

УДК 639.31(075)

Хамад Хаудер Аббас Хамад, Л. Ю. Лагуткина, А. С. Мартыанов, А. А. Видищев

ИРАК – НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

При разработке новых рецептур и технологии производства кормов с целью выращивания карповых в индустриальных условиях Ирака предлагается инновационное решение – повышение эффективности кормов за счет включения в рацион спорообразующих пробиотических культур и биосырья местного происхождения (отходы финикового производства, арахис, корица, финиковый сироп, боб садовый, витграсс из пророщенной пшеницы). Экспериментальные корма (3 варианта) были разработаны на базе комбикорма III-9. Впервые в качестве компонентов использовались пробиотик «Олин», в состав которого входят *Bacillus subtilis* (ВКПМ 10172) и *Bacillus licheniformis* (ВКПМ 10135), и пробиотический препарат *Bacillus amyloliquefaciens*. Эффективность кормов определяли по таким рыбоводно-биологическим показателям рыб, как выживаемость, абсолютный и среднесуточный приросты. Контрольные взвешивания и промеры проводили один раз в две недели. Комбикорм характеризовался различной конверсией, лучшее усвоение наблюдалось в вариантах 2 и 3, однако во всех вариантах конверсия была в пределах нормы для сухих комбикормов для молоди карповых рыб. Лучший результат по темпу роста (0,147 г) показала группа молоди, выращенная по варианту 1 экспериментального корма с добавлением пробиотического препарата *Bacillus amyloliquefaciens*, однако выживаемость была ниже (48 %) по сравнению с контролем (74 %) и вариантами с добавлением пробиотика «Олин» (83 и 89 %). Среднесуточная скорость роста варьировала по вариантам от 0,08 до 0,15. Средняя масса рыб в конце эксперимента составила: контроль – $18,29 \pm 2,5$; вариант 1 – $18,86 \pm 3,2$; вариант 2 – $16,8 \pm 1,78$; вариант 3 – $17,54 \pm 2,45$ г. В конце выращивания содержание белка в сыворотке крови рыб варьировало от 31,3 до 42,25 г/л, значения уровня липидов находились в пределах нормы. Некоторое увеличение содержания белка в крови свидетельствует о высоких показателях комбикорма с точки зрения питательности. Пробиотические препараты, использованные в качестве добавок, обусловили положительный эффект процесса, однако для включения в аналитическую работу показателей выживаемости и анализа факторов на них влияющих необходимы дополнительные экспериментальные исследования.

Ключевые слова: карповые, выращивание, рецептура, комбикорм, пробиотики, кормление.

Введение

Восходящие тренды сельского хозяйства Ирака – преобразование сектора рыбного хозяйства, стимулирование товарного производства объектов аквакультуры и собственно возрождение самого рыбоводства.

С этой целью Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО (Food and Agriculture Organization, FAO)) разработала программу по возрождению рыбоводства Ирака [1].

В настоящее время в Ираке Министерством сельского хозяйства созданы и действуют рыбоводческие центры: один – для проведения генетических исследований, другой – центр-инкубатор с установками замкнутого цикла в районах Эль-Кут и Эль-Хендия.

Необходимо отметить, что Ирак располагает значительным потенциалом для пресноводного рыбоводства: 1/8 территории Ирака – это площади, пригодные для земледелия, которые обеспечивают предпосылки для развития в стране устойчивой аквакультуры.

Однако в результате уменьшения объемов поступления воды из рек Тигра и Евфрата, продолжающегося в течение последних 30-ти лет, наблюдается не только засоление земель, но и нехватка воды для орошения почвы.

Тем не менее эффективный подход, направленный на устойчивое развитие аквакультуры, с применением лучших мировых практик обеспечит не только восстановление рыбоводства, но и его дальнейшее устойчивое развитие.

