

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ КЛАРИЕВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS* BURCHELL) ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ И ЖМЫХОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Н.П. Дмитривич¹, Т.В. Козлова², А.И. Козлов², Н.А. Кузнецов²

¹*Полесский государственный университет, Пинск, Беларусь natali-rigo@mail.ru*

²*Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Беларусь*

Сокращение уловов океанических гидробионтов привело к осознанию важности и необходимости развития разнообразных форм аквакультуры. Ни одно из направлений современной аквакультуры не может функционировать без качественного рыбопосадочного материала, необходимого для последующего выращивания товарной рыбы. Объясняется это тем, что именно на начальных этапах онтогенеза закладываются потенциальные возможности для дальнейшего роста организма. Одновременно с этим вид и состав корма оказывают решающее влияние на обмен веществ в организме, рост и развитие, накопление массы и продуктивность рыб. Именно поэтому в кормах для молоди должны присутствовать все необходимые питательные вещества в форме, доступной для их пищеварительной системы и усвоения [8].

Характерной особенностью питания большинства рыб является высокая потребность в протеине, содержание которого в кормах для молоди рыб должно составлять 50–60 % при наличии полноценного белка со всеми незаменимыми аминокислотами, так как их отсутствие или недостаток снижает темп роста [12]. Обычно содержание жира в рационах рыб колеблется в пределах 12–22 %, однако это значение можно довести до 20–25 % (при содержании белка 35–45 %), повышая этим их качество [7]. Углеводы, в свою очередь, служат не самым основным источником энергии для рыб [16]. Эффективность усвоения этого компонента пищи у гидробионтов значительно ниже, чем у теплокровных животных, в связи с этим содержание углеводов в кормах для молоди рыб не должно превышать 15–30 % [7, 12]. Следует учитывать также, что при наличии в их рационе достаточного количества жиров и углеводов, белки используются для построения тканей и органов организма, а при недостатке – как источник энергии [13].

Известно, что водоросли могут использоваться как дополнительный источник для замены синтетических минеральных и витаминных добавок при производстве комбикормов, так как их биодоступность для живых организмов выше [19]. Мировая аквакультура располагает большим опытом применения в кормах при выращивании товарной рыбы суспензии хлореллы, так как рыбы, в том числе и хищные, способны переваривать водоросли с неразрушенной клеточной стенкой и усваивать входящие в состав клеток питательные вещества [20]. Расщепление клеточных стенок водорослей в организме рыб происходит за счет наличия ферментов, выделяемых симбионтной микрофлорой кишечника [3, 4] обеспечивающих переваривание, в том числе и целлюлазы. [4].

Пресноводная водоросль *Chlorella vulgaris* в зависимости от условий культивирования может содержать до 50–70 % белка, 30 % углеводов, 5 % жира, 3 % минеральных солей и витаминов, а также фенольные соединения, имеющие свойства антиоксидантов. Замечено, что наибольший эффект достигается при использовании суспензии, а не сухой массы, так как при этом рыбы получают не только клетки водорослей, но и все продукты их жизнедеятельности, находящиеся в растворе, а также все минеральные вещества, которые находятся в составе питательной среды [1, 5, 14, 15, 19].

Производство сбалансированного комбикорма для молоди ценных видов рыб, в частности для клариевого сома, невозможно без введения в его состав растительных компонентов. Основное место занимают жмыхи и шроты различных сельскохозяйственных культур, в том числе и масличных. Среди масличных культур довольно широкое применение имеет рапс, так как его жмых (шрот) имеет масличность 7–12% (1–5%) и содержание сырого протеина 37–38% (до 42%). Другим ценным компонентом комбикормов является сафлор красильный, который по составу жирных кислот близок к подсолнечнику. Жмых из необрушенных семян сафлора содержит 6–7% масла, 24–25% крахмала и 18% белка, что делает его перспективным компонентом комбикормов для молоди рыб [9, 10].

