

Министерство сельского хозяйства РФ
Новосибирский государственный аграрный университет
Институт водных экологических проблем СО РАН

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦИСТ РАЧКА
ARTEMIA LEACH, 1819 В ГИПЕРГАЛИННЫХ
ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

Монография



Новосибирск 2021

Министерство сельского хозяйства РФ
Новосибирский государственный аграрный университет
Институт водных экологических проблем СО РАН

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦИСТ РАЧКА
ARTEMIA LEACH, 1819 В ГИПЕРГАЛИННЫХ
ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

Монография

Новосибирск 2021

Авторы: д-р биол. наук, профессор *Л.В. Веснина*

канд. биол. наук *Р.А. Клепиков*

д-р биол. наук, профессор *Е.В. Пищенко*

д-р биол. наук, профессор *И.В. Морузи*

Рецензенты: д-р биол. наук, профессор *О.В. Козлов*

д-р ветер. наук, профессор *П.В. Смирнов*

Продуктивность цист рачка *Artemia Leach*, 1819 в гипергалинных озерах Алтайского края: монография/Л.В. Веснина, Р.А. Клепиков, Е.В. Пищенко, И.В. Морузи ; Новосибирский государственный аграрный университет; Институт водных экологических проблем СО РАН.– Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой Колос», 2021. – 147 с.

ISBN 978-5-94477-297-8

В книге показано, что последние годы, благодаря возрождению отечественной рыбоводной отрасли, с одной стороны, и расширению торгово-промышленных связей с зарубежными партнерами в области аквакультуры – с другой, заметно увеличился прессинг на ценный биоресурс гипергалинных водоемов Западной Сибири – цисты *Artemia Leach*, 1819.

Всевозрастающая потребность в цистах рачка *Artemia Leach*, 1819, как в незаменимом стартовом корме для большинства личинок рыб и ракообразных, обуславливает необходимость в новых подходах к проведению заготовки, активации, переработки и хранению ценного биоресурса.

Принципы ресурсосберегающего хозяйствования диктуют внедрение высокотехнологичных методов, имеющих своей целью не только увеличение коммерческой выгоды вследствие снижения себестоимости выпускаемой продукции, но и не менее важную, на наш взгляд, заботу о дальнейшем воспроизводстве водных биоресурсов, выражающуюся в возможности получения необходимого количества сырья высокого качества при минимизации отрицательного влияния на экосистему водоема.

В настоящей работе установлено некоторое влияние условий заготовки и параметров переработки цист артемии гипергалинных озер Алтайского края на продолжительность их диапаузы.

Монография предназначена для широкого круга биологов, занимающихся исследованием популяций животных, находящихся под прессом хозяйственного освоения, и для студентов разных уровней подготовки биологических и сельскохозяйственных профилей.

ISBN 978-5-94477-297-8

© Веснина Л.В., Клепиков Р.А., Пищенко Е.В. и др., 2021

© Новосибирский ГАУ, 2021

© Институт водных экологических проблем СО РАН, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1. Рельеф и климат территории юга Западной Сибири	7
1.2. Особенности гипергалинных озер юга Западной Сибири как среды обитания <i>Artemia</i> Leach, 1819	10
1.2.1. Морфометрия гипергалинных озер Алтайского края	11
1.2.2. Уровенный режим гипергалинных озер.....	13
1.2.3. Термический режим гипергалинных озер.....	14
1.2.4. Гидрохимический режим гипергалинных озер ..	15
1.2.5. Фауна гипергалинных озер.....	17
1.3. Сырьевая база <i>Artemia</i> Leach, 1819 и ее использование.....	17
1.3.1. Сырьевая база <i>Artemia</i> Leach, 1819 водоемов Алтайского края.....	22
1.3.2. Особенности воспроизводства <i>Artemia</i> Leach, 1819.....	25
1.3.3. Условия формирования сырьевой базы цист рачка <i>Artemia</i> Leach, 1819.....	36
1.4. Использование цист артемии в аквакультуре	37
1.4.1. Технология переработки цист артемии	39
1.4.2. Активация цист.....	43
1.4.3. Инкубация цист артемии	46
1.4.4. Оценка качества цист артемии	51
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	53
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	58
3.1. Биота гипергалинных озер Алтайского края.....	58
3.1.1. Озеро Кулундинское.....	60
3.1.2. Озеро Большое Яровое	65
3.2. Характеристика <i>Artemia</i> Leach, 1819 гипергалинных озер Алтайского края	67

