

ухудшению качества отлавливаемых раков. Вместе с тем спрос на этот ценный пищевой продукт возрастает не только на внутреннем, но и на международном рынке, что вызвало повышение интереса к выращиванию раков [6].

Стоит отметить, что речные раки являются сложными объектами для культивирования. Связанно это в первую очередь с трудоёмкостью процессов как содержания, так и воспроизводства [5].

Технологическую схему производства объектов аквакультуры условно делят на следующие этапы: формирование и содержание маточных стад раков; инкубация икры, получение и подращивание личинок ранних стадий; выращивание личинок до более поздних стадий; выращивание товарных раков. В раководстве при разведении аборигенных видов или натурализовавшихся экзотических раков первый этап – работу с маточными стадами часто опускают, используя для получения личинок икранных самок из природных популяций. Инкубацию икры раков (второй этап) осуществляют двумя способами: снимают икру с плеопод самок и помещают ее в аппараты типа Вейса или иной конструкции, в которых же содержат и вылупившихся личинок до 1-й линьки и начала второй возрастной стадии [1, 2].

Ранний онтогенез речных раков, как известно, включает 3 личиночные стадии, которые в зависимости от температуры длятся до 20 суток [8]. Личинки III стадии завершают метаморфоз, переходят к самостоятельному образу жизни и становятся полностью похожими на взрослых особей. И в природных условиях, и при ведении аквакультуры этот этап жизненного цикла является самым уязвимым к внешним воздействиям и характеризуется максимальной смертностью. При искусственном культивировании речных раков ключевым моментом является получение жизнестойких личинок II стадии, что и будет определять их дальнейшую выживаемость в процессе выращивания [3, 7, 9, 10].

Имея опыт инкубации икры узкопалого рака во взвешенном состоянии в аппаратах Вейса, были предложены пути по усовершенствованию данного процесса.

В естественных условиях инкубация икры речных раков происходит на плеоподах самки. Самка каждые 5–10 секунд производит взмахи плеоподами, при этом незначительно перемешивая икру [4]. Как показывают исследования, основной отход при инкубации узкопалого рака в аппаратах Вейса во взвешенном состоянии происходит в период роста личинок I стадии [7]. В это время они мало двигаются и держатся клешнями за плеоподы самки. В отсутствии субстрата для прикрепления при нахождении во взвешенном состоянии они вынуждены держаться, друг за друга, образуя скопления. По нашему мнению, это и вызывает большой отход на этой стадии развития. Добавление в инку-

бационные аппараты Вейса субстрата, к которому смогут прикрепиться личинки I стадии может снизить отход на этой стадии развития.

Целью работы является усовершенствование способа инкубации икры узкопалого рака (*Astacus leptodactylus*) в аппарате Вейса путем добавления сетчатых площадок и использования эффекта затемнения аппаратов.

Основная часть. Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры ихтиологии и рыбоводства Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». Объектом исследования послужила икра узкопалого рака (*Astacus leptodactylus*), снятая с плеоподов самки на последней стадии развития.

Икра раков в разном количестве помещалась для инкубации на сетчатые площадки, расположенные в один, в два и в три яруса в аппаратах Вейса. Сетчатые площадки изготавливались из сетчатой ткани и марли. Процесс размещения их в аппараты Вейса представлены на рис. 1.

