

### Ключевые слова:

водные биоресурсы, аквакультура, вторичные продукты разделки рыбы, химический состав, кормопроизводство, радужная форель

### Keywords:

living resources, aquaculture, secondary products of fish cutting, chemical composition, forage production, rainbow trout

# Актуальность использования кормовых добавок на основе вторичного сырья рыбной промышленности в рационах радужной форели

Канд. техн. наук, доцент

**А.В. Соколов** – заместитель декана факультета безотрывного образования, кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов;

д-р техн. наук, доцент

**О.П. Дворянинова** – декан факультета безотрывного образования, зав. кафедрой управления качеством и технологии водных биоресурсов;

канд. биол. наук

**О.А. Землянухина** – старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского, Воронежский государственный университет инженерных технологий (ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)

@ sokol993@yandex.ru;  
olga-dvor@yandex.ru;  
oz54@mail.ru

## RELEVANCE OF USE OF FEED ADDITIVES BASED ON SECONDARY RAW MATERIALS OF THE FISHING INDUSTRY IN THE DIETS OF RAINBOW TROUT

**Sokolov A.V.**, PhD, Associate Professor, **Dvoryaninova O.P.**, Doctor of Sciences, Associate Professor – Voronezh State University of Engineering Technology, **Zemlyanukhina O.A.**, PhD - biotechnology laboratory of the Botanical Garden named after Professor Kozo-Polyanskiy B.M., Voronezh State University of Engineering Technologies  
sokol993@yandex.ru; olga-dvor@yandex.ru; oz54@mail.ru

The most important approaches to fish diets balancing on the main nutrients are mixed fodders and feed additives (FA) management. The research has shown that the distinctive feature of the developed feed additives is a high content of amino acids, as well as polyunsaturated fatty acids and minerals. FA is one of the most valuable protein products, covering from 56,9 to 255,6 % of the daily requirement for rainbow trout in essential amino acids. Thus, in general, it is possible to consider the feed additives made from secondary products as a natural sources of proteins, minerals, and vitamins which can be used in mixed fodders production for the rainbow trout with partial or full replacement in their recipes of fish meal.

Важнейшим источником обеспечения и балансирования рационов рыбы, по основным питательным веществам, являются комбикорма и кормовые добавки (КД). Наши исследования показали, что отличительной чертой разработанных кормовых добавок является высокое содержание аминокислот, а также – полиненасыщенных жирных кислот и минеральных веществ. КД – одни из ценнейших белковых продуктов, удовлетворяющих от 56,9 до 255,6% суточной потребности радужной форели в незаменимых аминокислотах. Таким образом, в целом можно считать полученные кормовые добавки из вторичных продуктов разделки рыб – природными источниками белковых, минеральных и витаминных веществ, которые могут использоваться при производстве полноценных рыбных кормов для радужной форели, с частичной или полной заменой в их рецептурах рыбной муки.



**Рисунок 1.** Кормовые добавки из вторичных продуктов разделки рыб:  
а – горбуша; б – толстолобик.

**Figure 1.** Feed additives from secondary fish materials:  
a – humpback salmon, б – silver carp

### ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей отраслью сельского хозяйства в обеспечении продуктивности, устойчивости и рыбоводства является кормопроизводство. От уровня научно-технического прогресса в кормопроизводстве во многом зависит развитие сельского хозяйства и обеспечение продовольственной безопасности страны [11].

Комбикорма и кормовые добавки – важнейшие источники в обеспечении сбалансированности рационов рыбы по основным питательным веществам. Использование их позволяет получать от рыб максимальное количество продукции, при одновременном снижении затрат кормов на производство продуктов рыбоводства [1; 2; 3].

