

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБ

УДК [664.959.2:547.291]:[639.371.2.043.2]
ББК [36.948-1:24.235]:[47.285-45:47.294]

Х. Аламдари, Н. В. Долганова, С. В. Пономарёв, А. С. Виннов

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ СТАРТОВОГО КОМБИКОРМА ДЛЯ ЛИЧИНОК ОСЕТРОВЫХ РЫБ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИЛЕЧНОГО БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА И ПРОБИОТИКА «БИФИТРИЛАК»

H. Alamdari, N. V. Dolganova, S. V. Ponomarev, A. S. Vinnov

RESULTS OF STARTER DIET DEVELOPMENT FOR STURGEON LARVAE BY USE OF SPART PROTEIN HYDROLYSATE AND PROBIOTIC "BIFITRILAK"

Цель исследований – разработка и биологическая апробация стартового комбикорма для личинок осетровых рыб, в состав которого входят деструктурированный белковый компонент из рыбного сырья и пробиотик «Бифитрилак» (бифидумбактерии и лактобактерии). Было изготовлено шесть опытных партий личиночного комбикорма. Личинок русского осетра (*Acipenser güldenstädtii*) выращивали в течение 24 суток – до достижения малькового периода развития. При использовании пробиотика «Бифитрилак» в составе стартового личиночного комбикорма для осетровых, как с добавлением, так и без добавления гидролизата из кильки, не отмечено его выраженное положительное влияние на увеличение массы личинок рыб в процессе перехода на активное питание. Вместе с тем отмечено повышение выживаемости рыб в варианте с пробиотиком без добавки гидролизата. В следующих экспериментах рекомендуется использовать технологию микрокапсулирования водорастворимого гидролизата.

Ключевые слова: пробиотик, гидролизат, стартовый корм.

The purpose of these studies is to develop and biologically test a sturgeon larvae starter diet which includes fish disrupted protein component and probiotic “Bifitrilak” (Bifidobacterium spp. and Lactobacillus spp.). Six pilot batches of larvae feed are produced. Larvae of Russian sturgeon (*Acipenser güldenstädtii*) have been grown for 24 days until they reached the young fish development stage. While using the probiotic “Bifitrilak” in the structure of sturgeon larvae starter diet with or without adding sprat hydrolysate, there has not been fixed its strong positive effect on the larvae mass growth during the process of transition to active feeding. Besides, there has been observed the increase of fish survival rate while using the probiotic without hydrolysate additive. In the following experiments it is recommended to use the technology of micro-encapsulation for water-soluble hydrolysate.

Key words: probiotic, hydrolysate, starter diet.

Введение

В условиях катастрофического снижения численности естественных популяций осетровых рыб товарное осетроводство является единственным способом производства этой деликатесной продукции. В настоящее время разработаны и эффективно реализуются различные интенсивные технологии товарного выращивания осетровых рыб, которые предусматривают получение продукции только за счет использования искусственных комбикормов [1]. За рубежом,

в ряде европейских государств, а в последние годы и в России, для кормления молоди осетровых рыб используют комбикорма, производимые в Дании, Норвегии, Польше и других странах. Однако их состав близок к составу лососевых комбикормов [2]. Кроме того, в них отсутствуют необходимые для личинок деструктурированные белковые соединения [3].

Одним из важных технологических этапов искусственного выращивания осетровых рыб является подращивание личинок до момента перехода на активное питание – именно в этот период отмечают их высокую смертность – до 50 %, обусловленную тем, что активность щелочных и кислых протеиназ кишечника у личинок недостаточно высокая [4]. Именно поэтому считается необходимым вводить в состав личиночного комбикорма значительное количество низкомолекулярных белковых веществ, способных перевариваться и усваиваться в процессе мембранного и внутриклеточного пищеварения [5]. Кроме того, ещё одним перспективным направлением улучшения эффективности стартовых комбикормов является использование пробиотических препаратов. Их применение способствует восстановлению и поддержанию нормального физиологического состояния желудочно-кишечного тракта рыб, повышению иммунитета организма на основе симбиотических отношений бактерий определенных штаммов и хозяина.

Целью исследований явилась разработка и биологическая апробация стартового комбикорма для личинок осетровых рыб рецепта ОСТ-7, в состав которого входят деструктурированный белковый компонент из рыбного сырья (гидролизат) и пробиотик «Бифитрилак».

Материалы и методы исследований

Исследования выполнялись в Астраханском государственном техническом университете на базе кафедр «Товароведение, технология и экспертиза товаров» и «Аквакультура и водные биоресурсы». В качестве объекта исследований использовали личинок русского осетра (*Acipenser güldenstädtii*) в возрасте 3-х суток.