Следует отметить, что для Ирака предпочтителен путь развития устойчивой аквакультуры – прежде всего за счет повышения эффективности технологии выращивания карповых в условиях установок замкнутого водоснабжения, объединения научно-технических разработок в сфере рыбоводства, апробированных в практическом производстве и ориентированных на

решение важнейшей задачи – обеспечение продовольственной безопасности страны. Для этого, в первую очередь, необходимо обеспечить развивающуюся аквакультуру как отрасль эффективными и недорогими комбикормами из местного сырья, которые будут предназначены для замены импортируемых и удешевления технологий кормления на 30 %.

Все возрастающая потребность в пище (к 2050 г. нужно будет обеспечить пищей более 80 млн человек, проживающих в Ираке, т. е. нужно, чтобы еды производилось на 130 % больше, чем производится в настоящее время) требует поддержки развития аквакультуры, которая доказала свой высокий потенциал. Аквакультура Ирака – это будущее сельского хозяйства страны.

Однако с точки зрения возможностей аквакультуры уровень ее развития в Ираке неоправданно низок. И тому есть причины. Главным сдерживающим фактором развития аквакультуры в Ираке является дефицит недорогих, эффективных, экологических комбикормов. Аквакультура Ирака критически зависима от импорта комбикормов.

Именно поэтому **цель исследования** заключалась в разработке новых рецептур и технологии производства комбикормов, более эффективных и дешевых, с целью выращивания карповых в промышленных условиях Ирака.

Для достижения цели предлагается инновационное решение – повышение эффективности кормления за счет разработки комбикормов на основе биосырья местного происхождения (отходы финикового производства, арахис, корица, финиковый сироп, боб садовый, витграсс из пророщенной пшеницы) и новых пробиотических препаратов.

Материал и методики исследований

Экспериментальные работы по созданию комбикормов в тестовом режиме проводились в течение 2016 г. на базе инновационного центра «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры» Астраханского государственного технического университета. Объектом исследований являлась молодь карпа (*Cyprinus carpio*), которую размещали в емкостях объемом по 300 литров, оснащенных фильтрами с регулятором температуры.

Завезенную молодь выдерживали на карантине, проводя все меры профилактики, затем, через две недели, приступили к тестированию комбикормов. Кормление экспериментальными комбикормами проводили в количестве 5 % от массы, что фиксировалось в журнале в расчете на увеличение веса и роста каждые 15 дней. Взвешивание молоди проводили на электронных весах с точностью до 1 мг. Перед взвешиванием удаляли избыток влаги, а данные по измерению и взвешиванию фиксировали в дневнике в таблице биологического анализа.

При содержании рыб в небольших объемах воды строго соблюдались все меры по поддержанию оптимальных условий: наличие достаточного водообмена; удаление продуктов метаболизма, несъеденных остатков комбикорма, фекалий; наличие системы водоподготовки; оптимальное качество воды, подача в аквариумы чистой пресной воды, отвечающей принятым рыбоводным нормам (ОСТ 15.372.87).

В ходе наблюдения за молодью карпов проводились гидрохимические исследования воды: определялись рН, содержание растворенного в воде кислорода, содержание нитритов, нитратов и аммония.

Для определения содержания кислорода, растворенного в воде, использовали электрохимический анализ концентрации газа.

Концентрацию растворенных в воде веществ и рН определяли с помощью тестов на содержание $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (аммиак), $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$ (нитриты, нитраты). Измерения проводились в пределах оптимальных значений количества аммония/аммиака (0–5,0 мг/л).

В емкостях были созданы хороший водообмен и аэрация воды, количество растворенного в воде кислорода составило 7 мг/л, температура среды – 24–27 °С, параметры качества воды в среднем: рН – 7,7; $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ – 0,25; O_2 – 7–8; NO_2 – 1–3.

Гематологические исследования проводили по общепринятой методике [2].

Экспериментальные рецептуры для комбикормов формировали исходя из пищевых потребностей объектов, готовый комбикорм получали вручную. При изготовлении комбикормов использовали кормовые компоненты, доступные на внутреннем рынке Ирака. До начала приготовления комбикорма компоненты, входящие в его состав (рис.), дополнительно смальывали в блендере и просеивали. Согласно рецептуре компоненты взвешивались, а компоненты растительного происхождения, в частности витграсс, были подвергнуты предварительной микронизации, что повышает питательную ценность комбикорма.



