина и изолейцина. Данные проведенных исследований показывают, что скумбрия и терпуг по биологической ценности обладают выраженными положительными характеристиками, приближенными к эталонному белку – казеину. Относительная биологическая ценность скумбрии составляет 100,2 %, у терпуга – 89,5 %. На всем этапе эксперимента инфузория активна, подвижна, замедление роста, мутаций и гибели единичных клеток не наблюдалось. Полученные данные подтверждают, что скумбрия и терпуг – биологически безопасное сырье, не оказывающее мутагенного или токсичного действия на живую клетку инфузории *Tetrahymena pyriformis*.*

**Ключевые слова:** скумбрия, терпуг, химический состав, аминокислотный состав, биологическая ценность.

**N.V. Dementeva, V.D. Bogdanov, O.V. Sakharova**

## **EVALUATION OF THE NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF MACKEREL AND TARP**

*According to the results of the research showed that the mackerel and lingcod is a valuable food raw materials: study of the chemical composition of mackerel and Atka mackerel showed that mackerel in comparison with the rasp contains less protein and lipid and more water. A feature of mackerel meat is a low pH of meat, which is 5.5, probably due to the increased content in the protein amino acid – histidine. Fish are a rich source of biologically valuable protein, which contains all the essential amino acids. Quantitative amino acid content of fish is similar. Nevertheless, mackerel has a high content of histidine and isoleucine. These studies show that mackerel and lingcod biological values have strong positive characteristics similar to those of the reference protein casein. The relative biological value of mackerel is 100.2%, in terpug - 89.5%. At all stages of the experiment, the ciliate was very active, and slowing growth, mutations and death of single cells was observed. On the basis of obtained data it is possible to assert with confidence that the mackerel and lingcod biologically safe raw material does not have mutagenic or toxic effects on a live cell of the ciliate *Tetrahymena pyriformis*.*

**Key words:** mackerel, terpug, chemical composition, amino acid composition, biological value.

### **Введение**

Правильным питанием как одним из самых важных элементов здорового образа жизни с каждым днем интересуется все больше людей. Выбор рациона становится насущной задачей для тех, кто задается вопросом снижения веса и улучшения самочувствия в целом. К «правильным» продуктам можно отнести рыбные. Представить грамотно составленное еженедельное меню без рыбы сложно. Рыба, особенно морская, является источником легкоусвояемого белка, микроэлементов, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот

(омега 3 и омега 6). Морская рыба, помимо того, что она богата йодом и бромом, насыщает наш организм фосфором, калием, магнием, натрием, серой, фтором, медью, железом, цинком, марганцем, кобальтом, молибденом. Витаминный ряд, содержащийся в мышечной ткани морской рыбы, значителен, это витамины группы В (В1, В2, В6, В12), витамин РР, Н, в незначительных количествах витамин С, а также жирорастворимые витамины А и D [1]. Потребление рыбы и рыбных продуктов позволяет насытить организм высококачественным белком; нормализовать функции свертывания крови; снизить уровень холестерина в крови; нормализовать функции щитовидной железы; улучшить зрение; нормализовать работу нервной системы, улучшить память, нормализовать сон; улучшить состояние кожи, волос, ногтей, костей и зубов; нормализовать обмен веществ; способствовать профилактике сердечнососудистых заболеваний и укреплению сердечнососудистой системы. Кроме того, рыба не приводит к увеличению веса, даже жирная рыба благодаря своим ненасыщенным жирным кислотам не способствует набору веса, при ее употреблении можно похудеть.

В Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2017 г. добыто свыше 2,976 млн т рыбы, что на 16 тыс. т больше прошлогоднего улова. Основными промысловыми объектами добычи стали скумбрия, сардина-иваси, сельдь тихоокеанская, сайра, минтай, терпуг, лососевые [2].

В 2018 г. прогнозируется увеличение вылова этих ценных промысловых видов рыб, что обуславливает поиск условий их промышленной переработки. К недоиспользуемым видам рыб можно отнести скумбрию и терпуга [3].

Для разработки рациональных технологий производства продуктов питания возникает необходимость в исследовании пищевой и биологической ценности сырья.

Общеизвестным фактом является то, что химический состав рыб весьма вариативен, и зачастую сочетание определенных химических компонентов может привести к неоднозначным, а порой и негативным откликам у живого организма. Поэтому определение пищевой и биологической ценности сырья является необходимым условием перед его переработкой.

Целью научной работы являлось исследование пищевой и биологической ценности скумбрии японской (лат. *Scomber japonicas*) и терпуга северного одноперого (лат. *Pleurogrammus monopterygius*).

Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- исследовать химический и аминокислотный состав скумбрии и терпуга;
- исследовать биологическую ценность скумбрии и терпуга на тест-культуре инфузории *Tetrahymena pyriformis*.

#### **Объекты и методы исследований**

В качестве объектов исследования использовали мороженую скумбрию японскую и терпуг северный одноперый, которые по показателям качества соответствовали ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая» [4].

Определение азота общего, содержание воды, липидов, минеральных веществ осуществляли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [5].

Определение рН среды производили потенциометрическим методом, на иономере марки Н-130.

Аминокислотный состав исследовали на аминокислотном анализаторе ААА-835 («Hitachi», Япония) методом жидкостной хроматографии на колонке Biosil-400 после предварительного гидролиза образцов 6NНCl в течение 24 ч при температуре 105 °С и выпаривания на роторном испарителе при температуре водяной бани не более 60 °С.

При биологической оценке рыбы использовали стандартные синхронизированные культуры инфузорий вида *Tetrahymena pyriformis*. Скумбрию японскую и терпуг северный

одноперый исследовали на биологическую безопасность. Контроль проводили по казеину. Пробы сырья и казеина разводили до получения концентрации протеина 0,2 %, затем вносили в пробирки с двумя миллилитрами стерильной воды, содержимое закрывали стерильными пробками. Культуру инфузории предварительно синхронизировали двое суток теплом и холодом, разводили водой в десять раз, а затем вносили по 0,05 мл в пробирки с пробами. Наличие роста и развития инфузории в исследуемых образцах контролировали каждые сутки методом микроскопии. Культивирование *Tetrahymena pyriformis* в исследуемых пробах проводили в течение четырех суток. На четвертые сутки проводили количественный учет выросших особей в счетной камере Горяева [6].

### Результаты и обсуждения

В табл. 1 приведены данные по химическому составу и pH мышечной ткани японской скумбрии и северного одноперого терпуга. Проведенные нами исследования общего химического состава скумбрии и терпуга показали, что в скумбрии по сравнению с терпугом содержится меньше белка и липидов и больше воды. Полученные результаты согласуются с данными, приведенными в литературе [7, 8].

Таблица 1

### Химический состав и pH скумбрии японской и терпуга северного одноперого

Table 1

### Chemical composition and pH of Japanese mackerel and Atka mackerel Northern

Содержание, %	Наименование сырья	
	Скумбрия	Терпуг
Вода	75,40	70,00
Белок	16,60	17,50
Липиды	6,60	11,07
Минеральные вещества	1,38	1,43
pH	5,5	6,4

Особенностью мяса скумбрии является пониженное pH мяса, которое составляет 5,5, вероятно, это связано с повышенным содержанием в белке аминокислоты – гистидина.

Важным показателем сырья является аминокислотный состав белков, так как он определяет биологическую ценность продукта. Сравнительный анализ аминокислотного состава скумбрии и терпуга приведен в табл. 2.

Таблица 2

### Аминокислотный состав (г на 100 г белка) и аминокислотный скор (%) белков мышечной ткани японской скумбрии и терпуга северного одноперого

Table 2

### Amino acid composition (g per 100 g of protein) and amino acid scores (%) of proteins in muscle tissue of Japanese mackerel and Atka mackerel Northern

Аминокислота	Справочная шкала ФАО/ВОЗ		Скумбрия		Терпуг	
	А	С	А	С	А	С
1	2	3	4	5	6	7
<i>Незаменимые аминокислоты</i>						
Валин	5,0	100	5,56	111,20	5,17	103,40
Изолейцин	4,0	100	6,11	152,75	4,59	114,75
Лейцин	7,0	100	8,89	127,0	8,13	116,40

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Лизин	5,5	100	8,33	151,45	9,19	167,09
Метионин + Цистин*	3,5	100	4,44	126,86	4,02	114,86
Триптофан	1,0	100	1,0	100,0	1,11	111,0
Треонин	4,0	100	4,44	111,0	4,37	109,25
Фенилаланин + Тирозин*	6,0	100	7,78	129,60	7,28	121,33
Сумма незаменимых аминокислот	36,0		46,55		43,86	
<i>Заменяемые аминокислоты</i>						
Аспарагиновая кислота			11,11		10,25	
Глутаминовая кислота			14,44		14,93	
Серин			5,0		4,06	
Глицин			3,89		4,81	
Аланин			7,78		6,06	
Гистидин			4,44		2,96	
Аргинин			5,56		6,01	
Пролин			4,44		3,53	
Сумма заменимых аминокислот			56,57		52,61	
Сумма аминокислот			103,12		96,47	

*Примечание.* А – содержание аминокислоты, г/100 г белка; С – химический скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ (1973).

\* Потребность организма человека в метионине удовлетворяется на 80–89 % заменимой аминокислотой цистином, а в фенилаланине – на 70–75 % заменимой аминокислотой тирозином, поэтому данные аминокислоты оцениваются в сумме.

Результаты исследований аминокислотного состава белков скумбрии и терпуга показывают, что их белки являются биологически полноценными, так как содержат все незаменимые аминокислоты, аминокислотный скор которых превышает сто процентов. По количественному содержанию аминокислот рыбы схожи. Тем не менее скумбрия отличается повышенным содержанием гистидина и изолейцина.

Для потребителя особое значение имеет безопасность продукта питания (БПП) и его относительная биологическая ценность (ОБЦ). Более быстрым и достоверным методом определения БПП и ОБЦ является метод исследования продукта на живой клетке инфузории *Tetrahymena pyriformis* класса Ciliata.

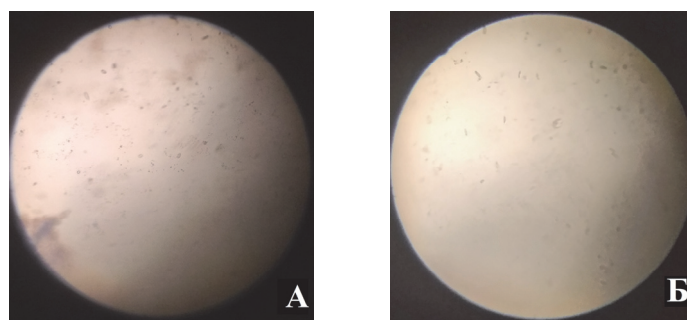
*Tetrahymena pyriformis* как тест-объект признана всемирным научным сообществом и востребована из-за своих уникальных характеристик, которые обуславливают ее абсолютную рациональность как при использовании, так и при содержании, что очень важно для высокой достоверности полученных результатов.

Если в процессе культивирования инфузории происходит угнетение подвижности, наличие гибели единичных особей, деформация клеточной стенки инфузории, это говорит о токсичности исследуемых проб продукта, т.е. они биологически не безопасны для здоровья человека.

Исследовали на биологическую безопасность измельченную мышечную ткань скумбрии и терпуга. Согласно установленной методике из подготовленных образцов брали навески, где концентрация протеина соответствовала 0,2 %.

Исходя из полученных данных, представленных на рис. 1, через 6 ч экспозиции в образце А (скумбрия) выявлено 13,1 клеток *Tetrahymena pyriformis* в одном поле зрения. В свою очередь образец Б (терпуг) дал прирост *Tetrahymena pyriformis* 10,7 клеток в одном поле зрения, что показывает положительный отклик живой клетки (рис. 1).



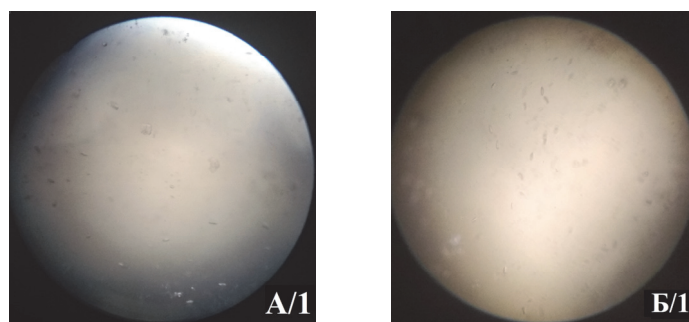


А – скумбрия, Б – терпуг

Рис. 1. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии японской и терпуга северного одноперого (6 ч генерации инфузории)

Fig. 1. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscle tissue of mackerel Japanese and the rasp of the North (6 hours of generation of the infusoria)

Установленная тенденция отклика *Tetrahymena pyriformis* на исследуемые образцы со скумбрией и терпугом сохранялась и через 24 ч экспозиции (рис. 2).



А/1 – терпуг, Б/1 – скумбрия

Рис. 2. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии японской и терпуга северного одноперого (24 ч генерации инфузории)

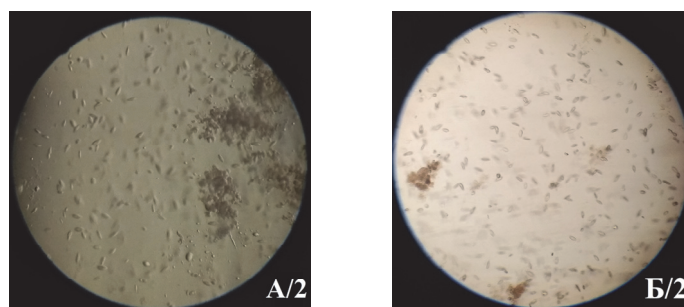
Fig. 2. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscle tissue of mackerel Japanese and the rasp of the North (24 hours of generation ciliates)

В обоих образцах наблюдалось увеличение роста инфузории. В образце А/1 (терпуг) через 24 ч прирост инфузории составил 20,3 клеток в одном поле зрения, а в образце Б/1 (скумбрия) – 21,9 клеток *Tetrahymena pyriformis*.

Полученные данные свидетельствуют, что скумбрия и терпуг – биологически безопасное сырье, не оказывающее мутагенного или токсичного действия на живую клетку инфузории *Tetrahymena pyriformis*.

Дальнейшую динамику роста и развития простейших наблюдали еще в течение четырех суток, для того чтобы рассчитать относительную биологическую ценность (ОБЦ) исследуемых образцов согласно методике [6].

На всем этапе эксперимента инфузория была активна, подвижна, замедление роста, мутаций и гибели единичных клеток не наблюдалось. Наибольший прирост клеток простейшего наблюдался в образце А/2 (скумбрия) – 98,2 шт. в одном поле зрения, в образце Б/2 (терпуг) прирост был меньше и составил 87,7 шт. в одном поле зрения (рис. 3).



А/2 – скумбрия, Б/2 – терпуг

Рис. 3. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии японской и терпуга северного одноперого (4 сут генерации инфузории)  
 Fig. 3. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscle tissue of mackerel Japanese and the rasp of the North (4 days generation ciliates)

Согласно стандартной методике на четвертые сутки экспозиции рассчитывали ОБЦ, которое представляет собой процентное отношение количества выросших инфузورий в исследуемых пробах и казеине. Данные проведенных исследований показывают, что скумбрия и терпуг по биологической ценности обладают выраженными положительными характеристиками, приближенными к эталонному белку – казеину. Относительная биологическая ценность скумбрии составляет 100,2 %, у терпуга меньше – 89,5 %.

Таблица 3

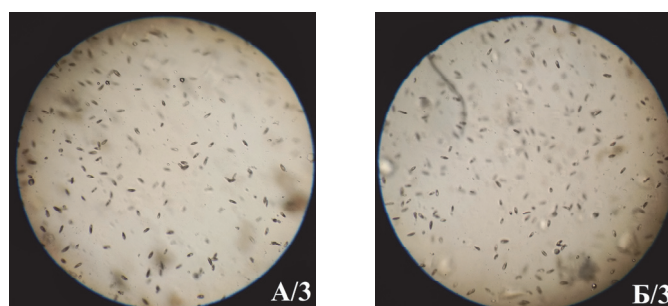
### Относительная биологическая ценность скумбрии и терпуга

Table 3

#### The relative bioavailability of mackerel and lingcod

Исследуемый продукт	Время генерации инфузории, сут					ОБЦ,%
	0	1	2	3	4	
Скумбрия	5	21,9	49	71,8	98,2	100,2
Терпуг	5	20,3	46,5	68,2	87,7	89,5

За образцами продолжали вести наблюдение, установлено, что на седьмые сутки экспозиции имеет место незначительное снижение количества особей инфузории (рис. 4). В образце А/3 (скумбрия) выявлено 96 клеток, а в образце Б/3 (терпуг) – 85,1 клеток в одном поле зрения.



А/3 – скумбрия, Б/3 – терпуг

Рис. 4. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии японской и терпуга северного одноперого (7 сут генерации инфузории)  
 Fig. 4. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscle tissue of mackerel Japanese and the rasp of the North (7 days of generation of the infusoria)

За жизнедеятельностью инфузории в исследуемых образцах вели наблюдение в течение 17 сут. В образце с терпугом *Tetrahymena pyriformis* прекратила свою жизнедеятельность из-за недостатка питательных веществ, а со скумбрией инфузория продолжала жить, на 17-е сутки экспозиции прирост составил 7 клеток в одном поле зрения (рис. 5).

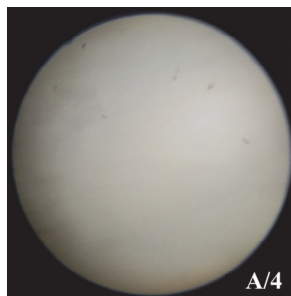


Рис. 5. Рост и развитие *Tetrahymena pyriformis* в образцах мышечной ткани скумбрии (17 сут генерации инфузории)

Fig. 5. The growth and development of *Tetrahymena pyriformis* in samples of muscular tissue of mackerel (17 days of generation of infusoria)

### Выводы

По результатам проведенных исследований установлено, что скумбрия и терпуг являются ценным пищевым сырьем: исследования общего химического состава скумбрии и терпуга показали, что в скумбрии по сравнению с терпугом содержится меньше белка и липидов и больше воды. Особенностью мяса скумбрии является пониженное рН мяса, которое составляет 5,5, вероятно, это связано с повышенным содержанием в белке аминокислоты – гистидина. Рыбы являются богатым источником биологически ценного белка, в котором содержатся все незаменимые аминокислоты. По количественному содержанию аминокислот рыбы схожи. Тем не менее скумбрия отличается повышенным содержанием гистидина и изолейцина.