Для изготовления нового белкового компонента в качестве рыбного сырья использовали неразделанную каспийскую кильку. Консервантом служила муравьиная кислота. Гидролизаты получали с помощью разработанного способа комбинированного гидролиза при следующих условиях: температура – 55 °С, продолжительность гидролиза – 72 часа, массовая доля муравьиной кислоты – 3 %, добавление кислоты – после суток гидролиза, гидромодуль – 1 : 3, измельчение рыбы – в мясорубке с диаметром решётки 4,5 мм, температура смеси гидролизата при фильтровании –25–30 °С. Жир отделяли путем центрифугирования горячего гидролизата на центрифуге при частоте вращения 3 000 об/мин в течение 20 минут. Внешний вид, запах и цвет гидролизата определяли органолептически.

Шесть опытных партий личиночного комбикорма изготавливали в лабораторных условиях методом влажного прессования (табл. 1) с последующей сушкой и дроблением гранул до крупки [6]. Массовую долю пробиотика «Бифитрилак» (бифидумбактерии (*Bifidobacterium spp.*), лактобактерии (*Lactobacillus spp.*) и адсорбента (не менее $0,5 \cdot 10^9$ КОЕ, не менее $1,5 \cdot 10^9$ КОЕ, до 1 г соответственно)) в состав опытных вариантов стартового личиночного комбикорма ОСТ-7 вносили по результатам анализа научной литературы (табл. 1).

Таблица 1

Состав опытных вариантов личиночного комбикорма ОСТ-7

Комбикорм	Количество комбикорма, %	Количество гидролизата, %	Количество пробиотика, мг/1 кг корма
Г.0 без пробиотика с пробиотиком	100	0	0
	100	0	100
Г.15 без пробиотика с пробиотиком	85	15	0
	85	15	100
Г.30 без пробиотика с пробиотиком	70	30	0
	70	30	100

Бактериологические анализы гидролизата, химический состав личиночного комбикорма ОСТ-7 и гидролизата из каспийской кильки выполняли по общепринятым стандартным методикам [7]. Исследование состава белковых фракций в гидролизуемом сырье, определение высокомолекулярного белка, пептидов и аминокислот выполняли методом гель-проникающей хромато-

графии на колонке объемом 62 см³, заполненной Sephadex G-15, 25, 50, 75, 100, 150, 250 [8]. Выращивание личинок осетровых рыб в лабораторных условиях проводили в пластиковых проточных прямоугольных бассейнах (10 личинок в каждом литре). Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям С. В. Пономарёва и др. [6]. Начальная средняя масса выращиваемых личинок русского осетра (количество – 37 шт.) составляла $21,35 \pm 1,33$ мг, начальная средняя длина – $13,27 \pm 0,79$ мм. Личинок выращивали в течение 24 суток – до достижения малькового периода развития. Для оценки интенсивности роста использовали показатели абсолютного и среднесуточного прироста, кроме того, определяли выживаемость и коэффициент упитанности по Фультону [6].

Результаты исследований и их обсуждение

При оценке результатов анализа химического состава личиночного стартового комбикорма ОСТ-7 и килечного гидролизата было установлено, что они практически не отличаются по содержанию жира. Белка в гидролизате содержалось на 8 % больше, чем в комбикорме, кроме того, килечный гидролизат содержал на 7 % меньше золы и на 6,5 % больше воды (табл. 2). Однако, если белковые вещества самого комбикорма (определяемые как массовая доля общего азота, умноженная на коэффициент 6,25) состоят в основном (на 65 %) из нерастворимого белка и растворимого белка с молекулярной массой 300 тыс. Да, то белковые вещества гидролизата на 90 % состоят из веществ с молекулярной массой до 1 250 Да и только 10 % этих соединений содержат пептиды и белки с молекулярной массой более 1 300 Да.

Таблица 2

Химический состав комбикорма и килечного гидролизата

Состав	Коммерческий комбикорм, %	Гидролизат, %
Простые белки	64	71,9
Жир	9	10
Углеводы	7,3	0,0
Клетчатка	0,5	0,0
Зола	12,7	5,1
Вода	6,5	13

Результаты бактериологического анализа показали, что патогенная микрофлора в образцах гидролизата и коммерческого комбикорма отсутствовала. Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) было не более $3 \cdot 10^5$ КОЕ/г.

