

ВЛИЯНИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ *ISOCHRYSIS GALBANA* НА РОСТ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЛИЧИНОК И МОЛОДИ ПИЛЕНГАСА

А. А. Опекунова

В работе приведены материалы по использованию микроводоросли Isochrysis galbana в процессе выращивания ранней молоди пиленгаса (Liza haematocheila). Показано, что добавление в выростные емкости морских микроводорослей, богатых ВНЖК ω 3, улучшает показатели роста и выживаемости личинок на этапе завершения метаморфоза и в течение выращивания до 50 суток.

Ключевые слова: микроводоросли, личинки пиленгаса, жирные кислоты (ВНЖК), корма

Influence of microalgae *Isochrysis galbana* on the growth and survival rate of the haarder larvae and juveniles. A. A. Opekunova. *Materials on the use of microalgae Isochrysis galbana in the process of the haarder (Liza haematocheila) early juvenile culture are presented. It is shown that addition of marine microalgae rich in highly unsaturated fatty acids (HUFA) ω 3 to nursery reservoirs improves growth rate and larvae survivability parameters at the stage of metamorphosis completion and during cultivation up to 50 days.*

Keywords: microalgae, haarder larvae, fatty acids (HUFA), feeds

Введение

Одна из основных задач аквакультуры — управление процессами роста и развития рыб. Идет ли речь об искусственном разведении морских рыб для пополнения естественных популяций, или о выращивании товарной рыбы в садках или бассейнах, везде одна из основных целей — получение жизнестойкой молоди с наименьшими экономическими затратами. Акклиматизированная дальневосточная кефаль пиленгас в настоящее время является одним из наиболее перспективных и ценных объектов морского рыбоводства и промысла в Азово-Черноморском бассейне.

Основной проблемой при выращивании личинок морских рыб остается их низкая выживаемость от момента выклева и до достижения ими жизнестойкой стадии. Связано это, с одной стороны, с прохождением так называемых «критических» стадий развития, с другой — с отсутствием достаточных знаний о потребностях личинок и молоди в кормах и требованиях, предъявляемых ими к окружающей среде [1]. Для многих видов морских рыб важнейшим фактором роста и выживания является наличие в кормах достаточного количества высоконасыщенных жирных кислот ω 3 (ВНЖК ω 3). В естественных условиях их источником являются морские одноклеточные водоросли.

Одноклеточные водоросли представляют собой не только начальное звено пищевой цепи, но и используются в качестве стабилизатора гидрохимического режима в выростных емкостях с личинками и молодью разводимых объектов. Биомассу водорослей добавляют в искусственные корма лососевым, камбаловым и рыбам других видов с целью обогащения кормов минеральными солями, витаминами, ростовыми веществами [5].

В связи с этой целью исследования являлось выявление возможности удовлетворения пищевых потребностей ранней молоди кефалей в ВНЖК ω 3 внесением в выростные бассейны суспензии морских микроводорослей.

В задачу настоящей работы входило исследование влияния различных концентраций одноклеточной водоросли *Isochrysis galbana* на рост и жизнеспособность личинок пиленгаса на заключительных этапах метаморфоза и молоди до 50-суточного возраста.

Материал и методика

Работа проведена на научно-исследовательской базе ЮгНИРО «Заветное». Материалом служили личинки и мальки пиленгаса в возрасте от 12 до 50 суток, полученные в условиях искусственного воспроизводства. Проведены две серии экспериментов. В первой личинок выращивали до 38 суток при кормлении живым кормом, во второй

— с 38 до 50 суток при кормлении искусственным кормом.

Для экспериментов были отобраны личинки близких размеров: в первой серии экспериментов использовали личинок, достигших длины 10 мм, у которых отмечалось начало метаморфоза, а во второй — особей с завершённым метаморфозом длиной 12–13 мм. Молодь выращивали в стеклопластиковых бассейнах. Во всех бассейнах поддерживался одинаковый объём морской воды солёностью 13–18 ‰, которая постоянно аэрировалась с помощью компрессоров. Ежедневно осуществлялась чистка дна бассейнов, и замена 1/3 объёма воды. Температура воды в течение суток изменялась от 21–22 до 24–26 °С.

