

С. А. Титова, Л. К. Куранова, О. А. Голубева

## Разработка технологии кормового рыбного криофарша

Разработана технология измельчения рыбного сырья в замороженном состоянии с использованием полезной модели экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами для получения кормового рыбного фарша (криофарша) методом криоэкструзии. Обоснована возможность замены стандартных технологических операций (дефростация и последующее измельчение сырья) одной – криоэкструзией. Определена оптимальная форма отверстий фильеры для продавливания сырья в виде "песочных часов", диаметр отверстий – 7 мм, длительность процесса продавливания – 40 с. Установлено, что готовый продукт имеет однородное измельчение, сочную, рассыпчатую консистенцию, температура в толще продукта на выходе равна температуре сырья до начала переработки (минус 18 °С). Разработана принципиальная технологическая схема получения кормового фарша методом криоэкструзии. На основании исследований химического состава рыбы и кормовых фаршей, полученных традиционным и разработанным способами, установлено, что в криофарше содержание белка остается неизменным. Определен аминокислотный состав криофарша, при этом сумма незаменимых аминокислот составляет 365,6 мг/г белка. В минимальном количестве в белках криофарша содержится метионин (10,0 мг/г белка), в максимальном – серин (155,3 мг/г белка). В белке криофарша единственной лимитирующей аминокислотой является метионин, скор которого составляет 45 %. Коэффициент рациональности криофарша путассу равен 0,33. Продукт не токсичен, не подвергается контаминации опасными микроорганизмами, имеет высокую биологическую ценность, содержит в своем составе необходимые в питании животных минеральные элементы, калорийность 100 г продукта составляет 87 ккал. Сочетание процессов криоэкструзии и лиофилизации позволяет получить новый кормовой продукт с высокими органолептическими свойствами. Разработаны проекты технических условий на производство криофарша и технологической инструкции по производству криофаршей для кормовых целей.

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

### Введение

Интенсивность развития агропромышленного комплекса России напрямую связана с интенсивностью развития ряда его отраслей, в том числе животноводства и кормопроизводства. В сфере производства кормов для сельскохозяйственных животных и птицы необходимо постоянно осуществлять поиск новых способов снижения их себестоимости, в том числе путем уменьшения затрат на производство. Наряду с этим качество и эффективность отдачи кормов должны существенно возрасти.

Таким образом, результатом использования кормов должна стать минимизация затрат на выработку единицы аграрной продукции. Это является первоочередной и актуальной задачей, которая может быть решена путем разработки и внедрения новых технологий, обеспечивающих выпуск новых видов конкурентоспособных кормовых продуктов гарантированного качества.

Для организации полноценного и правильного кормления, обеспечивающего рост, развитие и повышение продуктивности организма сельскохозяйственных животных или птицы, нужны сбалансированные кормовые рационы, адаптированные для кормления разных половозрастных групп. В теоретическом и практическом решении задачи обеспечения сельскохозяйственной отрасли полноценными кормовыми продуктами, богатыми белками, витаминами и другими компонентами, безусловно, активное участие должна принимать современная наука. Основным показателем полноценности корма является его сбалансированность в соответствии с потребностями животных в энергии, протеине, углеводах, жирах, минеральных элементах, витаминах и других биологически активных веществах [1].

Корма животного происхождения всегда рассматривались в качестве одной из наиболее ценных составляющих рационов питания животных и птицы вследствие высокого уровня содержания протеина. Животные белки, по сравнению с растительными, содержат все незаменимые аминокислоты, богаты лимитирующими аминокислотами, такими как лизин, метионин, триптофан. Особенно высоким уровнем содержания протеина как незаменимой и наиболее дорогостоящей части рациона отличаются корма из рыбы.

Мурманская область как приморский регион обладает значительным потенциалом развития добычи водных биологических ресурсов, в первую очередь рыбы. Особую актуальность здесь приобретают вопросы разработки и внедрения малоотходных и безотходных технологий переработки гидробионтов, увеличение глубины разделки сырья, комплексное освоение мелких видов рыб и недоиспользуемых объектов промысла, а также изготовление на их основе разнообразной продукции. Перспективными

являются новые технологии производства различных видов продукции на основе рыбного фарша, в том числе кормовых продуктов.