Несмотря на существенный вклад многих ученых в развитие технологии кормовых продуктов из отходов при обработке гидробионтов

(Л.С. Абрамова, Л.В. Антипова, Н.П. Боева, Н.П. Быкова, В.М. Дацун, Т.М. Сафронова, А.В. Перебийнос, Е.Н. Харенко, А.П. Ярочкин, G.M. Berge, S. Manop, R.A.A. Muzzarelli, M. Falk, K.M. Rudall, C.P. Savage, L. Sittiwat и др.), разработка технологий и рецептурно-компонентных решений кормовых добавок остается востребованной. Аргументом в пользу привлечения вторичного сырья рыбной промышленности для получения кормовых добавок является их недоиспользование и значительный объем, а также недостаточное использование научного потенциала, кустарное производство кормов, приводящие к их низкому качеству, несбалансированности, недостатку белка и высоким издержкам производства [4].

Дополнительно дефицит кормов может негативно сказаться на темпах роста мирового сельскохозяйственного производства и на эффективности решения существующих и перспективных глобальных проблем устойчивого роста и развития, а также на продовольственной безопасности [5; 8].

Следовательно, развитие аквакультуры требует особого внимания к процессу кормления и использования полноценных и экологически безопасных кормов для всех видов рыб промышленного разведения [5; 6].

Среди наиболее перспективных направлений технологий, при производстве кормов для аквакультуры, эксперты называют применение альтернативных источников протеина, одним из которых является применение инновационных технологий сбора и использования вторичного рыбного сырья, формирующегося при переработке [7; 8].

Поскольку белок – наиболее дорогостоящий компонент корма, целесообразно, для выработки биологически полноценного корма, в качестве основного компонента белкового сырья использовать кормовые добавки, полученные на основе вторичных продуктов разделки рыб [9].

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследований были взяты:

- КД из вторичных продуктов разделки горбуши тихоокеанской (*Oncorhynchus gorbuscha*), выловленной в Сахалинской области в период путины 2016 г., в соотношении 70:30 (головы и внутренности соответственно), масса особей от 1,5 до 2,0 кг – далее по тексту КД №1;

- КД из вторичных продуктов разделки толстолобика белого (*Hypophthalmichthys molitrix*), выловленного в Павловском рыбохозе Воронежской области в весенний период 2017 г., в соотношении 70:30 (головы и внутренности соответственно), масса особей от 2,5 до 3,0 кг – далее по тексту КД №2.

Выбор сырья для получения КД обосновывается тем, что при разделке рыбы для пищевых целей остается значительное количество недоиспользуемых отходов (головы, плечевые и грудные плавники, позвоночные кости с хвостовым плавником, внутренности и др.), которые содержат биологически активные вещества и используются для

**Таблица 1.** Аминокислотный состав КД / **Table 1.** Amino acid composition of feed additives

Наименование аминокислоты	Содержание, г/100 г. белка	
	КД №1	КД №2
	<b>Незаменимые</b>	
Лизин	6,405	6,273
Валин	3,591	3,863
Лейцин	6,482	6,058
Изолейцин	2,763	3,148
Метионин	1,684	1,649
Треонин	4,269	4,114
Триптофан	0,812	0,587
Фенилаланин	3,675	3,361
Арганин	13,563	14,572
Гистидин	2,055	1,754
Итого	45,349	45,379
	<b>Заменимые</b>	
Тирозин	2,808	1,705
Пролин	5,322	6,671
Серин	5,024	4,082
Аланин	6,653	7,507
Глицин	8,380	10,896
Цистеин	0,424	0,300
Глутаминовая кислота+глутамин	12,270	12,287
Аспарагиновая кислота+аспарагин	8,733	8,090
<b>Итого</b>	<b>49,614</b>	<b>51,538</b>
<b>Всего</b>	<b>94,963</b>	<b>96,917</b>

получения полезных для здоровья компонентов и препаратов на их основе [12].

Кормовые добавки (рис. 1) получали посредством конвективной сушки вторичных продуктов разделки рыб с заданными технологическими параметрами. Продолжительность сушки, при достижении конечной влажности, составила 165 мин. для КД №1 и 185 мин. для КД №2. Выход КД составил от 38,0% до 45%, в зависимости от используемого сырья.

