

# Процессы и аппараты пищевых производств

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.951.65.037.52

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-11-17>

## Получение кормового рыбного фарша методом криоэкструзии из замороженного рыбного сырья

Светлана А. Титова	<sup>1</sup>	sobmolotkova@yandex.ru
Ольга А. Голубева	<sup>2</sup>	golubevaoa@mstu.edu.ru
Людмила К. Куранова	<sup>1</sup>	kuranoval@rambler.ru
Владимир А. Гроховский	<sup>1</sup>	v.grokhovsky@mail.ru

<sup>1</sup> кафедра технологий пищевых производств, Мурманск. гос. техн. ун-т, ул. Спортивная, 13, 183010, Россия

<sup>2</sup> кафедра технологического и холодильного оборудования, Мурманск. гос. техн. ун-т, ул. Спортивная, 13, 183010, Россия

**Реферат.** Разработана технология получения кормового рыбного фарша (криофарша) методом криоэкструзии с использованием полезной модели экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами для измельчения рыбного сырья в замороженном состоянии. Обоснована возможность замены в стандартной технологии производства кормового фарша из рыбы таких технологических операций как дефростация и последующее измельчение сырья, одной – холодной экструзией или криоэкструзией. Использована форма отверстий фильеры для продавливания сырья в виде «песочных часов» диаметром 7 мм, длительность процесса продавливания – 40 секунд. Определены фактические потери сырья в процессе измельчения методом криоэкструзии, которые составляют от 1% до 2,5%, включая потери при распили блока в целях подготовки сырья к продавливанию. Установлено, что готовый продукт – криофарш, имеет однородное измельчение, сочную, рассыпчатую консистенцию, температура в толще продукта на выходе не изменяется и равна температуре сырья до начала переработки, то есть минус 18 °С. Разработана принципиальная технологическая схема получения кормового фарша методом криоэкструзии. Расчёт материального баланса при производстве фаршей показал, что использование нового метода позволит увеличить выход готового продукта до 99%. На основании исследований химического состава рыбы и кормовых фаршей, полученных традиционным и разработанным способами, установлено, что в криофарше содержание белка остаётся неизменным. Разработаны проекты технических условий на производство криофарша и технологической инструкции по производству криофаршей для кормовых целей, а также подготовлена заявка на патент «Получение кормового фарша из мороженой рыбы методом криоэкструзии».

**Ключевые слова:** криоэкструзия, рыба, кормовой фарш, криофарш

## Obtaining a fish minced feed by the method of cryoextrusion from frozen fish raw materials

Svetlana A. Titova	<sup>1</sup>	sobmolotkova@yandex.ru
Olga A. Golubeva	<sup>2</sup>	golubevaoa@mstu.edu.ru
Lyudmila K. Kuranova	<sup>1</sup>	kuranoval@rambler.ru
Vladimir A. Grokhovskii	<sup>1</sup>	v.grokhovsky@mail.ru

<sup>1</sup> food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia

<sup>2</sup> processing and refrigerating equipment department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia

**Summary.** Developed the technology of obtaining a fish minced feed (cryo minced fish feed) by the method of cryoextrusion using by the utility model extrusion of a piston-type cold working bodies for grinding the fish raw material in a frozen state. Justified the possibility of replacement in the standard technology of production the feed from the minced fish such technological operations as the defrosting and subsequent grinding of raw materials to the operation like a cold extrusion or cryoextrusion. Used the shape of the holes of the die for forcing the raw material in the form of “hourglass” with a diameter of 7 mm, the length of the process of pushing – 40 seconds. Determine the actual losses of raw material in the milling process meth of cryoextrusion ranging from 1% to 2.5%, including the losses when cutting block for the preparation of raw materials to piercing. It is established that the finished product – cryo minced fish feed, has a homogeneous grinding, juicy, crumbly texture, the temperature in the thickness of the product is not changed and equal to the temperature of raw materials before processing, that is minus 18 °C. Developed the principal technological scheme of obtaining the cryo minced fish feed by the method of cryoextrusion. The calculation of material balance in the production of beef has shown that the use of the new method will allow to increase the product yield up to 99%. Based on the studies of the chemical composition of fish and feed of mince obtained by traditional and developed methods established that the protein content in the cryo minced fish feed remains unchanged. Developed draft technical specifications for the production of cryo minced fish feed and technological instructions for the production of cryo minced fish feed for fodder purposes, and also prepared the application for the patent named “Obtaining cryo minced fish feed from the frozen fish by the method of cryoextrusion”.

