

ЭКОЛОГИЯ

УДК 639.371.52.032

А.Б. Хабжоков, С.С. Казанчев,
М.Б. Улимбашев, А.В. Лабазанов

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛИЧИНОК БИКУЛЬТУРНОГО МАТЕРИАЛА

Авторами установлено, что наилучшие темпы роста личинок наблюдаются при температуре, близкой к избираемым в термоградиенте, – от 28 до 30°C. Но при этом степень влияния температурного фактора очень сильно зависит от вида и питательной ценности получаемого личинками трофи.

Ключевые слова: посадочный материал, бикультура, личинки, лоток, термоградиент, трофи, рост, температурный коэффициент.

A.B. Habzhokov, S.Ch. Kazanchev,
M.B. Ulimbashev, A.V. Labazanov

ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCING ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE CULTURAL MATERIAL LARVAE

The authors established that the best larva growth rates are observed at the temperature close to the chosen in the thermal gradient from 28 to 30°C. But at the same time, the degree of the temperature factor influence highly depends on the type and the nutritional value of trophyreceived by larvae.

Key words: planting material, bio-culture, larvae, tray, thermal gradient, trophy, growth, temperature coefficient.

Введение. Совершенствование технологии производства рыбопосадочного материала имеет первостепенное значение для дальнейшего развития бикультурного рыбоводства в России. В рыбоводной науке едва ли есть разделы менее разработанные, чем методы выращивания посадочного материала. Для расширения развития бикультурного рыбоводства необходимо внедрение в рыбоводную практику особого технологического этапа производства – сохранение и подращивание личинок до жизнестойких стадий перед последующим выращиванием в обычных для рыбоводства условиях среды.

Биологической основой оптимизации рыбоводного процесса является возможность управления жизненными функциями рыбы путем регулирования факторов внешней среды [4]. Управляя этими факторами, можно изменить сроки выращивания рыбы на различных этапах онтогенеза и увеличить рыбопродуктивность. С учетом этого фактора оптимизация интенсивного рыбоводства предполагает не только создание технологии современных комплексов с регулируемыми параметрами среды, но и активное управление биологическими процессами. Важную роль в успешном решении этой задачи могут сыграть мероприятия селекционно-генетического характера, направленные на получение новых объектов (бикультуры) выращивания с характеристиками, обеспечивающими в данных условиях их максимальную выживаемость и продуктивность [1, 5].

Таким образом, перед «Каббалкрыбхозом» стоит задача – создание высокопродуктивного бикультурного посадочного материала, обладающего эффектом адаптивного гетерозиса [4].

С учетом вышеизложенного и была определена основная **цель** проведенного исследования: разработка биологических основ технологии подращивания жизнеспособного бикультурного поса-

дочного материала; вскрытие роли отдельных факторов, влияющих на темпы роста и жизнеспособность личинок нектонного сообщества карповых рыб.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований служили личинки растительноядных рыб – белый амур (*Stenoprayngodon idella* (Val)), белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrex* (Val)), а также гибридное (бикультурное) потомство, полученное в результате промышленного скрещивания белого амура и белого толстолобика.

В опытах для выращивания личинок рыб использовали модельные емкости (отношение длины, ширины и глубины 4 : 2 : 1) с закругленными углами, рабочим объемом 40 л, объемом инкубационных аппаратов от 10 до 50 л.

Температура воды поддерживалась на уровне 23–28°C. Уровень водообмена в опытах составлял от 0,65 до 2 л/мин.

Раздача стартового комбикорма осуществлялась через каждые 9–15 минут автоматически. Среднюю массу личинок рыб определяли индивидуальным взвешиванием на торсионных весах (50–100 шт. личинок с точностью 0,5 мг). Длину личинок и кишечника измеряли под стереоскопическим микроскопом МБС-1 с помощью окуляр-микрометра, по завершении опыта проводился подсчет объемным методом. Этапы развития определяли по С.Г. Соину (1963).

Результаты исследования и их обсуждение. Для изучения предпочтительности личинками того или иного относительно постоянного температурного режима создавали температурные условия. Для этого использовали лоток длиной 500 см, шириной 20 см, глубиной 15 см. В опытах изучено влияние четырех температурных режимов (23, 26, 28 и 30°C) на темпы их роста и жизнеспособность, а также прослежено влияние названных выше температур генетической адаптации (выращивания) на избираемые в градиенте температурные условия.