Для оценки перспектив использования кормовых добавок (КД), в рационах радужной форели проводили комплексное исследование по следующим показателям: химический состав (белок, зола, влага, жир) по ГОСТ 7636-85, витаминный состав по ГОСТ 7047-55, ГОСТ Р 52147-2003 и М 04-56-2009, минеральный состав снимали масс-спектрометры с индуктивно связанной плазмой на NexION 300D, жирнокислотный состав методом ГЖХ по ГОСТ Р 55483-2013 и аминокислотный состав определяли методом ионообменной хроматографии по ГОСТ 32195-2013 (без триптофана), триптофан определяли методом ионообменной хроматографии по ГОСТ 32201-2013.

Оценка общего химического состава КД представлена на рисунке 2.

Наши исследования показали (рис. 2), что КД № 1-2 содержат большое количество белка (38,5-50,8%, соответственно), что сопоставимо с содержанием данного компонента в полноценных про-

дукционных кормах для хищных лососевых рыб (34-45%).

Помимо белка, одним из важнейших составляющих кормов являются липиды. Жиры, содержащиеся в исследуемых КД (32,9-33,6%), являются источником омега-3 и омега-6 полиненасыщенных жирных кислот, участвующих в поддержании иммунитета, снижающих стресс. Следует отметить, что высокая доля жира в КД может исключить дополнительное введение в корма рыбьего жира, а, следовательно, снизить себестоимость корма без потери калорийности

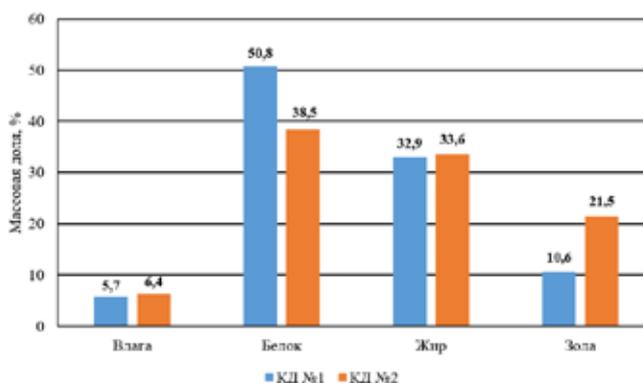
**Рисунок 2.** Общий химический состав КД

Figure 2. Chemical composition of feed additives

**Таблица 2.** Жирнокислотный состав КД / **Table 2.** Fatty acid composition of feed additives

Наименование жирной кислоты	Символ	Содержание, г/100 г. жирных кислот		Содержание, г/100 г. КД	
		КД No1	КД No2	КД No1	КД No2
<b>Насыщенные</b>					
Миристиновая	C <sub>14:0</sub>	9,20	6,93	3,03	2,33
Пальмитиновая	C <sub>16:0</sub>	29,64	18,45	9,75	6,20
Стеариновая	C <sub>18:0</sub>	6,75	2,70	2,22	0,91
Арахидиновая	C <sub>20:0</sub>	0,50	-	0,16	-
<b>Ненасыщенные</b>					
<i>Мононенасыщенные</i>					
Меристолеиновая	C <sub>14:1</sub>	0,16	-	0,05	-
Пальмитолеиновая	C <sub>16:1</sub>	13,00	7,84	4,28	2,63
Олеиновая	C <sub>18:1</sub>	24,04	13,23	7,91	4,45
Элаидиновая	C <sub>18:1</sub>	0,13	1,38	0,04	0,46
Гондоиновая	C <sub>20:1</sub>	1,79	10,77	0,59	3,62
Эруковая	C <sub>22:1</sub>	-	16,18	-	5,44
Нервоновая	C <sub>24:1</sub>	-	2,43	-	0,82
<i>Полиненасыщенные</i>					
Линолевая ω6	C <sub>18:2</sub>	3,03	1,78	1,00	0,60
Линоленовая ω3	C <sub>18:3</sub>	2,74	0,66	0,90	0,22
Эйкозадеиновая ω6	C <sub>20:2</sub>	0,39	-	0,13	-
Арахидоновая ω6	C <sub>20:4</sub>	0,61	12,03	0,20	4,04
Тимнодоновая ω6	C <sub>20:5</sub>	0,85	-	0,28	-
Докозопентаеновая ω6	C <sub>22:5</sub>	-	4,83	-	1,62
<b>Сумма насыщенных ЖК</b>		<b>53,26</b>	<b>28,87</b>	<b>15,00</b>	<b>9,44</b>
<b>Сумма ненасыщенных ЖК</b>		<b>46,74</b>	<b>71,13</b>	<b>15,38</b>	<b>23,90</b>
<b>Сумма мононенасыщенных ЖК</b>		<b>39,12</b>	<b>51,83</b>	<b>12,87</b>	<b>17,42</b>
<b>Сумма полиненасыщенных ЖК</b>		<b>7,62</b>	<b>19,30</b>	<b>2,51</b>	<b>6,48</b>
<b>Сумма ω-6 ЖК</b>		<b>4,03</b>	<b>18,64</b>	<b>1,33</b>	<b>4,64</b>
<b>Сумма ω-3 ЖК</b>		<b>3,59</b>	<b>0,66</b>	<b>1,18</b>	<b>0,22</b>

