

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫБОВОДСТВА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Тураев Мухтор Муродович

кандидат биологических наук, доцент, Бухарского государственного университета

Наимова Мафтунабону Файзуллажоновна

10-ЗБИО22 магистр, Бухарского государственного университета

<https://doi.org/10.53885/edinres.2024.2.2.054>

Аннотация. Статья обсуждает применение высших водных растений для улучшения эффективности рыбоводства, акцентируя на экологических и биотехнологических аспектах. Она рассматривает роль акваторической флоры в обогащении воды кислородом, защите берегов и улучшении пищевой базы для рыб, а также анализирует влияние интеграции растений на продуктивность аквакультур. Рассмотрены способы стимуляции естественной пищевой базы, включая использование органических и минеральных удобрений, и подчеркивается важность выбора и использования различных видов водных растений для оптимизации рациона рыб и управления биомассой растительности в водоемах.

Ключевые слова: высшие водные растения, рыбоводство, экологические аспекты, биотехнологии, кислородное обогащение, защита берегов, пищевая база рыб, продуктивность аквакультур, органические удобрения, минеральные удобрения, рацион рыб, управление биомассой.

Производственная эффективность растительных видов рыб, культивируемых в условиях антропогенно модифицированных аквакультурных систем, непосредственно коррелирует с комплексом биотических элементов данной акватории. Акваторическая флора, занимающая ключевую позицию в биоценологических взаимоотношениях, способствует обогащению гидросферы растворенным кислородом и выполняет защитную функцию в отношении береговой линии от процессов эрозии. В контексте рыбохозяйственной деятельности, площади, заселенные высокорослыми акваторическими видами, составляют примерно 60-70% территории, что подчеркивает их значимость в агроэкосистемах.

Современная практика разведения ихтиофауны в водных объектах Республики Узбекистан приобретает стратегическую значимость в рамках государственной политики по развитию аквакультуры. Предпочтение отдается растительным видам в связи с их высокой адаптацией к культурным условиям аквакультуры и значительным потенциалом урожайности в контексте реализации программных мероприятий по стимулированию рыбного хозяйства на территории республики. За последние пятилетние периоды наблюдается тенденция к увеличению продуктивности данных видов с 5-6 до 16 центнеров на гектар, при этом доля культивируемых травяных рыб достигает 90% от общего объема производства, что свидетельствует о значительном вкладе данных видов в общенациональный рыбопродуктовый баланс.

В акваторических экосистемах фитопланктон, зоопланктон, макрофиты и бентосные организмы формируют основу натуральной пищевой цепочки для ихтиофауны, выполняя ключевую роль в поддержании их питательного статуса. Интеграция акваторических растений в диету карповых видов, с пропорциональным содержанием до 30%, обуславливает существенное повышение продуктивности водоемов на уровне до 2 центнеров с гектара в течение вегетационного периода, что, в свою очередь, способствует улучшению выживаемости рыб в зимний период. Акваторические растения характеризуются богатым содержанием макро- и микроэлементов, превосходящим аналогичные показатели большинства агрокультур. К примеру, растения вида *Potamogeton pectinatus* L., *Myriophyllum spicatum* L. и *Chara fragilis* Desv. отличаются высокими концентрациями кальция и фосфора. В частности, микроэлементы в наибольшем объеме обнаружены в биомассе малой ряски (*Lemna minor* L.), в которой на 1 кг приходится 0,48 мг кобальта, 0,18 мг брома, 0,32 мг меди, 0,7 мг никеля и 4,8 мг титана, что подтверждается научными исследованиями. Эти данные подчеркивают важность акваторических растений как источника питательных веществ в аквакультуре, обеспечивая не только непосредственное питание для рыб, но и внося вклад в обогащение водной среды необходимыми для здоровья и роста рыб элементами.

