

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ
БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ РЫБОРАСТИТЕЛЬНЫХ КОТЛЕТ

O.V. Sakharova, N.V. Dementyeva, E.V. Fedoseeva

THE RESEARCH OF THE INFLUENCE OF FOOD FIBERS ON RELATIVE BIOLOGICAL
VALUE OF FISH-GROWING CUTLETS

Сахарова О.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии продуктов питания Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток.

E-mail: solo_78@bk.ru

Дементьева Н.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии продуктов питания Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток.

E-mail: dnvdd@mail.ru

Федосеева Е.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии продуктов питания Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток.

E-mail: elena-692008@mail.ru

Sakharova O.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Food, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok.

E-mail: solo_78@bk.ru

Dementyeva N.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Food, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok.

E-mail: dnvdd@mail.ru

Fedoseeva E.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Food, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok.

E-mail: elena-692008@mail.ru

Цель исследования – установить влияние пищевых волокон растительной составляющей разработанных рыборастительных котлет на их относительную биологическую ценность. Объектом исследования служили разработанные рыборастительные котлеты, при моделировании которых использовали фаршевую композицию, состоящую из минтая, соленой сельди с механическими повреждениями, корнеплодов (свеклы и моркови) и морских водорослей (ламинарии японской). Обоснованием к выбору основного сырья послужило то, что минтай является высокобелковой рыбой, пользующейся большой популярностью у потребителя. Использование нетоварной с механическими повреждениями малосоленой сельди при дополнительном снижении затрат на сырье также способствует обогащению рыборастительных котлет полезной микрофлорой и ее производными, образовавшимися в рыбе во время посола. Основная роль в процессе созревания соленой рыбы принадлежит гетероферментативным молочнокислым стрептококкам и бактериям семейства *Lacto-*

bacillaceae ввиду способности этих бактерий продуцировать кислоты, бактериоцины и антибиотики, которые являются катализаторами интенсификации работы тканевых ферментов сырья, участвующих в созревании рыбы. Выбор растительного сырья обусловлен не только их привычностью для потребителя, но и функциональностью их нутриентов. Определение общей биологической ценности проводили стандартным методом А.Д. Игнатьева. Данные проведенных исследований показали, что совокупное применение в качестве растительной составляющей корнеплодов и ламинарии японской способно значительно повысить относительную биологическую ценность (ОБЦ) рыборастительных котлет. Установлено, что максимальными значениями ОБЦ обладали исследуемые образцы с многокомпонентной растительной составляющей – рецептура № 2, ОБЦ (97,4 %). Котлеты, приготовленные по рецептуре № 3, также имели достаточно высокую ОБЦ (94,2 %). Минимальной ОБЦ среди разработанных котлет обладала рецептура № 1 (86,9 %),

в которой ламинария бала растительным монокомпонентом.

Ключевые слова: относительная биологическая ценность, пищевые волокна, ламинария японская, инфузории.

The research objective was to establish the influence of food fibers to vegetable component of developed fish-growing cutlets on their relative biological value. The object of research were developed fish-growing cutlets at which modeling minced composition was used consisting of Pollock, salted herring, with mechanical damage, root crops (beets and carrots) and seaweed (Japanese kelp). The justification for the choice of the main raw material was that Pollock was a high-protein fish were very popular with the consumer. The use of low-salted herring with mechanical damage, with an additional reduction in raw material costs, also contribute to the enrichment of fish-and vegetables cutlets with useful microflora and its derivatives formed in fish during salting. The main role in the process of maturation of salted fish belongs to heteroenzymatic lactic streptococci and bacteria of the Lactobacillaceae family, in view of the ability of these bacteria to produce acids, bacteriocins and antibiotics, which are catalysts for the intensification of the work of tissue enzymes of raw materials involved in the maturation of fish. The choice of vegetable raw materials was due not only to their habitability for the consumer, but also the functionality of their nutrients. The determination of total biological value was carried out by standard method of A.D. Ignatiev. The data of conducted researches showed that cumulative application as a vegetable component of root crops and Japanese kelp had been capable of increasing relative biological value (RBV) of fish-growing cutlets considerably. It was established that maximum values of RBV had the test samples with multi-component vegetable component of recipe No. 2, RBV (97.4 %). The cutlets prepared according to recipe No. 3 also had a fairly high RBV (94.2 %). Minimum RBV among developed cutlets, had recipe No. 1 (86.9 per cent), in which kelp ball plant monocomponents.