Цель исследования. В Республике Беларусь отсутствуют предприятия, производящие комбикорма для молоди клариевого сома. В связи с этим, необходима разработка рецептуры отечественных комбикормов, удовлетворяющих пищевые потребности данного вида рыб, используя при этом недорогие, доступные и эффективные компоненты с целью импортозамещения. Поэтому целью настоящих исследований являлось определение влияния и эффективности применения комбикормов, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масличных культур рапса и сафлора, на темп роста молоди сомовых рыб.

Материалы и методы. Объектом исследований являлся африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus* (Burchell)). В качестве ингредиентов для совершенствования рецептур отечественных комбикормов применяли суспензию хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck)), жмыхи масличных культур: рапса (*Brassica napus* L.) и сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.).

Продолжительность опыта по кормлению молоди клариевого сома составила 158 дней. Плотность посадки рыб во всех емкостях была одинаковой и равнялась 25 экз. на емкость. Объем одной емкости – 0,15 м³. При выращивании молоди температура воды и гидрохимические показатели находились в пределах норм, рекомендуемых для выращивания молоди сомовых рыб. Гидрохимический режим соответствовал рыбоводным требованиям для бассейнового выращивания сомовых рыб. Во время исследований температура воды колебалась в пределах 26–27°C. Концентрация растворенного в воде кислорода – в пределах от 4,0 до 5,0 мг/л. Амплитуда колебаний водородного показателя (рН) – от 7,0 до 8,0. Показатель аммиак/аммоний (NH₄/NH₃ мг/л) регистрировался в пределах 0,04 до 0,56. Значения нитратов (NO₃, мг/л) колебались в пределах 0,0–20,0. Показатель нитритов (NO₂, мг/л) находился в пределах 0,3–0,5. Железо общее иногда имело показатель 0,2 мг/л, сразу после добавления водопроводной воды в систему.

Для кормления рыб использовали комбикорм с добавлением суспензии хлореллы и жмыхов рапса и сафлора, а также импортный комбикорм. Режим кормления молоди клариевого сома подбирали, учитывая особенности возраста и жизненного цикла. Молодь рыб кормили 3 раза в 8.00, 13.00 и 18.00 часов, что позволяло рыбе полностью переваривать потребленный корм. Количество задаваемого комбикорма зависело от массы выращиваемых рыб и определялось рыбоводными нормами [13, 17] и рекомендациями производителей комбикормов. Рыбоводно-биологические показатели, среди которых масса, длина тела, абсолютный и относительный приросты, выживаемость и кормовой коэффициент, определяли по общепринятым в рыбоводстве методикам [2, 11].

Результаты. При разработке рецептур комбикормов для молоди сомовых рыб обращали внимание на сохранение питательности и поддержание основных показателей качества на уровне,

требуемом физиологическими особенностями и нормативными документами, регламентирующими качество комбикормов. Как известно, стартовые корма для клариевого сома должны содержать 40–50% протеина, 14–20% жира и 5–10% углеводов. На основании этого, усовершенствован состав комбикормов путем добавления 3% жмыха рапса и 3% жмыха сафлора красильного на кг массы комбикорма (опытный комбикорм №2), 3% суспензии хлореллы, 3% жмыха рапса и 3% жмыха сафлора красильного на кг массы комбикорма (опытный комбикорм №3) (таблица 1).

Таблица 1. – Рецептуры разработанных стартовых комбикормов для сомовых рыб с добавлением суспензии хлореллы и жмыхов рапса и сафлора красильного (% в рецептуре)

Состав	Опытный комбикорм №1 (КС)	Опытный комбикорм №2 (КС + 3% рапса + 3% сафлора)	Опытный комбикорм №3 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы)
Мука рыбная, кормовая, %	58,0	58,0	55,0
Жир рыбий, %	7,0	7,0	7,0
Жмых рапса, %	–	3,0	3,0
Черный пищевой альбумин, %	5,0	5,0	5,0
Ракушка, %	4,0	4,0	4,0
Мука пшеничная, первый сорт, %	23,5	17,5	17,5
Хлорелла, %	–	–	3,0
Жмых сафлора, %	–	3,0	3,0
Лигнобонд, %	1,5	1,5	1,5
Премикс Д-ПК-100 Б20 НГР-3, %	1,0	1,0	1,0
Всего, %	100	100	100