Данные проведенных исследований показывают, что скумбрия и терпуг по биологической ценности обладают выраженными положительными характеристиками, приближенными к эталонному белку – казеину. Относительная биологическая ценность скумбрии составляет 100,2 %, у терпуга – 89,5 %. На всем этапе эксперимента инфузория была активна, подвижна, замедление роста, мутаций и гибели единичных клеток не наблюдалось.

Исходя из полученных данных можно с уверенностью утверждать, что скумбрия и терпуг – биологически безопасное сырье, не оказывающее мутагенного или токсичного действия на живую клетку инфузории *Tetrahymena pyriformis*.

### Список литературы

1. Репников Б.Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров: монография. М.: Научная книга, 2010. 340 с.
2. <http://www.fish.gov.ru/component/tags/tag/707-skumbriya> (дата обращения 04. 04. 2018).
3. <http://www.fish.gov.ru/.../19870-vylov-sajry-skumbrii-i-ivasi-prevysil-22-6-tys-ton> (дата обращения 04. 04. 2018).
4. ГОСТ 32366-2013. Рыба мороженая. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2013.
5. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ, 1985.

6. Игнатъев А.Д., Исаев М.К., Долгов В.А. и др. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории *Tetrahymena pyriformis* // Вопр. питания. 1980. № 1. С. 70–71.

7. Соколовский А.С., Дударев В.А., Соколовская Т.Г., Соломатов С.Ф. Рыбы российских вод Японского моря: аннотированный и иллюстрированный каталог. Владивосток: Дальнаука, 2007. 700 с.

8. Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы Приморья: монография. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. 552 с.

**Сведения об авторах:** Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;

Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru;

Сахарова Ольга Валентиновна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: solo-78@bk.ru.

УДК 664

**Н.Н. Ковалев<sup>1</sup>, Е.И. Рыбникова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

<sup>2</sup>ООО «ВИК», 690017, г. Владивосток, ул. Героев-Тихоокеанцев, 21

## **КУКУМАРИЯ ЯПОНСКАЯ КАК КОМПОНЕНТ МЯСНЫХ ФАРШЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*Выбор объекта исследования обусловлен высокой биологической активностью компонентов тканей кукумарии японской. Актуальность исследования основана на свойстве тритерпеновых гликозидов оказывать бактериостатическое действие. Кукумарию вводили в фаршевые изделия (сосиски) в виде измельченных отварных тканей в количестве 3 % и спиртового экстракта (0,1 мл на 100 г общей массы фарша). Внесение тканей и экстракта кукумарии увеличивало срок хранения сосисок до 10 сут при температуре 0–6 °С. В образце сосисок с вареным мясом кукумарии наблюдается увеличение всех прочностных характеристик на протяжении процесса хранения. Возрастающие показатели значений динамических модулей наблюдаются в образце, приготовленном с добавлением спиртового экстракта кукумарии, что говорит о наиболее стабильной структуре исследуемых образцов сосисок на протяжении всего срока хранения. Оценено влияние этанолового экстракта кукумарии на сапрофитных гнилостных бактерий. Показано, что этаноловый экстракт обладает ингибирующим действием на рост штаммов гнилостных бактерий, формирующих пленку на поверхности сосисок в процессе хранения.*

**Ключевые слова:** кукумария японская, сосиски, спиртовой экстракт, реология, микробиологические показатели.

**N.N. Kovalev, E.I. Rybnikova**

## **CUCUMARIA JAPANESE AS A COMPONENT OF MEAT STUFFING PRODUCTS**

*The choice of object of study due to the high biological activity of the component tissues of cucumaria Japanese. The relevance of the study is based on the property of triterpene glycosides to provide bacteriostatic effect. Cucumaria introduced in meat products (sausages) cooked shredded tissue in an amount of 3% alcoholic extract (0.1 ml per 100 g of the total weight of the stuffing). The introduction of the tissue extract of cucumaria increased the shelf life of frankfurters up to 10 days at a temperature of 0-6°C. In the sample of sausages with boiled meat of cucumaria there is an increase in all strength characteristics during the storage process. The increasing values of dynamic modules are observed in the sample prepared with the addition of alcohol extract of cucumaria, which indicates the most stable structure of the studied samples of sausages throughout the shelf life. The influence of ethanol extract of cucumaria on saprophytic putrefactive bacteria is estimated. It is shown that ethanol extract has an inhibitory effect on the growth of strains of putrefactive bacteria forming the film on the surface of sausages during storage.*

**Key words:** cucumaria japonica, sausages, alcohol extract, rheology, microbiological parameters.

Хорошо известно о высокой биологической активности веществ различной химической природы из гидробионтов. Ряд соединений из морского сырья характеризуются антибактериальной и бактериостатической активностью. Ранее была показана перспективность использования масляных экстрактов некоторых морских беспозвоночных на качество мясных фаршевых изделий [5, 6]. Высокую биологическую активность мускульного мешка и внутренностей кукумарии связывают в первую очередь с присутствием в них тритерпеновых гликозидов и липидов изомерного состава [4]. Спектр биологического действия три-

терпеновых гликозидов очень широк: они обладают иммуностимулирующим и бактериостатическим действием [7]. Известны технологии переработки кукумарии с получением биологически активной продукции [1].

В разное время предлагались эффективные способы предотвращения микробиальной порчи мясных изделий с использованием в качестве консерванта добавок животного происхождения: хитозана, смеси протамина с глицином, ацетатом натрия и лизоцимом [2, 3].

Вместе с тем следует отметить, что несмотря на значительный массив научных данных по выделению и свойствам биологически активных веществ из морского сырья, они не нашли широкого применения в технологии пищевой продукции. Однако поиск технически несложных и эффективных способов предотвращения микробиальной порчи и увеличения сроков хранения скоропортящихся мясных продуктов остается актуальным.

Целью настоящей работы являлось определение влияния внесения вареного мяса и спиртового экстракта кукумарии на сроки хранения и реологические показатели мясных фаршевых изделий (сосисок) при температуре 0–6 °С с учетом требований нормативной документации.

### **Материалы и методы**

Сосиски изготавливались с добавлением вареного мяса кукумарии, а также спиртового экстракта кукумарии на стадии приготовления фарша в куттере. Вареное мясо кукумарии было разморожено и добавлялось в куттер на стадии измельчения нежирного сырья (говядина) в количестве 3 % к массе мясного сырья в рецептуре. Спиртовый экстракт кукумарии вносили из расчета 0,1 мл на 100 г общей массы фарша сосисок, исходя из рекомендаций допустимой дозы потребления вносимого компонента, на завершающей стадии приготовления фарша сосисок. Контрольный фарш сосисок был приготовлен согласно стандартной рецептуре предприятия. Приготовленные фарши контрольного и испытуемых образцов были набиты в проницаемую оболочку «Амилюкс» и подвергнуты термообработке в равных условиях.

Общее микробное число в изделиях определяли согласно СанПиН 2.3.2.1078-01. Рост сапрофитной гнилостной микрофлоры на среде Паттерсона–Кука (с добавлением 1 % глюкозы) определяли спектрофотометрически на приборе T70 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd (Англия) при длине волны 600 нм. Реологические показатели: модуль сохранения  $G'$  и модуль потерь  $G''$  – определяли на приборе Rheograph sol (Toyo Seiki Seisaku – Sho. Ltd) динамическим методом, при котором применяли деформирование (или нагружение) исследуемого образца по колебательному гармоничному режиму, когда деформация и напряжение изменяются синусоидально. Амплитуда, т.е. величина деформации, должна быть так мала, чтобы не изменялась структура образца. При этом определяли энергию, запасаемую в образце и отдаваемую им в каждом полуцикле. Мерой этой энергии служит модуль накопления упругой деформации (или модуль сохранения  $G'$ ). Одновременно определяли сопротивление образца деформированию, которое характеризуется модулем потерь  $G''$ . В каждом цикле происходит сдвиг деформации относительно напряжения на некоторый фазовый угол, который тем больше, чем больше потери. Вследствие отставания деформации от напряжения часть механической энергии теряется, т.е. переходит в тепло.

### **Результаты и обсуждение**

Результаты микробиологического исследования сосисок в проницаемой оболочке «Амилюкс» с вареным мясом и спиртовым экстрактом кукумарии, а также контрольного образца, представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Микробиологические показатели сосисок с различными добавками  
в процессе хранения**

Table 1

**Microbiological characteristics of sausages with different additives during storage**

Объект исследования	МАФАиН в 1 г			
	1-е сут	8-е сут	10-е сут	12-е сут
Контроль	$1,5 \times 10^2$	$3,0 \times 10^3$	$4,5 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$
Образцы с вареной кукумарией	$1,0 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$3,1 \times 10^3$
Образцы со спиртовым экстрактом	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что добавление вареного мяса и спиртового экстракта кукумарии явилось причиной приостановления роста общего количества бактерий, что видно уже на 8-е сут хранения. При этом общее микробное число образцов (МАФАиН), приготовленных с добавлением спиртового экстракта кукумарии, характеризуется более низким значением по сравнению с образцом, приготовленным с добавлением вареного мяса кукумарии, и при этом не превышает значение, соответствующее требованию нормативной документации ( $1,0 \times 10^3$ ). В то время как контрольный образец (без каких-либо консервирующих добавок) не выдержал и 8 сут хранения при температуре 0–6 °С, когда общее микробное (МАФАиН) число не соответствует допустимому требованиям нормативной документации. Следует отметить, что иные регламентируемые микробные контаминанты (БГКП, сальмонеллы, стафилококк, сульфидредуцирующие клостридии) в исследованных образцах не обнаружены.

Исходя из результатов микробиологических исследований, можно сделать вывод о возможности продления сроков хранения сосисок с добавлением вареного мяса и спиртового экстракта кукумарии до 10 сут при температуре 0–6 °С. При этом более предпочтительным является применение спиртового экстракта кукумарии, о чем свидетельствуют данные табл. 1.

Реологические показатели: модуль сохранения  $G'$  и модуль потерь  $G''$  – являются характеристиками микроструктуры образцов исследуемых сосисок. В данном случае модуль  $G'$  можно принять за прочностную характеристику образцов, соответственно модуль  $G''$  является общей прочностно-вязкой характеристикой системы. Кроме того, рассчитывали динамическую вязкость  $\eta = G''/2\pi^3$ , где  $\omega$  – частота колебания ножа, Гц.

Таблица 2

**Результаты определения динамического модуля и вязкости образцов**

Table 2

**The results of determining the dynamic modulus and viscosity of samples**

Срок хранения, сут	Контроль			Образцы с вареной кукумарией			Образцы со спиртовым экстрактом		
	$G', 10^3$ Па	$G'', 10^3$ Па	$\eta$ , Па	$G', 10^3$ Па	$G'', 10^3$ Па	$\eta$ , Па	$G', 10^3$ Па	$G'', 10^3$ Па	$\eta$ , Па
1	5,6	1,4	74,3	3,9	0,9	45,0	4,2	0,9	44,0
8	7,1	1,5	79,6	4,9	1,3	67,0	5,6	1,4	72,0
10	6,1	1,4	74,3	4,7	1,3	66,0	4,7	1,3	66,0
12	6,5	1,4	76,0	4,9	1,1	60,0	5,2	1,1	60,0

Данные табл. 2 свидетельствуют об увеличении среднего значения прочности (плотности) контрольного образца на протяжении всего срока хранения (возможно вследствие подсыхания исследуемого образца), в то время как значение показателя его динамической вязкости остается стабильным на протяжении всего срока хранения. В образце сосисок с вареным мясом кукумарии наблюдается увеличение всех прочностных характеристик на протяжении процесса хранения. Возрастающие показатели значений динамических модулей наблюдаются в образце, приготовленном с добавлением спиртового экстракта кукумарии, что говорит о наиболее стабильной структуре исследуемых образцов сосисок на протяжении всего срока хранения.

Следует отметить, что проведенная органолептическая оценка контрольных образцов выявила присутствие постороннего гнилостного привкуса. Углубленный микробиологический анализ показал наличие в контрольных образцах сапрофитных гнилостных бактерий. Из сосисок было выделено 4 штамма сапрофитных гнилостных бактерий, содержание которых определили по количеству КОЕ следующим образом: штамм № 1 – 5 %; штамм № 2 – 3 %; штамм № 3 – 2 %; штамм № 4 – 90 %. Дальнейшие исследования биологической активности спиртового экстракта кукумарии проводили с чистыми культурами сапрофитных гнилостных бактерий, выделенных из сосисок, в среде Паттерсона–Кука, содержащей 0,1 % глюкозу, в течение 14 сут при температуре +6 °С. Концентрация исследуемого этанольного экстракта ( $c = 20$  мкг/мл) кукумарии в среде соответствовала содержанию экстракта в сосисочном фарше (10 мл/100 г фарша).

Таблица 3

**Влияние этанольного экстракта кукумарии на рост штамма № 1 и штамма № 4 в среде Патерсона–Кука (оптическая плотность при  $\lambda = 600$  нм)**

Table 3

**Influence of ethanol extract of cucumaria on growth of strain № 1 and strain № 4 in Paterson–Cook medium (optical density at  $\lambda = 600$  nm)**

Крнтроль/опыт	Исх.	1-е сут	2-е сут	6-е сут	7-е сут	8-е сут	9-е сут	12-е сут	14-е сут	
Штамм № 1	Контроль	0,1	0,098	0,079	0,112	0,101	0,102	0,096	0,102	0,110
	Опыт	0,1	0,076	0,070	0,073	0,078	0,062	0,065	0,064	0,069
Штамм № 4	Контроль	0,1	0,105	0,093	0,114	0,106	0,111	0,115	0,119	0,125
	опыт	0,1	0,082	0,065	0,070	0,070	0,072	0,069	0,061	0,062

Согласно данным табл. 3 кривая роста штамма № 1 в среде Патерсона–Кука с экстрактом кукумарии сильно отличается от кривой роста штамма № 1 в контроле (в той же среде без экстракта кукумарии). В контрольной среде максимум роста наблюдается на 6-е сут, а в опытной – резкое снижение роста бактерий отмечалось в течение двух суток. Далее следовала длинная лаг-фаза до 6 сут и только небольшой максимум роста на 9-е сут, который в 1,3 раза меньше, чем в контроле и по сравнению с заражающей дозой. Из этого опыта видно, что экстракт кукумарии ( $c=20$  мкг/мл среды) обладает ингибирующим действием на рост штамма № 1.

Кривая роста штамма № 4 до 8 сут аналогична кривой роста штамма № 1, и максимумы роста в контрольных средах близки ( $ОП^{600}=0,114$  и  $0,112$  соответственно). Однако максимум роста в опытной среде с экстрактом кукумарии для штамма № 4 на 9-е сут ( $ОП^{600}=0,109$ ) превышает исходную заражающую дозу, поэтому ингибирующий эффект экстракта кукумарии продолжается лишь 8 сут.

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать заключение, что причиной порчи сосисок в проницаемой оболочке является сапрофитная гнилостная



микрофлора, не нормируемая нормативными документами. Добавление вареного мяса кукумарии тормозит развитие микроорганизмов в процессе холодильного хранения сосисок в проницаемой оболочке при температуре 0–6 °С, что позволяет продлить срок их хранения до 10 сут.

Добавление спиртового экстракта кукумарии в большей степени положительно сказывается на реологических показателях сосисок в процессе холодильного хранения при температуре 0–6 °С по сравнению с образцом, приготовленным с добавлением вареного мяса кукумарии. Образцы сосисок с добавлением спиртового экстракта кукумарии, сроком хранения 12 сут, по микробиологическим показателям соответствуют требованиям нормативных документов.

### Список литературы

1. Афанасьева А.Е., Тимчишина Г.Н., Слущкая Т.Н. Обоснование получения БАД «Акмар» из кукумарии // Изв. ТИНРО. 2003. Т. 133. С. 318–324.
2. Ванькевич В.П., Малютина Л.М., Резго Г.Я. Хранение продовольственных товаров. М.: Экономика, 1983. 245 с.
3. Заявка 5-29429 Япония. Консервант для пищевых продуктов / Нитиро К.К., Асама Касей К.К. 1995. Вып. 3.
4. Рыбин В.Г., Павелъ К.Г., Тимчишина Г.Н., Карлина А.Е. Сравнительная характеристика липидов дальневосточных голотурий *Cucumaria japonica* и *Cucumaria okhotensis* // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 159. С. 312–324.
5. Рыбникова Е.И., Орлова М.В., Паулов Ю.В., Ковалев Н.Н. Масляные экстракты БАВ гидробионтов в технологии мясных изделий // Современное состояние водных биоресурсов: материалы науч. конф., посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. С. 930–933.
6. Рыбникова Е.И., Паулов Ю.В., Моторя Е.С., Пивненко Т.Н., Ковалев Н.Н. Пищевые добавки из гидробионтов в технологии фаршевых изделий // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. Ч. 2. С. 136–140.
7. Bordbar S., Anwar F., Saari N. High-Value Components and Bioactives from Sea Cucumbers for Functional Foods—A Review // *Marine Drugs*. 2011. Vol. 9. P. 1761–1805.

**Сведения об авторах:** Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук; Рыбникова Евгения Игоревна, главный технолог.

