

А. А. Опекунова, м. н. с., Л. И. Булли, ст. н. с., к. б. н.

*Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии
(ЮгНИРО)*

ВЛИЯНИЕ МОРСКИХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛИЧИНОК ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА

*Проанализированы особенности линейного роста двух размерных групп (первая — длиной 5,5—7,0 мм и вторая — 4,0—5,0 мм) личинок черноморского калкана при добавлении в выростные емкости морских микроводорослей *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* и *Chlorella sp.f. marina*. Материалом являлись личинки черноморской камбалы калкана, полученные в 2013 году на НИБ ЮгНИРО «Заветное» в период работ по искусственному воспроизводству вида. Показано, что водоросли оказывают положительное влияние на развитие и темп роста личинок камбалы в период метаморфоза. Их выживаемость на 20—30 % выше, чем в контроле. Лучшие показатели роста получены при добавлении морских водорослей с высоким содержанием докозагексаеновой кислоты — *Isochrysis galbana* и *Monochrysis lutheri*. Результаты эксперимента свидетельствуют о целесообразности использования культивируемых микроводорослей при выращивании личинок черноморской камбалы калкана.*

Ключевые слова: микроводоросли, личинки, метаморфоз, приросты, выживаемость, докозагексаеновая кислота

ВВЕДЕНИЕ

В 2012 году в ЮгНИРО начаты работы по формированию ремонтно-маточного стада черноморского калкана. Работы проводятся в условиях научно-исследовательской базы ЮгНИРО «Заветное». В ходе исследований была отработана технология получения в искусственных условиях жизнестойкой молоди калкана от диких производителей, отловленных в северо-восточной части Черного моря. Проанализирован рост сеголеток в летне-осенний период и во время зимовки [5, 6]. Получены данные по росту и толерантности двухлеток к условиям среды.

Все эти исследования проводятся впервые в нашей стране и представляют большой научный и практический интерес для разработки технологии выращивания черноморского калкана с целью создания маточного стада и получения качественного посадочного материала как для товарного выращивания, так и зарыбления естественных акваторий.

Исследования в 2013 году были направлены на решение ряда проблем, возникающих при выращивании жизнеспособной молоди калкана. Прежде всего, это повышение выживаемости личинок на этапе метаморфоза, разработка и совершенствование методов получения качественных сеголеток, устойчивых к неблагоприятным условиям среды, особенно в период зимовки. В ходе исследований нами изучалось влияние микроводорослей разного химического состава на темп роста и устойчивость молоди калкана к условиям среды; влияние плотности посадки, формы, глубины, объемов бассейнов, качества корма и пищевых добавок на показатели их роста; влияние абиотических факторов среды на рост сеголеток, изменение с возрастом суточных рационов, интенсивности дыхания, пигментации.

При изучении этих вопросов проведены серии экспериментов. Результаты одного из экспериментов, в ходе которого изучалось влияние морских микроводорослей на развитие, выживаемость и рост личинок черноморского калкана в период метаморфоза, представлены в настоящем сообщении.

По данным некоторых авторов [9, 13, 18, 20], добавление в выростные емкости одноклеточных водорослей благотворно сказывается на выращивании личинок камбаловых рыб. В связи с этим, нам представляется важным определить, какие водоросли лучше подходят для этой цели и в какой степени их химический состав соответствует пищевым потребностям личинок калкана, выращиваемых в нерегулируемых условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом являлись личинки черноморской камбалы калкана, полученные в 2013 году на НИБ ЮгНИРО «Заветное» в период работ по искусственному воспроизводству вида. Получение зрелых половых продуктов, осеменение икры, инкубацию и выращивание личинок проводили по методикам, разработанным в ЮгНИРО [5].

Микроводоросли культивировали на среде Гольдберга в модификации Кабановой по стандартным методикам [4].

Для эксперимента были отобраны две размерные группы личинок 12-ти суточного возраста, перешедших на активное питание: первая — длиной 5,5—7,0 мм и вторая — 4,0—5,0 мм, причем особи менее 4,5 мм выращивались в отдельной емкости. Личинок выращивали в стеклопластиковых бассейнах объемом 80 м³, содержащих около 70 л морской воды. Бассейны были установлены на открытом воздухе, под навесом, обеспечивающим освещение типа «скользящая тень». Воду постоянно аэрировали, ежедневно осуществляли подмену 1/2—1/3 объема воды на свежую и удаление со дна осадка. Каждая размерная группа личинок выращивалась в четырех вариантах, три из которых различались по виду вносимых водорослей. В контрольные емкости водоросли не вносили (численность пелагических микроводорослей в воде Керченского пролива, которая использовалась для выращивания личинок, варьировала в пределах 0,04—0,1 млн. кл./л).

