

# ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-66-73  
УДК 639.3.043

## КОМПЛЕКСНАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ МУКИ ИЗ РАКООБРАЗНЫХ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

*А. А. Бахарева, Ю. Н. Грозеску, Ю. В. Сергеева, А. Н. Неваленный, Н. А. Франов*

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Российская Федерация*

Эксперименты по оценке влияния комплексной добавки на основе муки из ракообразных на физиологическое состояние молоди осетровых рыб проводили в лабораториях Астраханского государственного технического университета. Кормление проводили стартовым и продукционным комбикормами рецептов ОСТ и ОТ. В связи с высоким содержанием протеина в крабовой муке проводили замену 10 % рыбной муки на комплексную добавку. Опыты проводили в бассейнах с управляемым температурным режимом. Из оценки результатов выращивания следует, что в опытном варианте масса сеголеток русского осетра была более высокой, чем в контроле, применение профилактической добавки способствовало правильному росту осевого скелета. Особей с признаками сколиотической болезни в опытном варианте было меньше, тогда как в контроле этот показатель был достаточно высоким. При оценке физиологического состояния было выявлено положительное влияние комплексной добавки на показатели крови выращенных сеголеток русского осетра. Следует отметить, что в целом физиологические показатели у рыб были в пределах нормы, однако в контрольном варианте наблюдались признаки анемии, гемоглобин отмечался по нижней границе нормы, в то время как у рыб, потреблявших профилактический комбикорм, этот показатель был несколько выше. При биохимическом анализе было установлено более высокое содержание белка в теле рыб, выращенных на комбикорме с комплексной добавкой. Отличалось количество жира в тканях сеголеток русского осетра: у особей, получавших корм с профилактической добавкой, оно было на уровне 14,1, в то время как у особей в контрольном варианте этот показатель был несколько выше – 16,7. Печень рыб, получавших корм с комплексной добавкой, по морфологическим показателям отвечала норме и имела гомогенно-зернистую консистенцию, без признаков накопления жира в цитоплазме гепатоцитов. Печень рыб контрольного варианта имела рыхлую консистенцию и мозаичную окраску, отличалась ярко выраженной жировой дистрофией. Таким образом, биологически активная добавка оказала положительное влияние на рост и развитие ранней молоди русского осетра.

**Ключевые слова:** русский осетр, крабовая мука, витамины, профилактический комбикорм, комплексная добавка на основе муки из ракообразных, сколиоз, рыбоводно-биологические показатели, физиологические показатели.

**Для цитирования:** Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., Сергеева Ю. В., Неваленный А. Н., Франов Н. А. Комплексная добавка на основе муки из ракообразных в комбикормах для осетровых рыб // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 3. С. 66–73. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-66-73.

### **Введение**

Основой обмена веществ и жизненных функций всех живых организмов является питание. Трансформируясь в пищеварительном тракте, поступающее в организм вещество обеспечивает энергией все жизненные функции. Первое место в процессе обмена веществ занимает белок,

который образует самую большую часть органического вещества рыбы. Углеводы встречаются в основном в связанном с протеинами и липидами виде и представлены сложными полимерами. Самыми распространенными углеводными полимерами являются такие комплексы, как гликоген, хитин, гликозаминогликаны, гликопротеины, гликолипиды. Как правило, в теле ракообразных углеводы содержатся в количестве 15–30 % от сухого вещества и представлены в основном хитином. Это один из самых распространенных природных биополимеров, относящийся к полисахаридам. Хитин входит в состав опорных тканей и внешнего скелета ракообразных [1].

Наиболее распространенным продуктом переработки ракообразных является крабовая мука. Установлено, что ее питательные и физико-механические свойства определяются повышенным содержанием белка, золы и хитина в панцире крабов.

Искривление осевого скелета у осетровых рыб наблюдается, как правило, у молоди и сеголеток, выращиваемых на рыбоводных предприятиях, особенно часто сколиоз встречается на тепловодных хозяйствах. Развитие патологий позвоночника у молоди может быть связано с недостаточным поступлением с кормом элементов, участвующих в синтезе гликозаминогликанов, которые входят в состав межклеточного вещества костной и хрящевой ткани.

Сокращение синтеза гликозаминогликанов в хрящевой ткани приводит к повышению деформации межпозвоночных дисков [2]. Предшественниками гликозаминогликанов и гиалуроновой кислоты являются производные глюконовой кислоты и N-ацетилглюкозамина. Последний входит в состав панцирьобразующего вещества – хитина.