УДК 664.953

**Н.Л. Корниенко, Л.Б. Гусева**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ КАК ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ**

*Научно обоснованы и выполнены экспериментальные исследования, характеризующие возможность использования рыбных бульонов из вторичного сырья красноперки и наваги в технологии пищевых продуктов, в том числе рыбных паштетов из измельченной мышечной ткани. Это увеличивает степень комплексного использования дальневосточных рыб и определяет одно из направлений инновационного развития рыбообрабатывающих предприятий. Установлен нелинейный характер влияния гидромодуля и продолжительности варки на отдельные функционально-технологические (содержание сухих веществ, эмульгирующая способность, органолептические свойства) и коллоидные (кинематическая вязкость, поверхностное натяжение) свойства бульонов из дальневосточных рыб. Установлены технологические параметры варки бульонов, обеспечивающие формирование оптимальных значений функционально-технологических и коллоидных свойств бульонов, необходимых для производства рыбных паштетов высокого качества: для бульонов из красноперки гидромодуль в диапазоне от 0,5 до 1,5, при продолжительности варки 60 мин; для бульонов из наваги гидромодуль в диапазоне от 1,0 до 1,5, при продолжительности варки 60 мин.*

**Ключевые слова:** вторичное сырье, комплексное использование, режим варки, рыбные бульоны, функционально-технологические свойства, органолептические свойства.

**N.L. Kornienko, L.B. Guseva**

## **INTEGRATED USE OF RAW MATERIALS AS AN INNOVATIVE DIRECTION OF FISHERY INDUSTRY DEVELOPMENT**

*Scientifically substantiated and carried out experimental studies characterizing the possibility of using fish broths from the secondary raw material of rudd and saffron cod in the technology of food products, including fish pates from crushed muscle tissue. This increases the degree integrated use of Far Eastern fish and determines one the directions innovative development of fish processing enterprises. The non-linear nature the influence of the hydromodule and the duration of cooking on individual functional-technological (solids content, emulsifying ability, organoleptic properties) and colloidal (kinematic viscosity, surface tension) properties broths from Far Eastern fishes is established. Technological parameters of cooking broths are established, which ensure the formation optimal values of the functional and colloidal properties broths necessary for the production high quality fish pâtés: for broths of red mud hydromodules in the range from 0,5 to 1,5, with a cooking time of 60 minutes; for broths from saffron cod the hydromodule in a range from 1,0 up to 1,5, at duration cooking of 60 minutes.*

**Key words:** secondary raw materials, complex use, cooking mode, fish broths, functional and technological properties, organoleptic properties.

### **Введение**

Современное состояние рыбной отрасли характеризуется необходимостью разработки и внедрения инновационных направлений развития рыбообрабатывающих предприятий, которые обеспечивают сбалансированное решение социальных и экономических задач в отрасли в целом. Согласно литературным данным комплексное использование рыбного сырья в технологии пищевых рыбных продуктов представляется в настоящее время одним из перспективных направлений инновационного развития рыбообрабатывающих предприятий [1–5].

На Дальнем Востоке к недоиспользуемым видам относятся красноперка и навага, технологические свойства которых обуславливают их использование преимущественно в тех-

нологии кулинарных рыбных продуктов из измельченной мышечной ткани, в том числе и рыбных паштетов [6]. При этом переработка красноперки и наваги сопровождается образованием значительного количества твердого вторичного сырья (48,1 % – красноперки, 51,6 % – наваги). Это обуславливает актуальность и практическую значимость исследований, направленных на комплексное использование сырья путем вовлечения в производство пищевых продуктов вторичного сырья дальневосточных рыб.

Разработка технологий производства рыбных продуктов из вторичного сырья является предметом многочисленных научно-технических исследований [7–11]. Преимущественно эти технологии направлены на изготовление непищевых продуктов: кормовой муки, рыбного клея, жемчужного пата, БАВ и т.д. Наряду с этим известно, что химический состав твердого вторичного сырья различных видов рыб предопределяет возможность их использования в пищевых целях, однако количество работ, посвященных решению этого вопроса, ограничено. В настоящее время основным направлением использования вторичного рыбного сырья для производства пищевых продуктов является изготовление рыбных бульонов и пищевых продуктов на их основе. Например, из кожи и хребтовых костей горбуши изготавливают рыбные супы, на основе бульонов из кожи минтая разработаны технологии пищевых эмульсий типа майонеза «Особый» и «Пикантный» [7–9]. В этих научно-исследовательских работах представлены результаты экспериментальных исследований по разработке технологии варки бульонов. Анализ литературного материала показывает, что информация по исследованию влияния технологических параметров варки на функционально-технологические свойства рыбных бульонов имеет разрозненный, несистематизированный характер. Это ограничивает возможность использования в полном объеме результатов этих исследований при разработке новых видов пищевых продуктов из вторичного сырья и определяет цель данной работы, направленной на перспективу комплексного использования рыбного сырья.

Исходя из этого, цель работы: исследовать влияние технологических параметров варки на функционально-технологические и коллоидные свойства бульонов из дальневосточных рыб, обеспечивающих возможность использования вторичного сырья для изготовления пищевых продуктов.

### Материалы и методы

Объектами исследования являлись рыбные бульоны из вторичного сырья (кожа, головы, плавники, хребтовые кости) от разделки красноперки мороженой (*Scardinius erythrophthalmus*) и наваги дальневосточной (от лат. *Eleginus gracilis*), качество которых соответствует ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая. Технические условия».

Изготовление рыбных бульонов: вторичное сырье в количестве, соответствующем их содержанию в целой рыбе, помещали в фарфоровые стаканы и заливали водой в количестве, соответствующем гидромодулю (табл. 1); полученную систему нагревали до кипения и выдерживали в кипящем состоянии в течение времени, заданного экспериментом, затем охлаждали и фильтровали.

Таблица 1

### Гидромодуль системы для варки бульонов

Table 1

### Hydromodule system for cooking broths

Гидромодуль	Масса, г	
	Вода	Вторичное сырье
0,5 : 1	100	200
1,0 : 1	200	200
1,5 : 1	300	200
2,0 : 1	400	200

Функционально-технологические свойства рыбных бульонов определяли по количеству сухих веществ, поверхностному натяжению, кинематической вязкости и эмульгирующей способности.

Содержание сухих веществ в исследуемых образцах рыбного бульона определяли рефрактометрическим методом с применением рефрактометра лабораторного ИРФ-454 Б2М.

Для определения кинематической вязкости рыбных бульонов применяли вискозиметр капиллярный стеклянный типа ВПЖ-2 и рассчитывали по формуле

$$V = \frac{g}{9,807} \cdot T \cdot K, \quad (1)$$

где  $V$  – кинематическая вязкость жидкости, мм<sup>2</sup>/с;  $K$  – постоянная вискозиметра 0,2900 мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>;  $T$  – время истечения жидкости, с;  $g$  – ускорение свободного падения в месте измерения, м/с<sup>2</sup>.

Значение поверхностного натяжения определяли с помощью сталагмометра СТ-1 и рассчитывали по формуле

$$q_x = q_{H_2O} \cdot \frac{n_{H_2O}}{n_x}, \quad (2)$$

где  $q$  – поверхностное натяжение,  $n$  – число капель.

Эмульгирующую способность определяли методом центрифугирования [12] и рассчитывали по формуле

$$\text{ЭС} = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где ЭС – эмульгирующая способность, %;  $V_1$  – объем нерасслоившейся эмульсии, мл;  $V_2$  – объем эмульсии до центрифугирования, мл.

Органолептическую оценку исследуемых объектов выполняли по ГОСТ 7631-2008 и нестандартными органолептическими методами, используя словесную характеристику признаков органолептических свойств и балльные шкалы (табл. 2), разработанные в ходе предварительных экспериментов в соответствии с рекомендациями Т.М. Сафроновой [13].

Таблица 2

**Балльная шкала органолептических свойств бульонов из дальневосточных рыб**  
Table 2  
**Scale organoleptic properties of broths from Far Eastern fish**

Баллы	Словесная характеристика органолептических свойств	
	Запах	Вкус
5	Свойственный вареной рыбе	Ярко выражен
4	Свойственный вареной рыбе	Отчетливо выражен
3	Свойственный вареной рыбе	Умерено выражен
2	Свойственный вареной рыбе	Слабо выражен
1	Свойственный вареной рыбе	Едва выражен

### Результаты и их обсуждение

Известно, что функционально-технологические свойства рыбных бульонов зависят от количества структурообразующих компонентов (сухие вещества) и их конформационного состояния [7]. Это обуславливает необходимость исследования влияния гидромодуля и продолжительности варки на функционально-технологические (содержание сухих веществ, эмульгирующая способность, органолептические свойства) и коллоидные (кинематическая вязкость, поверхностное натяжение) свойства бульонов из красноперки и наваги.

Результаты исследований, представленных на рис. 1, свидетельствуют о том, что на количество сухих веществ оказывает неоднозначное влияние все исследуемые факторы: гидромодуль, продолжительность варки и вид рыбы. Анализ кривых, представленных на рис. 1, свидетельствует о наличии общей тенденции снижения количества сухих веществ при увеличении значений гидромодуля, что объясняется увеличением количества воды в бульонах при увеличении значений гидромодуля. Однако кривые изменения содержания сухих веществ имеют нелинейный характер: у красноперки увеличение гидромодуля от 1,0 до 2,0 и у наваги от 1,5 до 2,0 характеризуются некоторым увеличением содержания сухих веществ в бульоне. Данное явление, предположительно, объясняется различием условий экстрагируемости отдельных компонентов сухих веществ в водную среду.

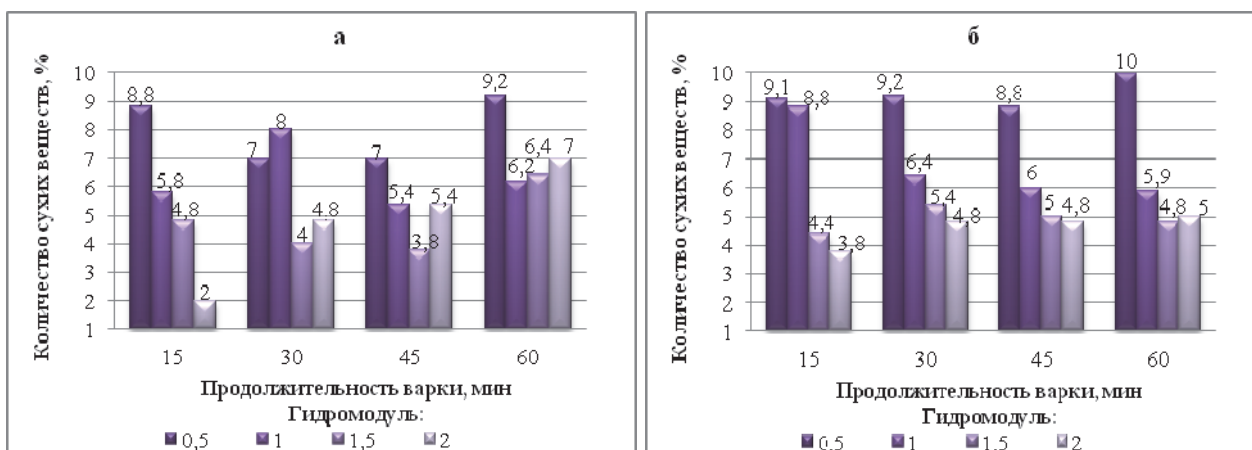


Рис. 1. Влияние гидромодуля и продолжительности варки на количество сухих веществ в бульоне из вторичного сырья: а – красноперки; б – наваги

Fig. 1. The influence of hydromodule and duration of cooking on the amount of dry substances in broth from the secondary raw materials: а – rudd; б – saffron cod

Информация, представленная на рис. 1, показывает, что наибольшее количество сухих веществ образуется в бульонах, изготовленных из обоих видов рыб при следующих технологических параметрах варки: гидромодуль 0,5, продолжительность варки 60 мин.

Кривые кинематической вязкости (рис. 2) характеризуют более сложную взаимосвязь исследуемых факторов и вязкости бульонов. Так, динамика влияния продолжительности варки и гидромодуля системы для обоих видов рыб имеют одинаковый вид обратной пропорциональной гиперболы. Наблюдаемые изменения вязкости в зависимости от гидромодуля являются, видимо, результатом противоположно направленных процессов: увеличение вязкости, обусловленное увеличением содержания сухих веществ в бульонах; снижение кинематической вязкости, обусловленное изменением конформационного состояния структурообразующих компонентов при варке бульонов. Наибольшее значение кинемати-

ческой вязкости в бульонах наблюдается при следующих технологических параметрах варки: красноперка – гидромодуль 0,5, продолжительность варки 60 мин; навага – гидромодуль 0,5, продолжительность варки 15 мин.

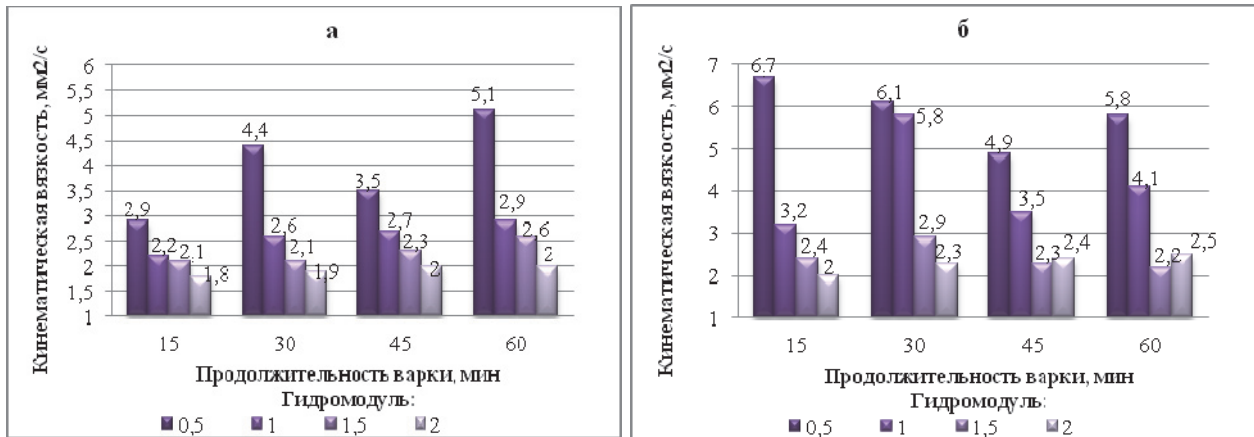


Рис. 2. Влияние гидромодуля и продолжительности варки на кинематическую вязкость бульонов из вторичного сырья: а – красноперки; б – наваги

Fig. 2. Influence of hydromodule and duration of cooking on the kinematic viscosity of broths from secondary raw materials: a – rudd; б – saffron cod

Известно, что вид, количество и конформационное состояние структурообразующих компонентов оказывают существенное влияние на поверхностное натяжение бульонов [7, 14]. Экспериментально установлено (рис. 3), что поверхностное натяжение рыбных бульонов из красноперки и наваги зависит как от продолжительности варки, так и от гидромодуля, и эти зависимости имеют нелинейный характер. Совместное рассмотрение кривых на рис. 2 и 3 позволяет отметить, что участки увеличения значений поверхностного натяжения бульонов соответствуют участкам увеличения их кинематической вязкости.

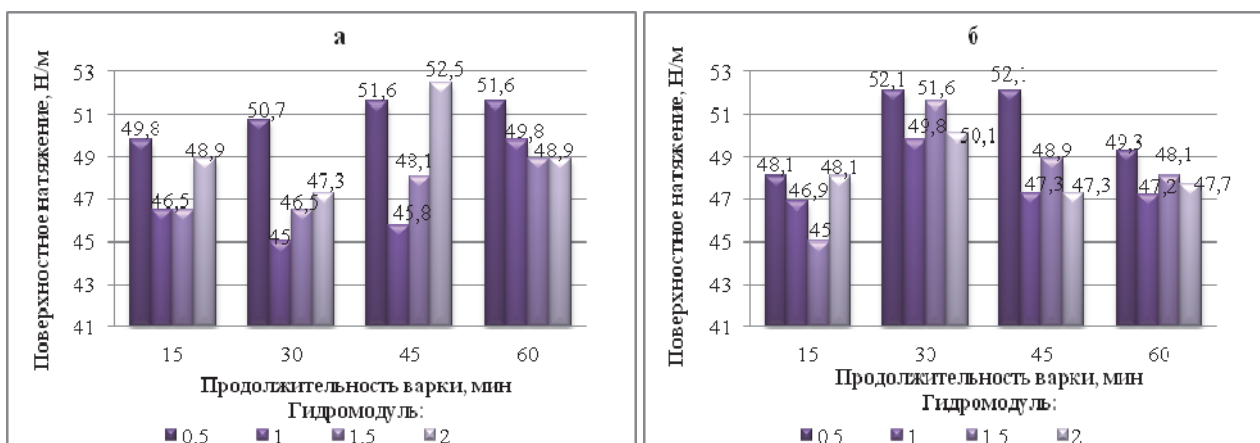


Рис. 3. Влияние гидромодуля и продолжительности варки на поверхностное натяжение бульонов из вторичного сырья: а – красноперки; б – наваги

Fig. 3. Influence of hydromodule and duration of cooking on the surface tension of broths from secondary raw materials: a – rudd; б – saffron cod

Совместное рассмотрение рис. 2–4 показывает, что характер кривых кинематической вязкости, поверхностного натяжения и эмульгирующей способности соответствует закономерностям коллоидной химии [7, 14], согласно которым уменьшение поверхностного натяжения обуславливает снижение вязкости и увеличение эмульгирующей способности пищевых дисперсных систем, и наоборот. Следует отметить, что на данных рисунках динамика исследуемых показателей в диапазоне гидромодуля от 1,5 до 2,0 представляется в определенной степени аномальной, тем не менее она согласуется с динамикой содержания сухих веществ в зависимости от гидромодуля (см. рис. 1).

Представленная информация показывает существенное влияние гидромодуля на содержание сухих веществ в бульоне и его коллоидные свойства.

