

## Технология изготовления белковых кормовых смесей для гидробионтов на основе культивируемых червей *Eisenia fetida* и *Dendrobena Veneta* с применением технологии лиофильной сушки

DOI

Магистрант **О.Г. Бугаев**;  
Магистрант **И.И. Леонов**;  
Магистрант **Д.С. Хатунцов**;  
**В.А. Климов** – научный сотрудник;  
Кандидат биологических наук, доцент **А.К. Пономарев** – Факультет биотехнологий и рыбного хозяйства ФГБОУ ВО «МГУТУ им. Разумовского (ПКУ)»

@ bugaevog@gmail.com;  
LeonovIvanIgorovich@yandex.ru;  
v.klimov@mgutm.ru;  
d.khatuntsov@gmail.com;  
ponomarev777@inbox.ru

### Ключевые слова:

УЗВ, Калифорнийский червь, *Eisenia fetida*, *Dendrobena Veneta*, сушка

### Keywords:

UZV, California worm, *Eisenia fetida*, *Dendrobena Veneta*, drying

### TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF PROTEIN FEED MIXTURES FOR HYDROBIONTS BASED ON CULTURED WORMS *EISENIA FETIDA* AND *DENDROBENA VENETA* USING FREEZE DRYING TECHNOLOGY

Master's student **O.G. Bugaev**;  
Master's student **I.I. Leonov**;  
**V.A. Klimov** – Researcher;  
Master's student **D.S. Khatuntsov**;  
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor **A.K. Ponomarev** – Faculty of Biotechnology and Fisheries, Moscow State Technical University. Razumovsky (PKU)"

The technology being developed for the production of a feed mixture based on the biomass of a cultivated worm is aimed at improving factory feeds by adding an additional volume of protein, thereby increasing the nutritional value of the feed, eliminating the need to buy a specific feed of greater nutritional value, providing the opportunity to supplement feeds less saturated with protein components. Also, the technology being developed is aimed at partial or complete replacement of currently known protein feed components (such as soy meal, meat and bone meal and fish meal).

In the course of the study, a trial production of a protein feed component was carried out, according to the methodologies described in the work, in order to test the proposed technology in practice.

### ВВЕДЕНИЕ

В современном мире индустриальная аквакультура обладает рядом значительных преимуществ и уникальных перспектив над традиционными методами аквакультуры в озерных и садковых хозяйствах, позволяя воссоздавать конкретные и стабильные условия для содержания гидробионтов на предприятии, вне зависимости от его географического расположения, климатических условий и воз-

можности гидробиоценоза той области. Однако индустриальная аквакультура также имеет ряд специфических требований и сложностей к практической реализации, среди которых точный режим кормления [20], обусловленный полным контролем круговорота биогенных и абиогенных веществ в рамках данных систем.

Данное ограничение в значительной мере влияет на обменные процессы в теле рыбы,

однако оно может быть компенсировано разработкой специальных кормов и кормовых добавок, предназначенных для использования в условиях индустриальной аквакультуры, что позволит восполнить баланс недостающих веществ. Одним из решений сложившейся проблемы является разработка кормовых добавок направленного действия для дополнения уже имеющихся на рынке готовых кормовых рецептур, доступных для предприятий [22].

### АКТУАЛЬНОСТЬ

Разрабатываемая технология изготовления кормовой смеси на основе биомассы червя *Eisenia fetida* и *Dendrobena Veneta* направлена на насыщение покупных кормовых смесей белковой массой для повышения их питательной ценности, в соответствии с нуждами потребителя, тем самым устраняя необходимость покупки специфического корма большей питательности, параллельно дополняя имеющийся на предприятии [26-28].

Кроме предложенного варианта белковая масса калифорнийского червя (*Eisenia fetida*) и червя *Dendrobena Veneta* может быть использована в перспективе для замены каких-либо, ныне существующих компонентов кормов, открывая перспективы использования наработки в производстве готовых кормовых смесей [21; 25].

**Цель.** Разработка технологии изготовления белкового кормового компонента на основе технологического червя, как дополнения кормовой базы для гидробионтов.

#### Задачи:

- описать процесс приготовления кормового компонента на основе лиофильной сушки и привести схему лиофильной сушки;
- описать процесс первичной заготовки сырья для кормового компонента;
- описать преимущества технологии лиофильной сушки.