Кормовой рыбный фарш представляет собой измельченное механическими способами предварительно размороженное рыбное сырье (свежая или замороженная малоценная рыба, рыбные отходы и пр.). Измельчение является самым распространенным и практически всегда обязательным способом подготовки кормов к скармливанию, применение которого способствует улучшению поедаемости корма и повышению доступности питательных веществ. В результате измельчения образуется множество частиц с высокоразвитой поверхностью, что способствует ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ организмом животных [2; 3].

Однако в традиционном технологическом цикле изготовления кормового фарша всегда присутствует процедура дефростации, которая предшествует измельчению сырья. В этом и заключаются основные и существенные недостатки традиционной технологии – ухудшается внешний вид сырья, наблюдаются его потери, что приводит к значительному снижению пищевой ценности получаемого продукта вследствие утраты тканевой влаги, белков, гидролиза и окисления жиров.

Необходимо помнить, что поедаемость, переваримость, а также степень использования питательных веществ кормов во многом зависит от способа их изготовления, он должен существенно улучшать технологические свойства кормов. Исключение из технологического процесса изготовления кормового фарша такой операции, как дефростация, повышает сохранность в перерабатываемом сырье питательных веществ. Это становится возможным при использовании для производства кормового фаршевого продукта метода криоэкструзии [4].

В процессе криоэкструзии замороженный образец продавливается через охлаждаемую фильеру с определенным диаметром отверстия [5], при этом измельчение при продавливании происходит путем разрезания волокон мышечной ткани сырья кристалликами внутриклеточного и межклеточного льда, так как сырье не подвергается размораживанию. Таким образом, такие технологические операции, как дефростация и последующее измельчение сырья, сопутствующие стандартной технологии изготовления кормовых фаршей, заменяются одной – криоэкструзией, обеспечивая предотвращение потерь влаги, белка и иных важных составляющих готового кормового продукта.

Актуальность исследований по использованию данного метода обосновывается возможностью получения кормовой продукции из гидробионтов с повышенными качественными характеристиками и предполагает вовлечение в переработку неиспользуемых и недоиспользуемых объектов морского промысла (например путассу, сайки). Это сырье не поддается традиционным видам переработки, в частности разделке, из-за маломерности (сайка) и зараженности 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 (ламинариевых, фукусовых). Результатом комбинирования полезных свойств криофарша как продукта с высоким содержанием белка вкупе с растительными компонентами является значительное улучшение питательных свойств таких кормов [6].

Улучшение полезных свойств кормов, их биологической ценности может быть достигнуто путем использования новейших технологических приемов, например метода лиофилизации. При использовании данного метода удаление влаги производится из замороженных продуктов непосредственно из кристаллов льда, минуя жидкую фазу, в связи с чем обеспечивается наиболее совершенное высушивание продукта с максимальным сохранением органолептических, биологических и пищевых свойств. В свою очередь, обезвоживанием продукта достигается его консервирование.

Таким образом, целью работы является разработка технологии получения из рыбы предназначенного для кормления сельскохозяйственных животных и птицы криофарша, который можно использовать непосредственно при приготовлении кормов в хозяйствах.

## **Материалы и методы**

Новый способ получения кормового фарша на основе метода криоэкструзии был разработан на кафедре технологического и холодильного оборудования МГТУ и изучался с применением созданной в условиях кафедры полезной модели экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами. Установка используется для измельчения различных видов сырья в замороженном состоянии. Схема установки изображена на рис. 1, 2.

Рабочая часть установки 1 приводится в движение гидроприводом 2 на П-образной несущей раме 3, прикрепленной к опорной плите 4, которая имеет вид плоской пластины, состоящей из двух

ступеней. Верхняя ступень опорной плиты имеет сквозные резьбовые отверстия для крепления несущей рамы 3, которая состоит из двух боковых стоек и опорной горизонтальной балки.