В эксперименте использовали три вида одноклеточных водорослей: *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* и морскую хлореллу *Chlorella sp.f. marina*. Суспензию водорослей каждого вида по 100 мл ежедневно добавляли в выростные бассейны после подмены воды. Плотность суспензии микроводоросли *I. galbana*, вносимой в бассейны, составляла 2,38—3,21 млн. кл./мл, *M. lutheri* — 5,06—6,28 млн. кл./мл, хлореллы — 3,23—4,31 млн. кл./мл. Ежедневно определяли соленость воды и следили за изменением температуры в течение суток.

Начальная плотность посадки личинок в бассейнах составила 86 экз./м³. Лишь в одном из вариантов выращивания (с использованием изохризиса) у личинок первой группы плотность посадки была выше в 3 раза.

Личинок кормили коловраткой *Brachionus plicatilis*, личиночными и взрослыми формами *Diaptomus salinus* и науплиями *Artemia salina*.

При анализе результатов исследования использовали методы вариационной статистики [3] и компьютерной обработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для эксперимента личинок калкана отбирали в одном из бассейнов объемом 6 м³, в которых проводилась инкубация икры и выращивание молоди калкана до завершения метаморфоза и выпуска в море. Вылупившиеся личинки имели длину 3,15—3,18 мм, через сутки, после выпрямления головы, их длина составляла 3,3—3,4 мм, диаметр жировой капли — около 250 мкм. На 7—8-е сутки личинки полностью перешли на активное экзогенное питание, при достаточно высокой выживаемости на этом этапе и, как следствие, более высокой плотности, чем в других бассейнах. В результате на 12-е сутки отмечалась значительная их гетерогенность по размерам, длина варьировала от 3,5 до 7 мм, высота тела составляла 24—30 % от длины.

Известно, что у рыб в условиях ограниченного пространства между особями возникает конкуренция, ведущая к повышению расхода энергии на поддерживающий обмен и замедлению роста

[1, 2]. В плотных популяциях камбалы появляется непропорционально большое количество мелких медленно растущих личинок, характеризующихся низкой жизнеспособностью в период метаморфоза, а среди выживших чаще всего встречаются особи с нарушением пигментации [8].

При изучении роста личинок разных размерных групп было обнаружено, что его показатели, независимо от вида водоросли, на протяжении большей части периода выращивания изменялись синхронно (рис. 1, 2). Исключение составлял лишь темп роста личинок первой группы, получавших *I. galbana*, и второй группы, получавших хлореллу. В возрасте 26 суток длина личинок из этих вариантов была, соответственно, на 5,6—8,1 и 3,5—7,0 мм больше, чем в других бассейнах. Затем интенсивность роста резко снизилась. В 33-суточном возрасте прироста ($dL=L_{33}-L_{26}$) составили всего 0,23 и 0,16 см (табл. 1). Возможно, это было связано с увеличением общей биомассы личинок в одном и том же замкнутом пространстве — объеме бассейна.