Однако натуральная трофическая база в аквакультурных водоемах не обладает достаточной продуктивностью для обеспечения питанием ихтиофауны в условиях интенсифицированного выращивания. В этой связи, специалисты в области ихтиологии разрабатывают комплекс мер, направленных

на стимулирование развития естественной пищевой базы в прудах. Среди принимаемых мер выделяют внесение разнообразных органических и минеральных удобрений. В качестве органических удобрений преимущественно используются навозные субстраты, богатые азотом, фосфором, калием, кальцием и другими элементами. Среди минеральных удобрений активно применяются калийсодержащие, азотистые, фосфорные, кальцийсодержащие соединения, а также известковые добавки. Данные добавки служат источником питательных веществ для алыг, бактериальной флоры и беспозвоночных, которые, в свою очередь, напрямую или опосредованно формируют пищевую цепь для рыб.

В акваториях нашей республики преобладают такие виды высших водных растений, как тростник (*Phragmites australis*), различные виды осоки (*Typha angustifolia*, *Typha latifolia*), виды рдеста (*Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus*), урут (*Myriophyllum spicatum*), граб (*Ceratophyllum demersum*) и чара (*Chara fragilis*). Эти растения являются важным компонентом пищевого рациона ихтиофауны, выступая в качестве питательного ресурса.

В акваториях выделяют три экологические группы водных растений: гигрофиты, растущие вблизи воды и на чрезвычайно влажных участках; гидрофиты, чья часть тела находится под водой, а часть - выше уровня воды; и гидатофиты, полностью погруженные под воду, хотя некоторые из них имеют листья и репродуктивные органы, расположенные над поверхностью воды.

Высшие водные растения занимают ключевую позицию в экосистемах аквакультурных водоемов, существенно влияя на жизнь всех акватических организмов. В рыбоводных хозяйствах оптимальным считается покрытие поверхности водоемов водной растительностью в пределах 10 - 25%. В настоящее время в некоторых водоемах республики доля покрытия тростником (*Phragmites australis*) и осокой (*Typha angustifolia*, *Typha latifolia*) достигает 60 - 70%, что превращает борьбу с этими растениями в значительную проблему. Избыточное присутствие водной растительности в рыбоводных водоемах приводит к усилению аккумуляции органических веществ, ухудшению гидрохимических условий, отрицательно влияет на развитие планктона и бентосных организмов, сокращает доступные для рыб пастбищные площади. В условиях доминирования высокорослой водной растительности возникают сложности с формированием биомассы микроскопических водорослей (фитопланктон), что в итоге приводит к снижению веса выращиваемых рыб до одного килограмма, неэффективному использованию части минеральных удобрений, в результате чего водные растения, получая питательные вещества, занимают всё большую площадь в водоемах. Существуют механические, химические и биологические методы борьбы с водной растительностью.

В соответствии с доступными научными данными Т.Т.Таубаева, Р.Ш.Шоякубов, К.С.Сафаров, за один вегетационный цикл тростник способен производить до 250 тонн влажной или 100-110 тонн сухой биомассы на гектар водной поверхности. Аналогичные исследования показывают, что осока может генерировать от 50 до 120 тонн влажной или 10-12 тонн сухой биомассы, в то время как урожайность ветвей роголистника колеблется в пределах от 60 до 300 тонн влажной или 6-25 тонн сухой биомассы. Что касается рдеста, его потенциал составляет от 20 до 40 тонн влажной или 2,5-3 тонны сухой биомассы на гектар.

Эти водные растения характеризуются высоким содержанием необходимых для живых организмов нутриентов, включая белки, жиры, углеводы и минеральные вещества. Сравнительный анализ показывает, что по уровню белкового содержания, высшие водные растения сопоставимы с такими известными кормовыми культурами, как люцерна. Это делает их особенно ценными в контексте аквакультуры и рыбоводства, где они могут использоваться не только как естественная пищевая база для рыб, но и в качестве сырья для производства кормовых добавок.