В результате испытания опытных вариантов стартового комбикорма ОСТ-7 в течение 24 суток и анализа экспериментальных данных установлено, что лучший результат по выживаемости личинок русского осетра (47 %) был получен при введении пробиотика в состав комбикорма без гидролизата (рис. 1). Выживаемость личинок при их кормлении комбикормом без гидролизата и без добавления пробиотика была равна 41 %. В варианте с добавлением 15 % гидролизата выживаемость значительно не изменялась, но с введением 30 % гидролизата снижалась значительно – до 14 %. Таким образом, в этих экспериментах, с использованием данного вида белкового гидролизата, было показано, что начиная с массовой доли гидролизата в кормосмеси комбикорма ОСТ-7, составляющей 15 %, дальнейшее увеличение его количества приводит к увеличению смертности личинок.

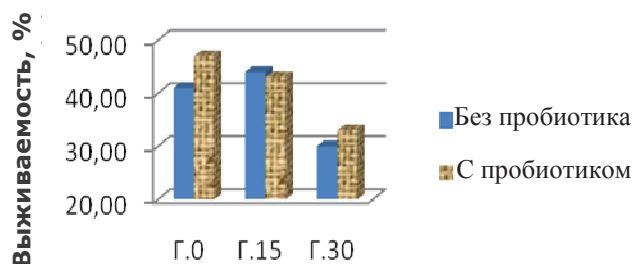


Рис. 1. Выживаемость ранних мальков в конце опыта, %

Сравнительный анализ графиков прироста массы тела и коэффициента упитанности в процессе эксперимента (рис. 2–4) показывает, что данный белковый гидролизат в составе стартового комбикорма приводит к значительному уменьшению роста рыб и пробиотик не вызывает увеличения массы и длины личинок русского осетра. В [5] было показано, что без добавления белкового гидролизата в состав комбикорма для личинок рыб пробиотик не оказывает выраженного положительного влияния на их рыбоводно-биологические показатели. Вероятно, можно предположить, что в результате воздействия воды в опытных бассейнах гидролизат быстро растворялся и терялся в связи с малым размером частиц крупки комбикорма (100–200 мкр), кроме того, на 90 % гидролизат состоял в основном из свободных аминокислот и олигопептидов. Этот факт был проверен на модельных экспериментах, основанных на определении сухих веществ в гранулированных кормах, содержащих 15 и 30 % исследуемого гидролизата до и после нахождения корма в воде. Потери сухих веществ составляли 4–5 % при нахождении корма в воде в течение 20 минут. Примерно через 40 минут плавающие гранулы намокали и разрушались.

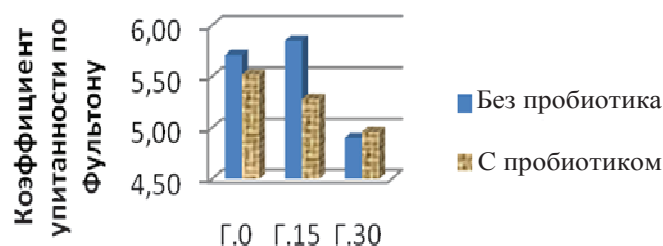


Рис. 2. Коэффициент упитанности ранних мальков по Фультону в конце опыта

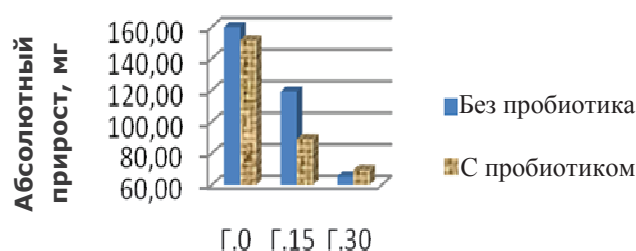


Рис. 3. Абсолютный прирост ранних мальков в конце опыта, мг

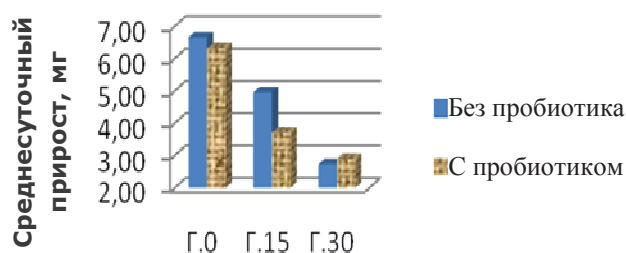


Рис. 4. Среднесуточный прирост ранних мальков в конце опыта, мг

Проблему выщелачивания питательных веществ, как одну из основных проблем, возникающих при разработке стартовых кормов при выращивании креветок, отмечали и американские исследователи [9]. Водорастворимые белковые вещества, наличие которых является незаменимым условием для выживания и роста личинок, легко утрачиваются при погружении в воду. Было испытано много разработанных кормов, но положительные результаты были отмечены только при использовании в их

составе вяжущего составляющего. Тип связующего вещества может повлиять на привлекательность, а также вкусовые качества и усвояемость стартовых кормов [10–12]. Корм, содержащий слишком много связующего вещества, усваивается хуже. Однако корм, содержащий слишком мало вяжущего компонента, нестабилен и легко разрушается в воде, что приводит к ухудшению качества воды и потере ценных пищевых питательных веществ. Данная проблема решается путем микрокапсулирования гидролизата, входящего в состав корма, что оказалась эффективным способом сохранить растворимые в воде питательные вещества в корме [13].