В качестве контроля использовали комбикорма без суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур (опытный комбикорм №1) и импортный комбикорм марки «Aller Aqua» (Bronze). Плотность суспензии водоросли хлореллы, вводимой в комбикорма, составляла 8 млн. кл/мл. Суспензией хлореллы заменяли наиболее дорогостоящие и трудно усваиваемые компоненты комбикормов.

Кормление молоди клариевого сома импортным комбикормом и опытными комбикормами с добавлением суспензий хлореллы и/или жмыхов масличных культур обеспечило одинаковую выживаемость во всех группах – 100,00 % (таблица 2).

Таблица 2. – Рыбоводные показатели молоди клариевого сома

Показатель	Опытный комбикорм			Контроль («Aller Aqua» Bronze)
	№1 (КС)	№2 (КС + 3% рапса + 3% сафлора)	№3 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы)	
Масса в начале опыта, г	127,20±14,01	135,20±13,71	132,60±13,65	124,60±12,13
Масса в конце опыта, г	506,50±15,71	517,00±16,30	552,50±14,73	515,00±16,96
Абсолютный прирост, г	379,30	381,80	419,90	390,40
Относительный прирост, %	165,33	193,64	201,28	199,36
Выживаемость, %	100	100	100	100
Кормовой коэффициент, ед.	1,52	1,51	1,38	1,48

Абсолютный прирост был максимальным при кормлении опытным комбикормом №3, с суспензией хлореллы и жмыхами рапса и сафлора. Показатель относительного прироста при использова-

нии опытного комбикорма №1 был самым низким и составил 165,33%. Более высокие значения относительного прироста массы получены при применении опытного комбикорма №2 и импортного комбикорма (193,64% и 199,36% соответственно). Максимальное значение данного показателя отмечено при кормлении молоди клариевого сома опытным комбикормом № 3 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы) – 201,28%. Это выше в 1,09–1,22 раза, чем при применении опытных комбикормов №1 и №2 и контрольного комбикорма.

Такой важный показатель эффективности корма, как кормовой коэффициент, у импортного комбикорма составил 1,48, что было несколько выше заявленного производителем. Кормовые коэффициенты опытных комбикормов №1 (КС) и №2 (КС + 3% рапса + 3% сафлора) имели достаточно близкие значения – 1,52 и 1,51 соответственно. Отмечено, что одновременное применение в составе опытного комбикорма №3 суспензии хлореллы и жмыхов рапса и сафлора красильного привело к снижению кормового коэффициента до 1,38, что в 1,07–1,10 раз ниже по сравнению с другими комбикормами.

С учетом увеличения темпа роста, снижения кормового коэффициента в результате кормления, а также цен разработанных и импортного комбикормов, была получена экономия денежных средств. Коммерческая стоимость импортных кормов «Aller Aqua» (Bronze) в период выращивания сомовых рыб составляла 1,75 \$/кг, а стоимость опытных комбикормов на период исследований была равна 1,50 \$/кг. Исходя из этого, с учетом затрат комбикорма в процессе выращивания рыбы, достигнута экономия денежных средств за счет изменения стоимости прироста 1 кг рыбы в размере 0,52 \$ при использовании опытного комбикорма №3 (КО + 2% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы), 0,32 \$ – опытного комбикорма №2 (КС + 2% рапса + 3% сафлора) и 0,31 \$ – опытного комбикорма №1 (КС).

Заключение. Исследованиями установлено, что при кормлении клариевого сома кормами, содержащими жмыхи рапса, сафлора и суспензию хлореллы, и импортными кормами темп роста молоди рыб и рыбоводные показатели были схожими в контрольном и опытных вариантах. Наблюдалось некоторое увеличение абсолютного и относительного приростов с одновременным снижением кормового коэффициента при использовании экспериментального комбикорма №3 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы), что позволило получить экономию денежных средств в размере 0,52 \$ на прирост 1 кг рыбы.

