

УДК 639.371.2.03:639.3.043.13

ПРОБЛЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК И МАЛЬКОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ИНТЕНСИВНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

¹Абросимова К.С., ¹Абросимова Н.А., ²Васильева Л.М.

¹Филиал «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского», Темрюк, e-mail: abroxsenia@yandex.ru;

²Астраханский государственный университет, Астрахань, e-mail: bios94@yandex.ru

Проведен сравнительный анализ результатов кормления личинок и мальков бестера по традиционной технологии кормами с повышенной долей мономерных форм и разработанной нами с двухуровневым кормлением. Новая технология предусматривает замену стартового корма первого уровня на корм с преобладанием полимерных форм питательных веществ с более высокой молекулярной массой с учетом возрастных изменений ферментовывделительной системы пищеварительного тракта. Учитывались следующие показатели: темп роста, выживаемость, упитанность, кормовые затраты, показатели липидного и энергетического обмена, антиоксидантной защиты. В результате выращивания определено, что своевременная смена корма способствует повышению продуктивности и жизнеспособности молоди и может стать существенным резервом повышения выживаемости, хорошего физиолого-биохимического статуса и здоровья при пастбищном и товарном выращивании.

Ключевые слова: бестер, стартовые корма, темп роста, выживаемость, упитанность, кормовые затраты, физиологическое состояние

PROBLEMS OF BREEDING OF STURGEON LARVAE AND FRY UNDER INTENSIVE AQUACULTURE CONDITIONS AND WAYS OF THEIR SOLUTION

¹Abrosimova K.S., ¹Abrosimova N.A., ²Vasiljeva L.M.

¹Affiliation of Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Temryuk, e-mail: abroxsenia@yandex.ru;

²Astrakhan State University, Ministry of Education and Science of RF, Astrakhan e-mail: bios94@yandex.ru

We have analyzed and compared results of feeding bester larvae and fry by a traditional technology where feeds are used with a higher proportion of monomeric forms, and a novel technology, developed by us, with two-level feeding. The new technology involves the replacement of a starter feed which is used in the first feeding by the feed in which polymeric forms of nutrients with higher molecular weight predominate and age-related changes in the enzyme-secreting system of the digestive tract are taken into account. The following factors have been considered: growth rate, survival, fatness, feed costs, lipid and energy metabolism, antioxidant properties. As a result of growing it is determined that a timely change of feeds enhances the productivity and viability of juveniles and can be a significant source of increasing survival, good physiological and biochemical status and fish health during ranching and commercial breeding.

Keywords: bester, starter feeds, growth rate, survival, fatness, feed costs, physiological status

Интенсивное осетроводство – одно из перспективных направлений современной аквакультуры. Однако при всех положительных технологических возможностях, позволяющих контролировать и регулировать качество среды обитания и питания, проводить профилактические и лечебные мероприятия, интенсивное рыбоводство не снимает проблемы, связанные со здоровьем и, соответственно, с ростом, развитием и выживаемостью рыб. Наиболее распространенными заболеваниями осетровых в интенсивной индустриальной аквакультуре являются алиментарные, что обусловлено кормлением исключительно искусственными комбикормами. Плохое качество кормов, несоответствие их физиологической потребности рыб в питательных и биологиче-

ски активных веществах, неправильный режим кормления ухудшают физиологическое состояние организма, способствуют замедлению роста и развитию тяжелых патологий, часто вызывающих массовую гибель. Более 50 % потерь приходится на дисбактериоз, в частности его специфическое проявление – тимпания, как следствие нарушения нормальной эндомикрофлоры кишечника.

В отечественной аквакультуре согласно принятым технологиям личинок и мальков осетровых рыб кормят единым стартовым комбикормом в течение 35–45 суток до выпуска в естественные водоемы или товарное выращивание [5, 7].