Keywords: relative biological value, dietary fiber, Japanese kelp, ciliates.

Введение. Сегодня, в связи с активизацией серьезных заболеваний человека на фоне ос-

лабления иммунной системы, обусловленного в большей степени употреблением в пищу рафинированных продуктов питания, особенно остро стоит проблема создания функциональной продукции нового поколения. Данная проблематика продиктована исследованиями зависимости иммунитета человека от формирования полезной микрофлоры в его желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) [1].

Установлено, что обогащение продуктов питания пищевыми волокнами способствует укреплению здоровья человека путем формирования в его организме необходимой микрофлоры, стимулирующей повышение его иммунитета [1, 2].

В настоящее время, по большей части, источником пищевых волокон является сырье наземного растительного происхождения. На долю пищевых волокон водного происхождения приходится лишь 10 % от всего объема обогащаемых продуктов [2, 3]. При этом общеизвестным фактом является то, что пищевые волокна, полученные из сырья морского происхождения, коим являются морские водоросли, в частности ламинария японская, по способности усвоения превосходят аналоги наземного происхождения [2].

Поэтому создание продуктов питания нового поколения с использованием пищевых волокон, содержащихся в ламинарии японской, позволит получить продукцию, отвечающую потребностям современного человека, способную укрепить иммунную систему за счет формирования необходимой микрофлоры желудочно-кишечного тракта у человека [2].

Цель исследования. Установить влияние пищевых волокон растительной составляющей разработанных рыборастворительных котлет на их относительную биологическую ценность.

Задачи: определить относительную биологическую ценность разработанных котлет.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использовали: минтай мороженный по ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая. Технические условия»; сельдь малосолёная тихоокеанская по ГОСТ 815-2004 «Сельди солёные. Технические условия»; ламинарию японскую мороженую по ГОСТ 31583-2012 «Капуста морская мороженая. Технические условия»; свеклу по ГОСТ 32285-2013 «Свекла

столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия»; морковь по ГОСТ 32284-2013 «Морковь столовая свежая, реализуемая в торговой розничной сети. Технические условия», яйцо сырое столовое по ГОСТ 31654-2012 «Яйца куриные пищевые. Технические условия», перец молотый черный по ГОСТ ISO 973-2016 «Пряности. Перец душистый в зернах или молотый. Технические условия».

Микробиологические исследования выполнены в лаборатории микробиологии кафедры «Технология продуктов питания» Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета.

Для определения относительной биологической ценности (ОБЦ) использовали метод А.Д. Игнатьева – «культивирование простейшей *Tetrahymena pyriformis* в растворе 0,1% ПВ (пептонной воды) и исследуемых компонентов» [4].

Статистическую обработку данных проводили стандартным методом оценки результатов испытаний для малых выборок. Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют собой арифметические средние, надежность которых (P) = 0,95, доверительный интервал (Δ) ± 10 %.

Результаты исследования и их обсуждение. В современных технологиях производства пищевых продуктов широко используется технологический прием производства комбинированных пищевых продуктов, содержащих в своем составе сырье животного и растительного происхождения, что позволяет получать продукцию, сбалансированную по химическому составу и энергетической ценности. А также при моделировании таких пищевых продуктов возможно введение в их состав функциональных ингредиентов, способных придать продукту лечебно-профилактические свойства [2, 3].