Компоненты экспериментальных комбикормов:
 а – витграсс; б – корица; в – финиковый сироп; г – боб садовый; д – пробиотический препарат

После добавления витаминного премикса полученную смесь тщательно перемешивали и добавляли 150 г (15 % на 1 кг комбикорма) воды, смешанной с финиковым сиропом. Влажная кормосмесь имела вид цилиндрических нитей диаметром от 3 до 7 мм, из которых формировали гранулы цилиндрической формы. Затем влажные гранулы загружали в универсальный сушильный шкаф «Экрос» серии ПЭ-4610. Гранулы высушивали теплым воздухом (температура воздуха 55,5 °С). Комбикорма измельчали (дробили) до необходимого размера.

Полностью высушенные гранулы после нанесения на них жира, согласно рецептуре, представляли собой готовый продукт – твердую крупку с матовой поверхностью без трещин, светло-коричневого цвета, соответствующий требованиям ГОСТ 10385-2014 «Комбикорма для рыб». Крошимость, водостойкость, размер гранул и проход предлагаемого комбикорма через сито соответствовали ГОСТ 22834.

Крупка не размывалась и оседала, что соответствовало условиям, необходимым для выращивания карповых.

Экспериментальные комбикорма были разработаны на базе комбикорма Ш-9 [1].

Некоторые компоненты к использованию предложены впервые, в частности витграсс, боб садовый, финиковый сироп и отходы финикового производства.

Витграсс, предложенный в качестве кормовой добавки естественного происхождения к комбикорму, служит ценным источником витаминов, микроэлементов, полисахаридов и аминокислот, а также компонентов, снижающих стресс (витаминов группы В и кальция) [3]. Компоненты в виде финикового сиропа и отходов финикового производства служили полезным источником магния, калия, железа, фосфора, фолиевой кислоты и других витаминов группы В.

Сырые семена бобов служили источником белков, жиров, углеводов, минеральных солей, ферментов, витаминов (А, В1 (тиамин), В2 (рибофлавин), В3 (пантотеновая кислота), В6 (пиридоксин), В9 (фолиевая кислота), С, РР (ниациновый эквивалент)) и макро и микроэлементов (кальций, магний, натрий, калий, фосфор, железо, цинк, медь, селен).

В качестве компонента, повышающего иммунитет объектов, предложено использовать пробиотик «Олин» (варианты 2 и 3), в состав которого входят *Bacillus subtilis* (ВКПМ 10172) и *Bacillus licheniformis* (ВКПМ 10135) [4], и пробиотический препарат *Bacillus amyloliquefaciens* (вариант 1).

Общий состав трех рецептур экспериментальных комбикормов представлен в табл. 1, 2. Процентное соотношение компонентов комбикормов не раскрывается, т. к. находится на стадии патентования.

Таблица 1

Состав рецептов комбикормов

Компонент	Рецептура экспериментальных комбикормов, %
Мука рыбная	*
Соевый шрот	*
Отходы финикового производства	*
Пшеница	*
Ячмень	*
Кукуруза	*
Боб садовый	*
Сухой обрат	*
Витграсс	*
Арахис	*
Финиковый сироп	*
Пшеничные отруби	*
Дрожжи кормовые	*
Мел (яичная скорлупа)	*
Премикс ПМ-2 или 11-5-1	*
Пробиотик «Олин» (<i>Bacillus subtilis</i> (ВКПМ 10172) и <i>Bacillus licheniformis</i> (ВКПМ 10135))	*
Пробиотический препарат <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	*
Корица	*
Растительное масло	*

Таблица 2

Состав питательных компонентов комбикормов

Вариант	Состав, %			
	Протеин	Жир	Клетчатка	Влага
Экспериментальные комбикорма	35,0	4,3	4,2	9,9
Базовая рецептура III-9 (контроль)	29,6	3,2	4,1	6,0

Эффективность комбикормов определяли по таким рыбоводно-биологическим показателям рыб, как выживаемость, абсолютный и среднесуточный прирост (табл. 3). Контрольные взвешивания и промеры проводили раз в две недели.