Для современных стартовых комбикормов характерна высокая дисперсность протеина и повышенная доля мономерных

форм, что положительно сказывается на выращивании личинок. Однако длительное кормление такими кормами не учитывает поэтапное формирование ферментовывделительной системы молоди в ранний постэмбриональный период развития. Установлено, что соотношение активности между основными пищеварительными ферментами практически стабилизируется к 25 суткам активного питания мальков, что свидетельствует о новом уровне развития их организма и предполагает необходимость качественно нового состава комбикорма. Согласно нашим наблюдениям при длительном кормлении мальков высокодисперсными кормами (более 25 суток) у них зачастую наблюдается тимпания, что, соответственно, существенно снижает результативность выращивания молоди. Это обусловило задачу наших исследований, которая заключалась в оптимизации процесса кормления мальков осетровых как фактора, определяющего их продуктивность и жизнеспособность.

Материал и методы исследований

Объектом исследований служили личинки и мальки бестера. Кормление их осуществляли по следующей схеме: 1-й этап – кормление в течение 20 суток от начала активного питания кормом рецептуры Старт-1; 2-й этап – после сортировки на 2 группы в течение 21–45 суток кормление 1-й группы Старт-1 и 2-й группы Старт-2.

Рыб содержали в бассейнах ИЦА-1 площадью 1 м² с круговым током воды. Термический, кислородный и гидрохимический режим (в части ионно-солевого и биогенного состава) в бассейнах был достаточно благоприятным для выращивания осетровых на протяжении всего периода исследований ($t = 19,7-25,3^{\circ}\text{C}$, $\text{O}_2 = 6,6-7,8$ мг/л, рН – 8,0–8,3 ед.).

Биологическое и продуктивное действие комбикормов и физиологическое состояние молоди бестера оценивали по темпу роста, выживаемости, упитанности по Фульгону, затратам кормов, эффективности использования протеина (ЭИП) и энергии (ЭИЭ) на единицу прироста. Содержание основных групп органических и минеральных веществ, фракционный состав общих липидов определяли по общепринятым методикам в прописи Н.А. Абросимовой с соавторами [3].

Жирные кислоты определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «ЦВЕТ-5». В качестве метчиков использовали стандартные смеси метиловых эфиров жирных кислот – «Sigma-189-1» и «Sigma-189-6».

Определение активности супероксиддисмутазы проводили гидроксиламиновым методом [10], α -токоферола – флуорометрическим методом [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Известно, что на начальных этапах постэмбриогенеза у осетровых, как и других рыб, доминирует мембранное пищеварение [8, 9]. Повышенный уровень высокодисперсных белков в диетах рыб на начальных этапах кормления оказывает значительное улучшение роста личинок. В дальнейшем с возрастом наблюдается снижение темпа роста, сопровождающееся физиологическими изменениями, такими как ухудшение картины крови, увеличение печени и изменение ее структуры [8], что подтверждается теорией А.М. Уголева [9]. Согласно этой теории при длительном кормлении диетами с преобладанием мономерных форм вступает в действие бактериостимулирующий фактор, снижающий доступность таких кормов. Кроме того, для нормального развития организма необходима соответствующая нагрузка, в частности перевод организма на полимерные формы питательных веществ с более высокой молекулярной массой.

Основываясь на теории А.М. Уголева, нами были разработаны 2 варианта комбикормов, достаточно близких по содержанию основных групп органических и минеральных веществ, что достигалось соответствующим набором кормового сырья, но при этом они отличались фракционным составом протеина (табл. 1).

Оба варианта кормов обогащали дополнительно 2% кормовой липидной добавки. Кроме того, в корм рецептуры Старт-2 вводили 0,2% лактобактерина.

Кормление личинок бестера начинали после перехода их на активное питание при массе 33 мг согласно разработанной схеме (табл. 2).

Результаты выращивания на 1 этапе кормления сравнимы с литературными данными [4, 6]. Положительный эффект этих кормов, в том числе Старт-1, обусловлен высокой дисперсностью растворимых белковых веществ за счет гидролизатов и бульонов.