Рабочая часть установки состоит из рабочей камеры и охлаждающей рубашки, ее высота может изменяться. Внутри рабочей камеры расположены охлаждаемые рабочие органы в виде движущегося поршня (плунжера) и сменной измельчительной решетки (матрицы), которая, в свою очередь, устанавливается в проточку в стакане, предназначенном для приема измельченного полуфабриката. Отверстие в стакане предназначено для установки термодпары. Непосредственно система измельчения состоит из фильеры с определенным диаметром отверстия и плунжерной пары с отполированной внутренней поверхностью цилиндра.

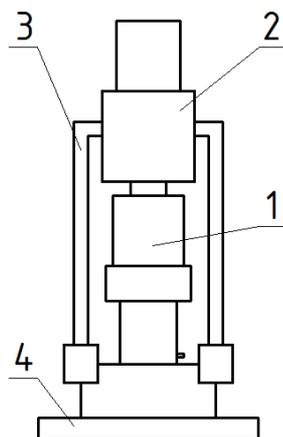


Рис. 1. Общий вид экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами:

1 – рабочая часть; 2 – гидропривод; 3 – несущая рама; 4 – опорная плита

Fig. 1. The general view of the piston-type extrusion plant with cooled working bodies:

1 – the working part; 2 – the hydraulic drive; 3 – the frame; 4 – the support plate

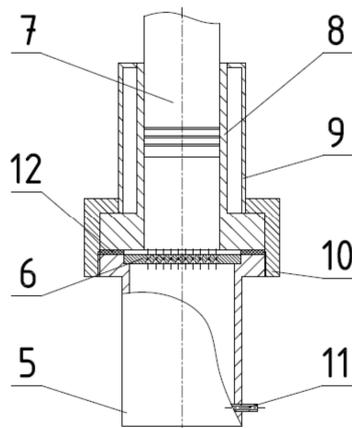


Рис. 2. Рабочая часть установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами:

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

Fig. 2. The working part of the piston-type installation with cooled working bodies:

5 – the glass; 6 – the replaceable grating (matrix); 7 – the moving piston (plunger); 8 – the working chamber;

9 – the cooling jacket; 10 – the retaining nut; 11 – the hole for installation of the thermocouple

Работа установки осуществляется следующим образом. В охлаждающую рубашку подается 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 мертвой точки поршень останавливается и меняет направление движения на противоположное. При движении поршня вниз загрузочное окно закрывается, гидропривод создает давление и продавливает сырье через сменную

измельчительную решетку (матрицу). Измельченный полуфабрикат попадает в стакан. В отверстие может быть установлена термopара для периодического контроля температуры полученного полуфабриката с целью соблюдения технологических норм. По достижению поршнем (плунжером) своей нижней точки (продукт прошел через матрицу) гидропривод возвращает его в верхнее положение [5].

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<sup>1</sup>. В работе применялись принятые в научных исследованиях лабораторные методы. Массовую долю воды, жира, белка, золы определяли по ГОСТ 7636<sup>2</sup>. Содержание белка оценивали с помощью автоматического анализатора азота / белка Pro-Nitro А по методу Кьельдаля. Содержание жира определяли на аппарате Det-gras N по методу Сокслета. Аминокислотный состав криофарша находили методом хроматографии. Качество белков оценивали по сбалансированности их аминокислотного состава в сравнении с эталонным белком<sup>3</sup>. Вычисление аминокислотного сора осуществляли как определение процентного содержания каждой из незаменимых аминокислот в исследуемом белке по отношению к их содержанию в белке, принятом за идеальный. Биологическую ценность белков криофарша рассчитывали по коэффициенту рациональности (*Rc*).