и вкусовых качеств. Содержание в кормах жиров оказывает влияние не только на химический состав, но и на структуру, включая прочность и водостойкость.

Однако превышение содержания жира (свыше нормы – 25%) приводит к негативным последствиям: такие КД не могут долго храниться [10]. Для предотвращения окисления жиров в КД необходимо добавлять антиоксиданты в количестве 0,1% к их массе. Содержание золы в исследуемых КД составляет от 10,6 до 21,5%, в зависимости от вида сырья, что свидетельствует о высоком содержании минеральных веществ.

В ходе эксперимента доказано, что отличительной чертой, разработанных кормовых добавок, является высокое содержание аминокислот, а также полиненасыщенных жирных кислот и минеральных веществ.

Потребность корма в белках, по сути, является потребностью в аминокислотах, их качественном наборе и количестве. Данные по определению аминокислотного состава КД представлены в таблице 1, из данных которой видно, что КД содержат в своем составе полный набор протеиногенных аминокислот. В образцах содержатся все десять незаменимых аминокислот,

сумма которых составляет 45,349-45,379 г на 100 г белка, что соответствует их обычному содержанию в полноценных белках корма для рыб 35-50% [13].

Общая сумма глицина, аспарагиновой и глутаминовой кислот, лизина и пролина в КД №1 составляет от 41,11 до 44,22% от суммы аминокислот.

Потребности в отдельных незаменимых аминокислотах у разных видов рыб могут быть неодинаковыми, поэтому в корме должно существовать такое их соотношение, которое наилучшим образом отвечает пластическим и функциональным нуждам организма рыб. По данным зарубежных ученых Kaushik и Suzon [13], удовлетворение потребности радужной форели в незаменимых аминокислотах, содержащихся в белках КД, представлены на рисунке 3.

Из данных (рис. 3) установлено, что КД являются одними из ценнейших белковых продуктов, удовлетворяющими от 56,9 до 255,6% суточную потребность радужной форели в незаменимых аминокислотах. Недостаток или избыток отдельных аминокислот в рационе может быть восполнен путем подбора и оптимизации различных компонентов корма.

Жиры, как питательные вещества, являются высококонцентрированными источниками энергии, в то же время они содержат в своем составе многие жизненно важные вещества, такие как незаменимые жирные кислоты [13]. Поэтому, при определении критериев оценки сырья для получения кормовых добавок одним из главных было содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

Результаты показали (табл. 2), что липиды сырья и кормовых добавок, полученных из него, имеют незначительные различия.