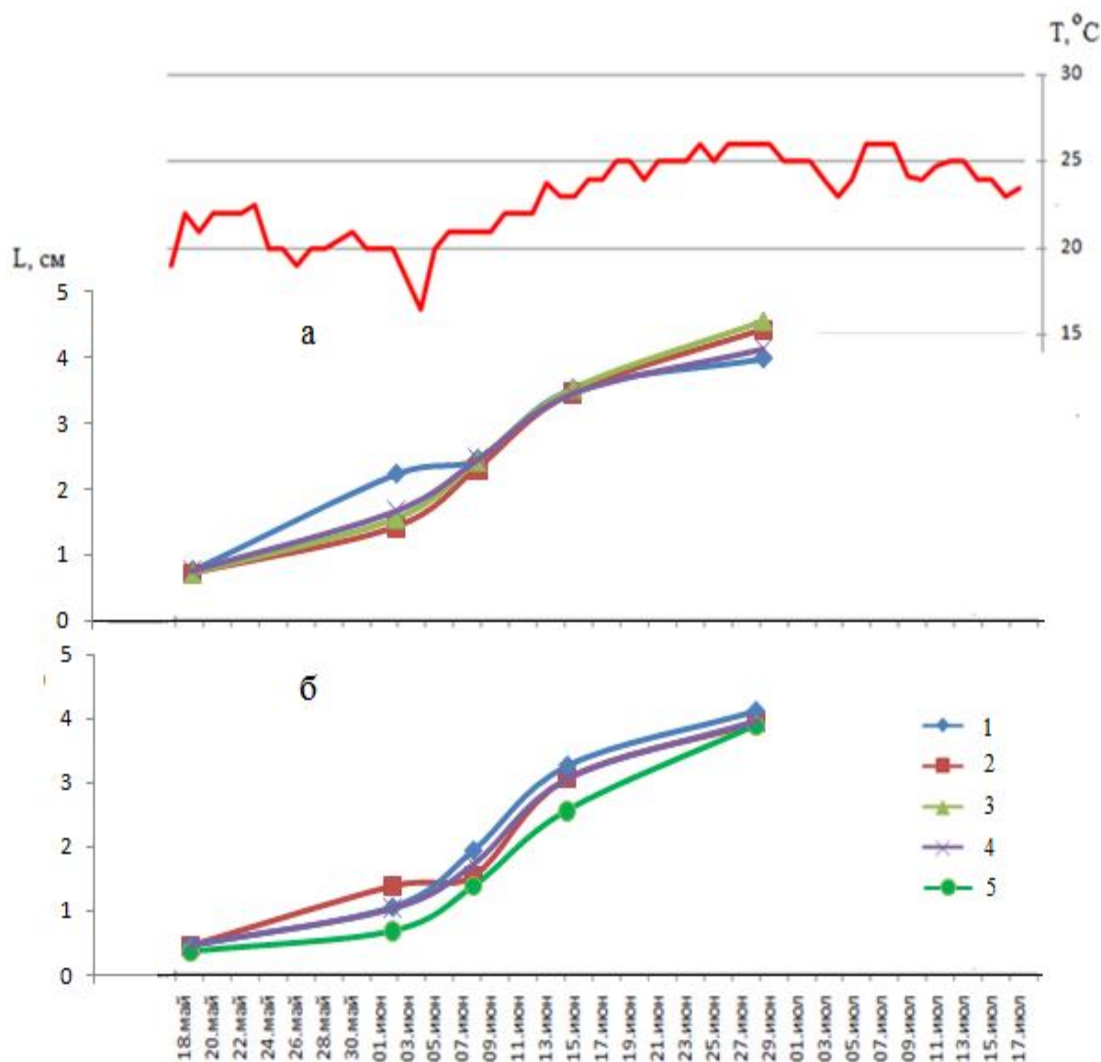


Рис. 1 Рост личинок черноморской камбалы разных размерных групп: длиной 5,5—7 мм (а) и 4—5 мм (б) при добавлении в выростные бассейны микроводорослей: 1 — изохризис; 2 — наннохлоропсис; 3 — монохризис; 4 — контроль, 5 — наннохлоропсис (личинки длиной не более 4,5 мм)

Кроме того, замедление роста некоторой части личинок в бассейнах с изохризисом и хлореллой могло быть связано с изменением погодных условий 2—8 июня. В этот период наблюдалось резкое похолодание, температура воды в бассейнах снижалась до 16—18 °С.

При сравнении морфофизиологических показателей экспериментальной молоди в начале и в конце этого периода выявлено, что у личинок в возрасте 26 суток, длиной более 0,85 см и высотой тела,

составляющей 44—50 % их длины, отмечалась миграция правого глаза к центру головы. У большей части личинок из первой группы (более крупных), длиной 1,53—2,06 см и высотой тела 64,45—70,58 %, глаз находился в центре головы. Около 50 % личинок из варианта выращивания с изохризисом в первой группе имели высоту тела не более 50—58 %, у них глаз был смещен с разной степенью, но не достигал центра головы.