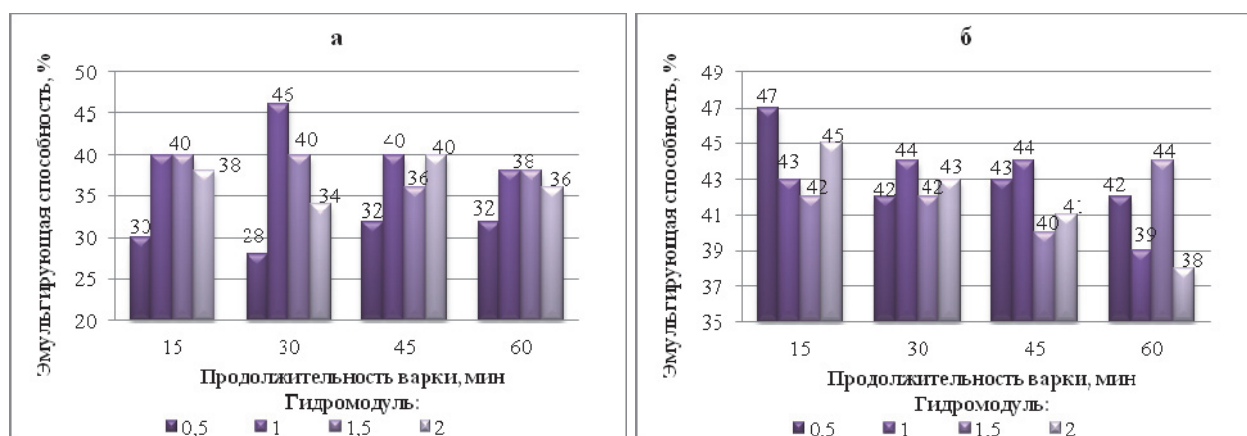


Рис. 4. Влияние гидромодуля и продолжительности варки на эмульгирующую способность бульонов из вторичного сырья: а – красноперки; б – наваги

Fig. 4. Influence of hydromodule and duration of cooking on the emulsifying ability of broths from secondary raw materials: а – rudd; б – saffron cod

Минимальное значение поверхностного натяжения и максимальная величина эмульгирующей способности наблюдаются в бульонах из красноперки при гидромодуле системы 1,0 и продолжительности варки 60 мин. Тогда как у наваги минимальное значение поверхностного натяжения наблюдается при гидромодуле системы 1,5, а максимальная величина эмульгирующей способности – при гидромодуле 0,5, продолжительность варки 15 мин.

Согласно современным требованиям к качеству рыбных продуктов приоритетным свойством является потребительская ценность, которая базируется прежде всего на органолептических свойствах готовой продукции [15]. Экспериментальные данные по влиянию технологических параметров варки на запах и вкус бульонов из твердого вторичного сырья дальневосточных рыб представлены в табл. 3 и 4 соответственно.

Информация, представленная в табл. 3, показывает, что при гидромодуле системы 0,5 ярко выраженный запах бульона достигается при 60 мин варки для красноперки и наваги; для гидромодуля 1,0 максимальная степень выраженности запаха для обоих видов рыб достигается при 45 мин варки; при гидромодуле 1,5 максимальная степень выраженности запаха для красноперки достигается при 60 мин варки, для наваги – при 45 мин; при гидромодуле 2,0 максимальная степень выраженности запаха достигается при 60 мин варки для обоих видов рыб.

Таблица 3

**Влияние технологических параметров варки на запах бульонов  
из твердого вторичного сырья дальневосточных рыб**

Table 3

**Influence of technological parameters of cooking on the odor of broths  
from solid secondary raw materials of Far Eastern fish**

№ п/п	τ варки, мин	Словесная характеристика запаха							
		Гидромодуль							
		0,5		1,0		1,5		2,0	
Красноперка	Навага	Красноперка	Навага	Красноперка	Навага	Красноперка	Навага		
1	15	Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе, слабо выражен	
		отчетливо выражен	едва уловим	умеренно выражен	слабо выражен	слабо выражен	умеренно выражен		
2	30	Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе, умеренно выражен	
		отчетливо выражен	умеренно выражен	умеренно выражен	едва уловим	умеренно выражен	отчетливо выражен		
3	45	Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе, умеренно выражен	
		отчетливо выражен	слабо выражен	отчетливо выражен	ярко выражен	умеренно выражен	ярко выражен		
4	60	Свойственный вареной рыбе, ярко выражен		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе, отчетливо выражен		Свойственный вареной рыбе	
				умеренно выражен	ярко выражен			отчетливо выражен	умеренно выражен

Таблица 4

**Влияние технологических параметров варки на вкус бульонов из твердого  
вторичного сырья дальневосточных рыб**

Table 4

**Influence of technological parameters of cooking on the taste of broths from solid secondary  
raw materials of Far Eastern fish**

№ п/п	τ варки, мин	Словесная характеристика запаха							
		Гидромодуль							
		0,5		1,0		1,5		2,0	
Красноперка	Навага	Красноперка	Навага	Красноперка	Навага	Красноперка	Навага		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	15	Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе		Свойственный вареной рыбе	
		отчетливо выражен	едва уловим	умеренно выражен	слабо выражен	умеренно выражен	отчетливо выражен	едва уловим	слабо выражен



Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	30	Свойственный вареной рыбе, умеренно выражен		Свойственный вареной рыбе, ярко выражен		Свойственный вареной рыбе отчетливо выражен      умеренно выражен		Свойственный вареной рыбе, умеренно выражен	
3	45	Свойственный вареной рыбе умеренно выражен      отчетливо выражен		Свойственный вареной рыбе ярко выражен      отчетливо выражен		Свойственный вареной рыбе отчетливо выражен      ярко выражен		Свойственный вареной рыбе, умеренно выражен	
4	60	Свойственный вареной рыбе, ярко выражен		Свойственный вареной рыбе ярко выражен      отчетливо выражен		Свойственный вареной рыбе, отчетливо выражен		Свойственный вареной рыбе отчетливо выражен      умеренно выражен	

Информация, представленная в табл. 4, показывает, что при гидромодуле системы 0,5 максимально выраженный вкус достигается при 60 мин варки для обоих видов рыб; при гидромодуле 1,0 максимальная степень выраженности вкуса для обоих видов рыб достигается при 30 мин варки; при гидромодуле 1,5 максимальная степень выраженности вкуса для краснопёрки достигается при 30 мин варки, для наваги – при 45 мин варки; при гидромодуле 2,0 максимальная степень выраженности вкуса достигается при 60 мин варки для краснопёрки и для наваги. Эти технологические параметры обеспечивают высокий уровень органолептических свойств бульонов.

Совместное рассмотрение информации, представленной в табл. 3 и 4 и на рис. 1–4, показывает, что значение гидромодуля обуславливает такой же характер взаимосвязи технологических параметров и органолептических свойств, который наблюдается на кривых взаимосвязи сухих веществ и коллоидных свойств.

### Выводы

Экспериментально установлено, что гидромодуль, продолжительность варки и вид рыбы являются факторами, которые обуславливают функционально-технологические и органолептические свойства бульонов из вторичного сырья. Установлен нелинейный характер влияния гидромодуля и продолжительности варки на отдельные функционально-технологические свойства бульонов из дальневосточных рыб: максимальные значения содержания сухих веществ обоих видов рыб достигаются при гидромодуле 0,5 и продолжительности варки 60 мин; максимальные значения кинематической вязкости достигаются: для краснопёрки – при гидромодуле 0,5 и продолжительности варки 60 мин, а для наваги – при гидромодуле 0,5 и продолжительности варки 15 мин; минимальные значения поверхностного натяжения и максимальные значения эмульгирующей способности достигаются: краснопёрка – гидромодуль 1, продолжительность варки 60 мин; а для наваги минимальное значение поверхностного натяжения наблюдается при гидромодуле системы 1,5, а максимальная величина эмульгирующей способности – при гидромодуле 0,5, продолжительности варки 15 мин.

Окончательный выбор гидромодуля бульонов должен определяться назначением проектируемой продукции, т.е. для продуктов на эмульсионной основе предпочтительнее гидромодуль, при котором достигается максимальная эмульгирующая способность, для продуктов диетического питания предпочтительнее гидромодуль, который обеспечивает максимальную кинематическую вязкость.

Представленные результаты экспериментальных исследований показывают, что установленные оптимальные диапазоны технологических параметров варки бульонов обеспечивают высокий уровень структурообразующих и органолептических свойств бульонов из краснопёрки и наваги. Таким образом, показана возможность комплексного использования дальневосточных рыб путем изготовления бульонов из вторичного сырья и пищевых продуктов на их основе.

### Библиографический список

1. Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fishnews.ru/mag/articles/6085> Дата обращения: 20.03.2018.
2. Антипова Л.В., Дворянинова О.П. Эффективность применения вторичных рыбоперерабатывающих ресурсов для производства функциональных продуктов массового потребления // Изв. вузов. Пищевая технология. 2002. № 5–6. С. 24–26.
3. Самойлова Д.А., Цибизова М.Е. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. 2015. № 2. С. 129–136.
4. Ярочкин А.П., Помоз А.С. Исследование основных процессов производства ферментированных кормовых продуктов из отходов рыбопереработки // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 168. С. 288–300.
5. Nagai T., Suzuki N. Isolation of collagen from fish waste material – skin, bone and fins // Food Chemistry. 2000. Vol. 68, Issue 3, 15 February. P. 277–281.
6. Гусева Л.Б., Корниенко Н.Л. Научное обоснование рационального использования рыбного сырья в технологии паштетов из дальневосточных рыб // Материалы Нац. очно-заоч. науч.-практ. конф. Владивосток, 2018. С. 127–131.
7. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО, 1993. 172 с.
8. Панчишина Е.М., Кращенко В.В. Технология консервов «супы рыбные с морской капустой» на основе рыбного бульона // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. С. 130–136.
9. Чернышова О.В., Цибизова М.Е. Технология эмульсионных соусов на основе ферментированного рыбного фарша // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. 2016. № 3. С. 129–137.
10. Цибизова М.Е., Разумовская Р.Г., Као Тхи Хуе, Павлова Г.А. Практические аспекты получения структурообразователей из коллагенсодержащего рыбного сырья // Вестн. Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыб. хоз-во. 2011. № 1. С. 145–151.
11. Duan R. The effect of the subunit composition on the thermostability of collagens from the scales of freshwater fish / R. Duan, J. Zhang, J. Li, X. Zhong, K. Konno, H. Wen // Food Chemistry. 2012. Vol. 135, Issue 1, 1 November. P. 127–132.
12. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.Н. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2004. 571 с.
13. Ким Г.Н., Ким И.Н., Сафронова Т.М., Мегеда Е.В. Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных. М, 2014. 512 с.
14. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. и др. Коллоидная химия. СПб.: Лань, 2003. 332 с.
15. Гусева Л.Б., Богданов В.Д. Эмоциональная ценность кулинарных рыбных продуктов из измельченной мышечной ткани // Рыб. хоз-во. 2013. № 3. С. 99–102.

**Сведения об авторах:** Корниенко Надежда Леонидовна, аспирант, e-mail: elle\_girl1988@mail.ru;

Гусева Лариса Борисовна, кандидат технических наук, профессор.

УДК 664.642

**В.В. Кращенко, О.В. Осип**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ИЗ ВОДНЫХ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА КАЧЕСТВО ПОЛУФАБРИКАТОВ  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУШЕК ВАНИЛЬНЫХ**

*Представлены результаты исследований влияния пищевых волокон из водных биологических ресурсов, а именно альгината натрия и хитозана, на качество полуфабрикатов при производстве сушек ванильных. Установлено, что альгинат натрия и водорастворимый хитозан в составе опары или теста для сушек значительно влияют на активность и подъемную силу дрожжей.*

**Ключевые слова:** альгинат натрия, водорастворимый хитозан, сушки, хлебопекарные дрожжи, активность дрожжей, подъемная сила дрожжей.

**V.V. Krashenko, O.V. Osip**

**A STUDY OF THE INFLUENCE OF DIETARY FIBER FROM AQUATIC  
BIOLOGICAL RESOURCES ON THE QUALITY OF SEMI-FINISHED PRODUCTS  
IN THE MANUFACTURE OF DRYERS VANILLA**

*The article presents the results of studies of the effect of dietary fiber from aquatic biological resources, namely sodium alginate and chitosan on the properties of baker's yeast. It has been established that sodium alginate and water-soluble chitosan in the composition of the dough or test significantly influence the activity and lifting power of the yeast.*

**Key words:** sodium alginate, water-soluble chitosan, drying, baking yeast, yeast activity, yeast lift.

**Введение**

Современное питание должно не только удовлетворять физиологические потребности человека в пищевых веществах, но и нести профилактические и лечебные функции [1].

Данную проблему возможно решить путем внесения в рецептуру продуктов питания пищевых волокон, что позволит не только снизить их энергетическую ценность, но и придать им функциональные свойства.

Кроме традиционных пищевых волокон, источниками которых являются отруби, цельные зерна бобовых и злаковых культур, источниками пищевых волокон (ПВ) могут быть и водные биологические ресурсы (ВБР), а именно различные виды красных и бурых морских водорослей или твердые части наружного скелета ракообразных [2].

Например, альгинат натрия и хитозан – пищевые добавки, используемые в кондитерской промышленности при производстве зефира, мармелада и леденцов в качестве загустителей и эмульгаторов. Альгинат натрия используют при выпечке хлебобулочных изделий для предотвращения дегидратации.

Потребление продуктов питания, в состав которых входит альгинат натрия и хитозан, способствует снижению веса, улучшению работы сердечно-сосудистой системы, выведению из организма человека радионуклидов и токсичных веществ [3].

Целью настоящей работы явилось исследование влияния пищевых волокон из ВБР (альгината натрия и хитозана) на качество полуфабрикатов при производстве сушек ванильных.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать влияние ПВ (альгината натрия и хитозана) на активность хлебопекарных дрожжей в ходе брожения опары;

- исследовать влияние ПВ (альгината натрия и хитозана) на подъемную силу хлебопекарных дрожжей в тесте;
- установить этап внесения ПВ (альгината натрия и хитозана) при производстве сушек.

#### **Объекты и методы исследования**

Объектом исследований являлась технология сушек, в рецептуру которых входили пищевые волокна из ВБР. Предметы исследования: водорастворимый хитозан и альгинат натрия.

За основу выбрана технологическая схема производства сушек, соответствующая [4]. Тесто для сушек готовили на опаре, густой (влажность 36–38 %) и жидкой (влажность 64–65 %) [4].

Известно, что альгинат натрия вносится в рецептуру хлебобулочных изделий в количестве 2 % от массы муки, а водорастворимый хитозан – от 1 до 5 % [8]. В настоящем исследовании количество водорастворимого хитозана и альгината натрия в исследуемых образцах опары и теста составило по 2 % от массы муки.

Для исследования готовили образцы густой (влажность 36–38 %) и жидкой (влажность 64–65 %) опары с водорастворимым хитозаном и альгинатом натрия. Контрольный образец опары был приготовлен в соответствии с рецептурой [4]. Приготовленные образцы опары подвергали брожению при температуре 32 °С в течение 180 мин [4].

Альгинат натрия вносили в рецептуру опары в сухом виде в смеси с мукой для ее приготовления. Водорастворимый хитозан – в виде раствора с общим количеством воды для замеса [6].

Для получения образцов полуфабрикатов использовали муку пшеничную высшего сорта (ГОСТ Р 52189), сухие хлебопекарные дрожжи (ГОСТ Р 54845) и воду (ТР ТС 021/2011). В качестве пищевых волокон использовали водорастворимый хитозан (ЗАО «БИОПРОГРЕСС» «Хитозан пищевой») и альгинат натрия пищевой (ТУ 15-544-83).

Для проведения исследований приняты стандартные и общепринятые методики. Методы подбирались в соответствии с ГОСТ 32124 «Изделия хлебобулочные бараночные. Общие технические условия» [5].

Влияние водорастворимого хитозана и альгината натрия на активность дрожжей определяли по методу прямого подсчета количества клеток сахаромикетов в 1 г опары по ГОСТ 28805 [6].

Влияние альгината натрия и водорастворимого хитозана на подъемную силу дрожжей определяли в соответствии с методом, представленным в ГОСТ 171 [7].

#### **Результаты и их обсуждение**

В соответствии с поставленной задачей один, по определению влияния ПВ на активность хлебопекарных дрожжей, были приготовлены образцы густой (влажность 36–38 %) и жидкой (влажность 64–65 %) опары по рецептуре, представленной в табл. 1.

Таблица 1  
Рецептуры образцов густой и жидкой опары (в пересчете на 50 г муки)

#### **Formulations of thick and liquid opaque (in terms of 50 g of flour)**

Table 1

Образцы	Мука пшеничная высшего сорта, г	Дрожжи сухие, г	Вода, см <sup>3</sup>	Альгинат натрия, г	Водорастворимый хитозан, г
1	2	3	4	5	6
Густая опара (влажность 36–38 %)					
К*	10,0	0,5	5,0	-	-
1	9,0	0,5	5,0	1,0	-

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
2	9,0	0,5	5,0	-	1,0
3	8,0	0,5	5,0	1,0	1,0
Жидкая опара (влажность 64–65 %)					
К	5,0	0,5	10,0	-	-
1	4,0	0,5	10,0	1,0	-
2	4,0	0,5	10,0	-	1,0
3	3,0	0,5	10,0	1,0	1,0

Примечание. К\* – контрольный образец.

В ходе брожения исследуемых образцов опары через определенные промежутки времени (сразу после замеса, через 60, 120 и 180 мин брожения) от их общего количества отбирали образцы продукта массой 1 г для подсчета количества дрожжевых клеток.

Результаты подсчета количества дрожжевых клеток в исследуемых образцах густой и жидкой опары представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Результаты подсчета количества дрожжевых клеток в исследуемых образцах густой и жидкой опары**

Table 2

**The results of counting the number of yeast cells in the dense and liquid opaque**

Образцы	Среднее арифметическое количество клеток, подсчитанное в 20 малых квадратах, шт.				Количество дрожжевых клеток в 1 г опары, кл/г, *10 <sup>6</sup>			
	Время брожения, мин				Время брожения, мин			
	0	60	120	180	0	60	120	180
Образцы густой опары								
К	22,7	25,9	41,6	43,8	454	518	832	876
1	17,7	22,0	26,5	32,4	354	440	530	648
2	20,3	23,0	36,7	36,9	406	460	734	738
3	19,0	22,7	27,0	34,0	380	454	540	680
Образцы жидкой опары								
К	24,4	42,3	56,4	80,8	488	846	1128	1616
1	23,8	48,2	83,5	100,4	476	964	1670	2008
2	18,0	18,4	19,2	16,4	360	368	384	328
3	21,8	22,3	22,8	23,4	436	446	456	468

Динамика роста дрожжевых клеток в исследуемых образцах опары в зависимости от времени их брожения представлена графически (рис. 1 и 2).