3.2.1. Численность артемии в озере Кулундинское...	67
3.2.2. Численность артемии в озере Большое Яровое	69
3.3 Характеристика цист <i>Artemia</i> Leach, 1819	72
3.4 Технология переработки цист артемии	76
3.4.1. Сбор цист артемии	77
3.4.2. Первичная очистка цист артемии	83
3.4.3. Активация сырых цист артемии	87
3.4.4. Сушка сырья цист артемии.....	93
3.5 Методы активации сухих цист артемии	98
3.6 Инкубация цист артемии	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	115
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	138

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы благодаря возрождению отечественной рыбоводной отрасли, с одной стороны, и расширению торгово-промышленных связей с зарубежными партнерами в области аквакультуры – с другой, заметно увеличился прессинг на ценный биоресурс гипергалинных водоемов Западной Сибири – цисты рачка *Artemia* Leach, 1819.

Возрастающая потребность в цистах рачка *Artemia* Leach, 1819 как в незаменимом стартовом корме для большинства личинок рыб и ракообразных, обуславливает необходимость новых подходов к заготовке, активации, переработке и хранению ценного биоресурса.

Рациональное использование биоресурсов водных беспозвоночных базируется на следующих предпосылках: обязательное сохранение естественного воспроизводства гидробионтов, определение оптимальных для каждого ресурсного организма сроков заготовки, снижающих отрицательное влияние промысла на воспроизводство, прогнозное обеспечение промысла и определение объемов возможной заготовки каждого вида ресурса в водоеме (Новоселов и др., 1997).

Принципы ресурсосберегающего хозяйствования диктуют внедрение высокотехнологичных методов, имеющих своей целью не только увеличение коммерческой выгоды вследствие снижения себестоимости выпускаемой продукции, но и не менее важную, на наш взгляд, заботу о дальнейшем воспроизводстве водных биоресурсов, выражающуюся в возможности получения необходимого количества сырья высокого качества при минимизации отрицательного влияния на экосистему водоема.

Реализация такого подхода невозможна без детального изучения влияния различных факторов на процесс диапаузы

зы, без использования оригинальных способов активации цист и внедрения новейших изобретений.

Обобщая многолетний (с 1995 г.) опыт работы в области заготовки и переработки цист рачка *Artemia Leach*, 1819 в различных гипергалинных водоемах как Западной Сибири, так и Республики Казахстан, сотрудничая со специалистами крупных производителей стартовых кормов Бельгии, Америки, Китая, а также непосредственно с потребителями в России, Украине, Таиланде, Вьетнаме, Аргентине, Кипре, Хорватии, Турции, Германии и Италии, в данной работе на основе многолетних наблюдений изложены современные методы переработки и определения качества цист и способы, направленные на их улучшение.

Многие предприятия, занимающиеся заготовкой и переработкой цист артемии, не имея достаточного опыта в получении высококачественных стартовых кормов, пытаются «взять количеством», нанося тем самым ущерб как сообществу рачка необоснованно большими объемами заготовки, так и репутации российской аквакультуры выпуском продукции, не удовлетворяющей своим качеством ни отечественных рыбоводов, ни их зарубежных коллег.

Нами предпринята попытка обобщения накопленного опыта и новейших разработок в технологии заготовки и переработки цист рачка артемии гипергалинных озер Алтайского края. Были учтены сроки заготовки и параметры переработки цист *Artemia Leach*, 1819 и их влияние на длительность прохождения диапаузы. Установлено влияние различных методов активации на эффективность инкубации цист, а также определены оптимальные параметры инкубации цист в разных гипергалинных озерах Алтайского края.

На основе проведенных многолетних исследований показано влияние сроков заготовки цист артемии гипергалинных озер Алтайского края на их выклев. Определены и

описаны оптимальные параметры переработки цист, значительно сокращающие продолжительность их диапаузы. Выявлено влияние различных методов активации на эффективность инкубации цист. Доказано, что на эффективность выклева цист артемии оказывают некоторые химические соединения – активаторы (аскорбат натрия, эриторбат натрия).