Ранее в работе [3] было определено, что включение 10 % крабовой муки в качестве замены рыбной в составе стартовых и продукционных комбикормов для осетровых рыб позволяет увеличить прирост массы выращиваемых рыб на 5–6 %, выживаемость – до 81 % при снижении кормовых затрат [3]. Присутствие в составе муки панцирьобразующих веществ – хитина и хитозана, а также каротиноида – астаксантина – способствует синтезу гликозаминогликанов и помогает восстановлению костной и хрящевой ткани [4].

Таким образом, мука из ракообразных может быть источником важнейших биологически активных веществ, необходимых для нормального функционирования обменных процессов в межклеточном веществе хрящевой ткани рыб.

Прогрессирование сколиотической болезни также может быть связано с недостаточным поступлением в организм аскорбиновой кислоты. Витамин D принимает участие в процессах хондро- и остеогенеза, управляет процессом роста костной ткани, играет важную роль в минеральном обмене, способствуя всасыванию кальция и фосфора из кишечника и активизируя его перенос из крови в костную ткань. На формирование активных форм витамина D влияет токоферол. При его нехватке нарушаются процессы формирования костной ткани [5]. Следует отметить, что практически все компоненты рыбных кормов содержат витамины. Однако в процессе производства часть их разрушается. В связи с этим необходимо дополнительно обогащать производимые комбикорма витаминами, для этого в настоящее время применяют стабилизированные формы ряда витаминов (D, E, C и др.) [6].

Таким образом, следует отметить, что совместное применение хитинсодержащего компонента и витаминов позволяет предотвратить искривление позвоночника у молоди осетровых рыб, часто возникающее при индустриальном выращивании.

В связи с этим необходимо было оценить эффективность влияния комплексной добавки на основе муки из ракообразных на рост и развитие молоди осетровых рыб.

### **Методика исследований**

Исследования по оценке влияния комплексной добавки на основе муки из ракообразных на физиологическое состояние молоди осетровых рыб проводили в лабораториях Астраханского государственного технического университета.

Подращивание личинок, перешедших на активное питание, проводили в аквариумах емкостью 400 л с замкнутым циклом водоснабжения, плотность посадки составляла 2 тыс. шт. на м<sup>3</sup>. Молодь выращивали в лотках ЛПЛ с прямым током воды емкостью 2,1 м<sup>3</sup>. Плотность посадки рыб определяли в соответствии с массой и температурой воды. Ремонтную группу рыб содержали в бассейнах с круговым током воды объемом 9 м<sup>3</sup> в установке замкнутого водоснабжения. Кормление проводили стартовым и продукционным комбикормами рецептов ОСТ и ОТ [7].

Раннюю молодь кормили 12 раз в сутки, в светлое время. По мере роста рыб периодичность кормления сокращали сначала до 6, а затем до 3 раз.

Взвешивание и измерение рыб и внутренних органов, а также определение коэффициента упитанности выполняли согласно рекомендациям [8]. Среднесуточный прирост рассчитывали по формуле Г. Г. Винберга [9].

Для оценки физиологического состояния рыб использовали гематологические и физиолого-биохимические показатели.

У молоди кровь брали методом отсечения хвостового стебля. Концентрацию гемоглобина в крови определяли фотометрически цианметгемоглобиновым методом с помощью фотоэлектроколориметра КФК-3.

Концентрацию общего сывороточного белка в плазме крови устанавливали рефрактометрическим методом с применением рефрактометра ИРФ 454Б2М.

Общий химический состав тканей рыб определяли общепринятыми методами: содержание влаги – высушиванием при постоянной температуре 105 °С; жира – экстракционным методом в аппарате Сокслета; концентрацию протеина – по Кьельдалю с использованием реактива Несслера; определение минеральных элементов – озолением при температуре 550 °С [10].

На основании известных потребностей осетровых рыб в витамине D, аскорбиновой кислоте и токофероле была составлена профилактическая добавка на основе муки из панциря краба. В ее составе использовали стойкую к разрушению фосфатную форму аскорбиновой кислоты, микрогранулированную форму витамина Е и стабилизированный порошок холекальциферола.

Экспериментальную часть работ проводили в двойной повторности. Все полученные результаты подвергались статистической обработке с использованием персонального компьютера и программы Microsoft Excel. При этом определяли объем выборки, среднее арифметическое ( $M$ ), статистическую ошибку ( $m$ ), коэффициент вариации ( $Cv$ ), критерий достоверности Стьюдента [11].