Из рис. 1 видно, что количество дрожжевых клеток в исследуемых образцах густой опары в ходе брожения интенсивно увеличивается.

Отмечено, что за весь период брожения (180 мин) количество дрожжевых клеток в контрольном образце опары, по сравнению с начальным, увеличилось примерно в 1,9 раза (на 93 %). В исследуемом образце опары 1, с альгинатом натрия, также проходило интенсивное брожение, в результате которого количество дрожжевых клеток увеличилось примерно в 1,83 раза (на 83 %). В исследуемом образце опары 2, в состав которой входил хитозан, количество дрожжевых клеток в ходе брожения увеличилось примерно в 1,83 раза (на 82 %). В образце опары 3, с альгинатом натрия и хитозаном, также проходило интенсивное брожение, в результате которого итоговое количество дрожжевых клеток в 1,78 раза (на 79 %) больше начального.

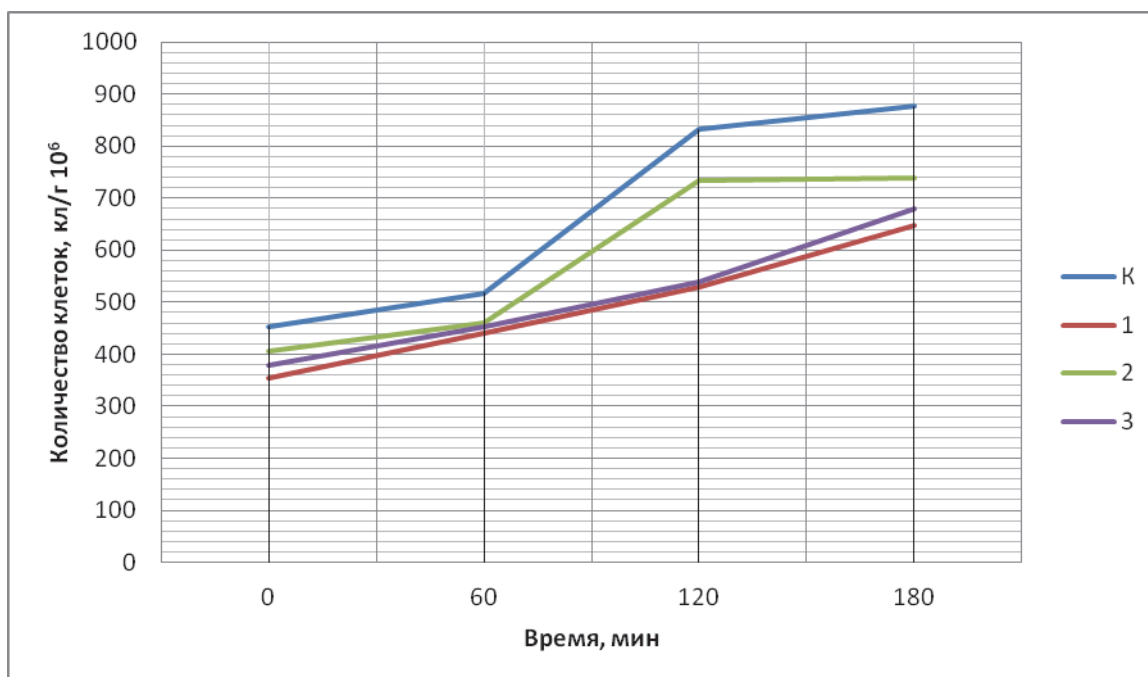


Рис. 1. Динамика роста дрожжевых клеток в образцах густой опары в зависимости от времени брожения

Fig. 1. Dynamics of growth of yeast cells in dense opary samples depending on the fermentation time

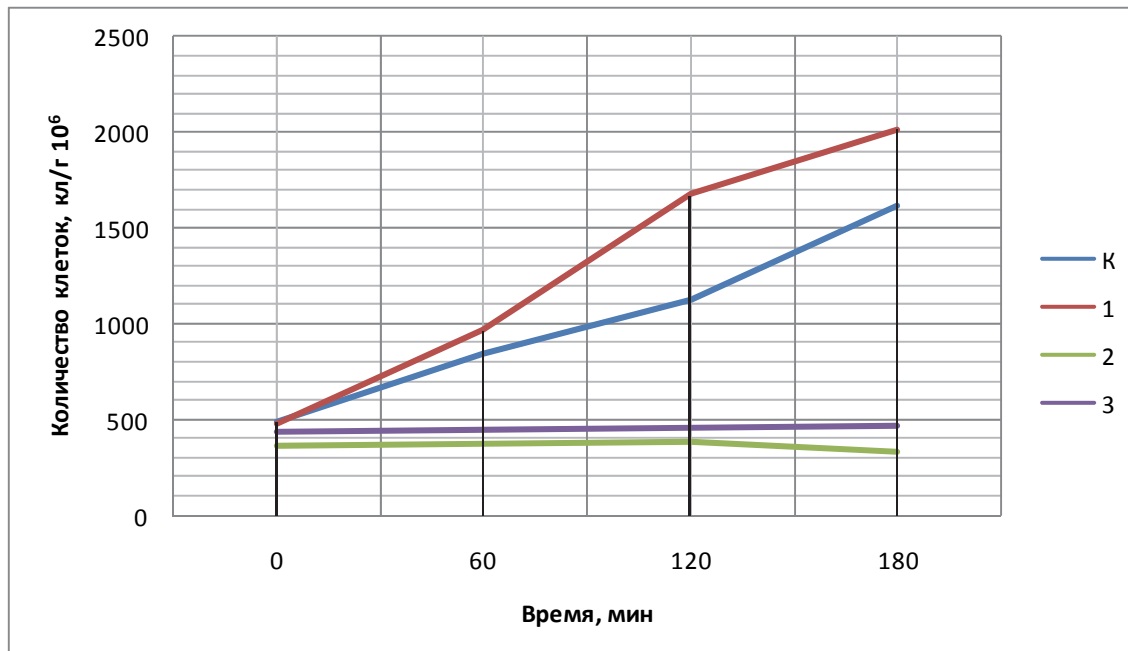


Рис. 2. Динамика роста дрожжевых клеток в образцах жидкой опары в зависимости от времени брожения

Fig. 2. Dynamics of growth of yeast cells in samples of liquid opaque depending on the fermentation time

Таким образом, установлено, что внесение альгината натрия и водорастворимого хитозана в рецептуру густой опары незначительно замедляет развитие дрожжевых клеток,

поскольку наибольшее увеличение клеток в ходе процесса брожения отмечено в контрольном образце. В свою очередь в исследуемых образцах густой опары 1, 2 и 3 также наблюдается увеличение количества дрожжевых клеток в ходе брожения, разница между образцами была незначительной и сопоставимой.

Из рис. 2 видно, что интенсивное увеличение количества дрожжевых клеток происходило в контрольном и 1 образцах опары.

Отмечено, что количество клеток дрожжей в контрольном образце опары за весь период брожения (180 мин) увеличилось примерно в 3,7 раза. В исследуемом образце опары 1, в состав которого входит альгинат натрия, количество клеток в ходе процесса брожения увеличилось примерно в 4,9 раза.

Также отмечено, что итоговое количество клеток дрожжей в исследуемом образце опары 1 примерно в 1,2 раза (на 20 %) выше, чем в контрольном образце. Что также свидетельствует о большей интенсивности процесса брожения.

В исследуемых образцах опары 2 и 3 количество дрожжевых клеток в процессе брожения практически не изменилось. Так, в образце опары 2 за 120 мин брожения количество клеток увеличилось незначительно, в 1,06 раза (или на 6,7 %). В период между 120 и 180 мин брожения образца наблюдается снижение количества клеток дрожжей в 1,17 раза (или на 14,6 %). В результате чего итоговое количество клеток дрожжей в образце 2 снизилось в 1,1 раза (или на 8,9 %) по сравнению с начальным.

В образце 3 за весь период брожения количество дрожжевых клеток увеличилось в 1,07 раза (или на 7,3 %).

Данные результаты также подтверждают отсутствие процесса брожения в исследуемых образцах опары 2 и 3.

В соответствии с поставленной задачей два, по определению влияния ПВ (альгината натрия и хитозана) на подъемную силу хлебопекарных дрожжей, были приготовлены образцы теста по рецептуре, представленной в табл. 3.

Кроме этого, задачей исследования являлось совместное внесение альгината натрия и водорастворимого хитозана в рецептуру сушек ванильных, образцы опары, в рецептуру которых уже было внесено одно из ПВ, при замесе теста дополняли другим. Образцы густой и жидкой опары после процесса брожения использовали для приготовления теста. Альгинат натрия вносили в сухом виде в смеси с мукой для приготовления теста. Хитозан – в виде раствора с общим количеством воды для замеса.

Контрольным образцом считали тесто, приготовленное по рецептуре, представленной в [4].

Рецептура исследуемых образцов теста на густой и жидкой опаре представлена в табл. 3.

Таблица 3

**Рецептуры образцов теста на густой и жидкой опаре (в пересчете на 50 г муки)**

Table 3

**Formulations of test samples for thick and liquid spices (in terms of 50 g of flour)**

Наименование рецептурных компонентов	Образцы теста на густой опаре				Образцы теста на жидкой опаре			
	К*	1	2	3	К	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мука пшеничная высшего сорта, г	40,0	39,0	39,0	40,0	45,0	44,0	44,0	45,0
Вода, см <sup>3</sup>	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Альгинат натрия, г	-	-	1,0	-	-	-	1,0	-
Водорастворимый хитозан, г	-	1,0	-	-	-	1,0	-	-

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Густая опара:								
- без ПВ	10,0	-	-	-	-	-	-	-
- с альгинатом натрия	-	10,0	-	-	-	-	-	-
- с водорастворимым хитозаном	-	-	10,0	-	-	-	-	-
- с альгинатом натрия и водорастворимым хитозаном	-	-	-	10,0	-	-	-	-
Жидкая опара:								
- без ПВ	-	-	-	-	5,0	-	-	-
- с альгинатом натрия	-	-	-	-	-	5,0	-	-
- с водорастворимым хитозаном	-	-	-	-	-	-	5,0	-
- с альгинатом натрия и водорастворимым хитозаном	-	-	-	-	-	-	-	5,0

Примечание. К\* – контрольный образец.

Экспериментальные образцы теста на густой и жидкой опаре использовали для определения влияния ПВ на подъемную силу теста.

Под подъемной силой условно понимается промежуток времени (в минутах) с момента опускания в воду до момента всплытия шариков теста [7].

Результаты исследования подъемной силы дрожжей в экспериментальных образцах теста на густой и жидкой опаре представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты исследования подъемной силы дрожжей в экспериментальных образцах теста**

Table 4

**The results of investigation of the yeast lift in experimental test samples**

Образцы	Время всплытия шарика, мин		Среднее арифметическое, мин
	1	2	
Тесто на густой опаре			
Контрольный	14,0	13,0	13,5
1	19,0	22,0	20,5
2	45,0	46,0	45,5
3	20,0	22,0	21,0
Тесто на жидкой опаре			
Контрольный	12,0	14,0	13,0
1	11,0	12,0	11,5
2	-	-	-
3	-	-	-

Из табл. 4 видно, что при исследовании образцов теста на густой опаре наибольшей подъемной силой характеризовались дрожжи в контрольном образце. Несмотря на тот факт, что в исследуемом образце густой опары 2 наблюдалось наибольшее количество дрожжевых клеток (см. табл. 2), у образца теста 2, приготовленного на этой опаре, было максимальное время всплытия шарика (45,5 мин), что свидетельствует о наименьшей подъемной силе дрожжей.



В экспериментальных образцах теста 1 и 3 подъемная сила дрожжей сопоставима, как и количество клеток в образцах опары, на которых они были приготовлены (см. табл. 2). Подъемная сила в этих образцах составила соответственно 20,5 и 21,0 мин.

При исследовании образцов теста на жидкой опаре выявлено, что в образцах теста 2 и 3 за весь период наблюдения (60 мин) всплытие шарика не происходило, что свидетельствует об отсутствии процесса брожения. Также отсутствие процесса брожения в образцах опары 2 и 3, используемых для приготовления данных образцов теста, показано на рис. 2.

Наибольшей подъемной силой, по сравнению с контрольным образцом, обладал экспериментальный образец теста 1. Кроме того, опара 1, используемая при замесе образца теста 1, характеризовалась максимальным количеством дрожжевых клеток, превосходила количество клеток в контрольном образце опары на 19,5 % и количество клеток всех образцов густой опары, используемой для замеса соответствующих образцов теста, в среднем на 56 %.

Известно, что хитозан обладает антимикробными свойствами, в результате чего он ингибирует рост дрожжевых клеток [9]. Несмотря на это, хитозан возможно вносить в густую опару. Согласно рецептуре (см. табл. 1) на замес густой опары идет небольшое количество воды, которого недостаточно для полного растворения хитозана. Поэтому его антимикробные свойства не проявляются в полной мере, и в ходе брожения происходит интенсивное увеличение количества дрожжевых клеток. О чем свидетельствуют результаты, представленные на рис. 1.

А при замесе теста на густой опаре с хитозаном его антимикробные свойства начинают проявляться в полной мере. Поскольку на данном этапе вносится вода, количество которой (см. табл. 3) достаточно для полного растворения хитозана, в результате чего он ингибирует рост дрожжевых клеток и процесс брожения не происходит. Это объясняет результаты полученной в ходе исследования подъемной силы дрожжей.

При замесе жидкой опары с хитозаном его антимикробные свойства проявляются сразу. Поскольку количества воды (см. табл. 1), необходимого для замеса полуфабриката, достаточно для полного растворения хитозана. В результате этого в ходе брожения жидкой опары не происходит роста дрожжевых клеток, а их количество уменьшается. Это объясняет результаты, полученные в ходе подсчета дрожжевых клеток в образце жидкой опары, и доказано на рис. 2.

### **Выводы**

В результате исследования влияния пищевых волокон из ВБР (альгината натрия и хитозана) на качество полуфабрикатов при производстве сушек ванильных было установлено, что хлебопекарные дрожжи, входящие в рецептуру опары и теста, имеют высокую активность, что в свою очередь и обеспечивает высокое качество полуфабрикатов при следующих условиях:

1. При использовании густой опары (влажность 36–38 %) хлебопекарные дрожжи имеют достаточную активность, если:

- в рецептуру сушек вносить одно из представленных ПВ: альгинат натрия – в сухом виде в смеси с мукой, используемой для замеса опары, в количестве 2 %;

- водорастворимый хитозан – в виде раствора с общим количеством воды для замеса теста в количестве 2 % от массы муки.

2. При совместном внесении альгината натрия и водорастворимого хитозана при замесе опары. Альгинат натрия вносить в сухом виде в смеси с мукой, используемой для замеса опары, в количестве 2 %, а водорастворимый хитозан – в виде раствора с общим количеством воды для замеса в количестве 2 % от массы муки.

3. При использовании жидкой опары (влажность 64–65 %) хлебопекарные дрожжи обладают наибольшей активностью как при отдельном, так и совместном внесении ПВ, если:
- альгинат натрия вносить в сухом виде в общее количество муки, используемой на замес опары, в количестве 2 %;
  - водорастворимый хитозан вносить в виде раствора с общим количеством воды для замеса теста в количестве 2 % от массы муки.

### Список литературы

1. Зайзулин Р.А., Кунакова Р.В, Гаделева Х.К. Функциональные продукты питания. М., 2012. С. 304.
2. Шевцов И.А, Попов Н.А, Петраш И.П. Пищевые волокна в рационе питания человека. М.: ВНИИЗ, 1989. 50 с.
3. Полезные свойства пищевых добавок хитозан и альгинат натрия [Электронный ресурс]. <http://shop-haogang.ru/stories/polezno-hitozan>: Дата обращения 06.11.16.
4. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. М.: ДеЛи, 1988. 220 с.
5. ГОСТ 32124-2013. Изделия хлебобулочные бараночные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.
6. ГОСТ 28805-90. Продукты пищевые. Методы определения и выявления количества дрожжей и плесневых грибов. М.: Стандартинформ, 1990. 20 с.
7. ГОСТ 171-80. Продукты пищевые. Методы определения подъемной силы дрожжей. М.: Стандартинформ, 1980. 10 с.
8. Пат. № 6153250 Российская Федерация. Способ приготовления мучных изделий / Головлев В.И, Дудинская О.Л. Дата опубл. 10.02.07.
9. Гафуров Ю.М. Хитозан: свойства, опыт применения. Владивосток, 2011. С. 135.

**Сведения об авторах:** Кращенко Виктория Владимировна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: victoriy@mail.ru;

Осип Ольга Владимировна, магистрант, e-mail: alexey\_niko@mail.ru.

УДК [664.951:658.562.012.7]:639.212

**М.В. Сытова, Л.С. Абрамова, Л.Х. Котельникова**  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии»,  
107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЕДЕНИЮ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ И ПРАВИЛАМ МАРКИРОВКИ ПРОДУКЦИИ ИЗ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

*Принятие «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» ставит задачи управления качеством и безопасностью рыбной продукции на основе прослеживаемости и ужесточения требований к маркировке для идентификации продукции, решение которых позволит предотвратить поступление на товарные рынки браконьерской, незаконной продукции из осетровых рыб. Подготовлены рекомендации по правилам маркировки продукции из осетровых рыб, включая икру, с учетом требований Технического регламента ТР ТС 022/2011 и Технического регламента ЕАЭС «О безопасности рыбы и рыбной продукции» ТР ЕАЭС 040/2016 и иных международных документов. Для идентификации рыбной продукции наиболее приемлемым для рыбного сырья с экономической и технологической точек зрения является штриховое, или QR-кодирование. Проведенный анализ позволил подготовить рекомендации по ведению прослеживаемости и правилам маркировки продукции из осетровых рыб в целях контроля безопасности и качества пищевой продукции из осетровых рыб на всех стадиях производства, хранения, транспортирования, переработки и реализации, соответствующих требованиям национального законодательства и международным требованиям.*

**Ключевые слова:** рекомендации, прослеживаемость, маркировка, штрих-кодирование, продукция, аквакультура, осетровые рыбы.