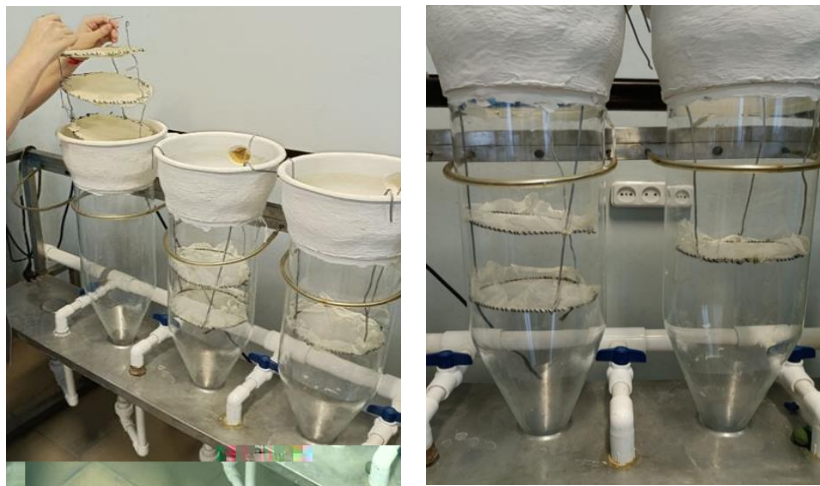


Рис. 1. Размещение сетчатых площадок в аппаратах Вейса

В первый аппарат устанавливали три сетчатые площадки, изготовленные из марли, (материал – натуральный хлопок). Во второй и третий и четвертый аппараты устанавливали сетчатые площадки из синтетического материала – полиэстера. Схема опыта представлена в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта по инкубации икры узкопалого рака в аппаратах Вейса на сетчатых площадках

Номер аппарата Вейса с количеством сетчатых площадок	Расположение площадок	Количество икры, расположенное на сетчатой площадке, шт.
№1, с тремя сетчатыми площадками	Верхняя сетчатая площадка	618
	Средняя сетчатая площадка	408
	Нижняя сетчатая площадка	206
№2, с двумя сетчатыми площадками	Верхняя сетчатая площадка	404
	Нижняя сетчатая площадка	607
№3, с одной сетчатой площадкой	Одна сетчатая площадка	708
№4, с одной сетчатой площадкой с затемнением	Одна сетчатая площадка	702

В первый аппарат Вейса на каждую сетчатую площадку помещалось разное количество икры в сторону уменьшения, начиная с верху вниз. На нижнюю площадку было помещено всего 206 икринок, на среднюю – 408 икринок и максимальное количество икры было помещено на верхнюю площадку. Такой выбор расположения икры был обоснован тем, что возможность удаления погибших икринок была только с верхней площадки, на нижних же площадках она должна была находится до окончания инкубации без удаления.

Во второй аппарат, наоборот, на верхнюю площадку помещалась меньшее количество икры – 404 шт. на нижнюю большее 607 шт. В данном аппарате для удаления погибших икринок с нижней площадки доставали верхнюю площадку из воды на короткий период.

В третий аппарат была помещена всего одна площадка, на которой было размещено максимальное количество икринок в количестве 708 шт. Больше икринок на площадку в один слой не помещалось.

В четвертый аппарат так же была помещена одна сетчатая площадка с размещенными на ней 702 шт. икринок, при этом аппарат обматывался непрозрачным материалом из ПВХ (рис. 2).



Рис 2. Затемнение аппарата Вейса

В связи с повышенной температурой в весенний период, проведение инкубации начиналось в середине мая на стадии «глазка», продолжительность инкубации составила – около 3 недель.

Снятие икры с самок производилось осторожно вилкой из нержавеющей стали, в направлении хвостового плавника. Поскольку на поверхности икры были обнаружены бранхиобделлы, снятую икру помещали в пластиковые контейнеры с водным 5%-ным раствором NaCl в экспозиции 5 мин. После солевой раствор сливали, а икру помещали в аппараты Вейса.

Повышение температуры циркулирующей воды производится постепенно – в сутки на 0,5 °С. В начале инкубации требовалась адаптация при температуре водосточника в течение нескольких суток. После адаптации, температуру воды повысили до 19 °С. В дальнейшем в процессе инкубации температура воды не поднималась выше 22 °С.

Содержание растворенного в воде кислорода не опускалось ниже 6 мг/л, водородный показатель рН был щелочным и колебался в пределах от 7,2 до 7,8 общая жесткость – 4–5 мг-экв./л; общее железо – 0,2–0,3 мг/л; окисляемость перманганатная – менее 10 мгО₂/л;

Субстрат в виде сетчатых площадок из разного материала помогал личинкам задерживаться на одном месте, при этом ток воды с расходом 2,6 л/мин. обеспечивал их нормальное дыхание.

Во время проведения эксперимента проводился ежедневный контроль за уровнем температуры воды в инкубационной установке, состоянием икры и личинок. Погибшая икра и личинки приобретали оранжевый цвет и в некоторых опытных группах удалялись из инкубационных аппаратов.

Инкубация в аппаратах Вейса проходила 2 стадии развития раков, от икринки на стадии глазка до личинок I стадии и пройдя этап первой линьки до личинок II стадии. После выклева из икры рачки I стадии (рис. 3) средним размером – 12 мм, весом – 24 мг мало двигались, и практически неподвижно находились на сетчатых площадках (рис. 4).