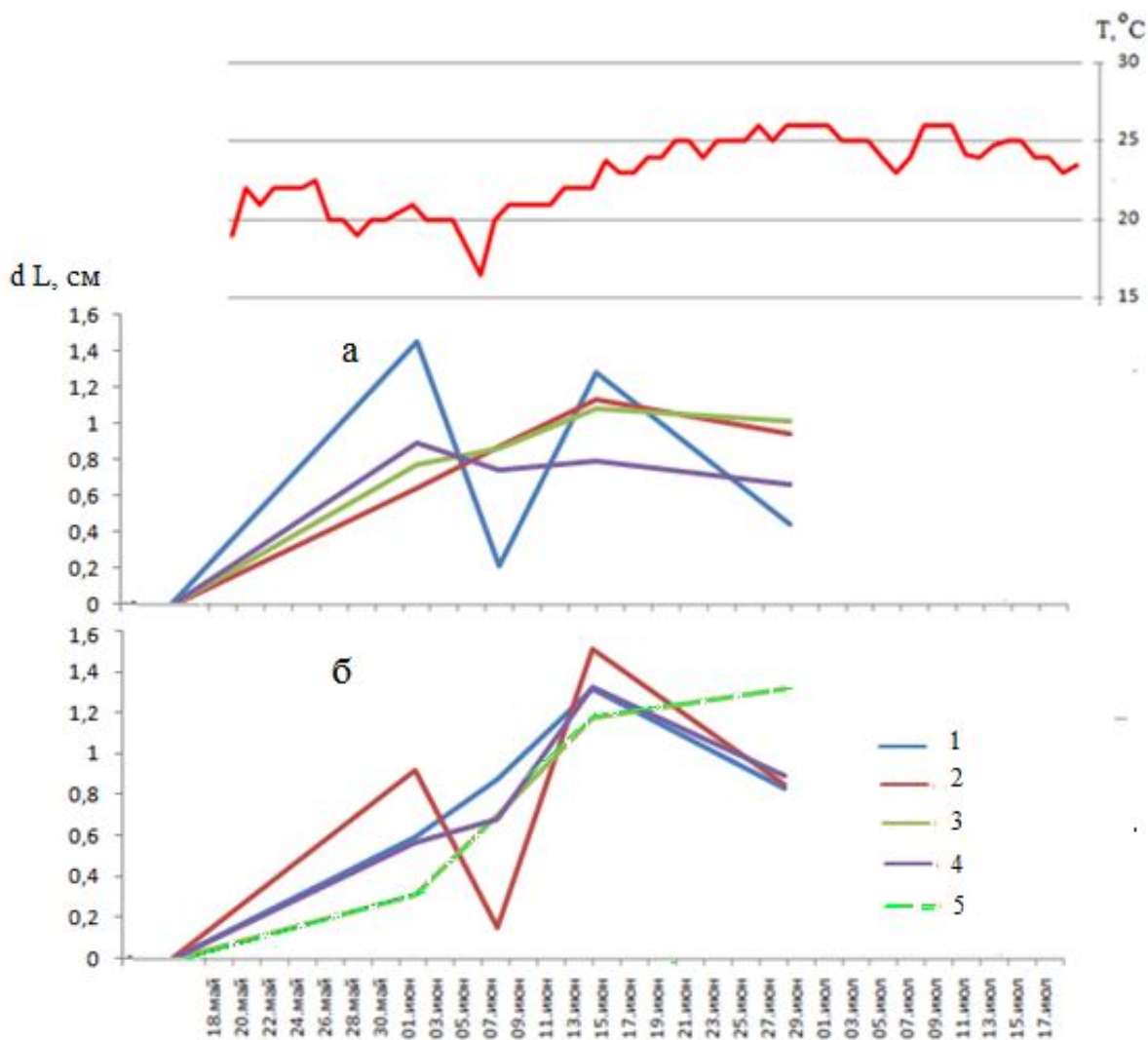


Рис. 2 Изменение прироста длины личинок черноморской камбалы калкана разных размерных групп 5,5—7 мм (а) и 4—5 мм (б) при добавлении в выростные бассейны микроводорослей: 1 — изохризис; 2 — наннохлоропсис; 3 — монохризис; 4 — контроль, 5 — наннохлоропсис (личинки длиной не более 4,2 мм)

По всей видимости, этап перемещения глаза по правой стороне в процессе метаморфоза камбал, когда происходят наиболее сложные морфофизиологические перестройки в организме, является наиболее энергозатратным. Поскольку в стрессовых условиях у личинок заметно снижалась пищевая активность (наши наблюдения), то все это в совокупности и могло привести к существенному снижению интенсивности роста у некоторой части личинок в период со 2 по 8 июня (табл. 1). Вероятно, этап перемещения глаза к центру головы является одним из критических в периоде метаморфоза камбал, смертность личинок в контрольных емкостях достигала 20—30 %. В то же время в бассейнах с микроводорослями отход личинок не наблюдался.