**Keywords:** cryoextrusion, fish, fish minced feed, cryo minced fish feed

Для цитирования

Титова С. А., Голубева О. А., Куранова Л. К., Гроховский В. А. Получение кормового рыбного фарша методом криоэкструзии из замороженного рыбного сырья // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 11–17. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-11-17

For citation

Titova S. A., Golubeva O. A., Kuranova L. K., Grokhovskiy V. A. Obtaining a fish minced feed by the method of cryoextrusion from frozen fish raw materials. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 11–17. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-11-17

### **Введение**

Рациональная организация питания сельскохозяйственных животных и птицы является первоочередной задачей, решение которой в современных условиях будет способствовать росту основных производственных показателей агропромышленного комплекса. Процесс кормления оказывает непосредственное влияние на организм животного в целом, изменяя не только его форму, но и общее состояние животного. Организация полноценного высокоэнергетического кормления сельскохозяйственных животных и птицы путем использования сбалансированных по всем питательным веществам кормов и рационов в целях реализации генетического потенциала животных, имеет мультипликативный эффект – значительно возрастает продуктивность животных при одновременном снижении себестоимости единицы корма.

Вопросы производства конкурентоспособной российской пищевой продукции напрямую связаны с поиском полноценных низкзатратных кормов для сельскохозяйственных животных и птицы. Введение в отношении Российской Федерации экономических санкций ускорило необходимость наполнения рынка сельскохозяйственных товаров в целях обеспечения интенсивного замещения аналогичной импортной продукции. В этой связи особую актуальность имеет потребность в увеличении темпов роста сельхозтоваропроизводства, что, в свою очередь, неизменно связано с необходимостью повышения эффективности кормов при их использовании с тем, чтобы минимизировать затраты на выработку единицы аграрной продукции.

Корма животного происхождения в целом характеризуются высоким содержанием полноценных протеинов, липидов, минеральных веществ, и поэтому являются более питательными в сравнении с кормами растительного происхождения. Животные белки, по сравнению с растительными, содержат все незаменимые аминокислоты, т. е. богаты лимитирующими аминокислотами, такими как лизин, метионин, триптофан. Особенно высокой пищевой ценностью обладают кормовые продукты из рыбы, которые отличаются высоким содержанием протеина – незаменимой и наиболее дорогостоящей части рациона. В системе полноценного кормления животных первостепенное значение имеет обеспеченность их протеином. Особую значимость эта проблема приобрела в последние годы, поскольку потребность в протеине возрастает такими темпами, что удовлетворить ее только за счет увеличения производства традиционных полноценных белковых кормов становится весьма трудным [1, 2].

В последние годы всё большее применение находит кормовой рыбный фарш, представляющий собой измельченное рыбное сырье (свежая или замороженная малоценная рыба, рыбные отходы и пр.). Использование рыбного фарша в качестве белково-витаминно-минеральной добавки при кормлении всех видов домашних животных является наиболее оптимальной формой его применения [2].

Получение измельченной фаршевой массы является основой процесса изготовления фаршей, в том числе кормовых. При этом, как правило, используются механические способы измельчения с предварительным размораживанием сырья на воздухе при температуре не выше 20 °С. То есть сырье, предназначенное для изготовления фарша, измельчают равномерно для получения однородной массы при помощи дробильной машины или волчков с диаметром отверстий решетки от 8 до 20 мм. Размер отверстий, в свою очередь, зависит от вида используемого сырья и наличия в нем костей. Следующим этапом изготовления кормовых фаршей из рыбы является внесение в фаршевую массу консерванта (пиросульфит натрия, муравьиная кислота или поваренная соль). Сухой консервант тщательно смешивают с подготовленным сырьем в смесителе (фаршемешалке).