Таким образом, проведенные исследования по использованию разработанных отечественных комбикормов для молоди клариевого сома, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масличных культур, свидетельствовали о возможности замены ими импортных комбикормов. Это соответствует целям импортозамещения, позволит обеспечить рыбоводную отрасль качественными кормами и открывает перспективы эффективного производства ценных видов рыб.

Список использованных источников

1. Богданов, Н. И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных / Н. И. Богданов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Пенза : Здоровье и экология, 2007. – 48 с.
2. 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.
3. Иванов, А. А. Физиология рыб : учеб. пособие / А. А. Иванов. – Изд. 2-е, стер. – СПб. [и др.] : Лань, 2011. – 280 с.
4. Кузьмина, В. В. Процессы пищеварения у рыб. Новые факты и гипотезы / В. В. Кузьмина ; Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН. – Ярославль: Филигрань, 2018. – 300 с.
5. Куницын, М. В. Хлорелла – будущее птицеводства / М. В. Куницын // Птицеводство. – 2009. – № 4. – С. 20.
6. Мухрамова, А. А. Исследование влияния кормов с биологически активными добавками на рост осетровых рыб при бассейновой технологии выращивания / А. А. Мухрамова, С. К. Койшибаева // Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. эколог. – 2012. – № 1 (33). – С. 106–108.
7. Отечественные продукционные комбикорма для форели / В. Н. Столович [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 21 / [редкол.: В. В. Кончиц (отв. ред.) и др.]. – С. 160–163.
8. Первые результаты применения стартового комбикорма для выращивания личинок африканского сома (*Clarias gariepinus*) / В. В. Приз [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук по животноводству, Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2008. – Вып. 24 / [редкол.: М. М. Радько (гл. ред.) и др.]. – С. 183–186.

9. Петрухин, И. В. Корма и кормовые добавки : справочник / И. В. Петрухин. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 526 с.
10. Пономаренко, Ю. А. Питательные и антипитательные вещества в кормах / Ю. А. Пономаренко ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск : Экоперспектива, 2007. – 960 с.
11. 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.
12. Серпунин, Г. Г. Биологические основы рыбоводства : практикум / Г. Г. Серпунин. – М. : Моркнига, 2015. – 155 с.
13. Скляр, В. Я. Кормление рыб : справочник / В. Я. Скляр, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. – М. : Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 120 с.
14. Способ и продукт (варианты) переработки суспензии планктонных штаммов хлореллы, альголизированный комбикорм, способ его получения, способ введения продукта переработки в систему поения птиц или свиней : пат. 2538399 Российская Федерация : МПК А23К 1/00 (2006.01) / Куницын, М. В. ; дата публ.: 10.01.2015.
15. Уфимцев, Д. К. Использование суспензии микроводоросли штамма ИФР № С-111 в рационах молодняка свиней : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.02.02 / Д. К. Уфимцев ; Орлов. гос. аграр. ун-т. – М., 2009. – 24 с.
16. Фаритов, Т. А. Кормление рыб : учеб. пособие / Т. А. Фаритов. – СПб. : Лань, 2016. – 344 с. – (Учебники для вузов. Специальная Список использованных источников).
17. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
18. Cultured Aquatic Species Information Programme (Clarias gariepinus) [Electronic resource] // Fisheries and Aquaculture Department (FAO). – Mode of access: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en. – Date of access: 24.10.2016.
19. Shields, R. J. Algae for Aquaculture and Animal Feeds / R. J. Shields, I. Lupatsch // Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis. – Heft 1. – 2012. – P. 23–37.
20. Tibbetts, S. M. The Potential for «Next-Generation», Microalgae-Based Feed Ingredients for Salmonid Aquaculture in Context of the Blue Revolution / S. M. Tibbetts // Microalgal Biotechnology – In Tech Open Publishing. – 2018. – P. 151–175.