### Результаты и обсуждение

Разработана технология переработки мелких и недоиспользованных рыб Северного бассейна в целях получения кормового рыбного фарша (криофарша) методом криоэкструзии. На рис. 3 представлена схема технологического процесса изготовления кормового рыбного фарша (криофарша). Для измельчения используется рыбное сырье в замороженном виде, температура в толще мышечной ткани не должна превышать минус 18 °С. Рыбу, замороженную в блоке, подготавливают к измельчению путем распила дисковой пилой на куски толщиной, соответствующей диаметру фильеры. Нами использовалась фильера, предварительно охлажденная до температуры минус 18 °С, что соответствовало температуре сырья. Сырье продавливалось через фильеры с отверстиями в форме "песочные часы", диаметр которых составлял 7 мм. Процесс продавливания в среднем длился 40 с. Кроме фильеры с указанными параметрами возможно также использовать фильеры с отверстием большего или меньшего диаметра, а также с иными формами отверстий (конус-цилиндр, конус, перевернутый конус).

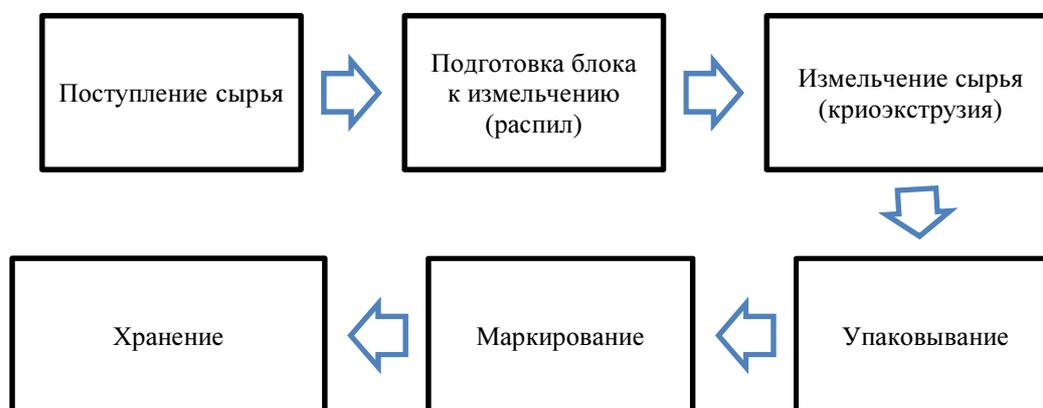


Рис. 3. Схема технологического процесса производства кормового рыбного фарша (криофарша)

Fig. 3. The scheme of the technological process of producing minced fish feed (cryo minced fish feed)

По окончании процесса продавливания (криоэкструзии) определяли соотношение массы готового продукта на выходе к массе сырья, что составляет 97,5–99 %. Таким образом, фактические потери сырья в процессе подготовки блока к измельчению и непосредственно измельчения составляют от 1 % до 2,5 %. Полученный в результате продавливания готовый продукт криофарш имеет однородное измельчение, сочную, рассыпчатую консистенцию; фаршевая масса эластична и хорошо формуется, что делает возможным использование наиболее предпочтительного для потребителя вида и веса упаковки. Температура

<sup>1</sup> ГОСТ 32366-2013. Рыба мороженая. Технические условия. М., 2015. 22 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М., 1985. 140 с.

<sup>3</sup> WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Proteins and amino acids in human nutrition. Geneva, World Health Organization, Tech. Rep. Ser., № 935, 2007. 265 p.

в толще продукта на выходе не изменяется и равна температуре сырья до начала переработки – минус 18 °С. Кроме того, рассыпчатая консистенция фаршевой массы позволяет смешивать криофарш с различными компонентами, в том числе с растительными, и получать комбинированный продукт с улучшенными питательными свойствами.