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Рельеф и климат территории юга Западной Сибири

Гипергалинные озера Западной Сибири располагаются в обширных внутриматериковых понижениях, каждое из которых становится солесборным бассейном.

По ландшафтной структуре и физико-географическому районированию Алтайского края гипергалинные артемиевые озера располагаются в двух провинциях: Барабинской лесо-лугово-степной (Нижнебурлинский район) и Кулундинской степной (Суетский, Кучукский, Кулундинско-Ярвой, Каипский, Баскаимский и Шалдайско-Песчаноборской районы). Ландшафтная структура провинций характеризуется четко выраженной зональной асимметрией, в которой устройство микроландшафтов и их расчленение осуществляются преимущественно с востока на запад и в значительно меньшей степени – с севера на юг (Николаев, 1975).

Обь-Иртышское междуречье занимает обширную территорию юга Западно-Сибирской равнины и включает в себя крупные геоморфологические области: Кулундинскую равнину, Васюганскую равнину, Барабинскую низменность, Приобское плато и Иртышскую впадину. Колебания водности на севере и северо-западе междуречья, в зоне избыточного увлажнения, определяются количеством годовых осадков, в зоне недостаточного увлажнения, южнее, – ко-

личеством зимних осадков. Водный и тепловой режимы исследуемого района строго подчиняются факторам влияния географической зональности (Максимов, 1982; Андерсон, 1985; Константинов, 1986; Клегг, 2002; Биогеография..., 2002).

Л.В. Веснина (2008) предлагает следующую схему функционального деления Западно-Сибирского бассейна соленых озер (табл. 1).

Таблица 1

Функциональное деление Западно-Сибирского бассейна гипергалинных озер

Подтипы		
Ишимский	Обь-Иртышский	Северо-Казахстанский
Подтипы второго порядка		
---	Прииртышский Кулундинский	---

Кулундинский бассейн гипергалинных озер занимает понижения рельефа Кулундинской равнины; с северо-запада к нему примыкают озера Барабинской низменности и Карасукской равнины, расположенные южнее линии Барабинск – Омск; с востока – некоторые озера Приобского плато (Соленое, Мормышанские). К Кулундинскому бассейну следует отнести и ряд гипергалинных озер Омской области, расположенных в северо-восточной части Прииртышской равнины в пределах Курумбельской степи (Чебаклы, Ульжай, Лебяжье, Горькое) (Веснина, 2002а).

А.Г. Поползин (1967) делит территорию междуречья на три зоны по климатическим условиям:

1. Северная лесостепь – зона оптимального увлажнения и достаточной теплообеспеченности. Количество осадков уменьшается к югу от 400 до 300 мм, суммарное испарение увеличивается от 500 до 600 мм в год. Избыточная увлаж-

ненность и отсутствие соленакопления в озерах при высокой инфильтрационной способности грунтов не создают условий для образования соленых озер.

2. Южная лесостепь – зона недостаточного увлажнения и избыточной теплообеспеченности. Тепловые ресурсы увеличиваются от 36 до 41 ккал/см², количество осадков уменьшается к югу от 330 до 265 мм. Для рассматриваемой зоны характерно явное преобладание испарения над осадками. Суммарное испарение достигает 60–680 мм/год. В связи с ухудшением инфильтрационной способности грунтов и увеличением их засоленности для данной зоны характерно присутствие минерализованных водоемов.

3. Степная – зона весьма недостаточного увлажнения и избыточной теплообеспеченности. Тепловой ресурс достигает на юге 54 ккал/см², а осадки не превышают 200–250 мм/год; испарение увеличивается до 840 мм/год. Одновременно с накоплением солей и высокой теплообеспеченностью в зоне создаются оптимальные условия для развития комплекса гипергалинных форм, особенно для рачка *Artemia* Leach, 1819. (Новоселов, Соловов, 1981; Поликарпов, Федорик, 1983; Новоселов и др., 1996; Новоселова, 1996; Веснина, 2002 г).

