

ВЛИЯНИЕ ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ НА РАЗВИТИЕ И РОСТ ЛИЧИНОК ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА

Д.С. Березовская, Л.И. Булли

ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет «КГМТУ», г. Керчь, lapochka2008.93@mail.ru, l_bulli@mail.ru

Черноморская камбала калкан *Scophthalmus maeoticus* = *Psetta maeotica* является перспективным объектом марикультуры. Успешное получение жизнеспособной молоди этого вида для товарного выращивания и пополнения естественных популяций в значительной степени зависит от особенностей развития личинок в течение метаморфоза. При этом важную роль в контроле процессов жизнедеятельности и роста личинок в этот период играют тиреоидные гормоны: тироксин (T_4) и трийодтиронин (T_3).

Известно (Power et al., 2001; Бойко, 2004, 2015), что яйца рыб богаты гормонами щитовидной железы, но в течение эмбриогенеза концентрация T_4 и T_3 уменьшается, порой до критических величин. Исследованиями ряда авторов показано, что обработка личинок рыб гормонами щитовидной железы повышает их выживаемость, синхронизирует процессы развития и сокращает сроки метаморфоза (Eales, 1997; Зензеров, 2006, 2007; Бойко, 2015).

В связи с этим с целью исследования возможности повышения выживаемости и качества молоди калкана изучалось влияние синтетического гормона *L*-тироксина на развитие и рост личинок, выращиваемых в искусственных условиях.

Работы проводились в 2012-2013 гг. на научно-исследовательской базе «Заветное», расположенной в южной части Керченского пролива. Использовалась комбинированная технология получения в искусственных условиях жизнестойкой молоди калкана, включающая элементы как интенсивной, так и экстенсивной технологий. Зрелую икру получали от диких производителей, отловленных в северо-восточной части Черного моря. Инкубацию икры и выращивание личинок проводили в проточных пластиковых бассейнах объемом 6 м³, находящихся под специальным навесом, обеспечивающим освещение «скользящая тень». В течение первых 12 суток личинок выращивали при температуре 13-17 °С, используя черноморскую воду соленостью 17-18‰, предварительно профильтрованную через мельничное сито. После перехода личинок на активное питание температура воды повышалась до 20 °С.

Личинок кормили как культивируемыми живыми кормами - коловраткой *Brachionus plicatilis*, науплиями артемии, - так и «диким зоопланктоном», в основном разными стадиями жизненного цикла копеподы *Diaptomus salinus* из соленого озера. В бассейны ежедневно вносили альгологически чистые культуры морских микроводорослей - *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Platimonas viridis* и *Chlorella* sp. f. *marina*. На завершающих этапах метаморфоза личинок переводили на искусственный стартовый корм для лососевых рыб.

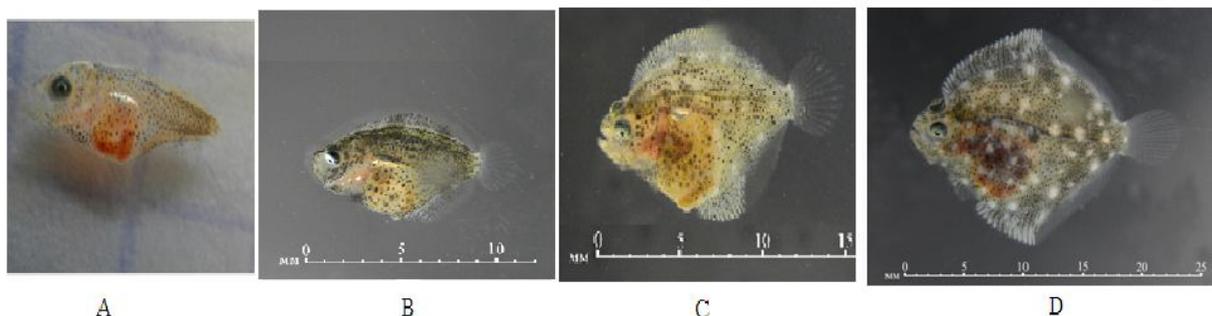
Исследования 2012-2013 гг. были направлены на решение ряда проблем, возникающих при выращивании молоди морских рыб. Прежде всего, это проблема высокой гетерогенности молоди, выращиваемой в искусственных условиях при больших плотностях посадки. Известно, что у рыб в условиях ограниченного пространства между особями возникает конкуренция, ведущая к повышению расхода энергии на поддерживающий обмен и замедлению роста (Ивлев, 1959). В плотных популяциях камбалы появляется непропорционально большое количество мелких медленно растущих личинок, характеризующихся низкой жизнеспособностью в период метаморфоза (Шелбурн, 1971).