Путассу относится к белковым, маложирным (тощим) рыбам, содержание белка в неразделанной рыбе колеблется в зависимости от сезона от 15,8 до 17,2 % [7; 8]. В целях оценки питательных свойств полученного продукта были проведены исследования общего химического состава путассу мороженой и фаршей из путассу, полученных традиционным методом (в соответствии с ТУ 9283-018-0469805<sup>4</sup>) и методом криоэкструзии. Сравнительные данные (в пересчете на усредненную влагу 78 %) представлены в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав мороженой путассу и кормовых фаршей, %  
Table 1. The chemical composition of frozen blue whiting and the minced fish feed, %

№ п/п	Вид сырья	Вода	Белок	Жир	Зола
1	Путассу целая	78	17,0	2,08	2,92
2	Криофарш из путассу	78	17,1	2,95	1,95
3	Кормовой фарш из путассу	78	15,2	3,65	3,15

Таким образом, в отличие от кормового фарша, произведенного с использованием традиционных технологий, показатели химического состава криофарша путассу фактически не имеют отличий или незначительно отличаются от показателей состава целой путассу, т. е. измельчение сырья путем продавливания через охлаждаемую фильеру позволяет минимизировать потери питательных веществ, в том числе полностью исключить потери белка.

Аминокислотный состав кормового продукта обуславливает его биологическую ценность, в этой связи представляло интерес определить содержание аминокислот в кормовом рыбном фарше, полученном методом криоэкструзии. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2. Аминокислотный состав, аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности незаменимых аминокислот ( $K_i$ ) белков криофарша из путассу  
Table 2. The amino acid composition, amino acid number (ACN) and the utility ratio of essential amino acids ( $K_i$ ) of proteins cryo minced fish feed of blue whiting

Аминокислота	Содержание, мг/г белка	Эталонные значения, мг/г белка	АКС, %	$K_i$
Триптофан	н/о*	6	–	–
Лизин	51,9	45,0	115	0,39
Гистидин	23,5	15,0	157	0,29
Треонин	39,5	23,0	172	0,26
Цистеин		22	45	1
Метионин	10,0	(метионин + цистеин)		
Валин	50,0	39,0	128	0,35
Изолейцин	40,9	30,0	136	0,33
Лейцин	68,7	59,0	116	0,39
Тирозин	39,5	38,0	195	0,23
Фенилаланин	41,6			
Аргинин	65,7			
Аспарагиновая кислота	128,1			
Серин	155,3			
Глутаминовая кислота	46,4			
Пролин	н/о*			
Оксипролин	н/о*			
Глицин	52,8			
Аланин	61,4			
Таурин	12,3			
Сумма незаменимых аминокислот, $\sum A_i$	365,6	277,0		

Примечание. \* – не определялись.

<sup>4</sup> ТУ 9283-018-04698055-95. Фарш кормовой мороженой. Технические условия. Мурманск, 1995.

Сумма незаменимых аминокислот составляет 365,6 мг/г белка, из них валина – 50,0 мг, изолейцина – 40,9 мг, лейцина – 78,7 мг, лизина – 51,9 мг, метионина – 10,0 мг, триптофана – 4,0 мг, треонина – 39,5 мг, фенилаланина – 41,6 мг, гистидина – 23,5 мг. В минимальном количестве в белках криофарша содержится метионин (10,0 мг/г белка), в максимальном – серин (155,3 мг/г белка). В белке криофарша единственной лимитирующей аминокислотой является метионин, скор которого составляет 45 %.

Коэффициент рациональности (*Rc*) криофарша путассу равен 0,33 (учитывает как недостаток, так и избыток незаменимой аминокислоты в белке) [9].

Токсикологическая безопасность криофарша определена на основании данных исследования сырья (путассу мороженой), использованного для его выработки, на содержание токсичных элементов, нитрозаминов, пестицидов. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты исследования токсикологической безопасности путассу мороженой  
Table 3. The results of studying toxicological safety of frozen blue whiting

№ п/п	Наименование показателя	Норматив на содержание в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 <sup>5</sup>	Результат испытаний
1.	Токсичные элементы		
	Свинец, мг/кг	1,0	менее 0,05
	Кадмий, мг/кг	0,2	менее 0,005
	Мышьяк, мг/кг	5,0	менее 0,05
	Ртуть, мг/кг	0,5	0,018
	Медь, мг/кг	не нормируется	0,82
2.	Нитрозамины		
	Сумма НДМА и НДЭА, мг/кг	0,003	менее 0,001
3.	Пестициды		
	ГХЦГ, мг/кг	0,2	менее 0,003
	ДДТ и его метаболиты, мг/кг	0,2	менее 0,020
	Полихлорированные бифенилы, мг/кг	2,0	0,41