Учитывая высокую продуктивность и богатый нутриентный состав, высшие водные растения представляют собой значительный ресурс для рыбоводства, который может быть эффективно использован для повышения урожайности и качества выращиваемой рыбы. Интеграция таких растений в системы аквакультуры может способствовать улучшению экологического баланса в водоемах, обеспечивая при этом дополнительные питательные вещества для рыб и улучшая условия их содержания. Таким образом, высшие водные растения играют важную роль не только в поддержании биоразнообразия и экологической устойчивости водных экосистем, но и в повышении эффективности рыбоводческих хозяйств.

В ходе наших экспериментальных исследований, направленных на сокращение популяции высших водных растений в аквакультурных водоемах и оптимизацию их использования, был применен метод биологического контроля. Это достигалось за счет интенсификации разведения белого амура, вид рыб, который пользуется спросом среди потребителей и может быть реализован на рынке по ценам,

сопоставимым с ценами на карповые виды. Разведение белого амура в плотно заселенных условиях и их питание за счет водной растительности привело к повышению продуктивности водоемов и достижению дополнительной экономической выгоды. Для этих целей в каждый гектар водоема выпускали от 2000 до 2500 особей белого амура. При такой плотности разведения водная растительность, включая тростник (*Phragmites australis*), осоку (*Typha angustifolia*, *Typha latifolia*), различные виды рдеста (*Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus*), урут (*Myriophyllum spicatum*), шохбарг (*Ceratophyllum demersum*) и хару (*Chara fragilis*), служила питательной основой для рыб, что способствовало значительному очищению водоемов от избытка высших водных растений и сокращению их площади до 20%.

Белые амуры начинают активно потреблять водную растительность при температуре воды от 15 до 18°C, в то время как оптимальный температурный режим для их роста и развития составляет 20-28°C. Темпы роста этих рыб коррелируют с температурой воды и обеспеченностью питательными веществами. При низких температурах рыбы проявляют избирательность в питании, предпочитая определенные виды водных растений, в то время как с повышением температуры воды до 18-25°C их аппетит усиливается, что ведет к увеличению потребления пищи. Это открытие подчеркивает важность температурного режима для эффективности использования белого амура в качестве средства биологического контроля водной растительности в рыбоводных хозяйствах, обеспечивая при этом улучшение экологической ситуации в водоемах и повышение их продуктивности.

В контексте практик аквакультуры наших рыбоводческих предприятий традиционно предпочтение отдается использованию тростника (*Phragmites australis*) в качестве основного источника питания для белого карпа, основываясь на предположении о высокой эффективности данного водного растения в рационе указанного вида рыб. Однако, в рамках проведенных нами экспериментальных исследований, было установлено, что белый карась способен употреблять в пищу до 20% своей массы ряски (*Lemna major* L.), 10% - хары (*Chara fragilis* Desv.), и до 35% - тростника (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), что подтверждает значительное разнообразие их пищевых предпочтений.

Такие результаты свидетельствуют о широком спектре возможностей для оптимизации питательной базы в рыбоводных хозяйствах, учитывая различную питательную ценность и доступность водных растений. Несмотря на существующие в научной среде разнообразные взгляды относительно потребления водной растительности белыми карасями и другими амфиподами, в процессе реализации изученной технологии нами не было зафиксировано случаев, когда какие-либо виды водных растений оставались непотребленными в прудах. Это подчеркивает адаптивность рыб к разнообразию доступных источников питания и предоставляет основу для дальнейшего исследования взаимосвязей между спецификой питания рыб и составом водной растительности в условиях аквакультуры.

Данные наблюдения подкрепляют необходимость глубокого изучения трофических предпочтений рыб в контексте доступности и питательной ценности различных видов водных растений. Расширение знаний в этой области может способствовать разработке новых подходов к формированию рациона рыб, что в свою очередь улучшит их рост, здоровье и общую продуктивность в рыбоводных системах.