Таблица 1

Фракционный состав протеина экспериментальных кормов, г/кг

Вариант комбикорма	Сумма растворимых белковых веществ	Высокомолекулярные белки, М.М. более 10 тыс. Да	Полипептиды, М.М. 1,5–10 тыс. Да	Олигопептиды, М.М. менее 1,5 тыс. Да
Старт-1	218,9	45,1	85,8	88,0
Старт-2	132,7	33,1	59,3	40,3

Таблица 2

Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди бестера

Показатели	1 этап		2 этап	
	Старт-1	Старт-1	Старт-1	Старт-2
Начальная масса, г	0,033 ± 0,001	0,624 ± 0,15	0,624 ± 0,15	0,624 ± 0,15
Конечная масса, г	0,624 ± 0,15	2,433 ± 0,162	3,221* ± 0,165	3,221* ± 0,165
Темп роста, мг/сут	29,55	72,36	103,88	103,88
Выживаемость, %	62,3	64,5	83,9	83,9
Коэффициент упитанности, ед.	0,69 ± 0,01	0,88 ± 0,01	0,87 ± 0,01	0,87 ± 0,01
Затраты кормов, 1/г прироста	1,2	1,3	1,1	1,1
ЭИП, %	–	28,4	37,1	37,1
ЭИЭ, %	–	32,2	41,1	41,1

Примечание. * – P > 0,05.

По достижении средней массы около 0,6 г мальков бестера после сортировки по массе пересаживали поровну в бассейны для дальнейшего выращивания.

Полученные рыбоводно-биологические показатели свидетельствовали о более высокой эффективности смены рациона на 2-м этапе выращивания по сравнению с традиционным методом.

Так, весовой рост мальков при смене корма Старт-1 на Старт-2 был выше на 43,6%, что обеспечило более высокую на 32,4% конечную массу. Смена рациона способствовала и большей на 30% выживаемости мальков.

Известно, что наиболее оптимальным является рацион, при котором протеин максимально используется на рост, а энергетические траты осуществляются за счет липидов и углеводов пищи [9]. На 2-м этапе кормления комбикормом Старт-2 затраты кормов на единицу прироста уменьшились на 0,2 ед., а ЭИП и ЭИЭ на прирост рыб повысились соответственно на 30,6 и 27,6%. Положительный рыбоводный эффект подтвердился и физиологическим состоянием рыб (особи с признаками тимпании исключались).

Различия в содержании органических и минеральных веществ у мальков бестера обеих групп по завершении 2-го этапа были незначительны и не превышали 5,4%.

Известно, что липиды являются важнейшими биологическими факторами, регуляторами и медиаторами, участвующими практически во всех важнейших физиологических процессах, происходящих в организме, и биохимических реакциях. Вероятно, поэтому более значимы различия липидного состава мальков (табл. 3).

Так, содержание триацилглицеридов, моноацилглицеридов и НЭЖК уменьшилось соответственно на 11,1; 12,5 и 12,7% при одновременном повышении уровня

фосфолипидов и эфиров холестерина – на 30,6%. Различия по содержанию холестерина и диацилглицеридов были незначительными и составили соответственно 6,3 и 4,8%.

Таблица 3

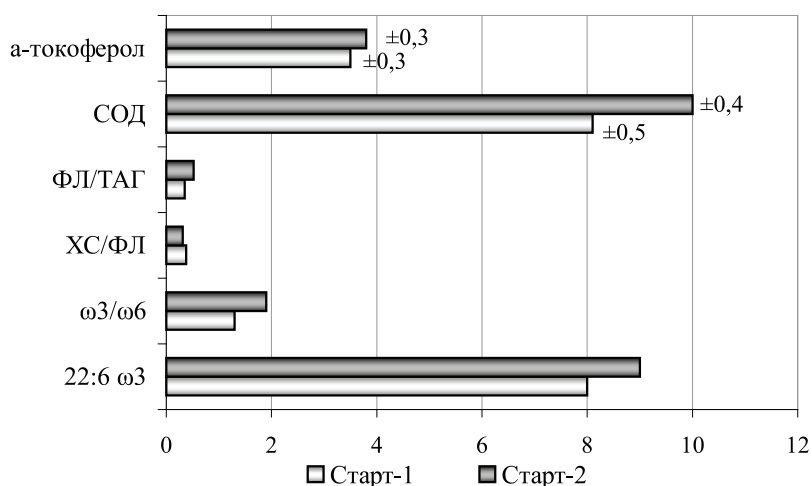
Липидный состав мальков бестера по завершении кормления, % общих липидов