В настоящей работе проводили определение влияния пищевых волокон на относительную биологическую ценность разработанных рыбо-растительных котлет. При моделировании которых использовали фаршевую композицию, состоящую из минтая, соленой сельди с механическими повреждениями, корнеплодов (свеклы и моркови) и морских водорослей (ламинарии японской). Обоснованием к выбору основного сырья послужило то, что минтай, является вы-

сокобелковой рыбой и пользуется большой популярностью у потребителя. Использование нетоварной, с механическими повреждениями, малосоленой сельди при дополнительном снижении затрат на сырье также способствует обогащению рыбо-растительных котлет полезной микрофлорой и ее производными, образовавшимися в рыбе во время посола [5].

Включение в рецептуру таких корнеплодов, как морковь и свекла, обусловлено их привычностью для потребителя и функциональностью нутриентов. Большое значение в выбранном растительном сырье имеет наличие минорных веществ – пищевых волокон.

Содержание пищевых волокон в моркови *Daucus carota* и свекле *Beta vulgaris* находится в пределах от 2,5 до 3 г/100г [6, 7].

Ламинария японская *Saccharina japonica* (*Laminaria japonica*, *Laminaria ochotensis*) является уникальным сырьем по своему химическому составу, где на долю растворимых и нерастворимых пищевых волокон приходится до 4 г/100г. Также ламинария богата отсутствующими в наземных растениях альгиновыми кислотами и альгинатами, содержание которых колеблется от 13 до 54 % сухого остатка [2, 8].

При выборе рациональной рецептуры разрабатываемого продукта, помимо его полезных свойств, огромное значение для потребителя имеет его органолептическая характеристика. Внесение в рыбо-растительные котлеты корнеплодов, таких как морковь и свекла, является довольно распространенной практикой.

Однако внесение ламинарии японской в рецептуру рыбо-растительных котлет является весьма проблематичным ввиду выраженного морского запаха и вкуса, свойственного водорослям.

В связи с этим мы использовали ламинарию, обработанную по щадящей технологии согласно Пат. РФ №2634554 «Способ получения функционального пищевого полуфабриката из ламинарии» [9]. Ламинария практически полностью освобождается от свойственного ей вкуса и запаха морских водорослей.

Для разработки рациональной рецептуры рыбо-растительных котлет большое значение имело установление соотношения рыбного фарша и ламинарии японской к 100 % продукта, представленного в таблице 1.

Установлено, что внесение 12 % ламинарии в котлеты приводит к уменьшению их сочности, а увеличение доли водорослей до 32 %, наоборот, делает консистенцию более рыхлой и водянистой. В свою очередь, соотношение рыбного фарша 70 % и ламинарии японской 22 % яв-

ляется рациональным, так как обусловлено положительными органолептическими характеристиками. Также немаловажным фактором являются выявленные у котлет привкус и легкий запах грибов при соотношении фарша:ламинарии – 70:22.

Таблица 1

Результаты исследований соотношения рыбного фарша и ламинарии японской

Соотношение рыбного фарша и ламинарии, %	Внешний вид, цвет	Вкус	Запах	Консистенция
Фарш – 80, ламинария – 12	Светло-коричневого цвета с незначительными вкраплениями ламинарии	Вкус рыбных котлет с легким оттенком пряностей, сельди, вкус ламинарии отсутствует	Запах рыбный с оттенком пряностей, запах ламинарии отсутствует	Консистенция плотная, слегка суховатая
Фарш – 70, ламинария – 22	Светло-коричневого цвета с вкраплениями ламинарии	Вкус рыбных котлет с легким оттенком пряностей, сельди, привкусом грибов	Запах рыбный с оттенком пряностей и с легким запахом грибов	Консистенция плотная, нежная, сочная
Фарш – 60, ламинария – 32	Светло-коричневого цвета с большим содержанием вкраплений ламинарии	Вкус рыбных котлет с легким оттенком пряностей, сельди и водянистым послевкусием	Запах рыбных котлет с оттенком пряностей	Консистенция рыхлая, водянистая

Общеизвестным фактом является то, что незначительное изменение компонентного состава может значительно повлиять на вкусоароматические свойства готового продукта. Руководствуясь задачей расширения ассортимента ряда разработанных рыборастворительных котлет в основную фаршевую систему, помимо ламинарии вносили корнеплоды (морковь и свеклу). Исследования органолептических характеристик разработанных рецептов рыборастворительных котлет представлены в таблице 2.