В последующий период выращивания, в возрасте 40 и 55 суток, у личинок, ежедневно получавших водоросли, приросты и средняя длина были выше, чем в контрольных емкостях. В конце эксперимента молодь из первой группы, получавшая *M. lutheri* и хлореллу, характеризовалась лучшим

Морфофизиологические показатели 33-суточных личинок черноморского калкана

Вариант выращивания, вид водоросли	Плотность посадки, экз./м ³	Степень перемещения правого глаза, %				Прирост длины, см	Кол-во альбиносов, %
		симметричен	не доходит до центра головы	в центре головы	на левой стороне тела		
I. <i>Isochrysis galbana</i>	229		19 (50)*	31(50)	50	0,23	—
I. <i>Chlorella sp.f. marina</i>	86		- (20)	20 (80)	80	0,89	—
I. <i>Monochrysis lutheri</i>	86		- (20)	- (80)	100	0,88	20
I. Контроль	71		- (60)	60 (40)	40	0,78	40
II. <i>Isochrysis galbana</i>	86		- (100)	100	—	0,88	—
II. <i>Chlorella sp.f. marina</i>	86		60 (100)	40	—	0,16	20
II. <i>Chlorella sp.f. marina</i> **	86	(20)	80 (80)	20	—	0,70	33
II. Контроль	57		- (100)	100	—	0,69	50

* Степень перемещения глаза в возрасте 26 суток; ** Самые мелкие личинки

темпом роста по сравнению с контролем и вариантом с *I. galbana*, различия достоверны ($p > 0,95$ и $p > 0,99$). Одной из причин снижения показателей линейного роста в конце эксперимента у молоди камбалы, получавшей *I. galbana*, несомненно, является более высокая плотность посадки рыбы. При этом длина личинок в среднем была ниже, чем в варианте выращивания на изохризисе личинок второй группы, соответственно: $3,93 \pm 0,095$ см ($Cv=5,95$) и $4,15 \pm 0,05$ см ($Cv=2,95$). Различия достоверны ($p > 0,95$).

После завершения перемещения глаза в центр головы у личинок второй группы наилучший рост наблюдался у рыб, получавших ежедневно суспензию изохризиса. Однако достоверных различий между средними показателями длины личинок из этого варианта выращивания и контроля не выявлено. Возможно, это связано с тем, что после снижения плотности в контрольных бассейнах из-за отхода на этапе прометаморфоза показатели роста оставшихся в живых личинок значительно увеличились (см. рис. 1 и 2). Интересно, что в контрольных емкостях наблюдалось появление альбиносов. Их количество достигало 50 %, тогда как молодь камбалы, получавшая изохризис, была нормально пигментирована как в первой, так и во второй группах личинок.

Обращает на себя внимание то, что в течение всего периода выращивания сохранялась тенденция преобладания роста личинок из первой группы (рис. 3). Зависимость длины личинок от возраста достаточно хорошо описывается уравнением степенной функции вида:

$$L_1 = 0,032 t^{1,227} \quad (R^2 = 0,987) \text{ — для первой группы и}$$

$$L_2 = 0,013 t^{1,415} \quad (R^2 = 0,96) \text{ — для второй группы,}$$

где L — длина, t — возраст личинок.

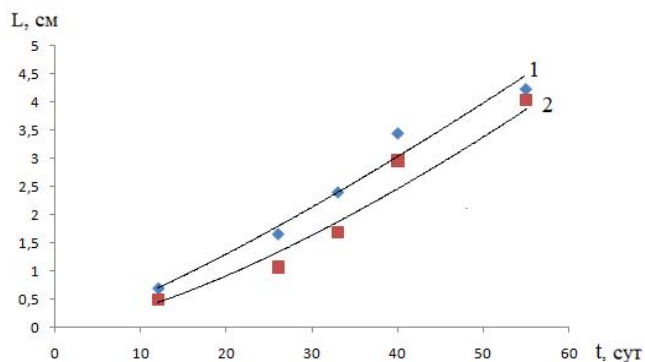


Рис. 3 Рост личинок калкана разных размерных групп

Приведенные результаты свидетельствуют, что наилучшие показатели роста личинок калкана получены при использовании изохризиса и монохризиса.

Различия интенсивности роста у личинок из разных вариантов выращивания, вероятно, связаны с особенностью жирнокислотного состава использованных в эксперименте водорослей (табл. 2).