Отсутствие в криофарше патогенных микроорганизмов (сальмонелл, энтеропатогенных типов кишечной палочки, токсинообразующих анаэробов, протей) установлено на основании результатов лабораторных испытаний криофарша по правилам бактериологического исследования кормов. Общее количество микробных клеток (МАФАНМ) также было определено в сырье и составило  $5,6 \times 10^2$  КОЕ/г, что соответствует нормам для мороженой рыбы ( $1 \times 10^5$  КОЕ/г)<sup>6</sup>.

В целях изучения комбинирования различных процессов в технологии получения кормов представляло интерес высушить криофарш с применением сублимационной сушки (лиофилизация) с последующим определением потерь влаги, оптимальных параметров сушки и органолептических свойств сухого продукта.

Для получения лиофилизованного продукта использовалась лиофильная сушилка Free Zone компании Labsope (США). Толщина высушиваемого слоя криофарша – 5 мм. Основной режим сушки: температура от минус 50 до минус 52 °С, давление от 4,5 до 2,8 Па. Результаты исследований представлены в табл. 4.

Таблица 4. Изменение влагосодержания криофарша путассу при лиофильной сушке  
Table 4. The change in the moisture content of cryo minced fish feed from the blue whiting during freeze drying

№ п/п	Параметр	Диаметр отверстия фильеры	
		4,5 мм	7 мм
1.	Начальная влажность криофарша, %	75	76
2.	Влажность продукта после высушивания, %	3,46	3,67
3.	Продолжительность сушки, ч	5	6

Лиофилизированный фарш представляет собой равномерно окрашенный продукт от серого до серовато-бурого цвета, неоднородной рассыпчатой консистенции, обладает характерным рыбным запахом. При незначительной нагрузке комочки легко разрушаются, консистенция продукта становится однородной, порошкообразной, сыпучей, может хорошо просеиваться через сито и легко смешиваться с различными ингредиентами. Остаточная влажность сублимированного фарша не превышает 3,7 %.

<sup>5</sup> Гигиенические требования по безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы : СанПиН 2.3.2.1078–01 : утв. главным санитарным врачом Рос. Федерации 06.11.01. М., 2002. 164 с.

<sup>6</sup> Там же.

### Заключение

Разработана технология получения кормового фарша из замороженного рыбного сырья (криофарша) с использованием экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами при общем снижении затрат на его производство в связи с исключением из процесса производства этапов дефростации, перемешивания и повторной заморозки готового продукта. Экспериментально установлено, что применение метода криоэкструзии минимизирует потери питательных веществ рыбы, химический состав полученного криофарша соответствует составу целой рыбы, продукт не токсичен, имеет высокую биологическую ценность, содержит в своем составе необходимые в питании животных минеральные элементы, калорийность 100 г продукта составляет 87 ккал. Полученный с использованием разработанной технологии кормовой криофарш можно хранить длительное время в замороженном состоянии.

Продукт рекомендуется непосредственно использовать как полуфабрикат для приготовления кормосмесей либо высушивать при помощи сублимационной сушки, после чего использовать для приготовления новых видов кормов с заданной рецептурой. Фаршевая масса хорошо формуется, благодаря чему, по согласованию с потребителем, возможно использовать наиболее предпочтительный вид и размер упаковки, особенно при поставках кормов в хозяйства малых форм собственности.

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".

Кроме того, сочетание процессов криоэкструзии и лиофилизации позволяет получить новый кормовой продукт с высокими органолептическими свойствами. В свою очередь, благодаря низкотемпературным условиям сублимационного обезвоживания кормового рыбного фарша предполагается улучшение его первоначальных свойств вследствие концентрации наиболее ценных компонентов, в том числе протеина.