Биологическая роль омега-3 ПНЖК очень важна. При дефиците ПНЖК снижаются интенсивность роста и устойчивость к неблагоприятным внешним и внутренним факторам, угнетается репродуктивная функция. У животных, при недостаточности ПНЖК, чаще обнаруживается язва двенадцатиперстной кишки [14; 15]. Рыбоводам удалось установить, что наиболее эффективные корма для личинок, мальков и сеголеток рыб должны содержать жир, в котором присутствуют полиненасыщенные жирные кислоты типа  $\omega 3$ ,  $\omega 6$ ,  $\omega 9$ . Помимо этого, из литературных данных также известно [17; 18], что мононенасыщенные жирные кислоты повышают стойкость липидов к окислительным процессам.

Нашими исследованиями установлено, что КД содержат большое количество ненасыщенных жирных кислот (ННЖК) (15,38-29,90 г/100 г КД). При этом общее количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в жире КД составляет от 2,51 до 6,48 г/100 г кормовой добавки, в зависимости от вида используемого сырья. Количество непредельных жирных кислот, относящихся к  $\omega$ -3, составляет от 0,22 до 1,18 г/100 г КД.

Анализируя данные таблицы 2, можно отметить, что сушка продукта не оказала заметного влияния на жирнокислотный состав кормовой добавки.

Коэффициент эффективности метаболизации эссенциальных жирных кислот (КЭМ), который показывает способность жирных кислот, входящих в состав липидов, наиболее полно обеспечивать синтез структурных компонентов клеточных мембран, у КД №2 уникальна и составляет 1,7, а для КД №1 – 0,09, что выше рыбьего жира (0,03-0,04) – традиционного компонента рецептур рыбных кормов.

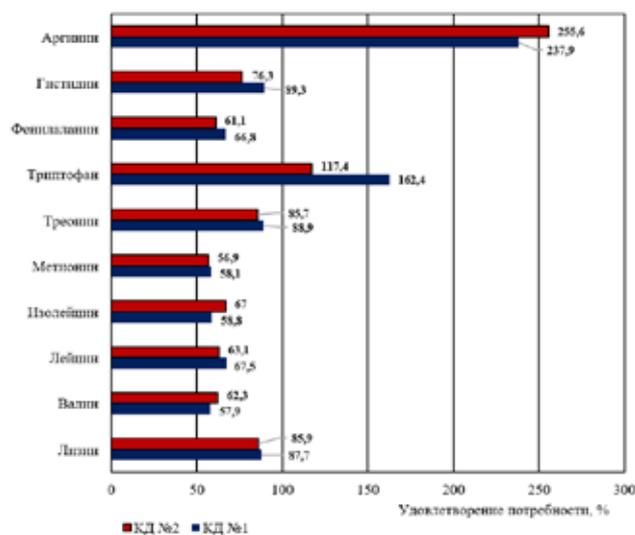
Таким образом, жирнокислотный состав, прежде всего, определяет пищевую ценность липидов, входящих в состав исследуемых кормовых добавок.

Наши исследования показали, что полученные КД являются источниками жирорастворимых витаминов А и Е, а также витамина В1 и В2 (табл. 3).

Комплекс макро- и микроэлементов КД включает в себя 25 наименований (табл. 4). Эти соединения – активные участники и стимуляторы физиологических и биохимических процессов в организме, то есть необходимы для обеспечения нормальной жизнедеятельности.

Сравнивая минеральный состав кормовых добавок из вторичных продуктов разделки рыб, мы видим (табл. 4), что в КД №2 более чем в 2,5 раза выше содержание кальция (отвечает за построение костной системы, состав костей и их прочность), почти в 2 раза больше содержание фосфора. Содержание калия, который определяет построение и функционирование сердечной мышцы, обмен веществ и вывод токсинов из организма, находится на одном уровне. Содержание меди в КД №1 в 10 раз больше, чем в КД №2. В обоих образцах кормовых добавок обнаружено содержание ценного микроэлемента – селена (0,96-2,91 мг/кг КД).