Результаты экспериментов обрабатывались на персональном компьютере с использованием табличного процессора MS Excel 2016 (с подключенной надстройкой для анализа данных) и статистической среды R версии 3.3.2 с подключенным пакетом R Commander [5]. Для исследуемых показателей рассчитывались критерии описательной статистики с уровнем надежности 95 %, кроме того, проводился дисперсионный анализ в варианте Welch F-теста, не предполагающий равенства дисперсий в исследуемых выборках.

Таблица 3

Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди карповых рыб на экспериментальных комбикормах

Показатель	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Начальная масса, г	14,59 ± 1,74	14,01 ± 1,70	14,09 ± 1,59	14,67 ± 1,82
Начальная длина, см	10,77 ± 0,34	10,77 ± 0,34	10,6 ± 0,34	10,8 ± 0,39
Конечная масса, г	18,29 ± 2,50	18,86 ± 3,2	16,8 ± 1,78	17,54 ± 2,45
Конечная длина, см	11,3 ± 0,44	11,21 ± 0,63	10,94 ± 0,34	11,07 ± 0,45
Среднесуточный прирост, г	0,112	0,147	0,082	0,087
Кормовой коэффициент	0,8	0,9	0,8	0,8
Выживаемость	74	48	83	89

Лучший результат по темпу роста (0,147 г) показала группа молоди, выращенная по варианту 1 экспериментального комбикорма с добавлением пробиотического препарата *Bacillus amyloliquefaciens*, однако выживаемость была ниже (48 %) по сравнению с контролем и вариантами 2 и 3 с добавлением пробиотика «Олин» (74, 83 и 89 %). Среднесуточная скорость роста варьировала по вариантам от 0,08 до 0,15.

Масса молоди карпов в конце эксперимента составила: контроль – $18,29 \pm 2,5$; вариант 1 – $18,86 \pm 3,2$; вариант 2 – $16,8 \pm 1,78$; вариант 3 – $17,54 \pm 2,45$ г. Согласно результатам дисперсионного анализа, на начальном этапе эксперимента статистически значимых различий между четырьмя выборками обнаружено не было. Через две недели при контрольном облове значимые отличия были зафиксированы для выборки по варианту 1 в отношении массы, тогда как выборки вариантов 2 и 3 не отличались значимо от контроля. Подобная ситуация наблюдалась и в конце эксперимента, за исключением того, что значимые отличия от контрольной выборки проявились для варианта 3. Комбикорм характеризовался различной конверсией, однако во всех вариантах она оставалась в пределах нормы для сухих комбикормов для молоди карповых рыб.

Важным условием эффективности интенсивного выращивания объектов аквакультуры является контроль за физиологическим состоянием выращиваемых объектов.

Кровь, как наиболее лабильная ткань, быстро реагирует на действие различных факторов и приводит к восстановлению равновесия между организмом и средой. Именно поэтому для определения физиологического статуса и диагностики алиментарных (незаразных) заболеваний большое значение имеет анализ крови.

Обеспеченность тканей рыб гемоглобином является важнейшим показателем, определяющим качество выращиваемой продукции, поскольку от уровня гемоглобина зависят параметры газообмена, его эффективность и в конечном счете уровень метаболизма. Показатели гемоглобина составили: контроль – $52,9 \pm 10,3$; вариант 1 – $57,6 \pm 8,6$; вариант 2 – $43,8 \pm 5,9$; вариант 3 – $64,3 \pm 9,1$ г/л (табл. 4).

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) находилась в пределах 1,4–2,8 мм/ч, наибольшее значение этого показателя было зарегистрировано в варианте 1, наименьшее – в варианте 3. Повышенные значения СОЭ (более 5,0 мм/ч) свидетельствовали о наличии воспалительного процесса (табл. 4).