Заключение

Таким образом, при использовании пробиотика «Бифитрилак» в составе стартового личиночного комбикорма ОСТ-7 для осетровых, как с добавлением, так и без добавления гидролизата из кильки, не отмечено его выраженное положительное влияние на увеличение массы личинок рыб в процессе перехода на активное питание. Вместе с тем отмечено повышение выживаемости рыб в варианте с пробиотиком без добавления гидролизата.

В дальнейших экспериментах рекомендуется использовать технологию микрокапсулирования водорастворимого гидролизата. Это позволит сохранить белковые соединения малой молекулярной массы в составе мелкой крупки личиночного комбикорма и будет способствовать повышению его биологической активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казарникова А. В. Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре / А. В. Казарникова, Е. В. Шестаковская. М.: ВНИРО, 2005. 104 с.
2. Пономарёв С. В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе / С. В. Пономарёв, Е. Н. Пономарёва. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. 256 с.
3. Матишов Г. Г. Инновационные технологии промышленной аквакультуры в осетроводстве / Г. Г. Матишов, С. В. Пономарёв, Е. Н. Пономарёва. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. 368 с.
4. Пономарёва Е. Н. Оптимизация состава стартовых комбикормов для ранней молоди осетровых рыб / Е. Н. Пономарёва, А. А. Бахарева // Современные проблемы Каспия: Материалы Междунар. конф., посвященной 105-летию КаспНИРХ. 2002. С. 63–66.
5. Грозеску Ю. Н. Биологическая эффективность применения пробиотика «Субтилис» в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб / Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева, Е. А. Шульга // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. 2009. Т. 11, № 1 (2). С. 42–45.
6. Пономарёв С. В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры Юга России / С. В. Пономарёв, Е. А. Гамыгин, С. И. Никоноров, Е. Н. Пономарёва, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. Астрахань: Нова Плюс, 2002. 264 с.
7. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.
8. Чоупек Я. Техника гель-проникающей хроматографии / Я. Чоупек, М. Кубин, З. Дейл // Жидкостная колоночная хроматография. М.: Мир, 1978. С. 392–421.
9. Zhongguo X. Effects of diets microencapsulated with different wall materials on growth and digestive enzymes of the larvae of *Penaeus japonicus* bate / X. Zhongguo, W. Furong, Z. Aixia, N. Huaxin, L. Haiying, G. Shidong // Journal of Shellfish Research Publisher. 2011. N 30.
10. Partridge G. J. The effect of binder composition on ingestion and assimilation of microbound diets (MBD) by barramundi *Lates calcarifer* Bloch larvae / G. J. Partridge, P. C. Southgate // Aquacult. Res. 1999. N 30. P. 879–886.
11. Guthrie K. M. Acceptability of various microparticulate diets to first feeding walleye *Stizostedion vitreum* larvae / K. M. Guthrie, M. B. Rust, C. J. Langdon, F. T. Barrows // Aquacult. Nutr. 2000. N 6. P. 153–158.
12. Genodepa J. Influence of binder type on leaching rate and ingestion of microbound diets by mud crab, *Scylla serrata* (Forsskal), larvae / J. Genodepa, C. Zeng, P. C. Southgate // Aquacult. Res. 2007. N 38. P. 1486–1494.
13. Пантюхин А. В. Разработка оптимальной технологии и исследование процесса микрокапсулирования гидрофобных веществ / А. В. Пантюхин // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Химия, биология, фармация. 2006. № 2. С. 338–339.

REFERENCES

1. Kazarnikova A. V. *Osnovnye zabolevaniia osetrovyykh ryb v akvakul'ture* [The main diseases of sturgeon in aquaculture]. Moscow, VNIRO, 2005. 104 p.
2. Ponomarev S. V., Ponomareva E. N. *Biologicheskie osnovy razvedeniia osetrovyykh i lososevyykh ryb na intensivnoi osnove* [Biological foundations of sturgeon and salmon breeding on the intensive basis]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2003. 256 p.
3. Matishov G. G., Ponomarev S. V., Ponomareva E. N. *Innovatsionnye tekhnologii industrial'noi akvakul'tury v osetrovodstve* [Innovative technologies of industrial aquaculture in sturgeon breeding]. Rostov-on-Don, Izd-vo IuNTs RAN, 2007. 368 p.

