

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КОМБИКОРМАХ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ И ЖМЫХОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДИ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERI BRANDT*)

**Т. В. КОЗЛОВА**

*Гродненский государственный аграрный университет,  
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: kozlovaliv@yandex.ru*

(Поступила в редакцию 18.06.2021)

*Успешному развитию рыбного хозяйства Беларуси способствуют достаточно благоприятные климатические условия, энергетическая обеспеченность, наличие транспортных путей, свободной рабочей силы и квалифицированных кадров. При выращивании рыб требуются высококачественные корма и основными поставщиками таких кормов являются зарубежные фирмы. Это ведет к валютным расходам, удорожанию себестоимости продукции и значительно сдерживает развитие аквакультуры в Республике Беларусь, поэтому, разрабатывая рецептуры комбикормов отечественного производства для молоди ценных видов рыб, необходимо давать предпочтение недорогим, доступным и эффективным компонентам. Известно, что добавки водорослей в корма способствуют нормализации обменных процессов у рыб, ускоряют рост естественной полезной микрофлоры при пищеварении и способствуют укреплению иммунного статуса организма. Повышение уровня производства осетровых при использовании комбикормов, содержащих водоросли, очень актуально, так как это увеличивает продукцию ценных видов рыб. Целью исследований являлось определение влияния комбикормов, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масличных культур рапса и сафлора на темп роста осетровых рыб. Установлено, что использование в качестве биологической добавки суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур в комбикормах, положительно сказывалось на темпе роста рыб. Значения абсолютного и относительного приростов массы при использовании опытного комбикорма, который содержал: основной комбикорм + 2 % рапса + 3 % сафлора + 3 % хлореллы, были несколько выше, чем при кормлении импортным комбикормом. При практически одинаковых значениях их кормовых коэффициентов можно говорить о полноценности разработанных опытных комбикормов и эффективности их использования.*

**Ключевые слова:** *рецептуры комбикормов, суспензия хлореллы, жмыхи рапса, жмыхи сафлора, ленский осетр, установка замкнутого водообеспечения (УЗВ), температурный режим, гидрохимический режим, темп роста рыб.*

*Sufficiently favorable climatic conditions, energy security, availability of transport routes, free labor force and qualified personnel contribute to the successful development of the fish industry in Belarus. When raising fish, high-quality feed is required and the main suppliers of such feed are foreign companies. This leads to foreign exchange costs, an increase in the cost of production and significantly hinders the development of aquaculture in the Republic of Belarus, therefore, when developing formulations of domestically produced compound feeds for juvenile valuable fish species, it is necessary to give preference to inexpensive, affordable and effective components. It is known that the addition of algae to feeds contributes to the normalization of metabolic processes in fish, accelerates the growth of natural beneficial microflora during digestion and helps to strengthen the body's immune status. Increasing the level of sturgeon production when using mixed fodder containing algae is very important, as it increases the production of valuable fish species. The aim of research was to determine the influence of compound feed containing a suspension of chlorella and cakes of oilseed crops of rape and safflower on the growth rate of sturgeon fish. It was found that the use of a suspension of chlorella and oilseed cake as a biological additive in compound feed had a positive effect on the growth rate of fish. The values of absolute and relative weight gains when using the experimental compound feed, which contained basic compound feed + 2 % rapeseed + 3 % safflower + 3 % chlorella, were slightly higher than when fish were fed with imported compound feed. With practically the same values of their feed ratios, we can talk about the usefulness of the developed experimental compound feeds and the efficiency of their use.*

**Key words:** *compound feed formulations, chlorella suspension, rapeseed cake, safflower cake, Lena sturgeon, closed water supply unit (USV), temperature regime, hydrochemical regime, fish growth rate.*

### **Введение**

В индустриальной аквакультуре Беларуси одним из перспективных видов для выращивания является ленский или (сибирский) осетр (*Acipenser baeri Brandt*). Высокая пластичность к условиям среды позволяет выращивать его на одних искусственных кормах в установках замкнутого обеспечения (УЗВ).

Известно, что корма оказывают решающее влияние на обмен веществ в организме, рост и развитие, накопление массы, продуктивность животных. Обильное и полноценное кормление, особенно в молодом возрасте, способствует повышению темпа роста рыб, увеличению их массы, улучшению показателей экстерьера [6, 15].

Содержание жира в рационах рыб можно повышать до 20–25 % (при содержании белка 35–45 %). Если в рационе имеется достаточное количество жиров и углеводов, то белки обычно используются рыбой в белковом обмене для построения тканей и органов организма. При недостатке в корме жиров и углеводов, белки используются в качестве источника энергии [10]. Огромную роль в обеспечении жизненно важных процессов рыб играют витамины и микроэлементы. Наравне с применением в ком-

бикормах синтезированных витаминно-минеральных добавок растет доля натуральных компонентов, например таких, как водоросли.