В разные периоды кормления вносили суспензию водоросли плотностью около $2,8-3,0 \cdot 10^6$ кл./мл (соответственно в бассейнах их концентрация составляла около 5 и 15 млн. кл./л).

Во все бассейны вносили одинаковое количество корма. До 35-суточного возраста молодь кормили живыми зоопланктонными организмами, в основном взрослыми копеподами *Diaptomus salinus*, их науплиальными и копеподидными стадиями, а также коловратками. Затем молодь постепенно переводили на питание стартовым форелевым комбикормом фирмы Aller aqua. Плотность посадки молоди и гидрологические условия в бассейнах также были одинаковыми. Эксперименты проводили в двух повторностях.

В конце опытов всех личинок измеряли и взвешивали. Взвешивание проводили на торсионных весах с точностью до 1 мг. Среднесуточный прирост молоди рассчитывали по Винбергу [3], упитанность — по Фультону. Результаты обрабатывали методами вариационной статистики [4] и компьютерной обработки.

Результаты и обсуждение

Результаты выращивания молоди пиленгаса при различной концентрации в выростных бассейнах микроводоросли *Isochrysis galbana* и кормлении живым кормом — солоноватоводным зоопланктоном — представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, в период выращивания личинок с 12 до 27-суточного возраста отмечается более интенсивный рост у рыб, получавших суспензию водоросли *Isochrysis galbana*. Несмотря на то, что различия по длине у личинок, получавших водоросли, оказались не достоверными, в бассейнах с большей их концентрацией (15 млн. кл./л) наблюдалось более раннее завершение метаморфоза, чем в бассейнах, в которые вносилось 100 мл суспензии.

У 38-суточной молоди, получавшей разное количество морской водоросли, различия длины и массы оказались не достоверными. В то же время, в бассейнах с большей концентрацией *I. galbana* наблюдалось увеличение упитанности мальков.

Таблица 1. Влияние микроводоросли *Isochrysis galbana* на рост личинок и мальков пиленгаса при кормлении живым зоопланктоном

Показатели	Объём суспензии <i>Isochrysis galbana</i> , мл		
	100	300	контроль
Личинки в возрасте 12 суток:			
- число рыб	21	21	21
- длина, мм	10,0±0,3	10,0±0,3	10,0±0,3
Личинки в возрасте 27 суток:			
- число рыб	21	21	21
- длина, мм	16,72±0,82*	18,0±0,49**	13,27±0,74
- выживаемость, %	100	100	81
- среднесуточный прирост, %	3,36	3,81	1,87
- завершивших метаморфоз, %	81	100	71
Молодь в возрасте 38 суток:			
- число рыб	21	21	17
- длина, мм	24,09±0,82**	21,95±1,16	16,41±0,48
- масса, мг	382,91±40,49**	400,29±49,68**	184,5±23,51
Выживаемость, %	100	100	81
Среднесуточный прирост, %	3,61	1,98	2,12
Коэффициент упитанности	2,74	3,78	2,66

* Показатели достоверно отличаются от контроля при $P > 0,99$.

** Показатели достоверно отличаются от контроля при $P > 0,999$.

Обращает на себя внимание, что выживаемость личинок во всех опытных бассейнах была выше, чем в контрольных, не получавших *I. galbana*. По-видимому, вместе с водорослями молодь пиленгаса получала достаточное количество высоконасыщенных жирных кислот, которые играют важную роль в обеспечении нормального функционирования организма рыб и более высокой выживаемости.

Таким образом, результаты первой серии экспериментов показали, что для лучшего роста и нормального развития в период метаморфоза (до 25–30 суток после вылупления) личинкам пиленгаса необходимо большее количество водорослей, содержащих ВНЖК $\omega 3$. Вероятно, в этот период они испытывают значительные потребности в эссенциальных жирных кислотах, и поэтому концентрацию морских микроводорослей *I. galbana* в выростных бассейнах целесообразно увеличивать до 15 млн. кл./л.

Результаты второго опыта выращивания молоди пиленгаса, переведенной на питание искусственным кормом, представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, показатели длины, массы и выживаемости личинок в период выращивания с 39 до 47 суток были близкими, несмотря на разную концентрацию водорослей в выростных бассейнах. Однако эти показатели достоверно отличались от контроля. По-видимому, результаты второго эксперимента свидетельствует о том, что в возрасте от 40 до 50 суток у пиленгаса отмечаются заметно меньшие потребности в ВНЖК $\omega 3$ по сравнению с более ранней молодью. Высокий темп роста у их наблюдался при ежесуточном внесении в выростные емкости 100 мл суспензии.