## **M.V. Sytova, L.S. Abramova, L.H. Kotelnikova** **RECOMMENDATIONS FOR THE MANAGEMENT OF TRACEABILITY** **AND LABELING RULES OF STURGEON FISH PRODUCTS**

*The adoption of the "Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030" sets the task of managing the quality and safety of fish products on the basis of traceability and tightening the requirements for labeling to identify products. The solution to this problem will prevent the flow of illegal sturgeon products to the goods market. Recommendations for the rules of labeling sturgeon products, including caviar, were prepared, taking into account the requirements of Technical regulations TR CU 022/2011 and technical regulations of the EAEU "on the safety of fish and fish products" TR EAEU 040/2016 and other international documents. To identify fish products, bar coding or QR coding is the most acceptable for fish raw materials both from the economic and technological point of view. The analysis made it possible to prepare recommendations for the management of traceability and labeling rules for sturgeon products in order to control the safety and quality of sturgeon food products at all stages of production, storage, transportation, processing, and sales, meeting the requirements of national legislation and international requirements.*

**Key words:** recommendations, traceability, labeling, bar-coding, production, aquaculture, sturgeon.

### **Введение**

Создание в России единой информационной системы прослеживаемости пищевой продукции установлено «Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» (далее – Стратегия), принятой в 2016 г. и ориентированной на стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества. Такое решение диктует необходимость повышения доли безопас-

ной и качественной пищевой продукции на отечественном продовольственном рынке для исключения из обращения на рынке продукции, опасной для здоровья населения; соблюдения международных правил торговли и требований законодательства стран-импортеров, стремления к продвижению продукции на международный и отечественный рынки с учетом требований потребителей, повышения эффективности управления производственными процессами на предприятии; повышения конкурентоспособности отечественной пищевой продукции, обладающей улучшенными потребительскими свойствами.

В связи с принятием Стратегии для формирования комплексного и системного подхода управления качеством и безопасностью рыбной продукции на основе прослеживаемости необходимо обеспечение следующих важнейших элементов стратегического планирования: разработка соответствующих законодательных актов; усовершенствование системы мониторинга показателей качества и безопасности рыбной продукции; ужесточение требований к маркировке для идентификации продукции; актуализация документов по стандартизации (стандарты и технические условия на продукцию) и создание их электронной базы; использование современных информационных программно-технических средств и методов обеспечения работы информационной системы [1, 2].

В рамках технического регулирования, осуществляемого в соответствии с правовыми нормами ЕЭК и законодательством Российской Федерации о техническом регулировании, а также в связи с принятием Советом Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) 18 октября 2016 г. и введением в действие с 1 сентября 2017 г. Технического регламента ЕАЭС «О безопасности рыбы и рыбной продукции», повышается ответственность производителей рыбной продукции за обеспечение ее безопасности и качества.

Целями исследования являлись: разработка мер государственного регулирования рынков продовольствия, развитие товаропроизводящих сетей, совершенствование взаимодействия производителей продукции, поставщиков и организаций оптовой и розничной торговли для обеспечения продовольственной безопасности.

Усиление контроля за безопасностью и качеством пищевой продукции из осетровых рыб на всех стадиях производства, хранения, транспортирования, переработки и реализации, соответствующей требованиям национального законодательства и международным требованиям, позволит предотвратить поступление на товарные рынки браконьерской, незаконной продукции из осетровых рыб.

### **Объекты и методы исследований**

Объектами исследования являлись процессы, порождающие проблемную ситуацию, связанную с браконьерством и фальсификацией, для обеспечения прослеживаемости продукции из осетровых рыб.

В работе применены экспертный, социологический и системно-аналитический методы исследования; комбинированная стратегически-ориентированная методика на основе систематизации информации и стратегического планирования деятельности предприятия по переработке рыбной продукции; использованы требования нормативных правовых актов Российской Федерации, международных, межгосударственных и национальных стандартов и иных документов, нормативные, справочные и статистические материалы федеральных органов исполнительной власти.

### **Результаты и их обсуждение**

Технический регламент ЕАЭС «О безопасности рыбы и рыбной продукции» ТР ЕАЭС 040/2016 устанавливает обязательность введения прослеживаемости рыбной продукции, мониторинга безопасности водных биоресурсов и объектов аквакультуры и ряд иных требований, в том числе и к показателям качества [3].

Рыболовство и аквакультура важны в социально-экономическом развитии различных областей мировой и национальной экономик, играют важную роль в насыщении внутренних рынков продуктами питания. С ростом населения в мире увеличивается спрос на продукты из сырья водного происхождения [2].

В России за последние более чем десять лет наблюдается рост объемов рыболовства и аквакультуры, уловы водных биоресурсов в 2005 г. и 2017 г. составили соответственно 3,36 и 4,94 млн т (увеличение в 1,5 раза), объемы аквакультуры – 115,0 и 219,7 тыс. т (увеличение в 1,9 раза).

Однако тяжелое экологическое состояние мест обитания осетровых видов рыб, нарушения условий их размножения и нагула, неоправданно интенсивный вылов, браконьерство, превышавшее легальный промысел более чем в 10 раз в море и путях миграции производителей, привели к катастрофическому снижению численности практически всех видов и популяций осетровых рыб в Российской Федерации и даже исчезновению некоторых видов. При общей тенденции к сокращению естественных запасов осетровых рыб особое значение приобретает развитие их искусственного выращивания в условиях аквакультуры.

Товарное осетроводство развивается по пути создания рыбоводных хозяйств различных типов: прудовых (на юге страны), садковых и бассейновых с использованием индустриального и комбинированного типов выращивания. В таких хозяйствах сформированы ремонтно-маточные стада различных видов и гибридов осетровых рыб, позволяющие получать и выращивать не только рыбоводную, но и товарную продукцию [4].

По статистическим данным 2015 г., товарное выращивание осетровых рыб в России в настоящее время дает около 3,85 тыс. т (от объемов выращивания в мире – это всего 3,7 %), что превышает официальный вылов в 75 раз, а их изъятие из естественной среды обитания осуществляется в настоящее время в основном в научных целях и для искусственного воспроизводства.

Осетровое хозяйство как любое предприятие аквакультуры для обеспечения стабильного качества и гарантированной безопасности продукции должно иметь все возможности управлять потенциальными опасностями и рисками, так как безопасность продукции товарного осетроводства должен обеспечить производитель.

Система прослеживаемости должна позволить идентифицировать партии продукции во взаимосвязи с партиями сырья, ингредиентов, вспомогательных материалов, кормов и других составляющих производственного процесса, самим технологическим процессом и записями о поставках. Собранная информация, обеспечивающая прослеживаемость, должна храниться в течение определенного времени, достаточного для проведения оценки в рамках процедуры. При сборе информации и ведении записей необходимо руководствоваться требованиями, установленными действующим законодательством, органами государственного управления и потребностями потребителей.

Согласно Федеральному закону Российской Федерации от 2 июля 2013 г. № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» *продукцией аквакультуры* является пищевая рыбная продукция, непищевая рыбная продукция и иная продукция из объектов аквакультуры.

Выращиваемые в рыбоводных хозяйствах осетровые рыбы являются источником рыбоводной продукции (оплодотворенная икра, личинки, молодь, производители) и потенциальным сырьем для производства пищевой икры и различных видов продукции (охлажденная, мороженая, копченая и др.). Все эти виды продукции в процессе производства должны быть обеспечены прослеживаемостью, что позволит легко получить достоверную информацию о легальности их происхождения.

ГОСТ ISO 12877-2016 «Прослеживаемость рыбной продукции. Требования к информации в цепочках распределения продукции из выращенной рыбы» в отношении рыб, вы-

ращенных в аквакультуре, и продукции из них устанавливает требования к сведениям, подлежащим регистрации, с целью обеспечения прослеживаемости и улучшения обмена информацией между потенциальными пользователями, рыбоводными и рыбоперерабатывающими предприятиями, рыбными биржами, логистическими, транспортными и торговыми компаниями, дистрибьюторами. Данный документ, работа над которым проведена специалистами ФГБНУ «ВНИРО», поможет организовать систему прослеживаемости в аквакультуре по сбору текущей информации о выращиваемой рыбе, продукции, хранении, транспортировке, обороте, реализации для создания современного цивилизованного рынка. В стандарте детально изложена схема прослеживаемости, которая может быть применена для продукции из аквакультурных осетровых рыб [5].

Механизмами прослеживаемости осетровых рыб и продукции из них могут быть:

- мониторинг производственного процесса по всей технологической цепи (получение рыбопосадочного материала, зарыбление водоемов, выращивание товарной рыбы, вылов, переработка, транспортировка и реализация);
- идентификация партии продукции (ручная или автоматическая идентификация) через маркирование и штриховое кодирование;
- сбор истории процесса производства и движения каждой партии продукции; передача информации в уполномоченный орган и др.

Легальная продукция из осетровых рыб должна иметь уникальную идентификацию и маркироваться определенным образом, позволяющим проследить источник ее получения и пути товародвижения от сырья до готовой продукции, от изготовителя к потребителю, что позволит исключить возможность фальсификации продукции.

*Рассмотрим рекомендации по правилам маркировки продукции из осетровых рыб, включая икру.*

При изготовлении пищевой продукции их осетровых рыб главной задачей является обеспечение потребителя достоверной информацией о происхождении сырья и произведенной из него продукции. Для предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей пищевой рыбной продукции относительно ее назначения и безопасности, пищевая рыбная продукция может выпускаться в обращение на рынке только при соответствии ее маркировки всем требованиям Технического регламента Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011 (далее – ТР ТС 022/2011) [6] и дополнительным требованиям Технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [3]. При неправильной маркировке возникают проблемы с ее идентификацией, подтверждением происхождения и оценкой соответствия, в том числе и по показателям безопасности. Такая продукция согласно пункту 12 Технического регламента «О безопасности рыбы и рыбной продукции» подлежит изъятию из обращения, а на производителя может быть наложен крупный штраф.

Согласно ТР ТС 022/2011 понятие «маркировка пищевой продукции» предусматривает информацию о пищевой продукции, нанесенную в виде надписей, рисунков, знаков, символов, иных обозначений и (или) их комбинаций на потребительскую упаковку, транспортную упаковку или на иной вид носителя информации, прикрепленного к потребительской упаковке и (или) к транспортной упаковке, или помещенного в них либо прилагаемого к ним.

В соответствии с требованиями технических регламентов и нормативных документов маркировка пищевой продукции должна быть понятной, легко читаемой, достоверной и не вводить в заблуждение потребителей (приобретателей), при этом надписи, знаки, символы должны быть контрастными фону, на который нанесена маркировка. Способ нанесения маркировки должен обеспечивать ее сохранность в течение всего срока годности пищевой продукции при соблюдении установленных изготовителем условий хранения.

Необходимо отметить, что наименование, дата изготовления, срок годности, условия хранения пищевой рыбной продукции, сведения о наличии в составе пищевой рыбной продукции аллергенов должны наноситься на потребительскую упаковку и (или) на этикетку, удаление которой с потребительской упаковки затруднено. Остальные сведения должны наноситься на потребительскую упаковку, и (или) на этикетку, и (или) на листок-вкладыш, помещаемый в каждую упаковочную единицу либо прилагаемый к каждой упаковочной единице.

Рассмотрим перечень реквизитов маркировки и их содержание применительно к продукции из осетровых рыб.

### **Основные положения**

#### **Наименование пищевой рыбной продукции**

Наименование пищевой продукции, указываемое в маркировке, должно позволять относить продукцию к пищевой продукции, достоверно ее характеризовать и позволять отличать ее от другой пищевой продукции.

Не допускается в наименовании пищевой продукции указывать компоненты, если они или продукты их переработки не входят в состав пищевой продукции. В случае если в составе пищевой продукции используется ароматизатор, наименование компонента, замененного этим ароматизатором и не входящего в состав пищевой продукции, допускается включать в наименование пищевой продукции с использованием слов: со вкусом и (или) с ароматом.

Наименование пищевой рыбной продукции из осетровых рыб может содержать придуманное название – слово или словосочетание, которые могут дополнять наименование пищевой продукции. Придуманное название пищевой продукции может не отражать ее потребительских свойств и не должно заменять собой наименование пищевой продукции.

*Наименование пищевой рыбной продукции включает в себя:*

- наименование вида пищевой рыбной продукции (например, «рыбный кулинарный полуфабрикат», «рыбные консервы»);
- зоологическое наименование вида водного биологического ресурса или объекта аквакультуры (например, «*Acipenser gueldenstaedtii*, осетр русский» в соответствии с таблицей 1, основанной на приложении 2 к приказу Росрыболовства от 24 августа 2009 г. № 736 «О маркировании икры осетровых видов рыб, предназначенной на экспорт»;
- вид разделки пищевой рыбной продукции;
- вид обработки (например, «пастеризованная», «маринованная», «восстановленная»);
- для непереработанной пищевой рыбной продукции – информацию о принадлежности к району добычи, извлечения (вылова) или к объектам аквакультуры.

Таблица 1  
**Видовой состав осетровых рыб и идентификационные коды биологических видов**

Table 1  
**Species composition of sturgeon and identification codes of biological species**

Название осетровых рыб		Код*
русское	латинское	
1	2	3
Род Белуги** – <i>Huso</i>		
Белуга	<i>Huso huso</i>	HUS
Калуга	<i>Huso dauricus</i>	DAU
Род Осетры** – <i>Acipenser</i>		
Осетр адриатический	<i>Acipenser naccarii</i>	NAC

Окончание табл. 1

1	2	3
Осетр амурский	<i>Acipenser schrenckii</i>	SCH
Осетр атлантический (европейский)	<i>Acipenser sturio</i>	STU
Осетр байкальский	<i>Acipenser baerii baikalensis</i>	BAI
Осетр белый (американский)	<i>Acipenser transmontanus</i>	TRA
Осетр китайский	<i>Acipenser sinensis</i>	SIN
Осетр корейский	<i>Acipenser dabryanus</i>	DAB
Осетр тупорылый	<i>Acipenser brevirostrum</i>	BVI
Осетр Мексиканского залива	<i>Acipenser oxyrinchus desotoi</i>	DES
Осетр озерный	<i>Acipenser fulvescens</i>	FUL
Осетр остроносый (американский)	<i>Acipenser oxyrinchus</i>	OXY
Осетр персидский	<i>Acipenser persicus</i>	PER
Осетр русский	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	GUE
Осетр сахалинский (зеленый)	<i>Acipenser medirostris</i>	MED
Осетр сибирский	<i>Acipenser baerii</i>	BAE
Осетр японский	<i>Acipenser micadoi</i>	MIK
Севрюга	<i>Acipenser stellatus</i>	STE
Стерлядь	<i>Acipenser ruthenus</i>	RUT
Шип	<i>Acipenser nudiiventris</i>	NUD
Гибриды – код (наименование) женского вида, код (наименование) мужского вида		YYY x XXX
Код для смешанной (только для паюсной) икры от различных видов осетровых рыб		MIX
Примечания.		
* – рекомендации Резолюции 12.7 «Сохранение и торговля осетровыми и веслоносными» Конференции Сторон Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения», от 03.03.1973 (СИТЕС) (с учетом изменений на 13-й, 14-й и 16-й конференциях сторон).		
** – в том числе осетровые рыбы аквакультуры и их гибриды.		

Для живой рыбы семейства осетровых должны быть нанесены слова «при засыпании рыбу незамедлительно потрошить с удалением сфинктера».

Мороженая пищевая рыбная продукция должна иметь информацию о сорте (при наличии) или категории (для мороженого рыбного филе); массу нетто пищевой рыбной продукции без глазури (для мороженой глазированной пищевой рыбной продукции).

Пищевая рыбная продукция, произведенная из мороженой пищевой рыбной продукции, должна иметь дополнительную надпись – «произведено из мороженого сырья».

Для пищевой рыбной продукции горячего и холодного копчения, а также подкопченной пищевой рыбной продукции, в процессе производства которой используются коптильные препараты, наносится информация об использовании коптильных препаратов.

При маркировке рыбных кулинарных изделий необходимо нанести слова «продукция, готовая к употреблению», а рыбных кулинарных полуфабрикатов – слова «кулинарный полуфабрикат».

На наружную поверхность банок рыбных консервов наносятся методом выдавливания или несмываемой краской знаки условных обозначений:

- дата производства продукции: число – две цифры (до цифры «9» включительно впереди ставится цифра «0»), месяц – две цифры (до цифры «9» включительно впереди ставится цифра «0»), год – две последние цифры;



- ассортиментный знак (от одного до трех знаков – цифры или буквы, кроме буквы «Р») и номер предприятия-изготовителя (от одного до трех знаков – цифры и буквы) (при наличии);

- номер смены (одна цифра) и индекс рыбной промышленности (буква «Р»).

При нанесении даты производства продукции, ассортиментного знака, номера предприятия-изготовителя, номера смены и индекса рыбной промышленности между ними оставляют пропуск в один знак или два знака.

При маркировании литографированных банок на крышку (дно) банки наносятся реквизиты, отсутствующие на литографии, при условии, что дата производства продукции указана перед другими реквизитами. Допускается не наносить индекс рыбной промышленности.

Маркировка икры должна содержать сведения о виде рыбы, от которой получена икра. При получении икры от гибридов рыб семейства осетровых необходимо указывать наименование гибрида или сочетание видов водных биологических ресурсов (например, слова «икра зернистая русско-ленского осетра»).

Для имитированной пищевой рыбной продукции информация об имитации указывается в наименовании или через тире от наименования шрифтом, не отличающимся от шрифта, использованного для наименования продукта, включая размер этого шрифта.