Таблица 4

**Гематологические показатели выращивания молоди карпа
на экспериментальных комбикормах**

Показатель	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Гемоглобин, г/л	$52,9 \pm 10,3$	$57,6 \pm 8,6$	$43,8 \pm 5,9$	$64,3 \pm 9,1$
СОЭ, мм/ч	$2,3 \pm 0,8$	$2,8 \pm 0,9$	$2,2 \pm 0,3$	$1,4 \pm 0,3$
Общий белок, г/л	$35,3 \pm 1,5$	$42,25 \pm 1,6$	$31,3 \pm 1,4$	$34 \pm 1,3$
Общие липиды, г/л	$2,72 \pm 0,01$	$2,95 \pm 0,01$	$3,14 \pm 0,4$	$2,72 \pm 1,02$

В конце выращивания рыб на экспериментальных комбикормах содержание белка в сыворотке крови варьировало от 31,3 до 42,25 г/л. Зарегистрированные в эксперименте значения уровня липидов находились в пределах нормы.

Некоторое увеличение содержания белка в крови свидетельствует о высоких показателях комбикорма с точки зрения питательности.

Заключение

Аквакультурное производство Ирака развивается в основном в районах Эль-Кут и Эль-Хендия. В настоящее время в стране одним из главных сдерживающих факторов развития аквакультуры является дефицит комбикормов, т. к. аквакультура Ирака критически зависима от их импорта. Именно поэтому развивающуюся аквакультуру как отрасль необходимо обеспечить эффективными и недорогими комбикормами из местного сырья, которые будут предназначены для замены импортируемых и удешевления технологий кормления на 30 %.

Разработка качественных комбикормов из местного сырья, необходимых для выращивания карповых в УЗВ, снизит зависимость от импорта не только в районах, где уже приступили к выращиванию продукции аквакультуры, но и где еще только будет разворачиваться аквакультурное производство.

Экспериментальные рецептуры комбикормов для выращивания молоди карповых рыб формировали исходя из пищевых потребностей объектов, на основе рецептуры III-9, с заменой компонентов на местное сырье, с учетом доступности компонентов на иракском внутреннем рынке.

Результаты экспериментальной работы по выращиванию молоди карповых рыб доказали преимущество разработанных рецептур на основе местного сырья. Лидирующее положение по рыбоводно-биологическим и гематологическим показателям занимала молодь карповых рыб, выращенная на экспериментальном комбикорме варианта 3.

Пробиотические препараты, используемые в качестве добавок, обусловили положительный эффект процесса, однако для включения в аналитическую работу показателей выживаемости и анализа влияющих на них факторов необходимы дополнительные экспериментальные исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Работа ФАО по повышению продовольственной безопасности в Ираке.* URL: <http://www.fao.org/in-action/fao-works-to-increase-food-security-in-iraq/ru/> (дата обращения: 22.11.2016).
2. *Бутенко Л. И., Лигай Л. В.* Исследования химического состава пророщенных семян гречихи, овса, ячменя и пшеницы // *Фундаментальные исследования.* 2014. № 4. С. 1128–1133.
3. *Пробиотик для животных.* URL: <http://probiotic-olin.ru> (дата обращения: 22.11.2016).
4. *Методические указания по проведению гематологического обследования рыб.* М.: Минсельхоз, 1999. 35 с.
5. *Мастыцкий С. Э., Шитиков В. К.* Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. М.: ДМК Пресс, 2015. 496 с.

Статья поступила в редакцию 24.10.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хамад Хаидер Аббас Хамад – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; магистрант кафедры аквакультуры и водных биоресурсов; kafavb@yandex.ru.

Лагуткина Лина Юрьевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры аквакультуры и водных биоресурсов; cop_astu@list.ru.

Мартьянов Александр Сергеевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; cop_astu@list.ru.