Исследованиями ряда авторов показано [14, 15, 19], что для морских рыб наличие в кормах эйкозапентаеной (20:5 ω 3) и докозагексаеновой (22:6 ω 3) кислот является не-

Жирнокислотный состав суммарных липидов некоторых видов морских микроводорослей,
% к сумме жирных кислот [7, 18, 21]

Жирные кислоты	<i>Chlorella minutissima</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorella sp.</i>	<i>Monochrysis lutheri</i>	<i>Isochrysis galbana</i>
14:0	4,8—6,9	0,3—1,1	0,6—13
16:0	19,7—20,6	26,0—34,1	0—15,6
16:1	29,5—30,7	11,5—21,2	5,1—9,8
16:2		0,1—1,0	2,9—12,2
18:0	Следы—0,7	0,7—2,5	0,5
18:1 ω 9	2,5—8,6	3,3—7,4	14,4—14,6
18:2 ω 6	2,4—4,1	6,9—10,6	—
18:3 ω 6	—	2,1	12,3
18:3 ω 3	Следы—0,2	8,4—10,5	3,8
18:4 ω 3	—	—	10,1—17,2
20:1 ω 9	0—0,1	—	—
20:3 ω 3	2,4—3,6	—	0,5—1,9
20:4 ω 6	Следы—0,2	0,5	0,4—6,5
20:4 ω 3	—	—	0,4—1,0
20:5 ω 3	26,2—27,8	6,4—28,3	3,1—4,3
22:4 ω 6			2,5
22:5 ω 3	0—1,7	0,3	0,3—2,5
22:6 ω 3	0—0,3	1,4—10,5	3,7—16,2

обходимым условием для нормальной жизнедеятельности. Известно, что микроводоросли являются источником этих жирных кислот [12, 16].

Известно, что в желудках личинок камбал, пойманных в море, обнаруживают большое количество динофлагеллят [18]. Содержание докозагексаеновой кислоты 22:6 ω 3 в этих водорослях составляет 15,2—33,5 %. Водоросли попадают в желудок рыб либо непосредственно, либо по пищевой цепи, вместе с коловратками и копеподами, питающимися ими.

Литературные данные [7, 18, 21] свидетельствуют о значительном различии по жирнокислотному составу ряда видов водорослей, культивируемых в аквакультуре (табл. 2). С изменением условий среды при культивировании, прежде всего, температуры, доля эссенциальных кислот водорослей может существенно меняться, и это отражается на их питательной ценности. Так, у *Isochrysis galbana* и *Monochrysis lutheri* содержание докозагексаеновой кислоты 22:6 ω 3 колеблется в пределах от 1,4 до 16,2 %, эйкозапентаеновой кислоты 20:5 ω 3 — от 3,1 до 28 %, а у морской хлореллы ее содержание достигает 26,2—27,8 % при небольшом содержании 22:6 ω 3 (табл. 2). По-видимому, изменение некоторых параметров среды может влиять и на интенсивность ряда физиолого-биохимических процессов (в частности, реакций десатурации и удлинения молекулы жирных кислот, вызывая дефицит кислоты 22:6 ω 3) в организме ранних личинок камбал, что и отражается на темпе их роста и выживаемости.

В последние десятилетия метод выращивания рыб в присутствии одноклеточных водорослей получил широкое распространение в аквакультуре. С помощью этого метода в странах Европы получают жизнестойких личинок и молодь таких морских видов, как тюрбо *Psetta maxima*, морского языка *Solea solea*, морского леща *Sea bream*, морского окуня *Sea bass* [9, 17, 18]. Известно, что для личинок морских видов рыб большое значение имеет полноценность, прежде всего, липидного питания. Липиды играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности организма. Важной структурной и функциональной составляющей любого класса липидов являются жирные кислоты. Морские рыбы не способны синтезировать ряд жирных кислот, в частности линоленовую (18:3 ω 3), эйкозапентаеновую (20:5 ω 3) и докозагексаеновую (22:6 ω 3) [21]. Эти жирные кислоты являются структурными и физиологическими компонентами клеточных мембран, играют важную роль в проницаемости, активности ферментов, гормонов [10], они незаменимы для личинок морских видов рыб и поэтому должны в достаточном количестве поступать с пищей.