Среди используемых в биотехнологии штаммов водорослей в качестве ценного корма и биостимулятора в животноводстве, птицеводстве, пчеловодстве и рыбоводстве используется хлорелла. Наибольший эффект достигается при употреблении суспензии хлореллы в свежем виде, так как при этом животные получают не только биомассу этой культуры, но и все продукты жизнедеятельности ее клеток (витамины, аминокислоты, ферменты) находящиеся в растворе, а также все минеральные вещества, имеющиеся в питательной среде. Суспензия хлореллы, попадая в желудочно-кишечный тракт животного, обеспечивает всем необходимым существующих там молочнокислых бактерий, являясь для них оптимальной питательной средой, на которой они бурно развиваются. Повышение усвояемости кормов напрямую связано с деятельностью молочнокислых бактерий. Поэтому использование суспензии хлореллы в кормах положительно сказывается на темпе роста и развития рыб. С экономической точки зрения применение водорослей в виде суспензии намного эффективнее, чем в виде пасты или сухой массы. Отделение биомассы от питательной среды, консервирование, высушивание, хранение, транспортировка требуют значительных дополнительных расходов [3, 12]. Питательная среда содержит многие продукты метаболизма водорослей, без нее снижается качество получаемой продукции.

Для обеспечения организма рыб белками и жирами в состав комбикормов вводят растительные компоненты, среди которых основное место занимают жмыхи и шроты различных сельскохозяйственных культур, в том числе и масличных. Среди них широкое применение имеет рапс. Его семена имеют высокую энергетическую ценность и содержат 40–48 % жира и 21–31 % сырого протеина, а коэффициенты перевариваемости очень высоки (84,4–93,4 %). После извлечения масла жмых (шрот) имеет масличность 7–12 % (1–5 %) и содержание сырого протеина 37–38 % (до 42 %). Рапсовые жмых и шрот по энергетической ценности (11,3 и 10,4 МДж обменной энергии) не уступают подсолнечным [14]. Другим ценным компонентом комбикормов является сафлор красильный. Его семена содержат от 32 до 39 % полувысыхающего масла (в ядре 50–56 %). По жирнокислотному составу сафлор близок к подсолнечнику. В состав масла входят ценные жирные кислоты: линолевая – 88,3 %, олеиновая – 7,6 %, пальмитиновая – 5,5 %, стеариновая – 0,65 %, линоленовая – 0,2 %. Жмых из необрушенных семян сафлора содержит 6–7 % масла, 24–25 % крахмала и 19 % белка, что делает его перспективным компонентом комбикормов для молоди рыб.

#### Основная часть

Объектом исследований являлся ленский или (сибирский) осетр (*Acipenser baeri* Brandt), который в Беларуси выращивается сравнительно недавно (рис. 1).



Рис. 1. Ленский осетр

В качестве ингредиентов для совершенствования рецептур отечественных комбикормов применяли суспензию водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck)), жмыхи масличных культур: рапса (*Brassica napus* L.) и сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.).

Во время проведения исследований для получения объективных результатов все рыбы содержались в одинаковых условиях компактной УЗВ с общим биофильтром [2, 4, 5, 9, 11, 12].

Перед началом опыта в течение трех недель всех рыб для их адаптации к условиям выращивания кормили специализированным импортным комбикормом. Продолжительность опыта составила 88 дней. Плотность посадки рыб во всех емкостях объемом 0,25 м<sup>3</sup> каждая была одинаковой и составляла 140 экз./м<sup>3</sup>.

Ежедневно определяли температуру воды и концентрацию растворенного кислорода. Водородный показатель (рН), аммонийный азот, нитраты, нитриты, аммиак, железо, общую жесткость воды определяли один раз в три дня по стандартным методикам [1] (табл. 1).

Таблица 1. Показатели температурного и гидрохимического режимов при выращивании молоди ленского осетра

| Показатели (средние значения)                            | Ленский осетр |
|--|---------------|
| Температура воды (°С)                                    | 21,3          |
| Содержание кислорода (O <sub>2</sub> , мг/л)             | 5,8           |
| Водородный показатель рН                                 | 7,5           |
| Аммиак/аммоний (NH <sub>4</sub> /NH <sub>3</sub> , мг/л) | 0,3           |
| Нитраты (NO <sub>3</sub> , мг/л)                         | 5,0           |
| Нитриты (NO <sub>2</sub> , мг/л)                         | 0,1           |
| Железо общее (мг/л)                                      | 0,3           |

В период выращивания молоди температура воды колебалась в пределах 20,0–22,0 °С. Концентрация растворенного в воде кислорода – в пределах от 4,0 до 6,1 мг/л. Амплитуда колебаний водородного показателя (рН) – от 7,0 до 8,5. Показатель аммиак/аммоний (NH<sub>4</sub>/NH<sub>3</sub> мг/л) регистрировался в пределах 0,11–0,52. Значения нитратов (NO<sub>3</sub>, мг/л) колебались в пределах 0,1–20,0. Показатель нитритов (NO<sub>2</sub>, мг/л) находился в пределах 0,1–0,4. Железо общее иногда имело показатель 0,4 мг/л сразу после добавления водопроводной воды в систему. В целом показатели гидрохимического режима находились в пределах рыбоводных норм.