**Проблематика.** К проблематике данной работы можно отнести сложность обработки сырьевого материала на этапах его очистки и приготовления готовой кормовой добавки, так как имеется риск привнесения нежелательных бактериальных форм и/или порчи сырья.



**Рисунок 1.** Емкость для выращивания червей  
Figure 1. A container for growing worms

Разрабатываемая технология изготовления кормовой смеси, на основе биомассы культивируемого червя, направлена на усовершенствование фабричных кормов, путем добавления дополнительного объема белка, тем самым увеличивая питательность корма, устраняя необходимость покупки специфического корма большей питательности, предоставляя возможность дополнения кормов, менее насыщенных белковыми компонентами. Также разрабатываемая технология направлена на частичное или полное замещение известных на данный момент белковых кормовых компонентов (таких как соевый шрот, мясокостная мука и рыбная мука).

В ходе исследования производилось пробное изготовление белкового кормового компонента, согласно описанному в работе методологиям с целью проверки выдвигаемой технологии на практике.

**Научная новизна.** Использование альтернативного белкового сырья для изготовления кормовых смесей для нужд аквакультуры имеет высокую ценность в условиях дефицитности рыночных компонентов. Использование технологии лиофильной сушки позволяет сохранить до 95% исходных питательных веществ по сравнению с традиционными принципами сушки (термостатная сушка), а также повысить срок хранения продукта. Также данная работа привносит вклад в модернизацию технологии вермикультивирования и подготовки биогумуса.

### КУЛЬТИВАЦИЯ ЧЕРВЯ

Разрабатываемая технология изготовления кормового компонента для гидробионтов, на основе культивируемых червей видов *Eisenia fetida* и *Dendrobena Veneta*, представляет собой кормление гидробионтов специальными гранулами из биомассы червя. Предполагается, что оптимальный объем содержания разрабатываемого компонента по отношению к основному корму будет 8-12% в качестве замены рыбной муки.

Первичная заготовка кормовой смеси заключается в выращивании сырьевого червя в специализированных емкостях (вермикомпостерах) (рис. 1) и их дальнейшей подготовке к последующим этапам изготовления корма на его основе.

В помещении, где будет производиться выращивание червей, устанавливается постоянная температура на уровне +15°C. Влажность устанавливается в пределах 80%. При этом вермиконтейнер должен располагаться вне ярко освещенных местностей. Данное требование связано с губительным воздействием ультрафиолетовых лучей на культивируемых червей.

Вторым этапом данной методики является выращивание культивируемых червей как отдельного объекта биосферы. Данный этап подразумевает выращивание червей до определенного размера, необходимого для изготовления на его основе кормовой смеси. На момент изъятия размер червей составляет 8-12 см. В процессе выращивания проводятся еженедельные замеры червей при по-

мощи измерительных приборов (например, линейкой) (рис. 2).

Первоначально производится заселение червей с размещением первичного пищевого субстрата. Данный субстрат чаще всего представляет собой пищевые отходы, а также навоз. В процессе может проводиться «докормка».

Размножение червей проводится в период около 1 месяца (3-4 недели) с увлажнением почвы, для обеспечения влагой червей, с частотой не менее 1 раза в неделю. Температура воды, которой увлажняют вермикомпостер, должна быть равна температуре окружающей среды.

### ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕЛКОВОГО ПОЛУФАБРИКАТА

Удаление слизевых выделений червя перед этапом лиофильной сушки представляет собой настаивание заготовленного сырья в дистиллированной воде на протяжении 3 час. (приблизительно 180 минут), в процессе которого обрабатываемые черви избавляются от почвенного субстрата и нежелательной бактериальной фауны, заключенной в слизевых выделениях (рис. 3).

Объем дистиллированной воды должен соответствовать пяти-восьмикратному объему заготавливаемого червя. Целесообразным будет разделить всю массу на несколько меньших порций и обрабатывать каждую в отдельной таре.

Важно отметить, что данный процесс предполагает строгого наблюдения за временем нахождения и настаивания заготовленной биомассы червя в дистиллированной воде, ввиду возможной необратимой порчи сырья в случае хранения червей больше отведенного времени.