Личинки растительноядных рыб (белого амура, белого толстолобика) и их бикультурный материал с нерассосавшимся желточным мешком (все они одновозрастные – 5 суток, I этап развития), помещенные в термоградиент в зону 23°C (температура выдерживания), в течение часа переместились в зону, имеющую температуру 29°C, обнаруживая при этом четкую локализацию, т.е. образующая плотное скопление. Следует отметить, что к более высокой температуре устремились в основном чистопородные личинки (90–95%), а бикультурный материал сосредоточился в основном к 26°C – 60 % и 28°C – 40 %. Биологическое значение этого «неустрашимого» фактора среды проявляется в стимулирующем воздействии на скорость роста и развитие организма [6, 7]. В дальнейшем, на II–IV этапах развития (возраст 8–15 суток), личинки в общем избирали более высокие температуры, при этом локализация становилась менее четкой (в пределах 1,5°). С возрастом, от 5 до 15 суток, верхняя граница избираемых температур сдвигается до 29°C, при этом отмечена тенденция к тому, что с повышением температуры генетической адаптации от 26 до 29°C повышается избираемая температура в пределах от 0,5 до 1°C (табл. 1).

Таблица 1

Термоизбирательность личинок растительноядных рыб, °С

Избирательная температура в возрасте 5 сут	Температура выращивания	Избирательная температура в возрасте (этап развития)		
		8 суток (II этап)	11 суток (III этап)	14 суток (IV этап)
29	23	24,0 (23-25)	30,5 (30-31)	29,5 (29-30)
	26	26,5 (26-27)	31,5 (31-32)	31,5 (31-32)
	28	29,0 (28-30)	32,3 (32-32,5)	32,5 (32-33)
	30	31,0 (30-32)	32,7 (32,5-33)	33,3 (33-33,5)

Как видно из данной таблицы, зависимость роста личинок рыб от температуры воды в пределах обычных температур (19–28°C) близка к линейной и хорошо описывается с помощью хорошо известного температурного коэффициента Вант-Гоффа при условном биологическом нуле, равном 10°C, что присуще всем пойкилотермным аквабионтам. Исходя из этой закономерности, обычно и приходят к определению оптимальной температуры для выращивания.

Результаты модельных опытов по термоизбирательности личинок растительноядных рыб в полной мере согласуются с результатами выращивания личинок.

В диапазоне изученных температур 23–30°C установлено стимулирующее влияние повышения температуры на рост личинок растительноядных рыб (табл. 2).

Таблица 2

Влияние температуры воды на эффективность заводского подращивания личинок

Температура выращивания, °C	Вид трофи	Средняя масса, мг	Средняя общая длина, мм	Выживаемость, %	Биомасса, г/м ³	Кормовой коэффициент, г/г
23	Комбитроф	11,6±0,91	12,3±0,81	95,2	996,7	1,57
		10,4±0,85	11,2±0,91	94,3	958,9	1,64
		11,3±0,71	11,8±0,78	94,8	987,8	1,45
	Зоопланктон	15,7±1,31	13,5±0,45	91,3	1356,1	–
		14,2±1,25	12,4±0,31	90,3	1278,4	–
		14,9±1,22	12,9±0,47	90,8	1317,3	–
26	Комбитроф	12,9±0,65	12,6±0,67	98,1	1128,8	1,44
		11,2±0,91	11,5±0,82	97,3	1087,8	1,47
		12,1±0,67	12,3±0,70	97,7	1118,3	1,42
	Зоопланктон	31,6±3,18	15,7±0,38	87,2	2854,5	–
		29,8±4,72	14,1±0,30	88,3	2628,0	–
		30,7±5,15	14,9±0,27	87,8	2761,3	–
28	Комбитроф	14,9±1,21	14,7±0,31	93,7	1278,4	1,18
		13,5±1,12	11,6±0,57	91,0	1226,7	1,28
		14,6±1,17	13,2±0,62	92,4	1262,6	1,11
	Зоопланктон	39,1±2,37	16,7±0,62	87,2	3591,3	–
		37,6±2,79	15,9±0,57	86,4	3248,9	–
		38,4±2,81	16,3±0,71	86,8	3410,1	–
30	Комбитроф	15,8±0,38	15,3±0,45	88,9	1249,6	1,21
		13,6±0,71	12,2±0,35	87,0	1167,5	1,35
		14,9±0,55	13,8±0,61	88,1	1228,6	1,15
	Зоопланктон	52,4±2,59	18,5±0,32	88,7	4361,7	–
		48,7±2,76	17,4±0,55	86,5	4209,0	–
		51,6±2,31	18,1±0,73	87,6	4295,4	–

Необходимо отметить, что полученные данные являются только первой попыткой в изучении влияния термического и трофического режимов на рост и развитие белого амура и белого толстолобика и их гибрида. Представленный материал невелик, и пока трудно делать какие-либо окончательные выводы. Однако нам кажется, что данная работа может представлять общий интерес в этой малоизученной области получения бикультурного материала для прудового рыбоводства.

Из таблицы 2 видно, что характер зависимости темпов роста от температуры при использовании комбитрофа иной, нежели при использовании живой трофи, зоопланктона.