По результатам органолептических исследований разработанных рецептов рыборастворительных котлет установлено, что внесение в фаршевую систему моркови и свеклы положительно влияет на вкусоароматические характеристики готового продукта.

Рецептуры разработанных рыборастворительных котлет, приведенные в таблице 3, предполагают внесение в фаршевую систему от 17 до 23 % ламинарии японской.

Технология разработанных кулинарных продуктов предполагала поэтапное выполнение операций, направленных на получение рыборастворительных котлет: прием сырья, измельчение рыбного и растительного сырья, фаршесоставление, формование, обжаривание, охлаждение.

Определяли относительную биологическую ценность (ОБЦ) трех рецептов рыборастворительных котлет. В качестве контроля использовали котлету из минтая и сельди без растительных добавок.

Результаты органолептической оценки готового кулинарного продукта по типу рыборастворительных котлет

Рецептура	Внешний вид, цвет	Вкус	Запах	Консистенция
№ 1 (сельдь, минтай, ламинария)	Светло-коричневого цвета с вкраплениями ламинарии	Вкус рыбных котлет с легким оттенком пряностей, сельди, привкусом грибов	Запах рыбный с оттенком пряностей и с легким запахом грибов	Нежная, сочная
№ 2 (сельдь, минтай, ламинария, морковь)	Серо-оранжевого цвета с вкраплениями ламинарии и моркови	Вкус рыбных котлет, сладковатый, с легким оттенком рыб семейства лососевых и грибным послевкусием	Запах рыбный с оттенком пряностей, легким оттенком рыб семейства лососевых	Нежная, сочная
№ 3 (сельдь, минтай, ламинария, свекла)	Серо-бордового цвета с вкраплениями ламинарии и свеклы	Вкус рыбных котлет, сладковатый, с легким оттенком кальмара и грибным послевкусием	Запах рыбный с оттенком пряностей, легким оттенком кальмара	Нежная, сочная

Таблица 3

Рецептура разработанных рыборастворительных котлет

Компоненты	Соотношение компонентов рецептур, %		
	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Рыбный фарш: минтай:сельдь 80:20	71	64	64
Ламинария японская	23	17	17
Морковь	-	-	13
Свекла	-	13	-
Яйцо	5	5	5
Смесь перцев	1	1	1

Отклик *Tetrahymena pyriformis* дал положительный результат, что проявилось в отсутствии мутаций и гибели единичных клеток инфузории.

Динамика роста и развития простейших в течение 4 суток экспозиции с целью демонстрации положительного влияния исследуемых проб на *Tetrahymena pyriformis* представлена в таблице 4.

Согласно стандартной методике, после четырех суток экспозиции рассчитали относитель-

ную биологическую ценность (ОБЦ). Рассчитываемое значение представляет собой процентное отношение количества выросших инфузорий в исследуемых пробах по отношению к количеству выросших особей на казеине. Общеизвестным фактом является, что на четвертые сутки экспозиции количество выросших особей *Tetrahymena pyriformis* на казеине составляет в среднем 98 шт.к/1п.з, что равно 100 % ОБЦ [10].