I – икринка с гиалиновой нитью; II – выклев личинки и личинка I стадии;
III – личинка II стадии

Рис 3. Стадии развития узкопалого рака при инкубации



Рис. 4. Инкубация личинок I стадии узкопалого рака в аппаратах Вейса на сетчатых площадках

Проанализировав результаты по инкубации икры узкопалого рака на сетчатых площадках, с разным материалом, местом расположения и количеством икры, а также с использованием затемнения аппаратов, были получены следующие результаты.

Таблица 2. Эффективность инкубации икры узкопалого рака в аппаратах Вейса на сетчатых площадках в том числе с затемнением

№ аппарата Вейса	Расположение сетчатой площадки	Количество икры, шт	Количество личинок I стадии, шт	% выхода личинок I стадии от икры	Количество личинок II стадии, шт.	% выхода личинок II стадии от икры
№1, с тремя сетчатыми площадками	Верхняя площадка	618	543	88	207	33,5
	Средняя площадка	408	371	91	103	25,3
	Нижняя площадка	206	193	94	61	29,8
№2, с двумя сетчатыми площадками	Верхняя площадка	404	363	90	80	19,8
	Нижняя площадка	607	540	89	214	35,3
№3, с одной сетчатой площадкой		708	616	87	223	31,5
№4, с одной сетчатой площадкой, с затемнением		702	618	88	263	37,4

Использование марли в качестве материала для площадок при инкубации икры с одинаковым количеством около 600 шт. и условиями инкубации (икра, как и личинки I стадии в процессе инкубации не доставались из аппарата, так же регулярно отбирались мертвые особи) были получены более низкие результаты, чем при инкубации на площадке из синтетического материала – полиэстера.

Так на верхней сетчатой площадке из марли в аппарате Вейса №1 выход личинок II стадии составил 33,5 % или 207 шт. от загруженной икры, что на 1,8 % меньше, чем в аппарате №2 на нижней сетчатой площадке из полиэстера, с шагом ячейки 2 мм, выход личинок II стадии на которой составил 214 шт. По нашему мнению, это происходило потому, что марлю приходилось укладывать в три слоя из-за нестабильности волокон, что снижало расстояние между нитями, и препятствовало равномерному прохождению токов воды.

В процессе инкубации может происходить гибель как икринок, так и уже вылупившихся личинок I стадии. Своевременное изъятие погибших особей является обязательной процедурой при инкубации, так как оставленные на сетчатых площадках они способны ухудшать гидрохимический режим воды. Так же на мертвых особях могут появляться гифы грибка сапролегнии. При размещении сразу нескольких площадок в аппарате Вейса, верхняя площадка препятствует изъятию мертвых икринок или личинок с нижних ярусов. Удаление таких особей можно осуществить только при изъятии верхних площадок из аппарата, что подразумевает их кратковременное нахождение вне воды на воздухе.

Так, экспериментально было проверено, как влияет отсутствие процедуры изъятия мертвой икры и личинок в процессе инкубации. В аппарате Вейса №1 со средней площадки 408 шт. и нижней площадки 206 шт. умершие икринки не доставались, при этом их появление было незначительным, всего 37 и 13 шт. соответственно. Зато после выклева личинок I стадии отход заметно увеличился и к моменту выклева личинок II стадии составил уже 268 шт. и 132 шт. соответственно. Анализируя общую картину инкубации в целом, на этих площадках, наблюдался один из самых низких процентов выхода личинок II стадии от икры – это 25,3 % на средней и 29,8 % на нижней. Еще более худшие результаты наблюдались только в инкубационном аппарате №2 на верхней площадке, которая ежедневно на кратковременный срок доставалась из инкубационного аппарата для отбора мертвых

икринок и личинок с нижнего яруса, на ней выход составил всего – 19,8 %

Размещение на одной сетчатой площадке в инкубационном аппарате №3 максимального количества в 708 шт. икринок, по конечному выходу личинок II стадии показало результаты ниже на 3,6 % чем при размещении 607 шт. икринок на нижней площадке в аппарате №2, при одинаковых условиях инкубации. Из чего можно сделать вывод что загрузка свыше 607 шт. икринок на одну сетчатую площадку является избыточной.

Опираясь на тот факт, что самки на последних стадиях инкубации практически не питаются и постоянно находятся в затемненных укрытиях было высказано предположение о возможности негативного влияния яркого освещения на процесс инкубации икры и развития личинок I стадии узкопалого рака.