Молодь рыб кормили 3 раза в светлое время суток в 8.00, 13.00 и 18.00. Суточная норма кормления составляла 1,0–1,3 % от массы рыб. Для кормления рыб использовали экструдированные комбикорма с добавлением суспензии водорослей (хлорелла) и жмыхов масличных культур (жмых рапса и сафлора) и импортный комбикорм. Рецептуры опытных комбикормов содержали 2 % жмыха рапса и 3 % жмыха сафлора красильного на кг массы комбикорма (опытный комбикорм №2), 3 % суспензии хлореллы, 2 % жмыха рапса и 3% жмыха сафлора красильного на кг массы комбикорма (опытный комбикорм №3). Плотность добавляемой суспензии хлореллы составляла 8 млн кл/мл. В качестве контроля использовали комбикорм без суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур (опытный комбикорм №1) и импортный комбикорм марки «Le Gouessant» (T-Sturgeon Grower-sink).

Рыбоводно-биологические показатели такие, как масса, длина тела абсолютный прирост, относительный прирост, абсолютный и относительный среднесуточный приросты, выживаемость и кормовой коэффициент определяли по общепринятым в рыбоводстве методикам [7, 8, 13, 14].

Анализ результатов выращивания показал, что величина абсолютного прироста в контроле («Le Gouessant» T-Sturgeon Grower-sink) была выше, чем при кормлении опытными комбикормами №1 (КО) и №2 (КО + 2 % рапса + 3 % сафлора), но ниже чем при использовании опытного комбикорма №3 (КО + 2 % рапса + 3 % сафлора + 3 % хлореллы) (табл. 2).

Таблица 2. Рыбоводные показатели ленского осетра

| Показатель                | Опытный комбикорм №1 (КО) | Опытный комбикорм №2 (КО + 2 % рапса + 3 % сафлора) | Опытный комбикорм №3 (КО + 2 % рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы) | Контроль («Le Gouessant» T-Sturgeon Grower-sink) |
|---------------------------|---------------------------|---|--|--|
| Масса в начале опыта, г   | 192,38±21,15              | 199,67±18,27  | 194,19±17,81   | 197,67±16,75                                     |
| Масса в конце опыта, г    | 256,58±22,21              | 275,81±22,62  | 287,96±24,60   | 288,93±19,70                                     |
| Абсолютный прирост, г     | 64,20                     | 76,14   | 93,77  | 91,26  |
| Относительный прирост, %  | 33,37                     | 38,13   | 48,29  | 46,17  |
| Выживаемость, %           | 100                       | 100   | 100  | 100  |
| Кормовой коэффициент, ед. | 2,75                      | 2,32  | 1,89   | 1,88   |

Следовательно, установлено, что использование суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур в комбикормах положительно сказывалось на темпе роста рыб. Учитывая, что значения абсолютного и относительного приростов массы при использовании опытного комбикорма №3 (КО + 2 % рапса + 3 % сафлора + 3 % хлореллы) были несколько выше, чем при кормлении импортным комбикормом («Le Gouessant» T-Sturgeon Grower-sink) при практически одинаковых значениях их кормовых коэффициентов (табл. 2). Это говорит о полноценности разработанных опытных комбикормов и эффективности их использования.

При кормлении осетровых рыб импортными кормами фирмы «Le Gouessant» T-Sturgeon Grower-sink их коммерческая стоимость составляла 11,00 BYN/кг. На период исследований стоимость опытных кормов равнялась 3,00 BYN/кг. Кормовой коэффициент контрольного комбикорма и опытного комбикорма №3 были очень близки. Экономия составила 15,01 BYN на 1 кг прироста молоди осетра за счет более высокой цены импортного комбикорма (табл. 3).