Показатели	1-я группа	2-я группа
Триацилглицериды	58,6 ± 1,1	52,1 ± 1,1*
Фосфолипиды	20,6 ± 0,5	26,9 ± 0,9*
Холестерин	7,9 ± 0,2	8,4 ± 0,1
Эфиры холестерина	3,6 ± 0,1	4,2 ± 0,3
Моноацилглицериды	1,6 ± 0,3	1,4 ± 0,4*
Диацилглицериды	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,6
НЭЖК	5,5 ± 0,4	4,8 ± 0,5*

Примечание. НЭЖК – незэтерифицированные жирные кислоты; * – P > 0,05.

Отмеченные различия в составе общих липидов свидетельствуют об улучшении физиологического статуса молоди при смене рациона и подтверждаются существенным повышением уровня фосфолипидов и снижением содержания моноацилглицеридов и НЭЖК.

Адекватным показателем физиологического состояния рыб служат соотношение полиеновых кислот ω3/ω6, фосфолипидно-триацилглицериновый коэффициент (ФЛ/ТАГ), коэффициент Дьердии (ХС/ФЛ), уровень антиоксидантов, характеризующие липидный и энергетический обмен [1, 12]. В результате анализа отмечены различия данных показателей у мальков бестера в зависимости от состава корма (рисунок).



Показатели физиологического состояния молоди бестера по завершении кормления: α-токоферол, СОД – ед. активности; 22:6 ω3 – % суммы жирных кислот

Так, по завершении 2-го этапа кормления у молоди на корме Старт-2 фосфолипидно-триацилглицериновый коэффициент и соотношение ω3/ω6 в общих липидах превышали аналогичные показатели у рыб на корме Старт-1 на 48,6 и 46,2% при близких величинах коэффициента Дьердии. Кроме того, соотношение ω3/ω6 и содержание докозагексаеновой жирной кислоты (22:6 ω3) у молоди на корме Старт-2 также превышало данный показатель по сравнению со Стартом-1 соответственно на 46,2 и 12,5%.

Полученные нами показатели липидного и обмена согласуются с данными Е.Б. Абросимовой [2], согласно которым у физиологически здоровой молоди бестера величина фосфолипидно-триацилглицеринового коэффициента и коэффициента Дьердии составляет соответственно 0,44 и 0,33 ед.

Активность СОД у бестера на корме Старт-2 была выше на 23,4% при, хотя и незначительном, но повышении активности α-токоферола. Можно предположить, что для поддержания сбалансированного метаболизма, в том числе для регуляции процессов перекисного окисления липидов, у молоди при смене корма расходуется меньше составляющих антиоксидантную защиту организма, что имеет важное значение в адаптации организма к эндо- и экзофакторам.

Таким образом, своевременная смена рациона, основанная на возрастных изменениях функциональных особенностей пищеварительной системы ранней молоди бестера, способствовала повышению эффективности выращивания за счет повы-

шения темпа роста, выживаемости мальков и эффективности использования протеина и энергии на рост, а также снижения затрат и эффективности использования корма на прирост. Кроме того, при такой системе кормления у молоди бестера тимпание не наблюдали, в том числе в подконтрольных производственных бассейнах. При кормлении однообразным кормом количество мальков с различной стадией тимпание составляло более 30%.