По другим микро- и макроэлементам КД №1-2 находятся приблизительно на одном уровне, однако стоит отметить, что как рыбам, разводимым



**Рисунок 3.** Удовлетворение потребности радужной форели в незаменимых аминокислотах, содержащихся в белках КД

**Figure 3.** Satisfaction of rainbow trout's demand for essential amino acids, which are included in feed additives proteins

**Таблица 3.** Витаминный состав КД / **Table 3.** Vitamin composition of feed additives

Наименование жирной кислоты	Содержание, мг/100 г КД	
	КД No1	КД No2
А (ретинол)	0,45	1,02
Е (токоферол)	2,74	2,61
В <sub>1</sub> (тиамин)	0,46	-
В <sub>2</sub> (рибофлавин)	2,72	1,52

**Таблица 4.** Минеральный состав КД / **Table 4.** The mineral composition of feed additives

Минеральный элемент	Содержание, мг/кг КД, (среднее±погрешность, P=0,95)	
	КД №1	КД №2
Кальций (Ca)	24063±2406	62667±6267
Фосфор (P)	17965±1796	30604±3060
Калий (K)	9190±919	9224±922
Натрий (Na)	8060±806	6134±613
Магний (Mg)	1204±120	1363±136
Железо (Fe)	252±25	913±91
Алюминий (Al)	3,76±0,38	371±37
Стронций (St)	87,4±8,74	87,11±8,71
Цинк (Zn)	190±19	62,18±6,22
Марганец (Mn)	3,42±0,34	35,89±3,59
Кремний (Si)	5,38±0,54	6,4±0,64
Хром (Cr)	0,56±0,067	4,94±0,49
Никель (Ni)	0,73±0,088	2,58±0,26
Йод (I)	2,25±0,23	2,38±0,24
Медь (Cu)	10,81±1,08	1,66±0,17
Ванадий (V)	0,24±0,028	1,18±0,12
Селен (Se)	2,91±0,29	0,96±0,115
Мышьяк (As)	0,93±0,112	0,56±0,067
Бор (B)	1,17±0,12	0,53±0,063
Литий (Li)	0,14±0,017	0,37±0,044
Кобальт (Co)	0,09±0,013	0,36±0,043
Свинец (Pb)	0,02±0,003	0,24±0,029
Олово (Sn)	0,49±0,059	0,05±0,008
Кадмий (Cd)	0,31±0,037	0,02±0,003
Ртуть (Hg)	0,04±0,006	0,02±0,003

в искусственных условиях, так и животным, в зависимости от возраста, вида, района обитания, требуются корма определенного качественного состава [16].

Сравнение минерального состава экспериментальных кормовых добавок, на основе вторичных продуктов разделки рыб, на примере потребности радужной форели в минеральных веществах (мг/кг корма), по данным зарубежного ученого Jaunsey [13], показало (табл. 5), что КД № 1-2 с избытком покрывает потребность радужной фо-

рели (кальций – 802,1-2088,9%; фосфор – 224,6-382,6%; магний – 172-194,7%; железо – 376,1-1362,7%; цинк – 207,3-633%; йод – 80,4-85%; медь – 55,3-360,3%; селен – 76,8-232,8%; кобальт – 180-720%).

### ВЫВОДЫ

Анализируя результаты, можно сделать вывод, что полученные КД богаты полезными нутриентами, а по содержанию таких нутриентов как белок, жир, витамины А, Е, В1, кальций, фосфор, калий, натрий, магний и железо

**Таблица 5.** Удовлетворение потребности радужной форели в минеральных веществах / **Table 5.** Mineral requirements for rainbow trout

Минеральный элемент	Удовлетворение потребности радужной форели в минеральных элементах, %	
	КД №1	КД №2
Кальций (Ca)	802,1	2088,9
Фосфор (P)	224,6	382,6
Магний (Mg)	172,0	194,7
Железо (Fe)	376,1	1362,7
Цинк (Zn)	633,0	207,3
Йод (I)	80,4	85,0
Медь (Cu)	360,3	55,3
Селен (Se)	232,8	76,8
Кобальт (Co)	180,0	720,0

могут полностью удовлетворить их суточную потребность в рационе кормления радужной форели.