4. Ponomareva E. N., Bakhareva A. A. Optimizatsiia sostava startovykh kombikormov dlia rannei molodi osetrovykh ryb [Optimization of the structure of starter feeds for early young sturgeon]. *Sovremennye problemy Kaspiia: Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii, posviashchennoi 105-letiiu KaspNIRKh*, 2002, pp. 63–66.
5. Grozesku Iu. N., Bakhareva A. A., Shul'ga E. A. Biologicheskaiia effektivnost' primeneniia probiotika «Subtilis» v sostave startovykh kombikormov dlia osetrovykh ryb [Biological efficiency of using the probiotic "Subtilis" in the structure of starter feeds for sturgeon]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1 (2), pp. 42–45.
6. Ponomarev S. V., Gamygin E. A., Nikonorov S. I., Ponomareva E. N., Grozesku Iu. N., Bakhareva A. A. *Tekhnologii vyrashchivaniia i kormleniia ob"ektov akvakul'tury Iuga Rossii* [Technologies of growing and feeding of the aquaculture objects in the South of Russia]. Astrakhan, Nova Plius, 2002. 264 p.
7. GOST 10444.15-94. *Produkty pishchevye. Metody vyavleniia i opredeleniia kolichestva mezofil'nykh aerobnykh i fakul'tativno-anaerobnykh mikroorganizmov* [Foodstuff. Methods of determination of quantity of mesophilic aerobic and partially anaerobic microorganisms].
8. Choupek Ia., Kubin M., Deil Z. *Tekhnika gel'-proniknuiushchei khromatografii* [Technique of gel-penetrating chromatography]. *Zhidkostnaia kolonochnaia khromatografiia*. Moscow, Mir Publ., 1978, pp. 392–421.
9. hongguo X., Furong W., Aixia Z., Huaxin N., Haiying L., Shidong G. Effects of diets microencapsulated with different wall materials on growth and digestive enzymes of the larvae of *Penaeus japonicus* bate. *Journal of Shellfish Research Publisher*, 2011, no. 30.
10. Partridge G. J., Southgate. P. C. The effect of binder composition on ingestion and assimilation of microbound diets (MBD) by barramundi *Lates calcarifer* Bloch larvae. *Aquacult. Res.*, 1999, no. 30, pp. 879–886.
11. Guthrie K. M., Rust M. B., Langdon C. J., Barrows F. T. Acceptability of various microparticulate diets to first feeding walleye *Stizostedion vitreum* larvae. *Aquacult. Nutr.*, 2000, no. 6, pp. 153–158.
12. Genodepa J., Zeng C., Southgate P. C. Influence of binder type on leaching rate and ingestion of microbound diets by mud crab, *Scylla serrata* (Forsskal), larvae. *Aquacult. Res.*, 2007, no. 38, pp. 1486–1494.
13. Pantiukhin A. V. Razrabotka optimal'noi tekhnologii i issledovanie protsessa mikrokapsulirovaniia gidrofobnykh veshchestv [Development of optimal technologies and study of the process of microcapsulation of hydrophobe substances]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriia: Khimiia, biologiia, farmatsiia*, 2006, no. 2, pp. 338–339.

Статья поступила в редакцию 17.12.2012

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аламдари Ходжатоллах – Бехбеханский Хатам аль-Анбиа технологический университет; Иран; доцент кафедры «Рыбное хозяйство»; alamdari671@yahoo.com.

Alamdari Hojatollah – Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran; Assistant Professor of the Department "Fisheries"; alamdari671@yahoo.com.

Долганова Наталья Владимовна – Астраханский государственный технический университет; д-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой «Товароведение, технология и экспертиза товаров»; n.dolganova@astu.org.

Dolganova Natalia Vadimovna – Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department "Commodity Research, Technology and Expert Examination of Goods"; n.dolganova@astu.org.

Пономарёв Сергей Владимирович – Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук, профессор; зав. кафедрой «Аквакультура и водные биоресурсы»; kafavb@yandex.ru.

Ponomarev Sergey Vladimirovich – Astrakhan State Technical University; Doctor of Biological Sciences, Professor; Head of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; kafavb@yandex.ru.

Виннов Алексей Сергеевич – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Технология мясных, рыбных и морепродуктов»; Aleks2174@yandex.ua.

Vinnov Alexey Sergeevich – National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kiev; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Technology of Meat, Fish and Seafood"; Aleks2174@yandex.ua.