В первом случае наблюдается устойчивое, но незначительное повышение средней массы личинок от 10,4 до 13,5 мг при росте температуры от 23 до 28°C. При этом различия по средней массе личинок в соседних вариантах недостоверны, достоверны между крайними 26 и 28°C. Однако дальнейшее повышение температуры до 30°C не вызывает ускорения темпов роста растительноядных рыб, так что конечная масса в этом варианте не отличается от предыдущего (28°C). При этом происходит снижение выживаемости личинок всех групп, что свидетельствует о тенденции к ухудшению результатов выращивания в целом.

Следует отметить, что различия по средней массе между соседними вариантами недостоверны, но они достоверны между температурой 23 и 29°C, а также 30°C при уровне $P < 0,05$.

При питании личинок зоопланктоном повышение температуры воды вызвало резкое ускорение темпов роста личинок нектонного сообщества, ослабевающее, однако, с каждым новым увеличением температуры на 2°C.

Так, средняя масса личинок у всех нектонных групп при 26°C была в 2 раза выше, чем при 23°C (31,6 против 15,7 мг у белого амура, 29,8 против 44,2 у пестрого толстолобика и 30,7 против 15,9 мг у бикультурного материала), при 29°C она составила: 39,1, 37,6 и 38,4 мг соответственно и отличалась от предыдущей на 26,3–27,5 %, а последующее повышение температуры на 2–3°C вызвало увеличение средней массы на 19,5–31,7 % по отношению к предыдущей. Различия по средней массе личинок между всеми вариантами опыта были высокодостоверны ($P < 0,01$), а показатели выживаемости при общих высоких значениях проявляли тенденцию к снижению при повышении температуры.

Таким образом, наилучшие темпы роста личинок растительноядных рыб наблюдаются при температуре, близкой к избираемым в термоградиенте, т.е. от 29 до 30°C. Но при этом степень влияния температурного фактора очень сильно зависит от вида и отсюда – питательной ценности получаемого личинками трофи. Повышение температуры при использовании зоопланктона позволяет в гораздо большей степени реализовать потенциальные возможности роста личинок нектонного сообщества.

Наши данные свидетельствуют, что в случае использования зоопланктона повышение температуры вызывает двойной эффект. Оно стимулирует ферментативную активность как личинок, так и зоопланктона, что обуславливает столь существенное ускорение роста.

В целом можно сделать заключение, что влияние температурного фактора определяется не только видом трофи (живой зоопланктон или сухой комбитроф), но и его питательной ценностью. При этом оптимальные с точки зрения роста и выживаемости температуры при высокой питательной ценности трофи совпадают с избираемыми в термоградиенте, а при низкой – могут отклоняться от них. Полученные данные свидетельствуют, что оптимальным для молоди нектонов является не постоянный терморегим, а осциллирующий с определенными амплитудой и периодом.

При одновременном воздействии нескольких факторов, что имеет место всегда, как в природе, так и в искусственных условиях, конечный результат определяется степенью соответствия этих факторов друг другу в их взаимосвязанном влиянии на личинки. В данном случае речь идет о соответствии корма (его питательной ценности, возможно, размера частиц, формы) физиологическим потребностям личинок, выращиваемых при той или иной температуре [2, 3].

По мере роста личинок энергетически оптимальный размер пищевых организмов увеличивается прямо пропорционально величине личинок.

Было учтено, что при попадании в ротовое отверстие пища ориентируется посредством движения глоточных зубов в направлении наименьшего поперечного сечения. При этом учитывалось, что соотношение ширины и длины у различных организмов, потребляемых личинками, было от 1:1 (ветвистоусые рачки) до 1:3,5 (веслоногие рачки).

В нашем опыте личинки использовали следующие наиболее часто встречаемые размеры зоопланктона (табл. 3).

Размеры зоопланктона, поедаемого личинками нектонного сообщества

Вид трофи	Размер трофи, мм		
	Минимум	Максимум	В среднем
<i>Brachionus</i> sp.	0,1	0,2	0,15
<i>Asplanchna</i> sp.	0,2	0,7	0,35
Веслоногие рачки:			
науплиус	0,1	0,3	0,2
копенодит	0,2	0,6	0,4
взрослые	0,4	1,1	0,8
<i>Moina macropora</i> straus:			
молодь	0,2	0,5	0,4
взрослые	0,4	1,1	0,8
<i>Daphnia magna</i> straus:			
молодь	0,2	0,8	0,5
взрослые	0,6	2,4	2,0
<i>Jnfusoria</i> sp.	0,04	0,07	0,006

Как показывают данные таблицы 3, все естественные трофи существенно различаются по многим показателям (размер, подвижность, биологическая ценность), по этим причинам достаточно сложно провести сравнение эффективности их использования. Поэтому мы работали с каждым отдельным видом трофи.