Использование затемнения аппаратов при инкубации икры одинакового количества в районе 700 шт. и в одинаковых условиях, с одной площадкой из полиэстера и отбором мертвых особей, привело к увеличению выхода личинок II стадии до 37,4 %, что на 5,9 % выше, чем в аппарате Вейса без затемнения.

Заключение. По окончании эксперимента по установлению эффективности использования сетчатых площадок в процессе инкубации икры узкопалого рака (*Astacus leptodactylus*) в аппаратах Вейса было установлено, что применение в качестве материала сетчатых площадок – полиэстера, с шагом ячейки 2 мм, позволило повысить, выживаемость на 1,8 % по сравнению с использованием марли из натурального хлопка.

Оптимальной загрузкой икры в аппараты Вейса при использовании сетчатых площадок является 600 шт. икринок на одну площадку, при подаче 2,2 л/мин. Использование количества икры менее 400 шт. на аппарат, по нашему мнению, в аппаратах Вейса нецелесообразно. Также не допускается использование загрузки около 700 шт. икринок на одну площадку в виду явного снижения выклева на 3,6 % по сравнению с оптимальной загрузкой.

Обязательным действием при инкубации икры является изъятие мертвых икринок и личинок I стадии. Отсутствие данной процедуры способствует возникновению грибкового заболевания сапролегниоза, которое поражает мертвую икру и личинок I стадии, снижая процент их выхода от 3,7 до 8,2 %.

Изъятие икры из воды на короткий промежуток времени до 30 секунд не чаще чем 2 раза в сутки, для осуществления технологических операций не наносит серьезного вреда ее развитию, следовательно допускается при инкубации. При этом даже кратковременное изъятие личинок I стадии из воды при упомянутой продолжительности и периодичности способно снизить на 15,5 % их выживаемость.

Использование затемнения аппаратов при инкубации икры с загрузкой около 700 шт. и в одинаковых условиях, с одной площадкой из полиэстера, приводит к увеличению выхода личинок II стадии до 37,4 %, что на 5,9 % выше, чем в аппарате Вейса без затемнения.

1. Александрова, Е. Н. Методические указания по культивированию посадочного материала раков в заводских условиях и увеличению ракопродуктивности естественных водоемов путем вселения молоди раков / Е. Н. Александрова. – М.: Россельхозакадемия, 1994. – 68 с.

2. Бродский, С. Я. Индустриальный метод культивирования речных раков / С. Я. Бродский // Рыбное хозяйство. – 1982. – № 11. – С. 58–60.

3. Кулеш, В. Ф. Содержание яйценосных самок и получение личинок длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) на сбросной подогретой воде теплоэлектростанции / В. Ф. Кулеш // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – №4. – С. 39–46.

4. Мицкевич О. И. Раководство и раководство на водоемах европейской части России: справочник / Общая ред. О. И. Мицкевич [и др.]. – СПб.: ФГНУ Гос НИОРХ, 2006. – 207 с.

5. Панчишный, М. А. Технология культивирования длиннопалых раков (*Astacus leptodactylus*) в системах с замкнутым циклом водообмена / М. А. Панчишный // Животноводство и ветеринарная медицина: научно-практический журнал. – 2018 – №4. – С. 20–22.

6. Салтанов, Ю. М. Перспективы выращивания речных раков в озерах Миорского района / Ю. М. Салтанов, Т. В. Козлова // Ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве: материалы VII Республиканской научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, посвященной 165-летию академии, Горки, 19-21 апреля 2005 г.: в 2 ч. / редкол.: А. Р. Цыганов (отв.ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2005. – Ч. 1. – С. 103–106.

7. Салтанов, Ю. М. Подбор технологических параметров при инкубации икры узкопалого рака (*Astacus leptodactylus*) в аппарате Вейса объемом 20 л / Ю. М. Салтанов, Н. С. Касперович, Е. С. Пирожник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов. редкол.: В. В. Великанов (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 27. – С. 12–19.

8. Цукерзис Я. М. Речные раки / Я. М. Цукерзис. — Вильнюс: Мокслас, 1989. – 140 с.

9. Черкашина, Н. Я. Динамика популяций раков родов *Pontastacus* и *Caspiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения / Н. Я. Черкашина. — М: ФГУИП «Нацрыбресурс», 2002. – 257 с.

10. Черкашина, Н. Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций / Н. Я. Черкашина. – Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ», 2007. – 118 с.