Использованием в технологии изготовления кормового фарша консерванта достигается увеличение продолжительности его хранения (до 10 месяцев и более). Результаты ряда проведенных в последние годы научных исследований, касающихся применения консервантов в технологии изготовления кормовых продуктов, в частности, пиросульфита натрия, показали эффективность и безопасность таких методов увеличения продолжительности хранения кормов [3].

Тем не менее, необходимо отметить, что замороженное рыбное сырье, используемое для приготовления кормового фарша, должно быть предварительно дефростировано. Следствием проведения дефростации, а также ее существенными недостатками являются увеличение процента потерь сырья, ухудшение его внешнего вида и значительное снижение пищевой ценности вследствие потери тканевой влаги, белков, гидролиза и окисления жиров и других негативных последствий [4, 5].

Вместе с тем, перечисленных выше потерь можно избежать путем использования в процессе изготовления фарша метода криоэкструзии, преимуществом которого является отсутствие такой операции, как дефростация [6].

Актуальность исследований по использованию метода криоэкструзии при получении кормовой продукции, обосновывается разработкой

кормовой продукции из гидробионтов с повышенными качественными характеристиками и предполагает вовлечение в переработку неиспользуемых и недоиспользуемых объектов морского промысла (путассу, сайки, ламинариевых и фукусовых водорослей). Это рыбное сырьё не поддаётся традиционным видам переработки, в частности разделке, из-за маломерности (сайка), заражённости гельминтами (путассу). Кроме этого, криофарш может использоваться как полуфабрикат для промышленной переработки, в том числе, для производства полнорационных гранулированных комбикормов. Перспективным направлением разрабатываемой технологии является добавление в рыбный криофарш растительного сырья, а именно, бурых морских водорослей. Результатом комбинирования полезных свойств криофарша, как продукта с высоким содержанием белка, с растительными компонентами является значительное улучшение питательных свойств таких кормов [2, 7].

Целью работы является разработка технологии получения криофарша из рыбы, предназначенного для кормления сельскохозяйственных животных и птицы, который можно использовать непосредственно в составе кормосмесей при приготовлении кормов в кормоцехах хозяйств.

Способ измельчения биологических продуктов методом процесса криоэкструзии заключается в продавливании замороженного образца через охлаждаемую фильеру с определённым диаметром отверстия, что закреплено в патенте РФ № 2031583. При получении фарша этим методом измельчение происходит путем продавливания сырья сквозь отверстие фильеры и разрезания волокон мышечной ткани сырья кристалликами льда. Использование режущей способности внутриклеточного и межклеточного льда возможно ввиду отсутствия размораживания исходного продукта. Таким образом, представляется возможным заменить в стандартной технологии производства кормового фарша из рыбы такие технологические операции как дефростация и последующее измельчение сырья одной – криоэкструзией, обеспечив тем самым предотвращение потерь влаги, белка и иных составляющих криофарша, при получении его рассматриваемым способом.

### Материалы и методы

Для разработки и изучения нового способа получения кормового фарша с использованием метода криоэкструзии применялась созданная на кафедре «Технологическое и холодильное оборудование» МГТУ полезная модель экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами,

позволяющая измельчать различные виды сырья в том числе рыбного, в замороженном состоянии. Схема установки изображена на рисунках 1, 2.

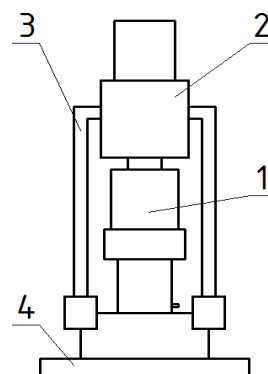


Рисунок 1. Общий вид экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами: 1 – рабочая часть; 2 – гидропривод; 3 – несущая рама; 4 – опорная плита

Figure 1. General view of the extrusion piston type with cooled working bodies: 1 – the working part; 2 – hydraulic drive; 3 – not-a mere frame; 4 – support plate

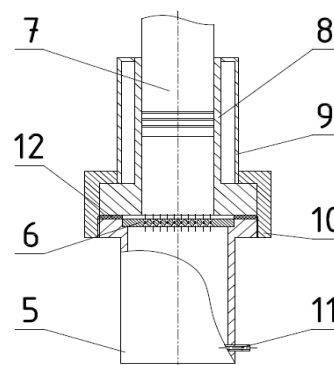


Рисунок 2. Рабочая часть установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами: 5 – стакан; 6 – сменная измельчительная решетка (матрица); 7 – движущийся поршень (плунжер); 8 – рабочая камера; 9 – охлаждающая рубашка; 10 – крепежная гайка; 11 – отверстие для установки термодпары