### Библиографический список

1. Селютин О. С. Сравнительная фармако-токсикологическая оценка кормовых добавок для плотоядных // Медицинские диссертации : сайт. URL: <http://medical-diss.com/veterinariya/tsravnitelnaya-farmako-toksikologicheskaya-otsenka-kormovyh-dobavok-dlya-plotoyadnyh#ixzz4bIyTdWWz>.
2. Гаврилов Т. А. Исследование эффективности работы оборудования для тонкого измельчения мясо-рыбных кормов // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 87 (03). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/28.pdf>.
3. Гаврилов Т. А., Няникова А. В., Паталайнен 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>.
4. Голубева О. А., Новикова Е. С., Саенков А. С. Экструзия как альтернатива дефростации // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2009 : сб. науч. трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. Транспорт. Технические науки, Одесса, 15–30 июня 2009 г. Одесса : Черноморье, 2009. С. 60–62.
5. Поршневой экструдер-измельчитель : пат. на полезную модель № 163424 / Голубева О. А., Греков Е. О. № 2016103972 ; заявл. 08.02.2016 ; зарег. 29.06.2016.
6. 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. Т. 19, № 4. С. 11–17.
7. Константинова Л. Л., Трояновский Ф. М. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей. Мурманск : Изд-во ПИНРО, 1998. 149 с.
8. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб / ВНИРО ; сост. В. П. Быков [и др.] ; под ред. В. П. Быкова. М. : ВНИРО, 1998. 223 с.
9. Липатов Н. Н., Рогов И. А. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности // Известия вузов "Пищевая технология". 1987. № 2. С. 9–15.

### References

1. Selyutina O. S. Sravnitel'naya farmako-toksikologicheskaya otsenka kormovyh dobavok dlya plotoyadnyh [Comparative pharmacotoxicological assessment of feed additives for carnivores] // Meditsinskie dissertatsii : sayt. URL: <http://medical-diss.com/veterinariya/tsravnitelnaya-farmako-toksikologicheskaya-otsenka-kormovyh-dobavok-dlya-plotoyadnyh#ixzz4bIyTdWWz>.
2. Gavrilov T. A. Issledovanie effektivnosti raboty oborudovaniya dlya tonkogo izmelcheniya myaso-rybnyh kormov [Research of efficiency of the equipment for fine grinding of meat and fish feeds] // Nauchnyi zhurnal KubGAU. 2013. N 87 (03). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/28.pdf>.

3. Gavrillov T. A., Nyanikova A. V., Patalaynen L. S., Shirokih A. K. Povyshenie effektivnosti zverovodcheskogo proizvodstva putem sovershenstvovaniya metodiki sostavleniya ratsionov kormleniya [Improving the efficiency of fur farming by improving the methods of compiling feed rations] // Nauchnyi zhurnal KubGAU. 2013. N 91 (07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/52.pdf>.

4. Golubeva O. A., Novikova E. S., Saenkov A. S. Ekstruziya kak alternativa defrostatsii [Extrusion as an alternative to defrosting] // Perspektivnye innovatsii v nauke, obrazovanii, proizvodstve i transporte 2009 : sb. nauch. trudov po materialam mezhdunar. nauch.-prakt. konf. T. 1. Transport. Tehnicheskie nauki, Odessa, 15–30 iyunya 2009 g. Odessa : Chernomore, 2009. P. 60–62.

5. Porshnevoy ekstruder-izmelchitel [Piston extruder-shredder] : pat. na poleznuyu model N 163424 / Golubeva O. A., Grekov E. O. N 2016103972 ; zauavl. 08.02.2016 ; zareg. 29.06.2016.

6. Titova S. A., Golubeva O. A., Kuranova L. K., Grohovskiy V. A. Poluchenie kormovogo rybnogo farsha metodom kriоекstruzii iz zamorozhennogo rybnogo syrya [Producing forage minced fish by the method of cryo extrusion from frozen fish raw materials] // Vestnik VGUIT. 2016. V. 19, N 4. P. 11–17.