По условиям теплообеспеченности и по степени увлажнения территории артемиевые озера располагаются в теплом и более теплом засушливом, частично – в жарком сухом районах с суммой активных температур воздуха более 10,0 °С в пределах 2000–2400 °С и гидротермическим коэффициентом порядка 0,6–0,8 (Агроклиматические..., 1971).

Погода с ветром в исследуемом регионе стоит более 200 дней в году, наиболее частые ветры наблюдаются в весенний и осенний сезоны. Среднегодовая скорость ветра составляет около 5,0 м/с. Преобладающее направление ветров – юго-западное.

1.2. Особенности гипергалинных озер юга Западной Сибири как среды обитания *Artemia* Leach, 1819

Гипергалинные озера юга Западной Сибири относительно компактно расположены в аридной и полуаридной зонах Западно-Сибирской низменности, подчинены зональным закономерностям климатических условий солевого и органического накопления и имеют общую тенденцию к сукцессии (Веснина, 2002ж).

Гипергалинные озера юга Западной Сибири относятся к континентальным водоемам, они занимают бессточные котловины в осадочных породах. Верхние пласты представлены песками, супесями и суглинками, а нижние – глинами, содержащими гипс и другие соли. По общепринятому мнению, соли на водосборной площади образуются в процессе выветривания, водной эрозии и почвообразования, вымываются из соленосных глин и речным или поверхностным стоком сносятся в озера. По сути, соли в озерах региона являются наследством обширного внутреннего третичного моря, сохранившегося в глинах до настоящего времени. Значительна и составляющая солеобразования от ветрового массопереноса. По многолетним наблюдениям, в степной зоне края атмосферные осадки приносят в год: NaCl и KCl – по 10,5; MgSO₄ – 6,0; CaSO₄ – 6,5; CaCl₂ – 2,0; Na₂SO₄ и K₂SO₄ – по 8,5 кг/га (Соловов и др., 2001; Веснина, 2002б).

Особенности морфометрии и гидрохимического режима гипергалинных озер зависят от водосборной площади и поступающего стока, продолжительности процесса соленакопления и аридности климата. Бассейны гипергалинных озер обычно приурочены к отрицательным формам рельефа, и наиболее минерализованные занимают его пониженные центральные части. На Западно-Сибирской равнине выделено 4 бассейна первого порядка гипергалинных озер, в том числе Кулундинский бассейн, характеризующийся грив-

но-займищным рельефом, в понижениях которого располагаются озера. Крупнейшие соленые озера бассейна – Кулундинское, Большое и Малое Яровое, Кучукское, Бурлинское, системы озер Малиновых и Танатар (Соловов и др., 2001; Веснина, Лисицина, 2007).

Природные условия в широтных зонах влияют на формирование биоты озер, на озерные накопления и химический состав воды. Типология гипергалинных озер определяется гидрологическими процессами: климатом, солевым составом воды, накоплением вещества в озерах. Основные характеристики хорошо известны, к ним относятся сезонные колебания солености и уровня режима, наличие тенденции к пересыханию в засушливые периоды. Для гипергалинных озер отмечена скудность планктонофауны, состоящей преимущественно из 1–2 видов (Аникин, 1896; Анферова, 1969; Дексбах, 1962; Дексбах, Анферова, 1971; Воронов, 1973а; Структурные ..., 2001; Ахроров, 2002; Жуманиева, Мирабдуллаев, 2002; Задереев, Дегерменджи, 2002; Веснина, 2003).

1.2.1. Морфометрия гипергалинных озер Алтайского края

По морфометрии котловины и характеру водного питания гипергалинные озера Алтайского края разделяются на два типа. Водоемы с плоскими и округлыми котловинами, часто с обрывистыми берегами и песчаными грунтами в литорали, относятся к первому типу. Отношение площади озер к площади водосбора колеблется от 0,05 до 0,10. Подпитка осуществляется в основном подземным или прибрежным грунтовым стоком, часто глубины вскрывают водоносные слои, и подпитка озер дополняется за счет донных ключей. Озера второго типа имеют котловину неправильной формы, с невысокими берегами, максимальные глубины не превышают 2,0–2,5 м. Береговая линия изрезана, местами заболо-

чена и с выходом пресных вод на поверхность. Отношение площадей озера и водосбора увеличивается до 0,30; подпитка осуществляется подземным и в большей степени поверхностным стоками, включая сток впадающих рек. Характерным примером гипергалинного озера первого типа является Большое Яровое, второго – озеро Кулундинское (Соловов и др., 2001).