Figure 2. Working part of the piston type with the working bodies refrigerated: 5 – glass; 6 – replacement shredding grating (matrix); 7 – moving piston (plunger); 8 – operation chamber; 9 – cooling jacket; 10 – retaining nut; 11 – hole for installation of the thermocouple

Установка состоит из рабочей части 1, приводимой в движение гидроприводом 2, который установлен на П-образной несущей раме 3, прикреплённой к опорной плите 4. Опорная плита 4 представляет собой плоскую пластину, состоящую из двух ступеней. Верхняя ступень опорной плиты имеет сквозные резьбовые отверстия для крепления несущей рамы. Рама 3 состоит из двух боковых стоек и опорной горизонтальной балки. Боковые стойки имеют резьбу по обоим концам. Одним резьбовым

концом стойки закрепляются в опорной плите, к другим крепится опорная балка. Такой тип крепления опорной балки позволяет изменять высоту рабочей части установки.

Рабочая часть представляет собой корпус, имеющий рабочую камеру и снабжённый охлаждающей рубашкой. Внутри рабочей камеры установлены охлаждаемые рабочие органы, представляющими собой движущийся поршень (плунжер) и сменную измельчительную решетку (матрицу). Измельчительная матрица устанавливается в проточку в стакане, предназначенном для приёма измельчённого полуфабриката и имеющем отверстие для установки термопары.

Работа установки осуществляется следующим образом. В охлаждающую рубашку подаётся циркулирующий холодильный агент или хладоноситель, который снижает температуру рабочих органов до минус 18 °С. При движении поршня (плунжера) вверх открывается загрузочное окно рабочей камеры, через которое происходит загрузка измельчаемого сырья. При достижении верхней «мёртвой точки» поршень останавливается и меняет направление движения на противоположное. При движении поршня вниз загрузочное окно закрывается, гидропривод создаёт давление и продавливает сырьё через сменную измельчительную решётку (матрицу). Измельчённый полуфабрикат попадает в стакан. В отверстие может быть установлена термопара для периодического контроля температуры полученного полуфабриката с целью соблюдения технологических норм. По достижению поршнем (плунжером) своей нижней точки (продукт прошёл через матрицу), гидропривод возвращает его в верхнее положение [10].

Плунжерная пара, приводимая в движение гидроцилиндром, является основной частью установки. Продавливание сырья происходит в системе измельчения, состоящей из фильеры с определённым диаметром отверстия и плунжерной пары с отполированной внутренней поверхностью цилиндра.

В работе для получения криофарша использовали фильеры с отверстиями в форме «песочные часы» диаметром 7 мм.

В качестве исходного сырья использовалась мороженая путассу (*Micromesistius poutassou*), по качеству не ниже 1 сорта, отвечающая требованиям ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая. Технические условия».

В работе были использованы принятые в научных исследованиях лабораторные методы. Массовую долю воды, жира, белка, золы определяли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Содержание белка определяли с помощью автоматического анализатора азота/белка «Pro-Nitro A» по методу Кьельдаля. Содержание жира определяли на аппарате «Det-gras N» по методу Сокслета.

### Результаты и обсуждение

Разработана технология получения кормового рыбного фарша (криофарша) методом криоэкструзии из мелких и недоиспользованных рыб Северного бассейна. Схема технологического процесса изображена на рисунке 3. Прием сырья для измельчения осуществлялся в замороженном виде с температурой в мышечной ткани минус 18 °С. Подготовка рыбы, замороженной в блоке, к измельчению производилась путем распила на куски толщиной, соответствующей диаметру фильеры, с использованием дисковой пилы. Нами использовалась фильера, предварительно охлажденная до температуры сырья (минус 18 °С). Сырьё продавливалось через фильеры с отверстиями в форме «песочные часы», диаметр которых составлял 7 мм. Длительность процесса продавливания составила в среднем 40 секунд. Кроме такой фильеры, можно использовать фильеры с отверстием большего или меньшего диаметра в форме конус-цилиндр, конус, перевернутый конус.