При решении этих вопросов были проведены серии экспериментов по повышению выживаемости и интенсивности развития личинок калкана с использованием синтетического *L*-тироксина. Для экспериментов в выростных бассейнах отбирали отстающих в развитии личинок калкана в возрасте 12 суток (на этапе перехода на внешнее питание) и 17 суток (на этапе начала смещения правого глаза, при высоте тела до 30% его длины). Обработку гормонами проводили 3-4 раза, через день, один раз в сутки, используя метод гормональных ванн с экспозицией 1 час.

Уже после первой обработки у личинок отмечалось повышение пищевой активности, вероятно, за счет изменений в пищеварительной системе (Soffientino, Specker, 2001). Как известно, гормоны щитовидной железы (так же как и высоконенасыщенные жирные кислоты) играют важнейшую роль в обеспечении формирования органов и систем в организме. Они влияют на изменения в пищеварительной системе, контролируя синтез специфических белков и ускоряя дифференцировку желудочных желез и отделов (Mellinger, 1994; Soffientino, Specker, 2001) Это определяет успешное завершение метаморфоза.

На восьмые сутки после начала обработки тироксином у личинок, получавших малые концентрации препарата - общей дозой 2 мкг/л, - отмечались увеличение высоты и длины тела и смещение глаза к середине головы (см. рисунок, С-D).

В то же время увеличенная в три раза доза препарата приводила к интенсивному смещению глаза и преждевременному (при длине не более 2 см) переходу на донный образ жизни, у некоторых особей это происходило уже на 3-4-е сутки после начала эксперимента.



Морфологические изменения у личинок черноморского калкана в процессе метаморфоза

Таким образом, обработка тироксином отставших в развитии личинок суммарной дозой 2 мкг/л способствовала нормализации их развития. У личинок наблюдалось смещение глаза, увеличивалась высота и длина тела.

В.С. Зензеровым (2007) показано, что обработка ранних личинок рыб (горбуши) малыми дозами гормона приводит к повышению функциональной активности фолликулов щитовидной железы. Многократное же воздействие тироксина суммарной дозой до 20-50 мг/л оказывает на щитовидную железу молоди горбуши ингибирующий эффект, блокирующий выделение щитовидной железой собственных гипофизов. Это стимулирует весовой рост, увеличение упитанности и среднесуточный прирост. Автором показано, что, влияя на функцию щитовидной железы (снижая или повышая уровень тиреоидных гормонов в организме рыб), можно регулировать некоторые процессы их жизнедеятельности.

В связи с тем, что при выращивании личинок калкана на экспериментальной базе ЮгНИРО используются разные виды живых кормов: коловратка, диаптомус и науплии артемии - представлялось важным определить степень влияния тироксина на личинок в зависимости от вида потребляемого ими корма. Поскольку науплии артемии не применяются в качестве стартового корма для личинок черноморского калкана из-за малых размеров последних, то экспериментов с ними не проводили. Кроме того, ранее (Solbakken et al., 2002) уже было показано, что при кормлении личинок камбалы науплиями артемии отмечается менее интенсивное их развитие, чем при кормлении «диким» зоопланктоном, в состав которого входят в основном копеподы. Поэтому для эксперимента были отобраны 12-суточные личинки (на этапе перехода на активное внешнее питание), кормившиеся только коловраткой и диаптомусом. Личинок обрабатывали малыми дозами тироксина по методике, используемой в первом эксперименте. Контролем были личинки, выращиваемые на диаптомусе.

В возрасте 22 суток у личинок, питавшихся диаптомусом, после обработки тироксином отмечалось смещение глаза на середину головы и увеличение высоты тела до 67-70% его длины (см. рисунок, D). Личинки, выращиваемые на коловратке, к этому возрасту достигали стадии метаморфоза, когда глаз смещается к середине головы, но до центра ее не доходит (см. рисунок, C), высота тела составляла 58-60%.

В контрольных бассейнах, в которые тироксин не вносили, личинки имели разную высоту тела (от 45 до 68%) и степень смещения глаза: начало смещения отмечалось у 30% личинок (см. рисунок, B), у 50% глаз не доходил до середины головы (C), и у 20% наблюдалось смещение глаза на середину головы (D). Как видно из результатов эксперимента, при обработке тироксином более интенсивное развитие зафиксировано у личинок, питавшихся копеподами. Гормональная обработка личинок, потреблявших коловраток, также приводила к снижению гетерогенности и нормальному развитию, но с меньшей скоростью. По-видимому, при использовании в качестве корма коловраток необходимы несколько большие дозы гормона. Известно, что природным источником тиреоидных гормонов для камбал являются живые корма и прежде всего – копеподы, содержащие также высокие уровни витаминов, восков, жирных кислот и других биологически активных метаболитов, влияющих на уровень выживаемости рыб в естественной среде обитания (Eales, 1997; Solbakken et al., 2002; Koven, 2003; Бойко, 2015).