Оценка роста и развития инфузории в исследуемых продуктах

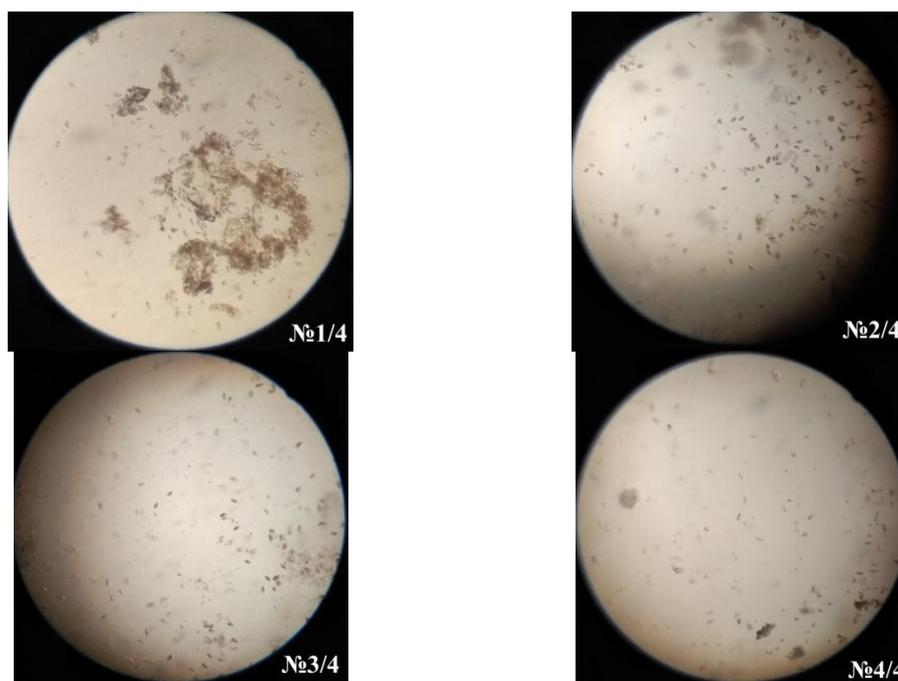
Исследуемый продукт	Продолжительность экспозиции, сут					ОБЦ, %
	0	1	2	3	4	
Рецептура №1	5	25,6	48,8	70,9	85,2	86,9
Рецептура №2	5	29,7	62,4	81,1	95,5	97,4
Рецептура №3	5	27,1	57,7	78,5	92,3	94,2
Контроль	5	21,7	42,5	54,3	70,2	68,6

Результаты исследований, представленные в таблице 2, показывают, что рыборастворительные котлеты, приготовленные по разработанным рецептурам, превосходят по относительной биологической ценности контроль, т.е. изделия без растительных компонентов.

Установлено, что максимальными значениями ОБЦ обладали исследуемые образцы с многокомпонентной растительной составляющей – рецептура № 2, ОБЦ (97,4 %). Котлеты, приго-

товленные по рецептуре № 3, также имели достаточно высокую ОБЦ (94,2 %). Минимальной ОБЦ среди разработанных котлет обладала рецептура № 1 (86,9 %), в которой ламинария бала растительным монокомпонентом.

Обогащение рыборастворительных котлет композицией из растительного сырья наземного и водного происхождения дает более выраженный положительный отклик инфузории, что показано на рисунке.



Оценка роста *Tetrahymena pyriformis* на 4-е сутки экспозиции в исследуемых образцах котлет: № 1 – рецептура № 1/4; № 2 – рецептура № 2/4; № 3 – рецептура № 3/4; № 4 – рецептура № 4/4 (контроль)

Выводы. Таким образом, данные проведенных исследований показали, что совокупное применение в качестве растительной составляющей корнеплодов и ламинарии японской способно значительно повысить относительную биологическую ценность рыборастворительных котлет. Установлено, что значение ОБЦ разра-

ботанных котлет, обогащенных корнеплодами и ламинарией японской, незначительно уступает эталонному значению (от 2,6 до 13,1 %) в зависимости от рецептуры. В то же время ОБЦ контрольного образца без растительной составляющей меньше эталонной на 31,4 %.

Полученный отклик *Tetrahymena pyriformis* является прямым доказательством синергического эффекта функциональных нутриентов – растительных компонентов разработанных рыборастворительных котлет.