Таким образом, в ходе выращивания двух размерных групп калкана в условиях малых плотностей посадки выявлено, что присутствие в выростных емкостях морских микроводорослей оказывает положительное влияние на выживаемость и темп роста личинок камбалы в период метаморфоза. В бассейнах с водорослями выживаемость личинок в возрасте 55 суток (в конце опыта) была на 20—30 % выше, чем в контрольных. В вариантах выращивания на изохризе и монохризе отмечен более интенсивный рост. Поскольку липиды морской хлореллы содержат небольшое количество докозагексаеновой кислоты, следует при выращивании ранних личинок камбал использовать ее совместно с *I. galbana* и *M. lutheri*. Смесь разных видов водорослей позволит сбалансировать липидную составляющую корма.

Результаты эксперимента свидетельствуют о целесообразности использования культивируемых морских микроводорослей при выращивании молоди черноморской камбалы калкана.

ВЫВОДЫ

1. Высокая плотность посадки приводит к увеличению гетерогенности личинок камбалы как по размерам, так и степени перемещения глаза, что существенно снижает темп роста и задерживает развитие.
2. Резкое изменение условий среды снижает пищевую активность молоди и может привести к снижению темпа роста и жизнеспособности.
3. В период метаморфоза личинки лучше растут при добавлении в выростные емкости морских микроводорослей с высоким содержанием докозагексаеновой кислоты. Для этих целей целесообразно использовать культивируемые *Isochrysis galbana* и *Monochrysis lutheri* или их смесь с другими водорослями.
4. При высокой гетерогенности личинок по размерам необходима своевременная сортировка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винберг Г. Г. Новые данные об интенсивности обмена у рыб / Г. Г. Винберг // Вопросы ихтиологии. — 1961. — 1. — Вып. 1. — С. 157—165.
2. Ивлиев В. С. Опыт оценки эволюционного значения уровней энергетического обмена / В. С. Ивлиев // Общая биология. — 1970. — 2, т. 20. — С. 1959—1964.
3. Плохинский Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. — Новосибирск, 1961. — 364 с.
4. Спекторова Л. В. Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток / Л. В. Спекторова, С. Л. Паньков, Е. С. Проскурина, С. В. Шершов, А. М. Семик, О. И. Горонкова, Л. И. Лебедева, А. Б. Ланге, Н. И. Карташова, О. Н. Орленко, О. В. Корженко. — М.: ВНИРО, 1986. — 64 с.
5. Туркулова В. Н. Динамика роста и выживаемости молоди черноморского калкана (*Psetta maotica maotica* Pallas) при годовом цикле выращивания в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской базы ЮгНИРО «Заветное» / В. Н. Туркулова, Л. И. Булли, Н. В. Новоселова, О. В. Евченко, А. А. Опекунова, А. С. Бобова, Е. А. Сапронова // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VIII международной конференции. Керчь, 26—27 июня 2013 г. — Керчь: ЮгНИРО, 2013. — С. 120—128.
6. Туркулова В. Н. Итоги и перспективы исследований ЮгНИРО в области культивирования черноморского калкана / В. Н. Туркулова, Л. И. Булли, Н. В. Новоселова, О. В. Евченко, А. А. Опекунова, А. С. Бобова, Е. А. Сапронова // Материалы науково-практичного семінару. Київ, 23 травня 2013 р. — К., 2013. — С. 18—25.
7. Фролов А. В. Влияние состава жирных кислот корма на выживаемость, скорость роста и состав липидов *Artemia salina* / А. В. Фролов // Корма и методы кормления объектов мариккультуры. — М.: ВНИРО, 1988. — С. 20—37.
8. Шелбурн Дж. Е. Искусственное разведение морских рыб / Дж. Е. Шелбурн. — М., 1971. — С. 85.
9. Alderson, R. The effect of algae on the water conditions in fish rearing tanks in relation to the growth of juvenile sole (*Solea solea*) / R. Alderson, B. R. Howell. — Aquaculture. — 1973. — 2. — Pp. 281—288.
10. Cowey, C. B. Fish nutrition // Marine Biology / C. B. Cowey, J. R. Sargent. — 1972. — 10. — Pp. 383—492.