7. Konstantinova L. L., Troyanovskiy F. M. Himicheskii sostav i biohimicheskie svoystva gidrobiontov pribrezhnoy zony Barentseva i Belogo morey [Chemical composition and biochemical properties of the hydrobionts of the coastal zone of the Barents and the White Seas]. Murmansk : Izd-vo PINRO, 1998. 149 p.

8. Spravochnik po himicheskomu sostavu i tehnologicheskim svoystvam morskikh i okeanicheskikh ryb [Handbook of chemical composition and technological properties of marine and ocean fish] / VNIRO ; sost. V. P. Bykov [i dr.] ; pod red. V. P. Bykova. M. : VNIRO, 1998. 223 p.

9. Lipatov N. N., Rogov I. A. Metodologiya proektirovaniya produktov pitaniya s trebuемым kompleksom pokazateley pischevoy tsennosti [Methodology for designing food products with the required set of nutritional values] // Izvestiya vuzov "Pischevaya tehnologiya". 1987. N 2. P. 9–15.

#### Сведения об авторах

**Титова Светлана Аскольдовна** – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, аспирант; e-mail: [sobmolotkova@yandex.ru](mailto:sobmolotkova@yandex.ru)

**Titova S. A.** – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Ph.D. Student; e-mail: [sobmolotkova@yandex.ru](mailto:sobmolotkova@yandex.ru)

**Куранова Людмила Казимировна** – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. техн. наук, зав. научно-исследовательской лабораторией; e-mail: [kuranoval@rambler.ru](mailto:kuranoval@rambler.ru)

**Kuranova L. K.** – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Tech. Sci., Head of Research Laboratory; e-mail: [kuranoval@rambler.ru](mailto:kuranoval@rambler.ru)

**Голубева Ольга Алексеевна** – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент; e-mail: [golubevaoa@mstu.edu.ru](mailto:golubevaoa@mstu.edu.ru)

**Golubeva O. A.** – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor; e-mail: [golubevaoa@mstu.edu.ru](mailto:golubevaoa@mstu.edu.ru)

S. A. Titova, L. K. Kuranova, O. A. Golubeva

### **Development of forage cryo minced fish technology**

The technology of grinding the frozen fish raw material using the useful model of a piston-type extrusion plant with cold working bodies for fodder minced fish (cryo minced fish feed) by the method of cryoextrusion has been developed. The possibility of replacing the standard manufacturing operations (defrosting and subsequent grinding of raw materials) to the one (cryoextrusion) has been substantiated. The optimal shape of holes of the die for forcing the raw material has been determined in the form of "hourglass", the hole diameter is 7 mm, the length of the process of pushing is 40 s. It has been 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 equal to the temperature of the raw material before processing ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). The technological scheme of producing the minced fish feed by the method of cryoextrusion has been developed. Researching the chemical composition of fish and feed of mince produced by the traditional and developed methods it has been established that protein content in the cryo minced fish feed remains unchanged. The amino acid composition of cryo minced fish feed has been determined, the amount of essential amino acids is 365.6 mg/g of protein. In the proteins of the cryo minced fish feed methionine has been contained in the minimum quantity (10.0 mg/g protein) and in the maximum – serine (155.3 mg/g protein). In the protein of the cryo minced fish feed the only limiting amino acid is methionine. The coefficient of rationality of the cryo minced fish feed whiting is equal to 0.33. The product is not toxic, is not subject to contamination with dangerous microorganisms, has high biological value, contains necessary in animal nutrition mineral elements, the energy value per 100 g of the product is 87 kcal. The combination of the processes of cryoextrusion and lyophilization allows to obtain a new food product with high organoleptic properties. The draft technical specifications for production of the cryo minced fish feed and the technological instructions for production of minced fish for feed purposes have been developed.

**Key words:** cryoextraction, fish, fish minced feed, cryo minced fish feed.