Литература

1. *Оттавей Б.П.* Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки. – СПб.: Профессия, 2009. – 312 с.
2. *Погожева А.В., Высоцкий В.Г.* Роль пищевых волокон в питании человека / под ред. *В.А. Тутельяна.* – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2008. – 326 с.
3. *Гурулева О.Н., Галкина А.Н., Вишневецкая Т.И.* [и др.]. Сравнительная оценка бурых водорослей порядков *Laminariales* и *Fucales* дальневосточного побережья // Проблемы бизнеса и технологии в Дальневосточном регионе: сб. мат-лов конф. – Находка: ИТБ, 2006. – С. 21–23.
4. *Игнатъев А.Д., Исаев М.К., Долгов В.А.* [и др.]. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории тетрахимена пириформис // Вопросы питания. – 1980. – № 1. – С. 70–71.
5. *Ермоленко Е.И.* Бактериоцины энтерококков: проблемы и перспективы использования // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 11. – 2009. – Вып. 3. – С. 78–93.
6. *Лавренов В.К., Лавренова Г.В.* Современная энциклопедия лекарственных растений. – СПб.: Нева, 2006. – 271 с.
7. *Кошечкина А.С.* Разработка методов анализа флавонов как индикаторных компонентов лекарственного растительного сырья: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – М., 2007. – 24 с.
8. *Ключко Н.Ю., Мезенова О.Я.* Парафармацевтики в продуктах на основе гидробιονтов. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2009. – 346 с.
9. Пат. РФ №2634554 Способ получения функционального пищевого полуфабриката из ламинарии / *Сахарова О.В., Баранова Т.С.* – Заявл. 15.12.2015; опублик. 13.11.2017 г.
10. *Богданов В.Д., Сахарова О.В., Сахарова Т.Г.* Исследование безопасности и биологической ценности сухого концентрата тре-

панга биотестированием // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток, 2016. – Т. 37. – С. 93–98.

Literatura

1. *Ottavej B.P.* Obogashchenie pishchevyh produktov i biologicheski aktivnye dobavki. – SPb.: Professiya, 2009. – 312 s.
2. *Pogozheva A.B., Vysockij V.G.* Rol' pishchevyh volokon v pitanii cheloveka / pod red. *V.A. Tutel'jana.* – M.: Fond «Novoe tysyacheletie», 2008. – 326 s.
3. *Guruleva O.N., Galkina A.N., Vishnevskaya T.I.* [i dr.]. Sravnitel'naya ocenka buryh vodoroslej poryadkov *Laminariales* i *Fucales* dal'nevostochnogo poberezh'ya // Problemy biznesa i tekhnologii v Dal'nevostochnom regione: sb. mat-lov konf. – Nahodka: ITB, 2006. – S. 21–23.
4. *Ignat'ev A.D., Isaev M.K., Dolgov V.A.* [i dr.]. Modifikaciya metoda biologicheskoy ocenki pishchevyh produktov s pomoshch'yu resnichnoj infuzorii tetrahimena piriformis // Voprosy pitaniya. – 1980. – № 1. – S. 70–71.
5. *Ermolenko E.I.* Bakteriociny enterokokkov: problemy i perspektivy ispol'zovaniya // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 11. – 2009. – Vyp. 3. – S. 78–93.
6. *Lavrenov V.K., Lavrenova G.V.* Sovremennaya enciklopediya lekarstvennyh rastenij. – SPb.: Neva, 2006. – 271 s.
7. *Koshechkina A.C.* Razrabotka metodov analiza flavonov kak indikatornyh komponentov lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk. – M., 2007. – 24 s.
8. *Klyuchko N.Yu., Mezenova O.Ya.* Parafarmaceutiki v produktah na osnove gidrobiontov. – Kaliningrad: Izd-vo KGTU, 2009. – 346 s.
9. Pat. RF №2634554 Sposob polucheniya funkcional'nogo pishchevogo polufabrikata iz laminarii / *Saharova O.V., Baranova T.S.* – Zayavl. 15.12.2015; opubl. 13.11.2017 g.
10. *Bogdanov V.D., Saharova O.V., Saharova T.G.* Issledovanie bezopasnosti i biologicheskoy cennosti suhogo koncentrata trepanga biotestirovaniem // Nauch. tr. Dal'rybvтуza. – Vladivostok, 2016. – T. 37. – S. 93–98.