Допускается предварительная промывка червя в проточной воде для избавления от внешних загрязнителей, время промывки червя следует вычестить из времени настаивания в дистиллированной воде, приравняв общий период пребывания червя в воде к трем часам. В случае выявления больших объемов слизи, удаление которых повлечет за собой увеличение времени настаивания червя в дистиллированной воде и предварительной промывке, имеет смысл предварительно обработать его в 5% перманганате калия (марганцовка), приготовленном на дистиллированной воде, но не более 3-5 минут, аккуратно помешивая раствор. В случае применения данного метода стоит уделить повышенное внимание очистке червя от раствора марганцовки ввиду того, что его ткани способны всасывать перманганат калия. Отдельно стоит упомянуть, что для подготовки сырья применение спирта и растворителей не допускается, так как данные вещества легко всасываются в мягкие ткани червя, что в конечном итоге приводит к изменению состава сырья и его порче, несмотря на кажущуюся эффективность очистки червя от слизи. Также, по возможности, имеет смысл сменять дистиллированную воду на свежую, но не чаще чем 1 раз за 1 час. Данный пункт носит более рекомендательный характер, так как начальный объем дистиллированной воды позволяет не проводить ее замену.

Все представленные растворы следует применять строго единоразово.



**Рисунок 2.** Измерение размера червей  
Figure 2. Measuring the size of worms



**Рисунок 3.** Обработка биомассы в дистиллированной воде  
Figure 3. Processing of biomass in distilled water



**Рисунок 4.** Очищенное первичное сырье  
Figure 4. Purified primary raw materials

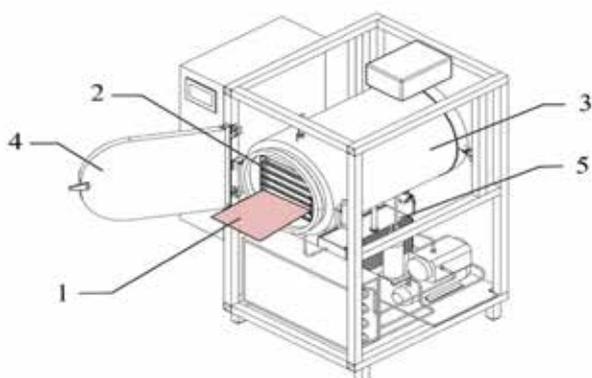
Рассмотренные выше комплексы мер позволяют безопасно для сырья удалить слизевые выделения с червя, ликвидируя проблему высокого бактериального загрязнения сырья и, вследствие чего, его попадания в рацион гидробионтов.

**Таблица 1.** Содержание аминокислот в кормовых продуктах животного происхождения, рассчитанное от массы воздушно-сухого вещества, % / **Table 1.** The content of amino acids in animal feed products, calculated from the mass of air-dry matter, %

Наименования аминокислот	Мясокостная мука	Кормовая смесь (мука) из культивируемых червей ( <i>Eisenia fetida</i> , <i>Dendrobena Veneta</i> )	Рыбная мука
<b>Незаменимые:</b>			
Изолейцин	1,518	2,484	3,349
Изолейцин	1,115	2,179	2,719
Лейцин	2,123	4,169	4,936
Лизин	1,411	3,724	5,552
Метионин	0,539	1,250	2,368
Треонин	1,287	2,731	3,061
<b>Заменимые:</b>			
Аланин	1,705	2,949	3,855
Аргинин	2,122	3,777	4,292
Аспарагиновая кислота	2,862	5,281	7,072
Гистидин	1,308	1,903	2,541
Глицин	2,054	2,713	3,415
Глутаминовая кислота	3,864	8,043	8,983
Пролин	2,142	2,177	3,228
Сериин	1,4852	2,670	2,702
Тирозин	0,680	1,886	2,000
Цистин	0,469	0,899	0,841
Фениланин	1,346	2,164	2,587

**Таблица 2.** Качественные показатели кормовой муки из биомассы червя *Eisenia fetida* [18] / **Table 2.** Qualitative indicators of feed meal from the biomass of the worm *Eisenia fetida* [18]