### Результаты и их обсуждение

На основе известных потребностей осетровых рыб в витаминах D, E и аскорбиновой кислоте была сформирована комплексная добавка на основе муки из панциря ракообразных. В связи с высоким содержанием белка в муке из ракообразных провели замену 10 % рыбной муки на комплексную добавку.

В первый месяц эксперимента выращивание рыб осуществляли при оптимальной температуре воды (на уровне 22–23 °С), кормление осуществляли комбикормом с комплексной добавкой. Признаки искривления позвоночника у исследуемых рыб как в опытном, так и в контрольном варианте не наблюдались. Оценка рыбоводно-биологических показателей выращиваемых рыб показала, что среднесуточный прирост рыб, потреблявших комбикорм с добавкой, был на 6 % выше, чем в контрольном варианте, выживаемость молоди также была достаточно высокой при использовании комбикорма с комплексной профилактической добавкой (табл. 1).

Таблица 1

**Рыбоводно-биологические показатели молоди русского осетра, выращенной на комбикорме с комплексной добавкой**

Показатель	Вариант	
	контроль	опыт
Масса начальная, г	11,5 ± 0,78	12,4 ± 0,81
Масса конечная, г	37,3 ± 0,75	41,1 ± 0,85*
Длина начальная, см	11,7 ± 2,56	11,8 ± 2,35
Длина конечная, см	14,2 ± 3,12	17,2 ± 2,45**
Среднесуточный прирост, г	0,43	0,48
Выживаемость, %	90,0	98,0
Кормовой коэффициент	1,1	1,1
Период опыта, сут	60	60

\*Различия достоверны при  $p \leq 0,01$ ; \*\*  $p \leq 0,05$ .

Через 30 суток температуру воды постепенно повысили до 25 °С, далее устанавливали постоянную температуру 28 °С, после чего было отмечено, что в контрольном варианте стали появляться экземпляры с признаками искривления позвоночника, в то время как в опытном, где рыбы потребляли профилактический комбикорм, такое явление отсутствовало.

Оценка результатов выращивания в опытном варианте выявила, что масса сеголеток русского осетра была выше, чем в контроле, и достигала примерно 41 г. Кроме того, применение профилактической добавки способствовало правильному росту осевого скелета. Количество особей с признаками сколиотической болезни в опытном варианте было меньше и составляло 7 %, тогда как в контроле этот показатель был достаточно высоким – 21 %.

Следует отметить, что в конце эксперимента различалась также и длина рыб. Рыбы в опытном варианте были более прогонистыми, чем в контроле, т. к. в контрольной группе у некоторых особей наблюдалась деформация позвоночника. Это свидетельствует о том, что рост позвоночного столба у рыб контрольного варианта снизился и не успевал за приростом массы, что привело к искривлению. Вместе с тем высокая температура воды усилила потребность рыб в витаминах А, Е и С (аскорбиновой кислоте), т. к. в результате теплового влияния на организм рыбы расход этих веществ в организме повышается. У рыб, потреблявших профилактический комбикорм, недостаток этих витаминов не отмечался. Наряду с этим астаксантин, содержащийся в крабовой муке, защищает клетки от повреждения и снижает действие теплового стресса.

В связи с тем, что потребление полноценных комбикормов положительно влияет на показатели крови молоди рыб, которые отражают общее физиологическое состояние, необходимо было изучить эти показатели.

При оценке физиологического состояния было выявлено положительное влияние комплексной добавки на основе муки из ракообразных на показатели крови сеголеток русского осетра. Следует отметить, что физиологические показатели у рыб были в пределах нормы, однако в контрольном варианте наблюдались признаки анемии. Содержание гемоглобина фиксировалось по нижней границе нормы – 48,2 г/л, в то время как у рыб, потреблявших профилактический комбикорм, этот показатель был несколько выше и составлял 55,7 г/л. Концентрация общего сывороточного белка во всех вариантах опыта соответствовала оптимальным значениям [7], однако в опытном варианте этот показатель был несколько выше (36,4 г/л). Поскольку общий белок в крови служит для определения рациональности питания, следует отметить положительное влияние комбикорма с комплексной добавкой и на этот показатель физиологического состояния рыб.

Физиологическое состояние оценивали по общему химическому составу тела сеголеток русского осетра, выращенных на комбикормах с добавлением комплексной добавки. В результате этих исследований было установлено, что молодь русского осетра, выращенная на опытном комбикорме, по химическому составу тела отличалась от контрольной группы главным образом более высоким содержанием белка – 69,0 % (табл. 2).

