

Таким образом, билирубин, локализованный внутри животных клеток, характеризуется повышенной фотохимической стабильностью и может выступать в качестве фотосенсибилизатора, оказывая летальное действие на клетки. Определяющую роль в механизме фотосенсибилизированного билирубином повреждения клеток играет синглетный кислород. Спектральные характеристики билирубина при встраивании в клетки претерпевают существенные изменения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ В АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ

Козлова Т.В., Дмитрович Н.П., Козлов А.И., Райлян Н.М.

*Полесский государственный университет, Пинск, Республика
Беларусь*

Реформирование аграрного производства и преодоление его спада предполагает развитие энерго- и ресурсосберегающих технологий в производстве сельскохозяйственной продукции. В этом аспекте наибольшее значение имеет развитие аквакультуры, являющейся одной из наиболее динамично развивающихся отраслей производства пищевых гидробионтов. В последнее время в аквакультуре все большее значение приобретают водоросли. Известно, что водоросли, как в естественных, так и в искусственных водоемах активно потребляются гидробионтами на разных стадиях их развития и составляют основу естественной кормовой базы рыб. Так, установлено, что в рыбоводных прудах в кишечниках личинок *Chironomus plumosus* L., *Glyptotendipes barbipes* Staeg. *Cricotopus gr. Silvestris* F. в период их планктонной стадии развития обнаружено до 30–62% водорослей, среди которых доминирующее значение имели, в основном, зеленые [1].

Хорошо зарекомендовали себя водоросли и в индустриальной аквакультуре. Получен положительный эффект от использования суспензии хлореллы при выращивании в производственных условиях молоди ценных видов рыб. Так, эксперимент по выращиванию личинок радужной форели в возрасте 8 дней после выклева проводили на базе инкубационного цеха ОАО «Рыбхоз «Полесье» в течение 15 дней. Добавка суспензии хлореллы в лотки, где содержались личинки, показала, что при переходе личинок форели на активное питание, выживаемость в опытных лотках была на 10% выше, чем в контроле. При дальнейшем подращивании личинок в

рыбоводных лотках суспензию хлореллы использовали в составе кормов. Отмечено увеличение относительного прироста по массе при кормлении личинок кормом с хлореллой на 20,3 – 31,0% по сравнению с контролем. Относительный прирост по длине при использовании опытных кормов был выше на 4,0 – 5,1% по сравнению с контролем. В результате исследований установлено также снижение показателей кормового коэффициента на 18,7 – 22,3% при использовании в кормах суспензии хлореллы [2].

При выращивании в лотках мальков стерляди (*Acipenser ruthenus*) добавляли в корм суспензию хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* С–111. Продолжительность эксперимента по кормлению рыб составляла 14 суток. Использование суспензии хлореллы как кормовой добавки позволило повысить выживаемость в среднем на 21% по сравнению со стандартной технологией кормления личинок кормами фирмы Копенц. В конце эксперимента средняя масса мальков стерляди ($4,6 \pm 0,09$ г) превышала в 1,78 раза массу рыб, выращиваемых по стандартной технологии, которая составила в среднем $2,6 \pm 0,05$ г.

Эффект от использования суспензии хлореллы есть и в товарной садковой аквакультуре. Использование садковой линии, размещенной на понтонах в водоеме комплексного назначения (ВКН), для выращивания трехлетков стерляди (*A. ruthenus*) и ленского осетра (*A. baeri*) показало следующие результаты. При выращивании в садках стерляди с начальной средней массой 558 ± 10 г и ленского осетра с начальной средней массой 631 ± 14 г изучали влияние добавки в тестообразные корма суспензии хлореллы штамма *Chl. vulgaris* С–111 на скорость роста осетровых рыб. Продолжительность эксперимента по кормлению рыбы составила 42 дня. Влажные пастообразные корма изготавливали путем смешивания комбикорма фирмы «PANTO» и фарша, приготовленного из частичковых малочценных рыб, выловленных из этого же водоема, к кормосмеси добавляли 10% суспензии хлореллы (средняя плотность суспензии составляла 8 млн. кл /мл). При кормлении рыб такой смесью средняя масса стерляди на 19,9%, а осетров – на 25,1% была выше по сравнению с контролем. При этом в конце периода выращивания средняя масса стерляди составила 1049 ± 96 г, а масса трехлетков ленского осетра равнялась 2375 ± 103 г. Это объясняется тем, что суспензия хлореллы повышала усвояемость кормов, обогащала их витаминами и минеральными веществами, улучшала процессы метаболизма, что сказалось на конечных результатах выращивания. Использование разработанной технологии позволило снизить затраты на кормление рыбы с 1,35€ до 0,83€ в день. В пересчете на все количество рыбы за период ее выращивания экономический эффект составил 300€ [3].