Таким образом, в целом можно считать полученные кормовые добавки из вторичных продуктов разделки рыб – природными источниками белковых, минеральных и витаминных веществ, которые могут использоваться при производстве полноценных рыбных кормов для радужной форели с частичной или полной заменой в их рецептурах рыбной муки. Замена в рецептурах рыбной муки на КД не повлияет на сбалансированность рыбных кормов, а позволит также снизить себестоимость производства комбикормов.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Антипова Л.В. Прудовые рыбы: биотехнологический потенциал и основы рационального использования ресурсов // Воронеж: ВГУИТ, 2012. 404 с.
1. Antipova L.V. Prudovye ryby: biotekhnologicheskij potencial i osnovy racional'nogo ispol'zovaniya resursov // Voronezh: VGUIT, 2012. 404 p.
2. Дворянинова О.П. Перспективы развития отечественного рыбохозяйственного комплекса в обеспечении продовольственной безопасности страны // Материалы Межд. науч.-технич. конф. «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». Воронеж, 2014. С. 175-179.
2. Dvoryaninova O.P. Perspektivy razvitiya otechestvennogo rybohozyajstvennogo kompleksa v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti strany // Materialy Mezhd. nauch.-tekhnich. konf. «Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie». Voronezh, 2014. pp. 175-179.
3. Дворянинова О.П. Аквакультурные биоресурсы: научные основы и инновационные решения // Воронеж: ВГУИТ, 2012. 420 с.
3. Dvoryaninova O.P. Akvakul'turnye biosursy: nauchnye osnovy i innovacionnye resheniya // Voronezh: VGUIT, 2012. 420 p.
4. Дворянинова О.П. Биотехнологический потенциал вторичных продуктов разделки рыб как основа импортозамещения / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, Д.А. Сьянов, А.З. Черкесов // Известия Международной академии аграрного образования, 2015. - № 23. С. 148-152.
4. Dvoryaninova O.P. Biotekhnologicheskij potencial vtorignyh produktov razdelki ryb kak osnova importozameshcheniya / O.P. Dvoryaninova, A.V. Sokolov, D.A. S'yanov, A.Z. S'herkesov // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya, 2015. - № 23. p. 148-152.
5. Перешивкина Е.Ю. Целесообразность использования малоценного сырья водного происхождения в технологии производственных кормов для рыб / Е.Ю. Перешивкина, О.П. Дворянинова, А.В. Соколов // Международный студенческий научный вестник, 2015. - № 3-2. С. 257.
5. Pereshivkina E.YU. Celesoobraznost' ispol'zovaniya malocennogo syr'ya vodnogo proiskhozhdeniya v tekhnologii produkcijnyh kormov dlya ryb / E.YU. Pereshivkina, O.P. Dvoryaninova, A.V. Sokolov // Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik, 2015. - № 3-2. p. 257.
6. Рыбоводство. Основы вылова, разведения и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, О.А. Василенко и др. // С. – Петербург. - Изд-во Гиорд, 2009. - 427 с.
6. Rybovodstvo. Osnovy vylova, razvedeniya i pererabotki ryb v iskusstvennyh vodoemah / L.V. Antipova, O.P. Dvoryaninova, O.A. Vasilenko i dr. // S. – Peterburg. - Izd-vo Giord, 2009. - 427 p.
7. Дворянинова О.П. Исследование форм связи влаги в спецсмесьях для рыбных кормов методом неизотермического анализа / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, А.В. Журавлев // Рыбное хозяйство, 2019. - №1. С. 99-101.
7. Dvoryaninova O.P. Issledovanie form svyazi vlagi v specsmesyah dlya rybnyh kormov metodom neizotermicheskogo analiza / O.P. Dvoryaninova, A.V. Sokolov, A.V. Zhuravlev // Rybnoe hozyajstvo, 2019. - №1. pp. 99-101.