№п/п	Наименование показателя	Мука сразу после производства
1	Внешний вид	Продукт сыпучий без плотных, не рассыпающихся при надавливании
2	Запах	Специфический, но не гнилостный и не затхлый
3	Крупность помола - остаток насыпи диаметром 5мм, %	Не имеет
4	Массовая доля влаги, %	7,6
5	Массовая доля протеина, %	59,8
6	Массовая доля жира, %	5,9
7	Наличие патогенных микроорганизмов	Не выделено



**Рисунок 5.** Принципиальная схема лиофильной сушки

**Figure 5.** Schematic diagram of freeze drying

Основными требованиями, к получаемому в ходе обработки белковому полуфабрикату, являются его микробная чистота (не более 60-100 КОЕ/г) [29; 30], однородность, отсутствие инородных включений и свежесть. Приготовленный белковый полуфабрикат должен быть немедленно заморожен, в соответствии с положениями, определяемыми в главе «Процесс сублимации белкового полуфабриката». Предполагается хранение замороженного полуфабриката при температуре ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  сроком до трех месяцев (90 суток).

#### ПРОЦЕСС СУБЛИМАЦИИ БЕЛКОВОГО ПОЛУФАБРИКАТА

Первым шагом сублимации является заморозка контейнера с обработанной биомассой червя при температуре от  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже. Связана данная консервация с необходимостью предоставления первичной заготовки в замороженном виде для

применения лиофильной сушки. Конечный результат консервации должен представлять собой замороженную, твердую на ощупь массу с рельефным верхом и плоским низом, желательна минимизировать, содержащуюся в заготовке, влагу для оптимизации процесса сублимации [32; 33].

Следующим этапом изготовления корма является обработка заготовленной и замороженной биомассы путем применения лиофильной сушки. На рисунке 5 представлена принципиальная схема устройства сублимационной сушки. Заранее подготовленные и замороженные черви помещаются в лоток (1), после чего задвигаются в барабанную сортировку (2), которая находится внутри сублимационной камеры (3). Дверь камеры (рис. 5) герметично закрывается и включается процесс вакуумирования с помощью насоса низкого давления (4). Давление в камере в течение 8-15 мин снижается до стабильных 50 Па. Одновременно с вакуумированием включаются термоэлементы, ответственные за нагрев лотков заготовленным материалом.

Через определенный промежуток времени, который зависит от массы заготовленного червя и мощности термоэлемента, давление в камере начинает понижаться примерно до 30 Па, это позволяет определить, что сублимация свободной влаги закончилась. Удаление остаточной влаги в продукте осуществляется вакуумным насосом. Разгерметизация камеры происходит путем заполнения её воздухом. При достижении давления в камере равного атмосферному, дверь открывается и лоток с сублимированным продуктом можно извлечь из камеры.

Подобный способ позволяет получить корм из культивируемых червей с высокой пищевой ценностью, представленной, в сравнении с известными аналогами, в таблице 1 [12-16; 18; 19]. Также технология лиофильной сушки позволяет сохранять продукт по составу, наиболее приближенному к исходному.

Параллельно рассматривается вариант с измельченной кормовой смесью на основе технологических червей. В таблице 2 представлено содержание аминокислот по разным видам кормовых смесей животного происхождения. Также в процентном соотношении содержание сырого протеина в мясокостной муке составляет 31,75%, в муке из червей – 57,68%, а в рыбной муке – 65,63% [12; 14; 16-18].

В муке не найдено патогенных микроорганизмов, содержание белков, жиров, и углеводов, не менялось [12; 14-16].

На основании чего, исходя из данных таблиц 1 и 2, можно прийти к выводу, что мука из технологических червей очень близка по составу к рыбной [22-24] и может с успехом ее вытеснить при разработке технологий приготовления корма на основе культивируемых червей [16-19].

### ВЫВОД

1. В рамках данной работы была разработана технология изготовления кормового компонента на основе культивируемого Калифорнийского червя и червя породы Дендробена (*Eisenia fetida*, *Dendrobena Veneta*).

2. Приведены требования к изготовлению кормовых смесей на основе культивируемых червей.

3. Описан процесс лиофилизации сырья.

4. В ходе работы было выявлено, что кормовые смеси на основе культивируемых червей обладают конкурентоспособной питательностью в сравнении с известными аналогами [22-24].