В наших исследованиях в течение обычного срока подращивания в каждом отдельном случае использовали монотроф, по возможности подбирали оптимальный размерный состав зоопланктона. Нами установлено, что мелкий зоопланктон (инфузории, коловратки) ($P < 0,01$) мало пригоден для подращивания, но использовался лишь в начале (этапы В-С₁). Существенно более эффективен рачковый планктон (ветвистоусые, артемия).

Нами выявлено, что для каждого этапа развития личинок существует энергетически выгодный размер трофи. Если поедание рассматривать по количеству потребленных организмов в зависимости от их размера, то, очевидно, имеется некий предел, который личинки не успевают превысить за определенную единицу времени. Это означает, что относительно мелкие пищевые организмы не всегда способны насытить организм личинок, так как энергия, затрачиваемая на поедание единичной жертвы, мало зависит от ее размеров. Таким образом, насыщение пищей нарастает по мере увеличения размеров жертв. Оптимальным с энергетической точки зрения оказался размер жертв, немногим меньше максимально возможного для каждого отдельного момента роста личинок.

При выращивании личинок заводским методом мы использовали в основном зоопланктон; так, значительное количество белков (70 %) является водорастворимыми, а в этой фракции содержится 40–60 % низкомолекулярных белковых компонентов. Этим обстоятельством объясняется важная роль зоопланктона в качестве первоначальной пищи для личинок растительноядных нектонов.

Выводы

1. Изучение темпов роста, жизнеспособности и поведения личинок растительноядных видов и бикультурного материала на разных этапах развития показало, что личинки каждой группы проявляют как сходные, так и специфические требования к факторам среды и характеру питания.

2. Установлено, что максимальные темпы роста и выживаемость достигаются при температурных режимах, укладывающихся в диапазон избираемых ими температур в термоградиентных условиях.

3. Показано, что режим кормления и своевременный перевод на размерную фракцию трофи существенно влияют на результаты выращивания.

4. Разработанная технология выращивания личинок бикультурного материала достаточно эффективна и может быть использована для широкого развития бикультурной аквакультуры.

Литература

1. Андрияшева М.А. Гетерозис при внутривидовых скрещиваниях карпа // Изв. ГосНИОРХ. – 1996. – Т. 77. – С. 75–81.
2. Веригин Б.В., Виноградов В.К. Основные направления дальнейших исследований по рыбохозяйственному использованию растительноядных рыб // Итоги и перспективы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб. – Киев: Наукова думка, 1977. – С. 167–296.
3. Виноградов В.К., Ерохин Л.В. Гибриды белого амура и толстолобика // Рыбоводство и рыболовство. – 1964. – № 5. – С. 20–31.
4. Казанчев С.Ч., Казанчева А.А., Кожаева Д.К. Биология белого амура // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 5 (37). – С. 259–262.
5. Кирпичников В.С. Генетические методы селекции гибридов рыб // Тр. совещ. по отдаленной гибридизации растительноядных рыб. – М.: Наука, 1967. – С. 124–128.
6. Катасонов В.Я., Черфас Н.Б. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. – М.: Агропромиздат, 1986. – 183 с.
7. Соин С.Г. Элементарные популяции рыб // Зоология животных. – 1963. – Т. 25. – Вып. 2. – С. 170–175.



УДК 579.26; 619:616

С.Э. Бадмаева, В.И. Циммерман

АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В статье рассмотрены вопросы антропогенного загрязнения атмосферного воздуха городов Красноярского края и прилегающих сельскохозяйственных территорий, а также источники первичных и вторичных загрязняющих веществ; объем выбросов основных источников антропогенного загрязнения; уровень химического загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов Красноярского края.

Ключевые слова: окружающая среда, экологический мониторинг, антропогенное загрязнение, атмосферный воздух, загрязняющие вещества.

S.E. Badmaeva, V.I. Tsimmerman

ANTHROPOGENIC POLLUTION OF THE ATMOSPHERIC AIR IN THE KRASNOYARSK TERRITORY CITIES

The issues of the anthropogenic pollution of the atmospheric air in the Krasnoyarsk Territory cities and the surrounding agricultural areas as well as the sources of primary and secondary pollutants; emissions of the main sources of the anthropogenic pollution; the level of the atmospheric air chemical contamination of the Krasnoyarsk Territory settlements are considered in the article.

Key words: environment, ecological monitoring, anthropogenic pollution, atmospheric air, pollutants.

Введение. В процессе взаимодействия общества и природы осуществляется обмен веществ между производственной и природной средой. Вывод из системы антропогенного обмена в природу отходов, отбросов и использованных изделий называется загрязнением окружающей среды [7].

К числу наиболее важных факторов экологического риска относят загрязнение атмосферы и загрязнение питьевой воды. Наиболее чувствительны к воздействию атмосферного загрязнения органы дыхательной системы [1, 2].