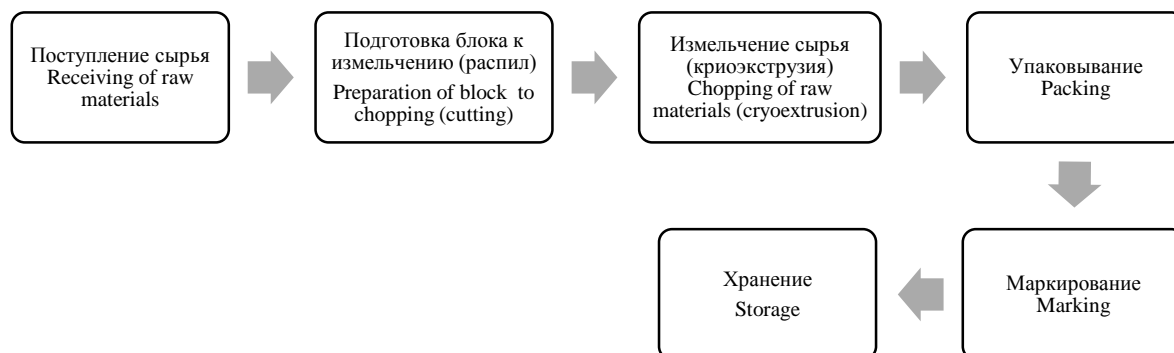


Рисунок 3. Схема технологического процесса производства кормового рыбного фарша (криофарша)

Figure 3. Scheme of the technological process of production of fish minced feed (cryo minced fish feed)

Фактические потери сырья в процессе измельчения методом криоэкструзии составляют от 1% до 2,5%, включая потери при подготовке сырья (при распиле блока), то есть масса готового продукта на выходе составляет 97,5–99% от массы сырья. Согласно утвержденным нормативам отходы и потери при производстве фарша из путассу мороженой неразделанной в процентном отношении к массе сырья, поступившего на конкретную операцию, составляют: при дефростации сырья – до 2%, при повторном замораживании продукта – до 3,8%. Таким образом, при использовании метода криоэкструзии в связи с отсутствием таких технологических операций, как дефростация и повторное замораживание продукта, выход продукции увеличивается от 3,2 до 4,8%.

Готовый продукт – криофарш имеет однородное измельчение, рассыпчатую консистенцию, запах, свойственный виду рыбы, из которого он был произведен. Температура в толще продукта на выходе не изменяется и равна температуре сырья до начала переработки – минус 18 °С. Полученная замороженная фаршевая масса хорошо формуется, поэтому может быть упакована в различные виды тары. Это создаёт

возможность использовать наиболее предпочтительный для потребителя вид и вес упаковки, что немаловажно, особенно при поставке кормов в личные подсобные и фермерские хозяйства. Кроме того, рассыпчатая консистенция фаршевой массы позволяет смешивать криофарш с различными компонентами, в том числе с растительными, и получать комбинированный кормовой продукт с заданными питательными свойствами.

Согласно справочных данных о химическом составе, биохимических и технологических свойствах гидробионтов, изложенных в материалах ПИНРО, ВНИРО от 1998 года, путассу относится к белковым, маложирным (тощим) рыбам, содержание белка в неразделанной рыбе колеблется, в зависимости от сезона, от 15,8 до 17,2%. Представляло интерес сравнить химический состав мороженой путассу и полученных из неё криофарша и кормового рыбного фарша из путассу, соответствующего требованиям ТУ 9283-018-0469805 «Фарш кормовой мороженный. Технические условия». Результаты исследований (в пересчете на усредненную влагу 78%) представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Химический состав мороженой путассу и кормовых фаршей, %

Table 1.