Обращает на себя внимание, что мальки пиленгаса из контрольных вариантов выращивания, питавшиеся только сухим искусственным кормом, имели самые низкие рыбоводные показатели. По-видимому, искусственный форелевый

корм не обеспечивает теплолюбивую кефаль необходимыми для роста питательными веществами.

Следует отметить, что в контрольных емкостях у части рыб, питавшихся только искусственным кормом, наблюдалось вздутие кишечника, которое впоследствии приводило к разрыву стенки брюшины и гибели особи. В то же время, в емкостях с водорослями все мальки были здоровыми. Возможно, это было вызвано нехваткой ферментов, необходимых для переваривания компонентов искусственного корма, для синтеза которых в организме морских рыб необходимы ВНЖК $\omega 3$. В пользу этого нашего заключения можно привести результаты работ некоторых исследователей. Так, в опытах Вана [14], проводимых с личинками мраморных бычков, содержащихся в «зеленой» и «чистой» воде, максимальный уровень трипсина и химотрипсина — ферментов, отвечающих за пищеварение, был у личинок, выращенных в «зеленой» воде. Опыты Каху [8] и Кларка [7] с личинками морского окуня и морского языка также показали, что присутствие микроводорослей в выростных емкостях способствовало активизации деятельности пищеварительных ферментов. Результаты этих экспериментов подтверждают важную роль водорослей в усвоении и переваривании пищи у рыб.

Таким образом, более высокие показатели роста и выживаемости ранней молоди пиленгаса наблюдались в бассейнах, в которые ежедневно вносили микроводоросли.

Добавление микроводорослей в бассейны при выращивании личинок рыб не является новым в практике рыбоводства. По мнению ряда исследователей, это необходимо при выращивании многих видов рыб [6, 12, 13, 15]. Авторами показано, что положительное влияние водорослей в выростных бассейнах выражается не только в улучшении качества воды, они являются также

Таблица 2. Влияние различного количества суспензии водоросли *Isochrysis galbana* на рост молоди пиленгаса с 39 по 47 сутки при кормлении искусственным кормом

Показатели	Объем суспензии <i>Isochrysis galbana</i> , мл		
	100	300	контроль
Начальная длина, мм	13,0±0,49	13,0±0,49	12,1±0,49
Длина в конце опыта, мм	19,62±0,54*	19,68±0,62*	15,32±0,73
Масса, мг	213,80±14,34*	205,72±15,84*	105,85±11,20
Коэффициент упитанности по Фультону, %	2,81	2,69	2,94
Среднесуточный прирост, %	4,51	4,54	2,7
Выживаемость, %	100	100	95

* Различия достоверно отличаются от контроля при $P > 0,999$.

кормом для зоопланктона и самих личинок. Так, Нэш с соавторами [10, 12] отмечали лучшие результаты выращивания личинок кефали лобана при кормлении их коловратками и водорослями *Isochrysis*.

При использовании «зеленой воды» исследователи [12] обнаруживали в пищеварительном тракте 5-суточных личинок большое количество клеток изохризиса, что позволило им считать эту водоросль наиболее эффективным и предпочитаемым кормом для ранних личинок лобана. Как известно [14], морские одноклеточные водоросли являются источником ВНЖК ω 3, являющихся незаменимыми для морских гидробионтов, и состав корма оказывает значительное влияние на их рост.

Изменение пищевых потребностей пиленгаса по мере роста, вероятно, связано с биологией вида. После завершения метаморфоза молодь этой кефали начинает активную миграцию в более распресненные воды, где активно нагуливается, и, как было показано ранее [2], темп его роста увеличивается со снижением солености. Мы можем предположить, что в солоноватоводных и распресненных водоемах молодь пиленгаса находит оптимальные условия, удовлетворяющие потребности в липидах пищи. Как известно [6], у рыб пищевые потребности в ВНЖК зависят от условий обитания. В соленой воде они испытывают более высокие потребности в жирных кислотах ω 3, и их недостаток ведет к замедлению роста и снижению жизнестойкости. Эдисон [9] и Джеймс [11] в своих работах также показали, что мальки кефалей, выращиваемые в пресной или слабосоленой воде, характеризуются более высокими среднесуточными приростами, темпами роста и выживаемостью. Этим, скорее всего, и обусловлено стремление молоди кефалей в более распресненные прибрежные районы, участки лагун и устья рек.