#### ***Состав пищевой продукции***

Входящие в состав пищевой продукции компоненты указываются в порядке убывания их массовой доли на момент производства пищевой продукции. Непосредственно перед указанием данных компонентов должна размещаться надпись «Состав».

При наличии в пищевом продукте ароматизатора маркировка состава должна содержать слово «ароматизатор(ы)». Придуманное название пищевой продукции в отношении ароматизаторов в составе пищевой продукции допускается не указывать.

При наличии пищевой добавки в составе пищевой продукции должно быть указано функциональное (технологическое) назначение (регулятор кислотности, стабилизатор, эмульгатор, другое функциональное (технологическое) назначение) и наименование пищевой добавки, которое может быть заменено индексом пищевой добавки согласно Международной цифровой системе (INS) или Европейской цифровой системе (E). Если пищевая добавка имеет различное функциональное назначение, указывается функциональное назначение, соответствующее цели ее использования.

Компоненты (в том числе пищевые добавки, ароматизаторы), биологически активные добавки, употребление которых может вызвать аллергические реакции или противопоказано при отдельных видах заболеваний и которые приведены в пункте 14 части 4.4 статьи 4 ТР ТС 022/2011, указываются в составе пищевой продукции независимо от их количества.

#### ***Количество пищевой продукции***

Количество упакованной пищевой продукции указывается в маркировке этой продукции в единицах объема (миллилитрах, сантিলитрах или литрах), массы (граммах или килограммах) или счета (штуках). При этом допускается использовать сокращенные наименования данных единиц.

Для пищевой продукции, помещенной в транспортную упаковку, ее количество указывается в единицах объема (миллилитрах, сантिलитрах или литрах) или массы (граммах или килограммах) либо в количестве упаковочных единиц в транспортной упаковке (штуки) с указанием количества пищевой продукции, помещенной в каждую упаковочную единицу. При этом допускается использовать сокращенные наименования данных единиц.

В случае если пищевая продукция помещена в жидкую среду, например, воду, водные растворы сахара, водные растворы пищевых кислот, водные растворы соли, рассолы, уксус, фруктовые или овощные соки, наряду с указанием объема или массы пищевой про-

дукции вместе с жидкой средой должны быть указаны дополнительно объем или масса пищевой продукции, помещенной в жидкую среду. Данное требование распространяется также на пищевую продукцию, помещенную в жидкую среду с последующим замораживанием.

#### ***Дата изготовления пищевой продукции***

Указание в маркировке пищевой продукции даты ее изготовления в зависимости от срока ее годности осуществляется с использованием следующих слов:

- 1) «дата изготовления» с указанием часа, числа, месяца при сроке годности до 72 ч;
- 2) «дата изготовления» с указанием числа, месяца, года при сроке годности от 72 ч до трех месяцев;
- 3) «дата изготовления» с указанием месяца, года или числа, месяца, года при сроке годности три месяца и более.

Слова «дата изготовления» в маркировке пищевой продукции могут быть заменены словами «дата производства» или аналогичными по смыслу словами.

#### ***Срок годности пищевой продукции***

Срок годности продукции указывается с использованием следующих слов:

- 1) «годен до» с указанием часа, числа, месяца при сроке ее годности до 72 ч;
- 2) «годен до» с указанием числа, месяца, года при сроке ее годности от 72 ч до трех месяцев;
- 3) «годен до конца» с указанием месяца, года или «годен до» с указанием числа, месяца, года при сроке ее годности не менее трех месяцев.

После слов «годен до», «годен», «годен до конца» указывается или срок годности пищевой продукции, или место нанесения этого срока на упаковку.

Слова «годен до», «годен», «годен до конца» в маркировке пищевой продукции могут быть заменены словами «срок годности», «употребить до» или аналогичными по смыслу словами.

#### ***Условия хранения пищевой продукции***

На маркировке указываются условия хранения продукции, которые установлены изготовителем. Для пищевой продукции, качество и безопасность которой изменяется после вскрытия упаковки, защищавшей продукцию от порчи, указывают также условия хранения после вскрытия упаковки.

#### ***Наименование и место нахождения изготовителя пищевой продукции, уполномоченного изготовителем лица, импортера***

Наименование и место нахождения изготовителя пищевой продукции указываются в маркировке пищевой продукции независимо от производства пищевой продукции на территории государств-членов Таможенного союза или поставляемой из третьих стран. Место нахождения изготовителя пищевой продукции определяется местом государственной регистрации организации или индивидуального предпринимателя.

В информации, предоставляемой потребителю (приобретателю), следует использовать официально зарегистрированное наименование и место нахождения (адрес, включая страну) изготовителя. При несовпадении с адресом изготовителя также указывают адрес (а) производств (а) и лица, уполномоченного изготовителем на принятие претензий от потребителей (приобретателей) на ее территории (при наличии).

Пищевая продукция, упакованная не в месте ее изготовления (за исключением случаев упаковывания пищевой продукции в потребительскую упаковку организациями розничной торговли), должна содержать информацию об изготовителе и юридическом лице или индивидуальном предпринимателе, осуществляющих упаковывание пищевой продукции не в месте ее изготовления для ее последующей реализации или по заказу другого юридического лица или индивидуального предпринимателя.

**Рекомендации и (или) ограничения по использованию**, в том числе приготовлению пищевой продукции, приводятся в маркировке, в случае если ее использование без данных рекомендаций или ограничений затруднено, либо может причинить вред здоровью потребителей, их имуществу, привести к снижению или утрате вкусовых свойств пищевой продукции.

**Показатели пищевой ценности пищевой продукции**

Пищевая ценность пищевой продукции, указываемая в ее маркировке, включает следующие показатели:

- 1) энергетическую ценность (калорийность);
- 2) количество белков, жиров, углеводов;
- 3) количество витаминов и минеральных веществ.

Пищевая ценность пищевой продукции должна быть приведена в расчете на 100 граммов или 100 миллилитров и (или) на одну порцию (определенное количество пищевой продукции, указанное в ее маркировке как одна порция при обязательном указании количества такой порции) пищевой продукции.

Энергетическая ценность (калорийность) пищевой продукции должна быть указана в джоулях и калориях или в кратных или дольных единицах указанных величин.

Количество белков, жиров, углеводов и энергетическая ценность (калорийность) пищевой продукции должно указываться в отношении белков, жиров, углеводов и энергетической ценности (калорийности), для которых такое количество в 100 граммах или 100 миллилитрах либо в одной порции пищевой продукции (в случае приведения пищевой ценности в расчете на одну порцию) составляет 2 и более процента величин, отражающих среднюю суточную потребность взрослого человека в белках, жирах, углеводах и энергии. В иных случаях количество белков, жиров, углеводов и энергетическая ценность (калорийность) пищевой продукции могут указываться по усмотрению изготовителя.

Количество витаминов и минеральных веществ в пищевой продукции должно указываться в случае, если витамины и минеральные вещества добавлены в пищевую продукцию при ее производстве. В иных случаях количество витаминов и минеральных веществ в пищевой продукции может указываться в отношении витаминов и минеральных веществ, для которых такое количество в 100 граммах или 100 миллилитрах либо в одной порции пищевой продукции (в случае приведения пищевой ценности в расчете на одну порцию) составляет 5 и более процентов величин, отражающих среднюю суточную потребность взрослого человека в витаминах и минеральных веществах.

Значения показателей пищевой ценности пищевой продукции, приготовление которой должно осуществляться потребителями, указываются в маркировке такой пищевой продукции без учета ее дальнейшего приготовления.

Показатели пищевой ценности пищевой продукции определяются изготовителем пищевой продукции аналитическим или расчетным путем.

При указании энергетической ценности (калорийности) пищевой продукции и содержания в ней белков, жиров, углеводов могут применяться правила округления значений показателей пищевой ценности пищевой продукции в соответствии с приложением 3 ТР ТС 022/2011. В отношении показателей пищевой ценности пищевой продукции маркировка может дополняться надписью: «средние значения».

**Сведения о наличии в пищевой продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов (далее – ГМО)**

Для пищевой продукции, полученной с применением ГМО, в том числе не содержащей дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) и белок, должна быть приведена информация: «генетически модифицированная продукция», или «продукция, полученная из генно-модифицированных организмов», или «продукция содержит компоненты генно-модифицированных организмов».

В случае если изготовитель при производстве пищевой продукции не использовал генно-модифицированные организмы, содержание в пищевой продукции 0,9 процентов и менее ГМО является случайной или технически неустранимой примесью, и такая пищевая продукция не относится к пищевой продукции, содержащей ГМО. При маркировке такой пищевой продукции сведения о наличии ГМО не указываются.

***Единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза***

Пищевая рыбная продукция из осетровых рыб, прошедшая оценку (подтверждение) соответствия, должна маркироваться единым знаком обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза.

Маркировка единым знаком обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза неупакованной пищевой продукции наносится на товаросопроводительные документы.

Все указанные выше требования к маркировке и особенности, учитывающие вид продукции, состав, назначение, рекомендации в большей степени относятся и могут быть выполнены для упакованной пищевой продукции.

***Рассмотрим современные подходы к маркировке продукции из осетровых рыб.***

В случае маркировки непереработанной пищевой продукции, например, для живых осетровых рыб или охлажденной рыбы, которая помещена в транспортную упаковку и предназначена для дальнейшей промышленной переработки, возможны иные подходы при маркировке с использованием RFID-меток или QR-кодов, рассмотренные ниже.

Анализ возможности использования меток RFID на продукцию из осетровых рыб показал следующее.

RFID (англ. Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках.

Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (считыватель, ридер или интеррогатор) и транспондера (он же RFID-метка, иногда также применяется термин RFID-тег).

По дальности считывания RFID-системы можно подразделить на системы:

- ближней идентификации (считывание производится на расстоянии до 20 см);
- идентификации средней дальности (от 20 см до 5 м);
- дальней идентификации (от 5 до 300 м)

Большинство RFID-меток состоит из двух частей. Первая – интегральная схема (ИС) для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного (RF) сигнала и некоторых других функций. Вторая – антенна для приёма и передачи сигнала.

***Классификация RFID-меток [7]***

Существует несколько способов систематизации RFID-меток и систем:

- по рабочей частоте;
- источнику питания;
- типу памяти;
- исполнению [8];

***Классификация по источнику питания [7]***

По типу источника питания RFID-метки делятся:

- на пассивные;
- активные;
- полупассивные.

### *Пассивные*

Пассивные RFID-метки не имеют встроенного источника энергии [7]. Электрический ток, индуцированный в антенне электромагнитным сигналом от считывателя, обеспечивает достаточную мощность для функционирования кремниевого КМОП-чипа, размещённого в метке, и передачи ответного сигнала.

### *Активные*

Активные RFID-метки обладают собственным источником питания и не зависят от энергии считывателя, вследствие чего они читаются на дальнем расстоянии, имеют большие размеры и могут быть оснащены дополнительной электроникой. Однако такие метки наиболее дороги, а у батарей ограничено время работы.

Активные метки в большинстве случаев более надёжны и обеспечивают самую высокую точность считывания на максимальном расстоянии [9]. Активные метки, обладая собственным источником питания, также могут генерировать выходной сигнал большего уровня, чем пассивные, позволяя применять их в более агрессивных для радиочастотного сигнала средах: воде (включая людей и животных, которые в основном состоят из воды), металлах (корабельные контейнеры, автомобили), для больших расстояний на воздухе. Большинство активных меток позволяет передать сигнал на расстояния в сотни метров при жизни батареи питания до 10 лет. Некоторые RFID-метки имеют встроенные сенсоры, например, для мониторинга температуры скоропортящихся товаров. Другие типы сенсоров в совокупности с активными метками могут применяться для измерения влажности, регистрации толчков/вибрации, света, радиации, температуры и газов в атмосфере (например, этилена).

### *Полупассивные*

Полупассивные RFID-метки, также называемые полуактивными, очень похожи на пассивные метки, но оснащены батареей, которая обеспечивает чип энергопитанием [7]. При этом дальность действия этих меток зависит только от чувствительности приёмника считывателя, и они могут функционировать на большем расстоянии и с лучшими характеристиками.

### *Классификация по типу используемой памяти [7]*

По типу используемой памяти RFID-метки делятся:

- на RO (англ. Read Only) – данные записываются только один раз, сразу при изготовлении. Такие метки пригодны только для идентификации. Никакую новую информацию в них записать нельзя, и их практически невозможно подделать;
- WORM (англ. Write Once Read Many) – кроме уникального идентификатора такие метки содержат блок однократно записываемой памяти, которую в дальнейшем можно многократно читать;
- RW (англ. Read and Write) – такие метки содержат идентификатор и блок памяти для чтения/записи информации. Данные в них могут быть перезаписаны многократно.

### *Классификация по рабочей частоте*

#### *Метки диапазона LF (125–134 кГц)*

Пассивные системы данного диапазона имеют низкие цены и в связи с физическими характеристиками используются для подкожных меток при чипировании животных, людей и рыб. Однако в связи с длиной волны существуют проблемы со считыванием на большие расстояния, а также проблемы, связанные с появлением коллизий при считывании.

#### *Метки диапазона HF (13,56 МГц)*

Системы 13 МГц дешевы, не имеют экологических и лицензионных проблем, хорошо стандартизованы, имеют широкую линейку решений. Применяются в платежных системах, логистике, идентификации личности. Для частоты 13,56 МГц разработан стандарт ISO

14443 (виды A/B). В отличие от Mifare 1K в данном стандарте обеспечена система диверсификации ключей, что позволяет создавать открытые системы. Используются стандартизованные алгоритмы шифрования.

Как и для диапазона LF, в системах, построенных в HF-диапазоне, существуют проблемы со считыванием на большие расстояния, в условиях высокой влажности, при наличии металла, а также проблемы, связанные с появлением коллизий при считывании.

#### *Метки диапазона UHF (860–960 МГц)*

Метки данного диапазона обладают наибольшей дальностью регистрации, во многих стандартах данного диапазона присутствуют антиколлизионные механизмы [10]. Ориентированные изначально для нужд складской и производственной логистики, метки диапазона UHF не имели уникального идентификатора. Существовавшие ранее метки данного диапазона не могли одновременно обеспечить уникальность метки и позволить производителю записывать произвольный EPC-номер.

Разработанные впоследствии чипы стандарта имели функции паролирования банков памяти (пароль на чтение, на запись), но не имели уникального идентификатора метки, что позволяло при желании создавать идентичные клоны меток.

В 2008 г. были выпущены два новых чипа, которые на сегодняшний день отвечают всем вышеперечисленным требованиям и отличаются от всех своих предшественников тем, что поле памяти TID (*Tag ID*), в которое при производстве обычно пишется код типа метки (и он в рамках одного артикула не отличается от метки к метке), разбито на две части [11]. Первые 32 бита отведены под код производителя метки и её марку, а вторые 32 бита – под уникальный номер самого чипа. Поле TID – неизменяемое, и, таким образом, каждая метка является уникальной. Каждый банк памяти может быть защищен от чтения или записи паролем, EPC-номер может быть записан производителем товара в момент маркировки.

В UHF RFID-системах по сравнению с LF и HF ниже стоимость меток, при этом выше стоимость прочего оборудования.

В настоящее время частотный диапазон УВЧ открыт для свободного использования в Российской Федерации в так называемом «европейском» диапазоне – 863–868 МГц [12].

#### *Радиочастотные UHF-метки ближнего поля*

Метки ближнего поля (англ. UHF Near-Field), не являясь непосредственно радиометками, используя магнитное поле антенны, позволяют решить проблему считывания в условиях высокой влажности, присутствия воды и металла. С помощью данной технологии ожидается начало массового применения RFID-меток в розничной торговле фармацевтическими товарами (нуждающимися в контроле подлинности, учёте, но при этом зачастую содержащими воду и металлические детали в упаковке) [13].

Таким образом, проанализировав информацию, представленную выше, можно сделать вывод о том, что для рыбной продукции, которая, как известно, содержит много влаги, применимы радиочастотные UHF-метки ближнего поля. Но существуют некоторые проблемы, связанные с их использованием для рыбной продукции. Рыба после вылова подвергается технологической переработке сначала на судах или прибрежных предприятиях, потом на рыбоперерабатывающих предприятиях, более того, в мороженом виде рыба может транспортироваться для переработки из зоны вылова в далеко расположенные регионы, где и происходит технологическая обработка, которая предусматривает значительное преобразование рыбы по сравнению с ее первоначальным состоянием. В этих условиях применение радиочастотных меток очень затруднительно, так как при мечении каждой рыбы и внесении информации о ее переработке требуются большие финансовые вложения, это приведет к удорожанию конечного продукта, что в условиях сложной и дорогой логистики в нашей стране создаст очень дорогой продукт, который массово пользоваться спросом не будет.

При использовании указанных меток для транспортных единиц возникает необходимость частого внесения информации о переработке, ее виде, выходе продукта и другой информации, что достаточно неудобно в условиях радиочастотных меток. Указанные типы фиксирования информации хорошо подходят для продукции, которая не подвергается глубокой технологической переработке.

*Ридеры* (от англ. reader) – считыватели, приборы, которые читают информацию с меток и записывают в них данные. Эти устройства могут быть постоянно подключенными к учётной системе или работать автономно.

В зависимости от частотного диапазона метки дистанция устойчивого считывания и записи данных в них будут различны.

Существуют *альтернативные методы идентификации* продукции, в которых нанесен штрих-код, а также QR-кодирование.

По функциональности такие RFID-метки как метод сбора информации очень близки к штрих-кодам, наиболее широко применяемым сегодня для маркировки товаров. Несмотря на удешевление стоимости RFID-меток, в обозримом будущем полное вытеснение штрих-кодов радиочастотной идентификацией вряд ли состоится по экономическим причинам (низкая окупаемость системы).

В то же время и сама технология штрих-кодов продолжает развиваться. Новые разработки (например, двумерный штрих-код Data Matrix) решают ряд проблем, ранее решавшихся лишь применением RFID. Технологии могут дополнять друг друга. Компоненты с неизменными потребительскими свойствами могут маркироваться постоянной маркировкой на основе оптических технологий распознавания, несущей информацию об их дате выпуска и потребительских свойствах, а на RFID-метку можно записать информацию, подверженную изменению, такую как данные о конкретном получателе заказа на возвращаемой многоразовой упаковке.