8. Лагуткина Л.Ю. Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья // Вестник астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство, 2017. - №1. С. 67-78.
8. Lagutkina L.YU. Perspektivnoe razvitie mirovogo proizvodstva kormov dlya akvakul'tury: al'ternativnye istochniki syr'ya // Vestnik astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo, 2017. - №1. pp. 67-78.
9. Дворянинова О.П. Перспективы использования продуктов глубокой разделки прудовых рыб в технологии кормопроизводства / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, М.В. Спиридонова // Евразийский союз ученых, 2015. - №8-2 (17). С. 76-79.
9. Dvoryaninova O.P. Perspektivy ispol'zovaniya produktov glubokoy razdelki prudovyh ryb v tekhnologii kormoproizvodstva / O.P. Dvoryaninova, A.V. Sokolov, M.V. Spiridonova // Evrazijskij soyz uchenyh, 2015. - №8-2 (17). pp. 76-79.
10. Корма и кормление в аквакультуре: учебник / Е. И. Хрусталева [и др.]. // Санкт-Петербург; Москва; Краснодар. – Изд-во Лань, 2017. 386 с.
10. Korma i kormlenie v akvakul'ture : uchebnik / E. I. Hrustaleva [i dr.]. // Sankt-Peterburg; Moskva; Krasnodar. – Izd-vo Lan', 2017. 386 p.
11. Косолапов В.М. Кормопроизводство – важный фактор продовольственной безопасности России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Фундаментальные исследования, 2014. - № 3-3. С.523-527.
11. Kosolapov V.M. Kormoproizvodstvo – vazhnyj faktor prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii / V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov, L.S. Trofimova, E.P. Yakovleva // Fundamental'nye issledovaniya, 2014. - № 3-3. pp. 523-527.
12. Баштовой А.Н. Технология кормовых добавок на основе биомодификации отходов, полученных при разделке гидробионтов: дис. ...к-та техн. наук. – Владивосток, 2014.
12. Bashtovoj A.N. Tekhnologiya kormovyh dobavok na osnove biomodifikacii othodov, poluchennyh pri razdelke gidrobiontov: dis. ...k-ta tekhn. nauk. – Vladivostok, 2014.
13. Щербина М.А. Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. - М.: Изд-во ВНИРО, 2006. 360 с.
13. SHCHerbina M.A. Gamygin E.A. Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture. - M.: Izd-vo VNIRO, 2006. 360 p.
14. Акулин В.Н. Исследования липидов гидробионтов / В.Н. Акулин, С.П. Касьянов, В.Г. Рыбин и др. // Изв. ТИНРО, 2005. - Т. 141. С. 335-347.
14. Akulin V.N. Issledovaniya lipidov gidrobiontov / V.N. Akulin, S.P. Kas'yanov, V.G. Rybin i dr. // Izv. TINRO, 2005. - V. 141. pp. 335-347.
15. Байдалинова Л.С. Использование БАВ растительных экстрактов в технологии препаратов полиненасыщенных жирных кислот из гидробионтов / Л.С. Байдалинова, К.Ю. Нагаева // Рыбная промышленность, 2007. - № 2. С. 22-25.
15. Bajdalinova L.S. Ispol'zovanie BAV rastitel'nyh ekstraktov v tekhnologii preparatov polinenasyshchennyh zhirnyh kislot iz gidrobiontov / L.S. Bajdalinova, K.YU. Nagaeva // Rybnaya promyshlennost', 2007. - № 2. pp. 22-25.
16. Калашников А.П., Клейменов Н.И., Щеглов В.В. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: монография. - М.: Знание, 1993. 396 с.
16. Kalashnikov A.P., Klejmenov N.I., SHCHeglov V.V. i dr. Normy i raciony kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh: monografiya. - M.: Znanie, 1993. 396 p.
17. Shuster C.Y., Froines J.R. Phospholipids of tuna white muscle // J. Amer. Oil. Chem. Soc. - 1964. - Vol. 41. P. 42-36.
18. Yurkowski M., Brokerohoff H. Simplified Preparation of L-α-Glycerol phosphoryl choline // Biochemistry and Cell Biology-biochimie Et Biologie Cellulaire - Biochem Cell Biol. - 1965. - Vol. 43, № 10. P. 1777.