При разработке технологии интегрированной аквакультуры на ВКН, которая заключалась в выращивании поликультуры рыб совместно с мускусной уткой, также использовали суспензию хлореллы. Исследования показали, что применение суспензии хлореллы в качестве кормовой добавки молодым мускусным утятам до возраста шести недель при их содержании на берегу, в дальнейшем положительно сказалось на темпе их роста и увеличении массы при выращивании на водоеме.

Взрослые мускусные утки в период их выращивания на водоеме оказывали стимулирующее действие на развитие естественной кормовой базы рыб. Это отразилось на скорости роста рыб, выращиваемых в этом же водоеме. Так, для карпа скорость роста была выше на 25,0%, для пестрого толстолобика – на 25,3%, а для белого амура – на 17,6% по сравнению с водоемом, где использовали обычную пастбищную технологию. Кроме того, при выращивании на водоеме утки потребляют водную растительность, моллюсков, личинок насекомых и других гидробионтов и поэтому расход комбикорма на их выращивание снижается на 35% по сравнению с традиционной технологией. Кроме того утки, потребляя высшую водную растительность, значительно снижают зарастаемость прибрежной полосы водоема высшей водной растительностью и уменьшают численность брюхоногих моллюсков, являющихся промежуточными хозяевами заболеваний рыб [4].

Таким образом, проведенные исследования показали, что использование суспензии хлореллы как корма для личинок ценных видов рыб и кормовой добавки к кормам при использовании технологий их товарного выращивания дает положительные результаты и может применяться в различных направлениях аквакультуры.

Литература

1. Козлова, Т.В. Качественный состав фитопланктона и зообентоса при различных методах интенсификации прудового рыбоводства / Т.В. Козлова // монография, Горки. 2007. – 176 с.
2. Дмитриевич, Н.П. Влияние на рост молоди *Brachydanio rerio* (H.Buchanan) и *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) кормов с добавлением суспензии хлореллы / Н.П. Дмитриевич, Т.В. Козлова, В.П. Шоломицкий // Innowacyjne dzialaniai gospodarstwa na obszarach wiejskich :monografia naukowa / PTGOT ; red.: D. Kozłowska, L. Kozłowski. – Torun, 2015. – С. 296-305.
3. Kozlov, A.I. Resource saving technology of Fishculture for Reclamative Water reservoirs / A.I. Kozlov, T.V. Kozlova, I.V. Bubyр, N.M. Raylyan // European Science and Technology: materials of the VIII international

research and practice conference Munich, October 16-17, 2014/ Vela VerlagWaldkraiburg–Munich–Germany, 2014.– P. 21-29.

4. Козлова, Т.В. Использование мускусной утки в интегрированном рыбоводстве на мелиоративном водоеме Припятского Полесья / Т.В. Козлова, А.И.Козлов, М.В.Шалак, О.А. Глушаков / Рыбоводство и рыбное хозяйство. №1, 2014. – С.40-45.

ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА СМЕШАННЫХ 5,10,15,20-ТЕТРААРИЛПОРФИРИНОВ

Крук Н.Н.¹, Вершиловская И.В.¹, Гуринович В.В.²

*¹Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, e-mail: krukmiikalai@yahoo.com*

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Полученные к настоящему времени экспериментальные данные показывают, что физико-химические свойства и спектрально-люминесцентные характеристики тетрапиррольных соединений и супрамолекулярных систем, включающих тетрапиррольные хромофоры, в которых тетрапиррольные макроциклы связываются с соседними молекулярными фрагментами посредством арильных спейсеров, существенно зависят от степени свободы ароматических арильных заместителей [1 и ссылки в ней]. Показано, что, варьируя количество заместителей (спейсеров) и/или их тип, можно добиться плавного изменения фотофизических и люминесцентных характеристик молекул в требуемом направлении. Это весьма существенно в случае формирования протонированных форм тетрапиррольных молекул, поскольку их формирование сопряжено с существенным искажением планарности макроцикла и формированием так называемых неплоских конформеров седлообразного типа. Для арильных заместителей, характеризующихся высокой степенью стерических взаимодействий с макроциклом из-за наличия объемных групп в одном или обоих *орто*-положениях арильных фрагментов, степень седлообразного искажения макроцикла оказывается существенно ниже [1, 2]. При этом становится возможным стабилизировать монопротонированную форму порфирина, в отличие от молекулы 5,10,15,20-тетрафенилпорфирина, для которого формирование монопротонированной формы в обычных условиях не наблюдается. Очевидно, что в случае замещений, обеспечивающих смешанное