Таким образом, тиреоидные гормоны являются важными элементами для обеспечения нормального развития личинок черноморского калкана, которые, вероятно, прямо или косвенно влияют и на их рост в течение метаморфоза. При выращивании личинок в искусственных условиях допустимо использовать малые дозы синтетического L-тироксина для регулирования интенсивности их развития, корректируя дозы в зависимости от вида корма.

Литература

- Бойко Н.Е.* Изучение последствий тиреоидных гормонов и кортизола на рост, тиреоидный статус и показатели крови молоди осетра // Вопр. рыболовства. - 2004. - Т. 5. - № 3(19). - С. 500-513.
- Бойко Н.Е.* Тиреоидные гормоны – важнейшие факторы развития рыб в аквакультуре. - Материалы Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы аквакультуры в современный период» (28.09.- 02.10. 2015 г.). - Ростов-на-Дону, 2015. - С. 12-13.
- Зензеров В.С.* Тироксин как стимулятор роста молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) Баренцева моря // ДАН. - 2006. - Т. 410. - № 2. - С. 278-280.
- Зензеров В.С.* Особенности структуры и функционирования щитовидной железы рыб Баренцева моря. Автореф. докт. дис. - Петрозаводск, 2007. – 42 с.
- Ивлев В.С.* Опыт оценки эволюционного значения уровней энергетического обмена // Журн. общей биологии. - 1959. - Т. 20. - № 2. - С. 94-103.
- Шелбурн Д. Е.* Искусственное разведение морских рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1971. – 85 с.
- Eales J.G.* Iodine metabolism and thyroid-related functions in organisms lacking thyroid follicles: are thyroid hormones also vitamins // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. - 1997. - Vol. 214. - P. 302-317.
- Koven W.* Key factors influencing juvenile quality in mariculture: a review // The Israeli Journal of Aquaculture. - 2003. - Vol. 55. - № 4. - P. 283-297.
- Mellinger J.* Le role des hormones thyroïdiennes dans le développement des poissons // Bull. Soc. Zool. Fr. - 1994. - Vol. 119. - № 4. - P. 315-324.
- Power D.M., Llewellyn L, Faustino M., Nowell M.A., Bjoernsson B.Th., Einarsdottir I.E., Canario A.V.M., Sweeney G.E.* Thyroid hormones in growth and development of fish // Comparative Biochemistry and Physiology, C [Comp. Biochem. Physiol., C]. Dec. 2001. - Vol. 130. - No. 4. - P. 447-459.
- Soffientino B., Specker J.L.* Metamorphosis of summer flounder, *Paralichthys dentatus*: cell proliferation and differentiation of the gastric mucosa and developmental effects of altered thyroidal status // Journal of Experimental Zoology. – 2001. - Vol. 290. - No. 1. - P. 31-40.
- Solbakken J.S., Berntssen M.H.G., Norberg B., Pittman K.A. and Hamre K.* Different iodine and thyroid hormone levels between Atlantic halibut larvae fed wild zooplankton or *Artemia* from first exogenous feeding until post metamorphosis // J. Fish Biol. - 2002. - Vol. 61. - No. 6. – P. 1345-1362.

THE INFLUENCE OF THYROID HORMONES ON THE DEVELOPMENT AND GROWTH OF LARVAE BLACK SEA TURBOT

D.S. Berezovskaya, L.I. Bulli

FSBEI HE «Kerch State Marine Technology University» (FSBEI HE "KSMTU"), Kerch, lapochka2008.93@mail.ru, l_bulli@mail.ru

The effect of the synthetic *L*-thyroxin on growth and development of larvae of the Black Sea turbot *Scophthalmus maeoticus* = *Psetta maeotica*. It is shown, that a 3-4 fold processing of fish with small fish hormone doses (0,5-0,6 mg/l) encourages the development and promotes the reduction in the rearing of their pools of their heterogeneity in size and physiological condition. It is noted that to promote the completion of the metamorphosis of the larvae feeding with rotifers, it is needed a little larger dose of thyroxin than for the larvae feeding with copepods.