5. Представлена методическая рекомендация обработки сырья и приготовления конечного продукта.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Патент №2058737 - Способ получения технологических (специализированных) пород компостного дождевого червя *eisenia foetida* Дата подачи заявки: 29.10.1991, Дата публикации патента: 27.04.1996
1. Patent No. 2058737 - Method for obtaining technological (specialized) breeds of compost earthworm *eisenia foetida* Application date: 29.10.1991, Patent publication date: 27.04.1996
2. Кодолова О.П. Сравнительное исследование репродукционного потенциала локальных поселений компостного червя *Eisenia fetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) / О.П. Кодолова, Б.Р. Стриганова, Т.Н. Сидорова // Известия АН СССР. 1993. № 4. С. 558—568. (Сер. биол.).
2. Kodolova O.P. Comparative study of the reproductive potential of local settlements of the compost worm *Eisenia fetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) / O.P. Kodolova, B.R. Striganova, T.N. Sidorova // Izvestia of the USSR Academy of Sciences. 1993. No. 4. pp. 558-568. (Ser. biol.).
3. Игонин А.М. Дождевые черви: как повысить плодородие почв в десятки раз, используя дождевого червя-«Старателя». – Ковров: «Маштекс», 2002. – 192 с.
3. Igonin A.M. Earthworms: how to increase soil fertility tenfold by using an earthworm-"Prospector". – Kovrov: Mashtex, 2002. – 192 p.
4. Buchkova, L. I., Ponomarev, A. K., Bugaev, O. G., & Horeva, T. I. (2022). Analysis of The Microflora Of Mucus Secretions Of The Worm (*Eisenia Fetida*). In S. V. Beketov, & I. A. Nikitin (Eds.), *Biotechnology, Ecology, Nature Management*, vol 1. European Proceedings of Life Sciences (pp. 51-58). European Publisher. (Q1)
5. Evaluating the UV radiation effectiveness in industrial aquaculture / L. I. Bychkova, D. L. Nikiforov-Nikishin, A. K. Ponomarev, O. G. Bugaev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42046. – DOI 10.1088/1755-1315/548/4/042046. – EDN WOLVXL. (Q2)
6. Temperature differentiation of aquatic microflora of a closed water supply system by the example of incubation of microbiological crops at 21 and 37 C / D. L. Nikiforov-Nikishin, A. L. Nikiforov-Nikishin, O. G. Bugaev, N. I. Kochetkov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Smolensk, 25 января 2021 года. – Smolensk, 2021. – P. 042049. – DOI 10.1088/1755-1315/723/4/042049. – EDN CDNIZM.
7. Хатунцов, Д.С. Аквакультура как наиболее эффективное средство восстановления популяции осетровых / Д.С. Хатунцов, А. Д. Ларкин // Дельта науки. – 2019. – № 2. – С. 135-139. – EDN GHLIVI.
7. Khatuntsov, D.S. Aquaculture as the most effective means of restoring the sturgeon population / D.S. Khatuntsov, A.D. Larkin // Delta Science. – 2019. – No. 2. – Pp. 135-139. – EDN GHLIVI.
8. Технология увеличения срока хранения мяса кролика в переохлажденно-подмороженном состоянии / А.В. Антипов, О. А. Пранцуз, В. А. Климов, Д. С. Хатунцов // Вопросы кролиководства. – 2020. – № 2. – С. 20-23. – EDN GQVBOD.
8. Technology of increasing the shelf life of rabbit meat in a supercooled-frozen state / A.V. Antipov, O. A. Prantsuz, V. A. Klimov, D. S. Khatuntsov // Questions of rabbit breeding. – 2020. – No. 2. – PP. 20-23. – EDN GQVBOD.