Таким образом, для нормального роста и развития ранней молоди кефали пиленгаса необходимы сбалансированные по основным биохимическим компонентам корма, в том числе присутствие в них определенного количества высоконасыщенных жирных кислот. Их дефицит допустимо восполнять добавлением в выростные бассейны суспензии морских одноклеточных водорослей.

Выводы

1. Добавление морских микроводорослей в выростные емкости улучшает рост, развитие и выживаемость личинок пиленгаса.

2. В период метаморфоза (до 25–30 суток) личинкам необходимо большее количество морских водорослей, концентрацию микроводоросли *Isochrysis galbana* в выростных бассейнах целесообразно увеличивать до 15 млн. кл./л. После завершения метаморфоза допустимо снижение концентрации водорослей до 5 млн. кл./л. По-видимому, это связано с тем, что молодь пиленгаса разного возраста испытывает различные потребности в ВНЖК ω 3.

Литература

1. Аронович Т.М. Результаты работ по разведению морских рыб (кефали, камбалы и др.) // Культивирование морских организмов. — М., 1985. — С. 25–33.
2. Булли Л.И., Куликова Н.И. Адаптивные возможности личинок пиленгаса *Liza haematocheila* (Mugilidae, Mugiliformes) при снижении солености среды // Вопросы ихтиологии. — 2006. — Т. 46, № 4. — С. 525–535.
3. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. — Минск: БГУ, 1956. — 247 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высшая школа, 1980. — С. 292.
5. Спекторова Л.В., Горонкова О.И., Альбицкая О.Н. и др. Производство микроводорослей для целей марикультуры и возможности направленного биосинтеза в живые корма для объектов марикультуры // Живые корма для объектов марикультуры. — М., 1988. — С. 5–15.
6. Castell J.D. Nutritional properties of microalgae for mariculture // FAO Symposium on fin-fish nutrition and feed technology. — Hamburg: Panel II, 1978. — Pp. 3–15.
7. Clark K.R., Murray J.K., Starh J.R. Protease development in Dover sole (*Solea solea* (L)). — Aquaculture, 1986. — № 4. — Pp. 253–262.
8. Cuhu C.L. Algal addition in sea bass *Dicentrarchus labrax* larval rearing. Effect on digestive enzymes // Aquaculture, 2003. — № 1. — Pp. 479–489.
9. Edison B.E. Effect of the temperature and salinity on active metabolism of Mugil platanus // Journal of experimental Marine Biology and Ecology. — 2005. — V. 277. — Pp. 109–127.
10. Howell B.R. Experiments of the rearing of larval turbot, *Scophthalmus maximus* L. // Aquaculture. — 1979. — Vol. 18, № 3. — Pp. 215–225.
11. James G.D. Larval development, growth, and spawning of striped mullet (*Mugil cephalus*) along the South Atlantic coast of The United States Quarterly Jour // Florida Academy of Sciences. — 2006. — Vol. 11, № 1. — Pp. 7–2.
12. Nash C.E., Rothwel G.N., Koningsberger R.M. et al. The physiology of digestion in fish larvae. — Manila: ICLARN, 1980. — 87 p.

13. *Scott A.P., Middleton C.* Unicellular algae as a food for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae — the importance of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids // *Aquaculture*. — 1979. — Vol. 18, № 3. — Pp. 227–240.
14. *Van M.V.* The effect of different diets on proteolytic enzymes activity of early marble goby (*Oxyeleotris marmoratus*) larvae // *Journal of animal veterinary advances*. — 2005. — Vol. 4 (10), № 2. — Pp. 835–838.
15. *Watanabe T., Kitajima C., Fujita S.* Nutritional value of live organisms used in Japan for mass propagation of fish // *Aquaculture*. — 1983. — Vol. 34, № 1/2. — Pp. 115–143.