Таблица 3. Экономический эффект от использования суспензии хлореллы и жмыхов рапса и сафлора красильного в комбикормах для молоди ленского осетра

| Комбикорм  | Кормовой коэффициент, ед. | Цена комбикорма, BYN/кг | Стоимость 1 кг прироста рыбы, BYN |
|--|---------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Опытный комбикорм №1 (КО)  | 2,75                      | 3,00                    | 8,25                              |
| Опытный комбикорм №2 (КО + 2 % рапса + 3 % сафлора)                | 2,32                      | 3,00                    | 6,96                              |
| Опытный комбикорм №3 (КО + 2 % рапса + 3 % сафлора + 3 % хлореллы) | 1,89                      | 3,00                    | 5,67                              |
| Контроль («Le Gouessant» T-Sturgeon Grower-sink)                   | 1,88                      | 11,00                   | 20,68                             |

Таким образом, кормление осетра с использованием в составе комбикормов суспензии хлореллы, жмыхов рапса и сафлора красильного давало наибольший экономический эффект среди других опытных комбикормов.

### Заключение

Анализ результатов исследований при кормлении молоди ленского осетра импортными кормами и кормами отечественного производства с добавлением суспензии хлореллы и жмыхов рапса и сафлора красильного показал, что отечественные комбикорма могут служить полноценной заменой импортным кормам. Рыбоводные показатели были схожими в контрольных и опытных группах. Отмечена тенденция к увеличению абсолютного и относительного приростов при использовании экспериментальных комбикормов, что свидетельствовало об их полноценности.

Таким образом, проведенные исследования по разработке рецептур кормов для молоди осетра с использованием суспензии водоросли и жмыхов масличных культур свидетельствовали об их высокой питательной ценности и возможности замены ими импортных кормов. Это соответствует целям импортозамещения, обеспечивает рыбоводную отрасль республики качественными кормами и открывает перспективы эффективного производства ценных видов рыб в нашей стране.

### ЛИТЕРАТУРА

- Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев; Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР, Гидрохим. ин-т. – [3-е изд.]. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 269 с.
- Выращивание ценных видов рыб в компактных установках замкнутого водообеспечения / Т. В. Козлова [и др.]; Полес. гос. ун-т. – Пинск: Полес. гос. ун-т, 2019. – 25 с.
- Дмитрович, Н. П. Применение суспензий хлореллы и сценедесмуса как добавки в комбикорма для ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) и клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) / Н. П. Дмитрович // Вестн. Полес. гос. ун-та. Сер. прир. наук. – 2017. – № 1. – С. 37–48.
- Дмитрович, Н. П. Компактная установка замкнутого водообеспечения для выращивания рыб / Н. П. Дмитрович, Т. В. Козлова // Аквакультура – 2018. Технологии: современное состояние и перспективы: междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 24–25 янв. 2018 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т; [редкол.: В. К. Пестис (отв. ред.) и др.]. – Гродно, 2018. – С. 6–9.
- Дмитрович, Н. П. Компактная установка замкнутого водообеспечения для выращивания рыбы с автоматической системой управления / Н. П. Дмитрович, Ю. В. Чечун // Перспективные научно-технические разработки и инновационное развитие регионов: сб. инновац. разработок по материалам конгресса мероприятий биржи деловых контактов, Пинск, 29 июня 2018 г. / Гос. комитет по науке и технологиям Респ. Беларусь [и др.]. – Пинск, 2018. – С. 14–17.
- Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – М.: Изд-во «Наука и техника», 1965. – 420 с.
- Зиновьев, Е. А. Методы исследования пресноводных рыб: учеб. пособие / Е. А. Зиновьев, С. А. Мандрица; М-во образования Рос. Федерации, Перм. гос. ун-т. – Пермь: Перм. ун-т, 2003. – 115 с.
- Кириллов, А. Ф. Практическое пособие по сбору материалов для изучения рыб: учеб. пособие / А. Ф. Кириллов. – Якутск: Изд-во ЯГУ, 2002. – Ч. 1. – 33 с.
- Козлов, А. И. Инновационные устройства для выращивания рыбы / А. И. Козлов, Н. П. Дмитрович, Т. В. Козлова // Материалы и методы инновационных исследований и разработок: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Самара, 10 марта 2018 г.: [в 2 ч.] / Башкир. гос. ун-т; [редкол.: А. А. Сускисян (отв. ред.) и др.]. – Уфа: Аэтерна, 2018. – Ч. 2. – С. 41–44.
- Козлов, В. И. Товарное осетроводство / В. И. Козлов, Л. С. Абрамович. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 117 с.
- Компактная установка замкнутого водообеспечения для выращивания рыб: полезная модель 11598 Респ. Беларусь: МПК А01К61/00 / Н. П. Дмитрович, Т. В. Козлова, А. И. Козлов, С. Н. Дмитрович; дата публ.: 28.02.2018.
- Новое слово в технологиях аквакультуры / В. К. Пестис, Т. В. Козлова, А. И. Козлов, Н. П. Дмитрович // Наука и инновации. – 2018. – № 2. – С. 28–34.
- Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин; под ред.: П. А. Дрягина, В. В. Покровского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
- Привезенцев, Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство: учебник / Ю. А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
- Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.