11. *Furuuta, H.* Effects of n-3 HUFA levels in broodstock diet on the reproductive performance and egg and larval quality of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* / H. Furuuta, H. Tanaka, T. Yamamoto, M. Shiraishi, T. Takeuchi. — Aquaculture. — 2000. — 3. — Pp. 387—398.
12. *Furuuta, H.* Effects of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on growth, survival and brain development of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) / H. Furuuta, T. Takeuchi, K. Uematsu. — Aquaculture. — 2002. — 16 (1). — Pp. 269—279.
13. *Howell, B. R.* The effect of unicellular algae on the growth of early larvae of the turbot (*Scophthalmus maximus* L.) / B. R. Howell. — ICES. — 1973. — 21. — Pp. 7—21.
14. *Jones, A.* Some aspects of the biology of the turbot (*Scophthalmus maximus* L.) with special reference to feeding and growth in the juvenile stage / A. Jones. — Marine Biology. — 1970. — 3. — Pp. 145—151.
15. *Naas, K. E.* Enhanced feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in green water / K. E. Naas, T. Harboe. — Aquaculture. — 1992. — 105. — Pp. 143—156.
16. *Sargent, J.* Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish / J. Sargent, G. Bell, L. McEvoy, D. Tocher, A. Estevez. — Aquaculture. — 1999. — 4. — Pp. 191—199.
17. *Scott, A. P.* The effect of unicellular algae on survival and growth of turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) / A. P. Scott, S. M. Baynes // Proceedings of a World Symposium. Hamburg, June 20—23, 1978. — Berlin, 1978. — Pp. 423—433.
18. *Scott, A. P.* Unicellular algae as a food for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae the importance of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids / A. P. Scott, C. Middleton. — Aquaculture. — 1979. — 18. — Pp. 227—240.
19. *Shaw, G. W.* Effect of turbidity prey density and culture history on prey consumption by greenback flounder tapirina larvae / G. W. Shaw, P. M. Pankhurst, S. C. Battaglene. — Aquaculture — 2006. — 253. — Pp. 447—460.
20. *Spectorova, L. V.* Experiments on the artificial rearing of the Black Sea turbot (*Scophthalmus maeoticus*) / L. V. Spectorova, S. L. Doroshev. — Aquaculture. — 1976. — 9. — Pp. 275—286.
21. *Watanabe, T.* Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review / T. Watanabe, C. Kitajima, S. Fujita. — Aquaculture. — 1983. — 34 (1—2). — Pp. 115—143.

Поступила в редакцію 01.03.2014 г.

Вплив морських мікроводоростей на ріст і розвиток личинок чорноморського калкана.

А. О. Опекунова, Л. І. Буллі. Проаналізовані особливості лінійного росту двох розмірних груп (перша — довжиною 5,5—7,0 мм і друга — 4,0—5,0 мм) личинок чорноморського калкана за умов додавання у вирощувальні резервуари морських мікроводоростей *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* і *Nannochloropsis oculata*. В якості матеріалу були використані личинки чорноморської камбали калкана, отримані в 2013 році на НВБ ПівденНІРО «Завітне» в період робіт зі штучного відтворення виду. Показано, що водорості чинять сприятливий вплив на розвиток і темп росту личинок камбали в період метаморфоза. Їхня виживаність є на 20—30 % вищою, ніж у контролі. Найліпші показники росту отримані за умов додавання морських водоростей із високим вмістом докозагексаєнової кислоти — *Isochrysis galbana* і *Monochrysis lutheri*. Результати експерименту свідчать про доцільність використання культивованих мікроводоростей під час вирощування личинок чорноморської камбали калкана.

Ключові слова: мікроводорості, личинки, метаморфоз, природи, виживаність, докозагексаєнова кислота

Influence of marine microalgae on growth and development of the Black Sea turbot larvae.

A. A. Opekunova, L. I. Bulli. Peculiarities of the linear growth for two size groups (5.5—7.0 mm and 4.0—5.0, respectively) of the Black Sea turbot larvae under conditions of addition of marine microalgae *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* and *Nannochloropsis oculata* to rearing reservoirs are analyzed. The material was obtained while performing activities on artificial reproduction of the Black Sea turbot in 2013. It is shown that the algae favourably affect the development and growth rate of the turbot larvae during metamorphosis. Their survival rate gets 20—30 % higher than in the reference group. The best growth rates are obtained under the condition of the added marine microalgae with high content of docosahexaenoic acid: *Isochrysis galbana* and *Monochrysis lutheri*. Due to the research results it is suggested to use cultured microalgae during the Black Sea turbot larvae rearing.

Keywords: microalgae, larvae, metamorphosis, growth rates, survival rate, docosahexaenoic acid