*Таблица 2*

**Биохимический состав тела сеголеток русского осетра, выращенных на комбикорме с комплексной добавкой, % в сухом веществе**

Биохимический состав	Опыт (комбикорм + комплексная добавка)	Контроль (комбикорм)
Сухое вещество	17,7 ± 0,90	14,3 ± 0,59
Белок	69,0 ± 2,94*	63,8 ± 3,63
Жир	14,1 ± 0,59	16,7 ± 0,45
БЭВ	5,8 ± 0,42	5,4 ± 0,32
Минеральные вещества	10,6 ± 1,05*	11,5 ± 0,61

\*Различия достоверны при \*  $p < 0,05$ .

Содержание жира в тканях рыб также различалось. Количество жира в тканях сеголеток русского осетра, получавших корм с комплексной добавкой, было на уровне 14,1, в то время как у особей в контрольном варианте этот показатель был несколько выше – 16,7.

По всей видимости, наличие в составе комплексной добавки витаминов, нормализующих жировой обмен, а также крабовой муки, обладающей адгезионными свойствами за счет содержания хитина и хитозана, стимулировало обменные процессы в условиях теплового стресса. Способность хитинообразующих веществ связывать продукты перекисного окисления липидов, холестерин, жирные и желчные кислоты [12] предотвратила нарушение жирового обмена.

Печень рыб является многофункциональным органом, осуществляющим ряд жизненно важных функций. Она принимает участие в углеводном, жировом, белковом и витаминном обмене. Печень рыб быстрее других органов реагирует на ухудшение условий окружающей среды. В связи с этим для оценки физиологического состояния сеголеток русского осетра также необходимо было провести гистологический анализ печени. В результате проведенных исследований было установлено, что печень рыб, поедавших профилактический комбикорм, по морфологическим показателям отвечала норме. Положительное воздействие на жировой обмен доказал и гистологический анализ: в клетках были хорошо различимы ядра, в основном крупные, имеющие незначительные различия в размере и форме (рис. 1).

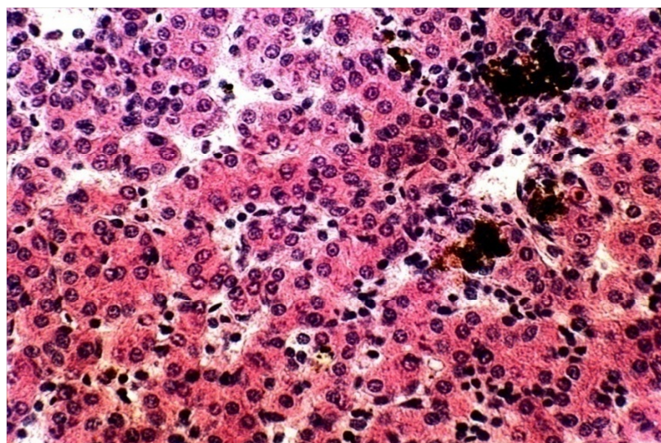


Рис. 1. Печень сеголеток русского осетра, потреблявших комбикорм с комплексной добавкой на основе муки из ракообразных (окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22 × 40)

В цитоплазме гепатоцитов не отмечено признаков накопления жира, по консистенции гомогенно-зернистая. На срезе отмечается достаточное количество купферовых клеток.

Печень рыб контрольного варианта имела рыхлую консистенцию и мозаичную окраску. В ходе гистологических исследований была выявлена ярко выраженная жировая дистрофия, которая характеризуется накоплением в цитоплазме гепатоцитов мелких капель жира, сливающихся затем в более крупные или в одну жировую вакуоль, которая занимает всю цитоплазму и смещает или сглаживает ядро (рис. 2).

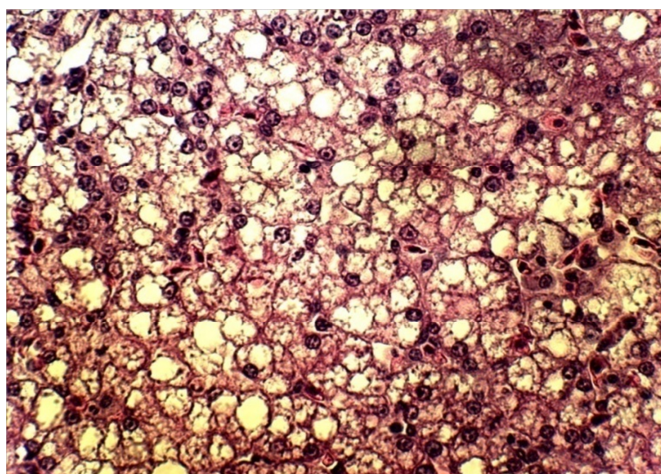


Рис. 2. Печень сеголеток русского осетра контрольного варианта, с большим количеством жировых пустот (окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22 × 40)

У большинства гепатоцитов ядра отсутствуют полностью.