В рамках научных исследований, проведенных на базе рыбоводческого объединения «Балыкчи», был проведен анализ трофических предпочтений белого карпа относительно потребления водно-болотной растительности. Определено, что в рационе данного вида рыбы доминируют следующие виды водных растений: ряска (*Lemna major* L., *Lemna gibba* L.), рдест (*Potamogeton pectinatus* L.), граб (*Ceratophyllum demersum* L.), урут (*Myriophyllum spicatum* L.), чара (*Chara fragilis* Desv.), осока (*Typha minima* L.), тростник (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud.), что свидетельствует о широком спектре трофических адаптаций белого карпа к разнообразию доступной водной флоры.

Данное наблюдение подчеркивает значимость комплексного подхода к изучению взаимосвязей между водно-болотными растениями и акватическими организмами, обитающими в этих экосистемах. Установление предпочтений белого карпа в отношении определенных видов водной растительности открывает новые перспективы для оптимизации условий содержания и питания рыб, направленных на повышение их продуктивности и улучшение качественных характеристик аквакультурной продукции.

Таким образом, результаты исследования трофических предпочтений белого карпа в контексте потребления водно-болотных растений предоставляют ценную информацию для разработки эффективных стратегий управления питанием в рыбоводческих хозяйствах. Это, в свою очередь, способствует рациональному использованию природных ресурсов и усилению экологической устойчивости аквакультурных систем за счет интеграции принципов бережливого подхода к питанию рыб и сохранению биоразнообразия водных экосистем.

Заклучение. В процессе реализации практик аквакультуры на территории рыбоводческих хозяйств, одной из ключевых стратегий управления биомассой водной растительности являлось целенаправленное использование высших водных растений в качестве натурального корма для культивируемой ихтиофауны. Специфический подход, предполагающий концентрацию рыб в определенных сегментах водоемов, где в качестве основного источника питания выступали многочисленные водные растения, включая различные виды камыша и осоки, тростник и другие аналогичные виды, позволил добиться двойного эффекта. С одной стороны, это способствовало эффективному использованию естественных ресурсов водоема, обеспечивая рыб питательным кормом, с другой – привело к значительному уменьшению объема водной растительности в прудах, сократив ее площадь до 20%.

Такая методика не только способствовала оптимизации питательной среды для рыб, но и обеспечила дополнительные экологические выгоды, включая улучшение качества воды и снижение риска эвтрофикации за счет контроля за популяцией водных растений. Данный подход подчеркивает важность интеграции биотехнологических и экологических принципов в современное рыбоводство, предоставляя основу для разработки устойчивых моделей аквакультуры, способствующих балансу между высокой продуктивностью и сохранением экологического равновесия в водных экосистемах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таубаев Т.Т. Флора и растительность водоёмов Средней Азии и их использование в народном хозяйстве. – Ташкент. Фан. 1970 – 490 с.
2. Абдиев М. Ряска водоемов Узбекистана и опыт их массового культивирования. Диссертация...канд. биол. наук. – Ташкент. 1970. – 150 с.
3. Шоякубов Р.Ш., Сафаров К.С. Высшие водные растения: достижения, перспективы изучения и использования в Узбекистане // Актуальные проблемы альгологии, микологии и гидробиологии: Материалы международной научной конференции. – Ташкент, 2009. – С.30-33.
4. Mo M. et al. BALIQCHILIK NOVUZLARIDAGI BA'ZI TABIIYOZUQALARNING GIDROBIOLOGIK TAHLILI // IJODKOR O'QITUVCHI. – 2022. – Т. 2. – №. 24. – С. 332-337.
5. Sattorov J. M. et al. Baliqchilik Xo'jaliklarida Saprolegnioz Kasalligining Tarqalish Yo'llari Va Profilaktikasi // Agrobiotexnologiya Va Veterinariya Tibbiyoti Ilmiy Jurnali. – 2022. – С. 377-381.