#### *Преимущества радиочастотной идентификации*

- *Возможность перезаписи.* Данные RFID-метки могут перезаписываться и дополняться много раз, тогда как данные на штрих-коде не могут быть изменены – они записываются сразу при печати.
- *Отсутствие необходимости в прямой видимости.* RFID-считывателю не требуется прямая видимость метки, чтобы считать её данные. Взаимная ориентация метки и считывателя часто не играет роли. Метки могут читаться через упаковку, что делает возможным их скрытое размещение. Для чтения данных метке достаточно хотя бы ненадолго попасть в зону регистрации, перемещаясь, в том числе и на довольно большой скорости. Напротив, устройству считывания штрих-кода всегда необходима прямая видимость штрих-кода для его чтения.
- *Большее расстояние чтения.* RFID-метка может считываться на значительно большем расстоянии, чем штрих-код. В зависимости от модели метки и считывателя радиус считывания может составлять до нескольких сотен метров. В то же время подобные расстояния требуются не всегда.
- *Больший объём хранения данных.* RFID-метка может хранить значительно больше информации, чем штрих-код.
- *Поддержка чтения нескольких меток.* Промышленные считыватели могут одновременно считывать множество (более тысячи) RFID-меток в секунду, используя так называемую антиколлизийную функцию. Устройство считывания штрих-кода может одновременно сканировать только один штрих-код.
- *Считывание данных метки при любом её расположении.* В целях обеспечения автоматического считывания штрихового кода комитеты по стандартам (в том числе EAN In-

ternational) разработали правила размещения штрих-меток на товарной и транспортной упаковке. К радиочастотным меткам эти требования не относятся. Единственное условие – нахождение метки в зоне действия считывателя.

- *Устойчивость к воздействию окружающей среды.* Существуют RFID-метки, обладающие повышенной прочностью и сопротивляемостью жёстким условиям рабочей среды, а штрих-код легко повреждается (например, влагой или загрязнением). В тех сферах применения, где один и тот же объект может использоваться неограниченное количество раз (например, при идентификации контейнеров или возвратной тары), радиочастотная метка оказывается более приемлемым средством идентификации, так как её не требуется размещать на внешней стороне упаковки. Пассивные RFID-метки имеют практически неограниченный срок эксплуатации.

- *Многоцелевое использование.* RFID-метка может использоваться для выполнения других задач, помимо функции носителя данных. Штрих-код же не программируем, он является лишь средством хранения данных.

- *Высокая степень безопасности.* Уникальное неизменяемое число-идентификатор, присваиваемое метке при производстве, гарантирует высокую степень защиты меток от подделки. Также данные на метке могут быть зашифрованы. Радиочастотная метка обладает возможностью закрыть паролем операции записи и считывания данных, а также зашифровать их передачу. В одной метке можно одновременно хранить открытые и закрытые данные.

#### *Недостатки радиочастотной идентификации*

- *Работоспособность метки* утрачивается при частичном механическом повреждении.

- *Стоимость системы* выше стоимости системы учёта, основанной на штрих-кодах.

- *Сложность самостоятельного изготовления.* Штрих-код можно напечатать на любом принтере.

- *Подверженность помехам* в виде электромагнитных полей.

- *Недоверие пользователей,* возможности использования её для сбора информации о людях.

- *Установленная техническая база* для считывания штрих-кодов существенно превосходит по объёму решения на основе RFID.

- Недостаточная открытость выработанных *стандартов.*

#### *QR-коды*

QR (Quick Response) означает – быстрый ответ. QR-коды, по сути, являются миниатюрными носителями данных, способными хранить текстовую информацию, равную по объёму половине страницы формата А4. Эти данные закодированы с помощью черных и белых квадратов, которые, подобно нулям и единицам в компьютерной технике, могут быть расшифрованы только специальным сканирующим устройством. Их объединяет следующий принцип: определенное сочетание квадратов соответствует какому-то конкретному значению, например, букве или числу.

Первоначально QR-коды использовались только в промышленности, но со временем обнаружили другие возможности их применения, и QR-коды стали активно проникать в нашу жизнь. Любой смартфон с подходящей программой-сканером способен распознавать и расшифровывать данную информацию. Чтобы получить необходимую информацию, нужно поднести камеру телефона или смартфона к коду.

QR-коды всегда имеют квадратную форму (рисунок). Сердцем кода является так называемая матрица с ее замысловатым рисунком. Черные линии и квадраты содержат данные, которые хранятся в модулях. Количество модулей зависит от того, какой объем данных необходимо сохранить. Самый маленький QR-код (версия 1) содержит 441 модуль



(21 x 21). Версия 40 имеет 31 329 модулей (177 x 177) и, соответственно, большой размер. Кроме того, QR-код содержит дополнительные данные, необходимые для корректного распознавания информации программами-сканерами мобильных телефонов.



Примеры QR-кода  
Examples of QR code

Матрица, несмотря на кажущуюся путаницу множества линий и квадратов, предоставляет широкие возможности для хранения данных. В отличие от старых штрих-кодов данные в матрице хранятся в двух измерениях – по вертикали и по горизонтали. Так, небольшие квадратики могут вместить около 4 тыс. буквенно-цифровых символов, т.е. букв в сочетании с числами и спецсимволами. Для сравнения: наносимый на упаковках штрих-код системы EAN способен хранить только 13 чисел. Благодаря системе коррекции ошибок прочесть QR-код можно даже в том случае, если часть кода отсутствует или повреждена. Чем выше степень коррекции ошибок, тем меньше данных можно поместить в QR-код. Кстати, QR-коды могут иметь и другой цвет – не только черно-белый. Важно лишь одно: чтобы между светлыми и темными участками был четкий контраст.

#### *Содержание QR-кода*

QR-код содержит текстовую информацию: буквы, цифры, знаки. Технология предоставляет различные возможности форматирования текста, что позволяет сканирующему устройству безошибочно определять назначение кода и предлагать соответствующее действие.

Однако не каждая программа-сканер кодов понимает все форматы. Наиболее распространены следующие форматы:

1. Интернет-адрес. QR-коды могут содержать ссылки на интернет-ресурсы. Они перенаправляют пользователя на нужный сайт, избавляя от необходимости кропотливо вводить множество знаков в адресной строке интернет-браузера. На веб-сайте содержится, например, описание продукта или дополнительная информация.

2. Контактные данные. Неуклонно растет популярность QR-кодов, содержащих контактные данные. Это облегчает использование персональных данных: вы просто сканируете код и сохраняете контактную информацию в телефоне или на компьютере.

3. Адрес электронной почты. QR-код может также содержать адрес электронной почты, а также имя адресата, что позволяет не вводить вручную адрес – сообщение можно отправить одним нажатием на кнопку.

4. Геоданные. В QR-коде могут быть зашифрованы геоданные, что позволяет посмотреть расположение того или иного объекта.

5. Текст. Этот формат пригоден для различных целей – например, для сохранения коротких текстов.

#### *Сканирование QR-кодов*

Для сканирования QR-кодов можно использовать смартфон, планшетный персональный компьютер или ноутбук с камерой. Кроме того, необходима подходящая программа, способная читать QR-коды. Популярные приложения Beetagg ([www.beetagg.com](http://www.beetagg.com)) и i-nigma ([www.i-nigma.com](http://www.i-nigma.com)) можно установить на телефоны Apple и Nokia, а также на устройства под управлением Android.

Таким образом, QR-код – это универсальный носитель данных, который можно несколько раз перезаписывать и изменять, что является очень перспективным в рамках специфичности переработки и получения продукции из водных биоресурсов.

В табл. 2 представлены сравнительные характеристики различных способов идентификации.

Таблица 2

**Сравнительные характеристики разных способов идентификации [7]**

Table 2

**Comparative characteristics of different identification methods [7]**

Характеристики технологии	RFID	Штрих-код	QR-код
Необходимость в прямой видимости метки	Чтение даже скрытых меток	Чтение без прямой видимости невозможно	Чтение без прямой видимости невозможно
Объём памяти	От 10 до 512 000 байт	До 100 байт	До 3 072 байт
Возможность перезаписи данных и многократного использования метки	Есть	Нет	Нет
Дальность регистрации	До 100 м	До 4 м	До 1 м
Одновременная идентификация нескольких объектов	До 200 меток в секунду	Невозможна	Зависит от считывателя
Устойчивость к воздействиям окружающей среды: механическому, температурному, химическому, влаге	Повышенная прочность и сопротивляемость	Зависит от материала, на который наносится	Зависит от материала, на который наносится
Срок жизни метки	Более 10 лет	Зависит от способа печати и материала, из которого состоит отмечаемый объект	Зависит от способа печати и материала, из которого состоит отмечаемый объект
Безопасность и защита от подделки	Подделать возможно	Подделать легко	Подделать возможно
Работа при повреждении метки	Невозможна	Затруднена	Затруднена
Идентификация движущихся объектов	Да	Затруднена	Затруднена
Подверженность помехам в виде электромагнитных полей	Есть	Нет	Нет
Идентификация металлических объектов	Возможна	Возможна	Возможна
Использование как стационарных, так и ручных терминалов для идентификации	Да	Да	Да
Возможность введения в тело человека или животного	Возможна	Затруднена	Затруднена
Габаритные характеристики	Средние и малые	Малые	Малые
Стоимость	Средняя и высокая	Низкая	Низкая

Таким образом, для идентификации рыбной продукции наиболее подходящим является штриховое или QR-кодирование, так как указанные методы с экономической и технологической точек зрения наиболее подходящие для рыбного сырья.

### **Выводы**

С учетом представленных аналитических материалов исследований подготовлены следующие рекомендации по ведению прослеживаемости и правилам маркировки продукции из осетровых рыб в целях контроля безопасности и качества пищевой продукции из осетровых рыб на всех стадиях производства, хранения, транспортирования, переработки и реализации, соответствующих требованиям национального законодательства и международным требованиям:

1. Использование требований Технического регламента ЕАЭС «О безопасности рыбы и рыбной продукции».

2. Использование требований Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011.

3. Использование требований Технического регламента Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011.

4. Использование требований международного стандарта ISO 12877:2011 «Traceability of finfish products – Specification on the information to be recorded in farmed finfish distribution chains» («Прослеживаемость продукции из выращенной рыбы. Требования к информации, регистрируемой в цепочках распределения»).

5. Использование приказа Росрыболовства от 24 августа 2009 г. № 736 «О маркировании икры осетровых видов рыб, предназначенной на экспорт».

6. Применение рекомендаций Резолюции 12.7 «Сохранение и торговля осетровыми и веслоносыми» Конференции Сторон Конвенции «О международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения», от 03.03.1973 (СИТЕС) (с учетом изменений на 13-й, 14-й и 16-й конференциях сторон).

7. Применение ГОСТ 6052-2004, ГОСТ 11771 и иных межгосударственных и национальных стандартов на продукцию из осетровых рыб.

8. Применение для идентификации рыбной продукции из осетровых рыб штрихового кодирования или QR-кодирования, так как указанные методы с экономической и технологической точек зрения наиболее подходящие для рыбного сырья.

Таким образом, разработка и введение в России единой информационной системы прослеживаемости качества и безопасности пищевой продукции, в том числе из водных биоресурсов и объектов аквакультуры, на этапах ее производства и обращения позволит определить не только происхождение продукции, идентифицировать организации, ответственные за каждый этап в цепи производства и обращения, но и отследить нарушения, повлекшие негативные последствия для здоровья потребителя. Благодаря информационной открытости конечные потребители смогут узнать подробную информацию о производителе, используемых сырье и ингредиентах при производстве продукции, составе, качестве и происхождении продукции, а также будут своевременно проинформированы в случае возникновения рисков приобретения опасной и некачественной рыбной продукции.

Представленные рекомендации по ведению прослеживаемости и правилам маркировки продукции из осетровых рыб позволят осуществлять контроль безопасности и качества пищевой продукции из осетровых рыб на всех стадиях производства, хранения, транспортирования, переработки и реализации в соответствии с требованиями национального законодательства и международных требований.

## Список литературы

1. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: [распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р] [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». 2016. 14 с.
2. Сытова М.В. Прослеживаемость качества и безопасности рыбной продукции – стратегический целевой ориентир // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Создание национальной системы управления качеством пищевой продукции: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. / РГАУ–МСХА им К.А. Тимирязева (23 ноября 2016 г.). М., 2016. С. 425–428.
3. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/) [Электронный ресурс]. 2017. <https://docs.eaeunion.org/ru>. 140 с.
4. Сытова М.В., Жигин А.В. Обеспечение качества и безопасности продукции аквакультуры. М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2013. 181 с.
5. ГОСТ ISO 12877-2016. Прослеживаемость рыбной продукции. Требования к информации в цепочках распределения продукции из выращенной рыбы. М.: Стандартинформ, 2016. 46 с.
6. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки» [Электронный ресурс]. 2012. [tsouz.ru/db...Documents/TrTsPishevkaMarkirovka.pdf](http://tsouz.ru/db...Documents/TrTsPishevkaMarkirovka.pdf). 29 с.
7. Лахири Сандип. RFID. Руководство по внедрению. М.: Кудиц-Пресс, 2007. 312 с.
8. Финкенцеллер Клаус. Справочник по RFID. М.: Изд. дом «Додэка-XXI», 2008. 496 с.
9. Бхуптани Маниш, Морадпур Шахрам. RFID-технологии на службе вашего бизнеса. М.: Альпина Паблицер, 2007. 290 с.
10. Cheng Tao, Jin Li. Analysis and Simulation of RFID Anti-collision Algorithms (англ.) <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.121.5344&rep=rep1&type=pdf> (12.09.2016 г.).
11. Боечко Иван. Уникальность или универсальность? (рус.). <http://www.webcitation.org/5w6e1N0Ea> (29.01.2011 г.).
12. 28 апреля под председательством Министра информационных технологий и связи Российской Федерации Л.Д. Реймана прошло заседание Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) (рус.). <http://minsvyaz.ru/ru/events/16969/> (12.09.2016 г.).
13. Swedberg Claire. A Shift to UHF Near-Field Predicted for Pharma (англ.). <http://www.rfidjournal.com/articles/view?2694> (12.09.2016 г.).

**Сведения об авторах:** Сытова Марина Владимировна, кандидат технических наук, доцент, ученый секретарь ФГБНУ «ВНИРО», e-mail: nauka@vniro.ru;

Абрамова Любовь Сергеевна, доктор технических наук, профессор, заместитель руководителя центра ФГБНУ «ВНИРО», e-mail: abramova@vniro.ru;

Котельникова Лилия Хаматовна, кандидат технических наук, зав. лабораторией ФГБНУ «ВНИРО», e-mail: vafinavniro@yandex.ru.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Статья должна соответствовать научным требованиям, быть интересной достаточно широкому кругу российской научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть от 5 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, межстрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word, одним объектом, а не состоять из частей, сами формулы должны быть 12-14 кегля.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате \*.jpg или \*.tiff. Подрисовочная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

### Статья должна включать следующие данные:

1. Индекс УДК (на первой странице в левом верхнем углу).
2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.
3. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

Если авторов несколько и они работают в разных учреждениях, возле названия каждого учреждения и фамилии автора ставится соответствующий надстрочный символ.

4. Над фамилиями авторов справа указывается один из следующих разделов журнала:

- **Ихтиология. Экология.**

- **Промышленное рыболовство. Акустика.**

- **Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов.**

- **Технология и управление качеством пищевых продуктов.**

- **Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли.**

5. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов). Заголовок набирают полужирными заглавными буквами. В заголовке не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

6. Аннотацию (не более 150–250 слов) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (не более 9).

8. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы (возможно выделение данных разделов в тексте):

**Введение**

**Объекты и методы исследований**

**Результаты и их обсуждение**

**Выводы**

9. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3].

**На английском языке необходимо предоставить следующую информацию** (после ключевых слов на русском языке):

- инициалы и фамилии авторов;
- заглавие статьи;
- текст аннотации;
- ключевые слова (Key words);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

**Сведения об авторах** приводятся в конце статьи (после списка литературы) и включают в себя: Фамилия, имя, отчество (полностью), научная степень, звание, должность, e-mail.

**В редакцию предоставляются:**

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 3 на CD диске, флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора сборника на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в сборнике, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза не требуется сопроводительное письмо).

4. Экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати с гербовой печатью организации.

5. Заявка (Ф.И.О., город, учреждение, название статьи, название рубрики, контактные (рабочий, сотовый) телефоны, дата подачи статьи).

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

*Пример оформления статьи*

УДК 123

Ихтиология. Экология

**А.А. Иванов<sup>1</sup>, И.Б. Петров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

<sup>2</sup> Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4.

### **НАЗВАНИЕ СТАТЬИ**

*Аннотация.*

**Ключевые слова:** гидробионты.

Данные на английском языке.

Текст статьи (по ширине страницы) [1, 2, 3].

#### **Список литературы**

**Сведения об авторах:** Иванов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: ivanovaa@mail.ru;

Петров Игорь Борисович, кандидат биологических наук, профессор, научный сотрудник, e-mail: petrov@mail.ru.

Адрес: 690091, Россия, Владивосток, ул. Светланская, 27  
Тел.: (423) 226-65-01, e-mail: nauch-tr@dgtru.ru  
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

*Научное издание*

## **НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА**

Научный журнал

№ 2, 2018

Том 45

Свидетельство Роскомнадзора о регистрации  
ПИ № ФС77-72402 от 5 марта 2018 г.

Подписной индекс 64553  
(каталог агентства «Роспечать»)

Редактор Т.В. Ломакина  
Технический редактор И.Н. Горланова  
Макет, обложка О.В. Нечипорук  
Мастер печати Н.В. Сауцкая

Подписано в печать 20.06.2018. Дата выхода в свет: 28.06.2018.  
Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 10,55.  
Заказ 0695. Тираж 400 экз. (1-й завод 52 экз.). Цена свободная.  
Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс Дальневосточного  
государственного технического рыбохозяйственного университета  
690000, г. Владивосток, ул. Светланская, 27