9. Светлов Ю.В. Оптимизация геометрических характеристик и междуплодная неравномерность распределения потоков в трехпоточном теплообменнике витой конструкции / Ю. В. Светлов, О. С. Пранцуз, Д. Р. Лескевич и др. // Дельта науки. – 2020. – № 1. – С. 53-58. – EDN RWLURP.
9. Svetlov Yu.V. Optimization of geometric characteristics and inter-layer unevenness of flow distribution in a three-flow heat exchanger of twisted construction / Yu. V. Svetlov, O. S. Prantsuz, D. R. Leskevich et al. // Delta nauki. – 2020. – No. 1. – Pp. 53-58. – EDN RWLURP.
10. Pauly D. et al. China's distant-water fisheries in the 21st century // Fish and Fisheries. – 2014. – Т. 15. – №. 3. – С. 474-488.
11. Bianchi M. C.G. et al. FAO: The State of World Fisheries and Aquaculture // Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy. – 2014.
12. Молчанова К.А. Возможности раскрытия ростовой потенции у радужной форели в УЗВ и открытых рыбоводных системах / К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. – 2016. – №. 5 (13).
12. Molchanova K.A. Possibilities of disclosure of growth potency in rainbow trout in ultrasonic and open fish breeding systems / K.A. Molchanova, E.I. Khrustalev, T.M. Kurapova // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products. – 2016. – №. 5 (13).
13. Заболотных М. В. и др. Хелаты кремния как фактор повышения эффективности мясного птицеводства // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2018. – №. 3 (31).
13. Zabolotnykh M. V. et al. Silicon chelates as a factor in increasing the efficiency of poultry meat // Bulletin of Omsk State Agrarian University. – 2018. – №. 3 (31).
14. Дегтярик С. М. и др. Возбудители бактериальных инфекций форели в рыбоводческих хозяйствах Беларуси и Армении. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2016. – №. 32. – С. 262-274.
14. Degtyarik S. M. et al. Pathogens of bacterial infections of trout in fish farms in Belarus and Armenia. // Issues of fisheries in Belarus. – 2016. – No. 32. – Pp. 262-274.
15. Маловастый К.С. Диагностика болезней и ветсанэкспертиза рыбы. – 2011.
15. Malovasty K.S. Diagnostics of diseases and veterinary examination of fish. – 2011.
16. Молчанова К.А. Сравнение морфометрических показателей у производителей радужной форели, культивируемых в УЗВ / К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева // Рыбное хозяйство. – 2017. – №. 3. – С. 91-94.
16. Molchanova K.A. Comparison of morphometric indicators in producers of rainbow trout cultivated in the UZV / K.A. Molchanova, E.I. Khrustalev // Fisheries. – 2017. – №. 3. – Pp. 91-94.
17. Лапина О.В. Повышение эффективности производства рыбного хозяйства за счет применения УЗВ-технологий // Научные исследования: проблемы и перспективы. – 2019. – С. 21-25.
17. Lapina O.V. Improving the efficiency of fisheries production through the use of ultrasonic technologies // Scientific research: problems and prospects. – 2019. – Pp. 21-25.
18. Исмагилов Ф. А. Особенности жизни молоди форели в условиях УЗВ // Тинчуринские чтения. – 2018. – С. 67-69.
18. Ismagilov F. A. Features of the life of juvenile trout in the conditions of ultrasound // Tinchurin readings. - 2018. – Pp. 67-69.
19. Антонов А.И. Результаты экспериментов по выращиванию радужной форели в Тюменской области индустриальным способом (УЗВ) // Интернаука. – 2016. – №. 3-2. – С. 54-57.
19. Antonov A.I. Results of experiments on the cultivation of rainbow trout in the Tyumen region by industrial method (UZV) // Internauka. - 2016. – No. 3-2. – Pp. 54-57.
20. Молчанова К.А. Морфобиологическая характеристика радужной форели, выращиваемой в УЗВ / К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова // Рыбное хозяйство. – 2017. – №. 5. – С. 89-92.
20. Molchanova K.A. Morphophysiological characteristics of rainbow trout grown in the UZV / K.A. Molchanova, E.I. Khrustalev, T.M. Kurapova // Fisheries. – 2017. – №. 5. – Pp. 89-92.
21. Воробьев В.И. и др. Альтернативные источники получения аналогов рыбной муки // Известия КГТУ. – 2015. – Т. 38. – С. 74-82.