Видищев Александр Александрович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; магистрант кафедры аквакультуры и водных биоресурсов; vidishev9009@mail.ru.



Hamad Haider Abbas Hamad, L. Yu. Lagutkina, A. S. Martyanov, A. A. Vidishchev

IRAQ – NEW DECISIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE AQUACULTURE

Abstract. In case of development of new receipts and the technology of feed production for the purpose of breeding of the cyprinid in industrial conditions of Iraq the innovative solution – increase in efficiency of feed due to inclusion in a diet of probiotic and bioraw materials of local origin (wastes of date production, peanuts, cinnamon, date syrup, garden beans, sprouts of germinated wheat) is proposed. Experimental feed (3 options) was developed on the basis of III-9 compound feed. For the first time as components there were used the probiotic "Olin", which contains *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*, and the probiotic *Bacillus amyloliquefaciens*. Efficiency of feed was determined by such fish-breeding and biological indicators of fishes as survival, ab-

solute and average daily surpluses. Check weightings and measurements carried out every two weeks. Compound feed was characterized with various conversion, the best assimilation was observed in options 2 and 3, however in all options conversion was within a regulation for dry compound feeds for cyprinid juveniles of fishes. The best result on growth rate (0.147 g) was shown by the group of juveniles, grown up by option 1 of experimental feed with addition of the probiotic *Bacillus amyloliquefaciens*, however the survival was below (48%) in comparison with control (74%) and feed with addition of probiotic "Olin" (83 and 89%). Average daily growth rate varied within a range from 0.08 to 0.15. The average mass of fishes at the end of the experiment constituted: control – 18.29 ± 2.5 ; option 1 – 18.86 ± 3.2 ; option 2 – 16.8 ± 1.78 ; option 3 – 17.54 ± 2.45 g. At the end of breeding of fishes, protein content in blood serum varied from 31.3 to 42.25 g/l, values of level of lipids were in regulation limits. Some increase in protein content in blood testifies compound feed high rates in terms of nutrition. The probiotic medicines used as additives caused positive effect of the process, however additional pilot studies are necessary for inclusion of the indicators of survival into analytical work and the analysis of the factors influenced them.

Key words: cyprinid, breeding, feed formulas, feed, probiotic, feeding.

REFERENCES

1. *Rabota FAO po povysheniiu prodovol'stvennoi bezopasnosti v Irake* [Operations of FAO for in-crease in productive safety in Iraq]. Available at: <http://www.fao.org/in-action/fao-works-to-increase-food-security-in-iraq/ru/> (accessed: 22.11.2016).
2. Butenko L. I., Ligai L. V. Issledovaniia khimicheskogo sostava proroshchennykh semian grechikhi, ovsy, iachmenia i pshenitsy [Study of chemical composition of germinated seeds of buckwheat, oats, barley and wheat]. *Fundamental'nye issledovaniia*, 2014, no. 4, pp. 1128–1133.
3. *Probiotik dlia zhivotnykh* [Animal probiotic]. Available at: <http://probiotic-olin.ru> (accessed: 22.11.2016).
4. *Metodicheskie ukazaniia po provedeniiu gematologicheskogo obsledovaniia ryb* [Methodical recommendations for hematological study of fish]. Moscow, Minsel'khoz, 1999. 35 p.
5. Mastitskii S. E., Shitikov V. K. *Statisticheskii analiz i vizualizatsiia dannykh s pomoshch'iu R* [Statistical analysis and visualization of data using R]. Moscow, DMK Press, 2015. 496 p.

The article submitted to the editors 24.10.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Hamad Haider Abbas Hamad – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Master's Course Student of the Department of Aquaculture and Water Bioresources; kafavb@yandex.ru;

Lagutkina Lina Yurievna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Water Bioresources; cop_astu@list.ru.

Martyanov Alexander Sergeevich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; cop_astu@list.ru.

Vidishchev Alexander Aleksandrovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Master's Course Student of the Department of Aquaculture and Water Bioresources; vidishev9009@mail.ru.