### Заключение

В заключение следует отметить, что результаты комплексной оценки всех установленных рыбоводно-биологических и физиологических показателей подтвердили достаточно высокую эффективность применения комплексной добавки на основе муки из ракообразных, обогащенной аскорбиновой кислотой, витамином D и E, в комбикормах для осетровых рыб.

Кроме того, применение комплексной добавки снизило число рыб с признаками сколиотической болезни и повысило их устойчивость к воздействию экстремально высоких температур.

Таким образом, комплексная профилактическая добавка оказала положительное влияние на рост и развитие ранней молоди русского осетра.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Остроумова И. Н.* Биологические основы кормления рыб. СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 2001. 372 с.
2. *Путилова А. А., Лихварь А. Т.* Сколиозная болезнь. Киев: Здоровье, 1975. 160 с.
3. *Бахарева А. А., Харламова Ю. В.* Возможность использования продуктов глубокой переработки ракообразных в составе комбикормов для осетровых рыб // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2004. № 2 (21). С. 95–101.
4. *Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф.* Биологическая химия. М.: Медицина, 1998. 704 с.
5. *Кабак С. Л., Феценко С. П., Аниськова Е. П.* Костно-суставная система. Морфологические и биохимические аспекты формирования. Минск: Навука і тэхніка, 1990. 181 с.
6. *Раденко В. Н.* Использование стойких к разрушению заменителей аскорбиновой кислоты в комбикормах для рыб // Инф. пакет. Сер.: Аквакультура. Корма и кормление. 1997. Вып. 2. С. 1–14.
7. *Пономарев С. В., Гамыгин Е. А., Никоноров С. И., Пономарева Е. Н., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А.* Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. Астрахань: Нова плюс, 2002. 264 с.
8. *Правдин П. Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 250 с.
9. *Винберг Г. Г.* Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1956. 251 с.
10. *Щербина М. А.* Методические указания по физиологической оценке питательной ценности кормов для рыб. М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1983. 83 с.
11. *Лакин Г. Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 293 с.
12. *Гальбрайт Л. С.* Хитин и хитозан: строение, свойства, применение // Соросовский образовательный журнал. 2001. Т. 7. № 1. С. 51–56.

Статья поступила в редакцию 21.06.2019

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бахарева Анна Александровна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р с.-х. наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства; kafavb@yandex.ru.

**Грозеску Юлия Николаевна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р с.-х. наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства; kafavb@yandex.ru.

**Сергеева Юлия Валерьевна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства; kafavb@yandex.ru.

**Неваленный Александр Николаевич** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук, профессор; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; rector@astu.org.

**Франов Николай Александрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры аквакультуры и рыболовства; nfranov@rambler.ru.



## COMPLEX ADDITIVE BASED ON SHELLFISH FLOUR IN COMPOUND FEEDSTUFF FOR STURGEONS

*A. A. Bakhareva, Yu. N. Grozesku, Yu. V. Sergeeva, A. N. Nevalennyu, N. A. Franov*

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russian Federation*

**Abstract.** The paper describes the experiments on evaluating the effect of complex additive based on shellfish flour on the physiological state of sturgeon fingerlings, which were conducted in the laboratories of Astrakhan State Technical University. Feeding was conducted with starting and productive feedstuff, according to branch standard recipes. As crab flour contains a large amount of protein, 10% fish flour was substituted for the complex additive. The experiments were conducted in reservoirs with temperature control. Evaluation of the cultivation results showed that in the pilot group the mass of Russian sturgeon fingerlings was higher than in the control group, using preventive additives that contributed to the correct growth of skeleton. In the pilot group the number of species with symptoms of scoliotic illness was lower, while in the control group this figure was relatively high. Evaluation of physiological state revealed the positive effect of complex additive on the blood characteristics of reared fingerlings of Russian sturgeon. It should be pointed out that in general physiological parameters of fish were within normal standards, however in the control variant there were signs of anemia, hemoglobin was registered at the lower range limit. Whereas for the fish fed with preventive feedstuff this factor was slightly increased. Biochemical analysis revealed higher concentration of protein in fish grown on feedstuff with complex additive. There was recorded a different amount of fat in the flesh of Russian surgeon fingerlings: in the species fed with preventive additive it was 14.1, while in the species of the control variant it was relatively higher – 16.7. The liver of fish who received food with complex additives was morphologically consistent with the norm and had a homogeneous granular consistency, with no signs of fat accumulation in the cytoplasm of hepatocytes. The liver of fish in the control group had a loose consistency and mosaic color, with distinct fatty dystrophy. Thus, the biologically active food additive has had a positive impact on the growth and evolution of Russian sturgeon fingerlings.