Chemical composition of frozen blue whiting and the minced fish feed, %

№ п/п	Объект исследования Investigatiuon object	Вода Water	Белок Protein	Жир Fat	Зола Ash content
1.	Путассу целая / Blue whiting whole	78,0	17,0	2,08	2,92
2.	Криофарш из путассу / Cryo minced fish feed from blue whiting	78,0	17,1	2,95	1,95
3.	Кормовой фарш из путассу / Fish minced feed from blue whiting	78,0	15,2	3,65	3,15

В результате проведенных работ было установлено, что измельчение сырья путем продавливания через охлаждаемую фильеру позволяет полностью исключить потери белка, что невозможно обеспечить при использовании существующей стандартной технологии производства кормового рыбного фарша, одной из стадий которой является дефростация сырья.

На основании результатов проведенных исследований разработаны проекты документов для выпуска кормового криофарша, а именно ТУ ХХХХ-053-00471633-2016 «Криофарш рыбный кормовой мороженный – полуфабрикат для кормовых целей. Технические условия» и ТИ-053-2016 «Технологическая инструкция по изготовлению криофарша мороженого – полуфабриката для кормовых целей».

### Заключение

Разработана технология получения кормового фарша из замороженного рыбного сырья, основанная на применении метода криоэкструзии. Экспериментальными работами

по получению криофарша из путассу с использованием экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами установлено, что выход продукции увеличивается от 3,2 до 4,8%, минимизируются потери питательных веществ рыбы, что способствует повышению качества кормового фарша при общем снижении затрат на его производство в связи с исключением из процесса производства стадии дефростации, перемешивания и повторной заморозки готового продукта.

Полученный по разработанной технологии кормовой криофарш можно хранить длительное время, не подвергая повторной заморозке. Продукт рекомендуется непосредственно использовать как полуфабрикат для приготовления кормосмесей, либо высушивать различными методами, после чего использовать для приготовления новых видов кормов с заданной рецептурой. Замороженная масса хорошо формуется, в связи с чем по согласованию с потребителем можно использовать наиболее предпочтительный вид и размер упаковки, особенно при поставках кормов в хозяйства малых форм собственности.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кононенко С.И. Влияние скармливания протеиновых добавок на продуктивность // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 85 (01). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/10.pdf> (дата обращения: 22.05.2016).
- 2 Титова С.А., Куранова Л.К. Использование сырьевых ресурсов Арктики в кормлении птицы // Материалы международной научно-практической конференции «Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств», Мурманск, 8 апр. 2016 г. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. С. 90–96.
- 3 Помоз А.С., Ярочкин А. П., Никулин Ю. П., Прудченко Л. И. и др. Безопасность и биологическая ценность ферментированных кормовых продуктов из отходов переработки дальневосточных рыб // Известия ТИНРО. 2012. Т. 168. С. 301 – 309.
- 4 Гаврилов Т.А., Няникова А.В., Патайнен Л.С., Широких А.К. Повышение эффективности звероводческого производства путем совершенствования методики составления рационов кормления // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 91 (07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/52.pdf> (дата обращения: 22.10.2016).
- 5 Гаврилов Т. А. Исследование эффективности работы оборудования для тонкого измельчения мясо-рыбных кормов // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 03 (87). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/28.pdf> (дата обращения: 22.10.2016).
- 6 Голубева О. А., Насонова Е. С. Исследование процесса криоэкстракции как способа совершенствования технологии переработки сырья // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Наука и образование – 2012», Мурманск, 2-6 апреля 2012 г. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012.
- 7 Шарвадзе Р., Литвиненко Н. Использование морепродуктов в кормлении кур-несушек // Птицеводческое хозяйство. Птицефабрика. 2011. № 5. С. 30–34.
- 8 Ahlstrom O., Tjernsbekk M., Tauson A-H. Protein digestibility of some traditional and new feed ingredients for mink // Scientifur. 2012. №36. P. 19-24.
- 9 Damgaard B. M., Larsen P. F., Clausen T. N. Effects of dietary protein level on growth, health and physiological parameters in growing- furring mink // Scientifur. 2012. №36. P. 32-39.
- 10 Экструдер-измельчитель с охлаждаемыми рабочими органами: заявка 2016103972/02(006331) Рос. Федерация: МПК<sup>7</sup> / Голубева О.А.; заявитель Мурм. гос. технич. университет; Заявл. 08.02.16; Полжит. решение 25.04.16, 5 с.