Список литературы

1. Абросимов С.С. Стресс-факторы и их влияние на физиолого-биохимический статус молоди осетровых // Тр. Кубанского гос. аграрного ун-та. – 2008. – Вып. 3(12). – С. 93–98.
2. Абросимова Е.Б. Направленность обмена веществ при некрозе жабр у молоди бестера // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2009. – № 2. – С. 82–84.
3. Абросимова Н.А., Абросимов С.С., Саенко Е.М. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры. – Ростов-на-Дону: «Эверест», 2006. – 144 с.
4. Бондаренко Л.Г. Биологические основы разработки сухих гранулированных кормов для личинок осетровых рыб на примере бестера и русского осетра: дис. ... канд. биол. наук. – М., 1985. – 169 с.
5. Васильева Л.М. Биологические и технологические особенности товарной аквакультуры осетровых в условиях Нижнего Поволжья. – Астрахань, 2000. – 189 с.
6. Дудко Ю.В. Оптимизация выращивания молоди севрюги *Acipenser stellatus donensis Zovetzky* при искусственном воспроизводстве: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2010. – 16 с.
7. Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. – М.: Колос, 2009. – 312 с.
8. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. – СПб.: ИП «Комплекс», 2001. – 372 с.
9. Уголев А.М. Естественные технологии биологических систем. – Л.: Наука, 1987. – 317 с.

10. Yasuhira Kono. Generation of Superoxid radical during Antioxidation of Hydroxylamine and assay for SOD // *Biochemistry and Biophys.* – 1983. – Vol. 186. – № 6. – P. 119–195.

11. Taylor, S.L. Sensitive Fluoremetric Metod for Tissue Tocopherol analys // *Lipids.* – 1980. – Vol. 10. – № 6. – P. 407–412.

12. Watanabe T. Lipid nutrition of fish // *Biochem. Physiol.* – 1982. – 73B. – № 1. – P. 3–15.

References

1. Abrosimov S.S. Stress-factory i ih vlijanie na fiziologo-biohimicheskij status molodi osetrovyyh // *Tr. Kubanskogo gos. agrarnogo un-ta.* 2008. Vyp. 3(12). pp. 93–98.

2. Abrosimova E.B. Napravlenost obmena veshhestv pri nekroze zhabr u molodi bestera // *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki.* 2009. no. 2. pp. 82–84.

3. Abrosimova N.A., Abrosimov S.S., Saenko E.M. *Kormovoe syre i dobavki dlja obektov akvakultury.* Rostov-na-Donu: «Jeverest», 2006. 144 p.

4. Bondarenko L.G. *Biologicheskie osnovy razrabotki suhijh granulirovannyh kormov dlja lichinok osetrovyyh ryb na primere bestera i russkogo osetra: dis. ... kand. biol. nauk.* M., 1985. 169 p.

5. Vasileva L.M. *Biologicheskie i tehnologicheskie osobennosti tovarnoj akvakultury osetrovyyh v uslovijah Nizhnego Povolzhja.* Astrahan, 2000. 189 p.

6. Dudko Ju.V. *Optimizacija vyrashhivaniya molodi sevrjugi Acipenser stellatus donensis Zovetzky pri iskusstvennom vosproizvodstve: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk.* Astrahan, 2010. 16 p.

7. Ponomarjov S.V., Ivanov D.I. *Osetrovodstvo na intensivnoj osnove.* M.: Kolos, 2009. 312 p.

8. Ostroumova I.N. *Biologicheskie osnovy kormlenija ryb.* SPb.: IP «Kompleks», 2001. 372 p.

9. Ugolev A.M. *Estestvennye tehnologii biologicheskijh sis-tem.* L.: Nauka, 1987. 317 s.

10. Yasuhira Kono. Generation of Superoxid radical during Antioxidation of Hydroxylamine and assay for SOD // *Biochemistry and Biophys.* 1983. Vol. 186. no. 6. pp. 119–195.

11. Taylor, S.L. Sensitive Fluoremetric Metod for Tissue Tocopherol analys // *Lipids.* 1980. Vol. 10. no. 6. pp. 407–412.

12. Watanabe T. Lipid nutrition of fish // *Biochem. Physiol.* 1982. 73B. no. 1. pp. 3–15.

Рецензенты:

Пономарев С.В., д.б.н., профессор, директор инновационного центра «Биоаквапарк – НТЦ аквакультуры», г. Астрахань;

Шкурат Т.П., д.б.н., профессор, зав. кафедрой генетики и биохимии, Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 14.01.2015.