21. Vorobyev V.I. et al. Alternative sources of fish meal analogues // Izvestiya KSTU. – 2015. – Vol. 38. – Pp. 74-82.
22. Донник И.М. Показатели питательности рыбной муки и способы ее фальсификации / И.М. Донник, А.Ю. Лошманова, Н.Н. Беспамятных // Аграрный вестник Урала. – 2012. – №. 9 (101)
22. Donnik I.M. Indicators of the nutritional value of fish meal and methods of its falsification / I.M. Donnik, A.Y. Loshmanova, N.N. Bepamyatnykh // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2012. – №. 9 (101)
23. Бекетов С.В. Качественная оценка протеина рыбной муки, используемой в аквакультуре / С.В. Бекетов, А.В. Козлов, М.Н. Прадед, В.А. Климов // Рыбное хозяйство. – 2019. – №. 6. – С. 58-61.
23. Beketov S.V. Qualitative assessment of fish meal protein used in aquaculture / S.V. Beketov, A.V. Kozlov, M.N. Great-grandfather, V.A. Klimov // Fisheries. – 2019. – №. 6. – Pp. 58-61.
24. Сергиенко Е. Нормирование показателей качества и безопасности рыбной муки / Е. Сергиенко, Н. Боева, М. Дяченко // Комбикорма. – 2012. – №. 1. – С. 81-83.
24. Sergienko E. Rationing of quality and safety indicators of fish meal / E. Sergienko, N. Boeva, M. Dyachenko // Compound feed. - 2012. – No. 1. – Pp. 81-83.
25. Измайлович И.Б. Импортзамещение рыбной муки новой кормовой добавкой / Измайлович И.Б., Н.Н. Якимович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2018. – №. 21 (1).
25. Izmailovich I.B. Import substitution of fish meal with a new feed additive / Izmailovich I.B., N.N. Yakimovich // Actual problems of intensive development of animal husbandry. – 2018. – №. 21 (1).
26. Титов И.Н. Вермикультура как возобновляемый источник животного белка из органических отходов / И.Н. Титов, В.М. Усоев // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2012. – №. 2 (18).
26. Titov I.N. Vermiculture as a renewable source of animal protein from organic waste / I.N. Titov, V.M. Usoev // Bulletin of Tomsk State University. Biology. – 2012. – №. 2 (18).
27. Титов И.Н. Дождевые черви как возобновляемый источник полноценного животного белка // Редакционная коллегия. – 2013. – С. 173.
27. Titov I.N. Earthworms as a renewable source of high-grade animal protein // Editorial Board. – 2013. – p. 173.
28. Смешков В. В., Дашкевич Н. С., Короткевич А. А. Качество калифорнийских червей : дис. – МГУП, 2014.
28. Smeshkov V. V., Dashkevich N. S., Korotkevich A. A. The quality of California worms: dis. – MGUP, 2014.
29. Бурлаченко И.В. и др. Влияние бактериальной обсемененности кормов на рост и физиологическое состояние молоди стерляди // Труды ВНИРО. – 2002. – Т. 141. – С. 194-207.
29. Burlachenko I.V. et al. The effect of bacterial contamination of feed on the growth and physiological state of juvenile sterlet // Proceedings of VNIRO. – 2002. – Vol. 141. – Pp. 194-207.
30. Гранкина А.С., Голякевич З.С. Бактериальная обсемененность кормов животного и растительного происхождения, используемых в животноводстве // Биотика. – 2015. – №. 6. – С. 135.
30. Grankina A.S., Golyakevich Z.S. Bacterial contamination of animal and vegetable feed used in animal husbandry // Biotics. - 2015. – No. 6. – p. 135.
31. Валентина Просапио, Иэн Нортон, Иоланда Де Марко. Оптимизация сублимационной сушки с использованием подхода оценки жизненного цикла: тематическое исследование клубники // Труды University of Birmingham, 2017. С. – 15-22.
31. Valentina Prosapio, Ian Norton, Yolanda De Marco. Freeze drying optimization using a life cycle assessment approach: a case study of strawberries // Proceedings of the University of Birmingham, 2017. – Pp. 15-22.
32. Лаго Л. А. Обоснование параметров и режима инфракрасной сушки сельскохозяйственного сырья в многоярусном устройстве. // Труды Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. – С. 20-88.
32. Lago L. A. Substantiation of parameters and modes of infrared drying of agricultural raw materials in a multi-tiered device. // Proceedings of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. – Pp. 20-88.