**Key words:** Russian sturgeon, crab flour, vitamins, preventive feedstuff, complex additive based on shellfish flour, scoliosis, fish-farming biological rates, physiological rates.

**For citation:** Bakhareva A. A., Grozesku Yu. N., Sergeeva Yu. V., Nevalennyu A. N., Franov N. A. Complex additive based on shellfish flour in compound feedstuff for sturgeons. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;3:66-73. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-66-73.

### REFERENCES

1. Ostroumova I. N. *Biologicheskie osnovy kormleniya ryb* [Biological grounds of feeding fish]. Saint-Petersburg, Izd-vo GosNIORH, 2001. 372 p.
2. Putilova A. A., Lihvar' A. T. *Skolioznaya bolezni'* [Scoliotic illness]. Kiev, Zdorov'e, 1975. 160 p.
3. Bahareva A. A., Harlamova Yu. V. *Vozmozhnost' ispol'zovaniya produktov glubokoj pererabotki rakoobraznyh v sostave kombikormov dlya osetrovyyh ryb* [Possibility of using products of deep processing of crustaceans in composition of animal feed for sturgeon]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo*, 2004, no. 2 (21), pp. 95-101.
4. Berezov T. T., Korovkin B. F. *Biologicheskaya himiya* [Biological Chemistry]. Moscow, Medicina Publ., 1998. 704 p.
5. Kabak S. L., Feshchenko S. P., Anis'kova E. P. *Kostno-sustavnaya sistema. Morfologicheskie i biohimicheskie aspekty formirovaniya* [Osteo-articular system. Morphological and biochemical aspects of developing]. Minsk, Navuka i tekhnika Publ., 1990. 181 p.
6. Radenko V. N. *Ispol'zovanie stojkih k razrusheniyu zamenitelej askorbinovoj kisloty v kombikormah dlya ryb* [Using resistant to destruction substitutes for ascorbic acid in fish feedstuff]. *Informatsionnyi paket. Seriya: Akvakul'tura. Korma i kormlenie*, 1997, iss. 2, pp. 1-14.
7. Ponomarev S. V., Gamygin E. A., Nikonorov S. I., Ponomareva E. N., Grozesku Yu. N., Bahareva A. A. *Tekhnologii vyrashchivaniya i kormleniya ob"ektov akvakul'tury yuga Rossii* [Growing and feeding technologies for aquaculture facilities in the south of Russia]. Astrahan', Nova plus Publ., 2002. 264 p.
8. Pravdin P. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Instructions on studying fish]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966. 250 p.

9. Vinberg G. G. *Intensivnost' obmena i pishchevye potrebnosti ryb* [Intensity of exchange and nutritional needs of fish]. Minsk, Izd-vo Belorusskogo un-ta, 1956. 251 p.
10. Shcherbina M. A. *Metodicheskie ukazaniya po fiziologicheskoy ocenke pitatel'noj cennosti kormov dlya ryb* [Guidelines for physiological assessment of nutritional value of fish feedstuff]. Moscow, Izd-vo VNIIPRH, 1983. 83 p.
11. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 293 p.
12. Gal'braj L. S. Hitin i hitozan: stroenie, svoystva, primenenie [Chitin and chitosan: structure, properties, application]. *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*, 2001, vol. 7, no. 1, pp. 51-56.

The article submitted to the editors 21.06.2019

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Bakhareva Anna Aleksandrovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Fishery; kafavb@yandex.ru.

**Grozescu Yulia Nikolaevna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Fishery; kafavb@yandex.ru.

**Sergeeva Yulia Valerievna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Fishery; kafavb@yandex.ru.

**Nevalenny Alexander Nikolaevich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; rector@astu.org.

**Franov Nikolay Aleksandrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Aquaculture and Fishery; nfranov@rambler.ru.