## REFERENCES

- 1 Kononenko S.I. Effect of feeding protein supplements on the productivity. *Nauchnui zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU] 2013, no. 85 (01). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/10.pdf> (accessed: 22.05.2016) (in Russian)
- 2 Titova S.A., Kuranova L.K. Use of natural resources in the Arctic in poultry feeding. *Materialy mezhregional'noi nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennye ekologo-biologicheskie i khimicheskie issledovaniya, tekhnika i tekhnologiya proizvodstv»* [Materials of international scientific-practical conference «Modern ecological and biological and chemical research, technology and production», Murmansk, April 8 2016] Murmansk, Izd-vo MGTU, 2016, pp. 90–96. (in Russian)
- 3 Pomos A.S., Yarochkin A.P., Nikulin Yu.P., Prudchenko L.I. et al. The safety and biological value of fermented feed from wastes of the far eastern fish. *Izvestiya TINRO* [Proceedings of Pacific Ocean Scientific Research Fisheries Center] 2012, vol. 168, pp. 301 – 309 (in Russian)
- 4 Gavrilov T. A., Nyanikova A.V., Patalainen L. S., Shirokikh K. A. Enhancement of the effect of fur production by the upgrading of the methodology for the feeding. *Nauchnui zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU] 2013, no. 91 (07). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/52.pdf> (accessed: 22.10.2016) (in Russian)
- 5 Gavrilov T. A. Analysis of efficiency of equipment for fine chopping of meat and fish feed. *Nauchnui zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU] 2013, no 03 (87). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/28.pdf> (accessed: 22.10.2016) (in Russian)
- 6 Golubeva O.A., Nasonova E. S. Investigation of the process of cryoextraction as a way of improving the technology of processing of materials. *Materialy konferentsii «Nauka i obrazovanie-2012»* [Proceedings of the international. scientific.-tech. conf. Murmansk, 2 – 6 April 2012] Murmansk, Izd-vo MGTU, 2012 (in Russian).
- 7 Sharvadze, R., Litvinenko N. The use of seafood in feeding laying hens. *Ptitsevodcheskoe khozyaistvo. Ptitsefabrika* [The poultry farm. Poultry] 2011, no. 5, pp. 30–34. (in Russian)
- 8 Ahlstrom O., Tjernsbekk M., Tauson A-H. Protein digestibility of some traditional and new feed ingredients for mink. *Scientifur*, 2012, no. 36, pp. 19-24.
- 9 Damgaard B. M., Larsen P. F., Clausen T. N. Effects of dietary protein level on growth, health and physiological parameters in growing- furring mink. *Scientifur*, 2012, no. 36, pp. 32-39.
- 10 Golubeva O.A. Ekstruder-izmel'chitel' s okhlazhdaemyimi rabochimi organami [Extruder-chopper with a cooled working bodies. Application 2016103972/02(006331)] 2016, 5 p. (in Russian).

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Светлана А. Титова** аспирант, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, sobmolotkova@yandex.ru

**Ольга А. Голубева** к. т. н., доцент, кафедра технологического и холодильного оборудования, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, golubeva@mstu.edu.ru

**Людмила К. Куранова** к. т. н., зав. научно-исследовательской лабораторией, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, kuranova@rambler.ru

**Владимир А. Гроховский** д. т. н., профессор, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, v.grokhovsky@mail.ru

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Svetlana A. Titova** graduate student, food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia, sobmolotkova@yandex.ru

**Olga A. Golubeva** candidate of technical sciences, associate professor, processing and refrigerating equipment department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia, golubeva@mstu.edu.ru

**Lyudmila K. Kuranova** candidate of technical sciences, head of research laboratory, food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia, kuranova@rambler.ru

**Vladimir A. Grokhovskii** doctor of technical sciences, professor, food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia, v.grokhovsky@mail.ru

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Светлана А. Титова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Ольга А. Голубева** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

**Людмила К. Куранова** консультация в ходе исследования

**Владимир А. Гроховский** консультация в ходе исследования

#### CONTRIBUTION

**Svetlana A. Titova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Olga A. Golubeva** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Lyudmila K. Kuranova** consultation during the study

**Vladimir A. Grokhovskii** consultation during the study

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 10.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2016

RECEIVED 11.10.2016

ACCEPTED 11.30.2016