Большинство артемиевых озер Алтайского края по глубине относятся к категориям очень малых или малых водоемов. Озеро Большое Яровое с максимальной глубиной 9,5 м отнесено по показателю глубины к категории очень больших (табл. 2).

Таблица 2

Основные морфометрические характеристики артемиевых озер Алтайского края

Класс	Количество озер, шт.	Средне-взвешенное значение	Колебания показателей
1	2	3	4
<i>Площадь озера, га</i>			
Маленькие	11	76	50–90
Малые	43	228	100–450
Средние	8	589	520–720
Большие	8	1759	1100–3500
Очень большие	3	32250	6670–72000
<i>Глубины средние, м</i>			
Очень малые	55	0,49	0,2–0,7
Малые	15	1,13	1,0–1,6
Средние	2	2,30	2,0–2,6
Большие	–	–	–
Очень большие	1	4,60	–
<i>Глубины максимальные, м</i>			
Очень малые	29	0,70	0,4–0,9

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Малые	29	1,29	1,0–1,9
Средние	12	2,54	2,1–2,8
Большие	2	3,30	3,0–3,6
Очень большие	1	9,50	–

Классификацию артемиевых озер по площади следует разбить на размерные классы: *маленькие* – менее 100 га; *малые* – 101–500 га; *средние* – 501–1000 га; *большие* – 1001–5000 га и *очень большие* – более 500 га (Веснина, 2008). Подавляющее количество артемиевых озер (54 из 73) по площади относятся к классу малых водоемов, к классам средних и больших относятся 8 озер, к классу очень больших – 3 озера: Кулундинское, Кучукское и Большое Яровое.

1.2.2. Уровенный режим гипергалинных озер

При оценке условий формирования уровенного режима гипергалинных озер учитывают показатели составляющих водного баланса. Для водоемов Алтайского края приходная часть водного баланса характеризуется показателем модуля стока в пределах 0,15 л/с с 1,0 км² водосборной площади. Норма осадков за теплый период года составляет 20,0–25,0 см, норма осадков в виде снеговой воды на акватории озер – 6,0–8,0 см. В расходной части баланса главной составляющей является испарение с поверхности водоема, которое может достигать 68,0–76,0 см (Ресурсы..., 1962).

Кроме периода увлажненности, степень наполнения и обсыхания озер зависит и от геоморфологии озерных котловин. Некоторые гипергалинные озера могут быть периодически пересыхающими в годы с пониженной водностью региона, другие водоемы со значительной подпиткой за счет грунтового стока имеют относительно стабильный уровенный режим с колебаниями, зависящими главным образом от

температурного режима. Переходным подтипом являются озера, в которых водная масса формируется за счет поверхностного стока, и в отдельные годы они начинают пересыхать уже с середины лета (Соловов и др., 2001).

1.2.3. Термический режим гипергалинных озер

Для гипергалинных озер характерен гидротермический режим, заметно отличающийся от аналогичных характеристик пресноводных озер. Прежде всего, в минерализованных озерах заметно ниже испаряемость, значения которой снижаются при увеличении минерализации. В диапазоне солености воды от 90,0 до 330,0 г/л значение переходного коэффициента для расчета испаряемости уменьшается с 0,8 до 0,3. Ориентировочно можно принять, что испаряемость с рапных озер составляет только 69 % от ее значения в пресноводных водоемах (Соловов и др., 2001).

Температурный режим поверхностных слоев рапы весной выше, чем у окружающего воздуха и водной массы озер, так как теплоемкость рапы на 25 % меньше пресной воды. Важное экологическое значение имеет понижение температуры максимальной плотности с увеличением солености рапы. Уже при минерализации выше 24,0 г/л она становится ниже температуры замерзания, и вода с минерализацией выше 24,0 г/л не имеет аномальных свойств, обуславливающих вертикальную циркуляцию в пресных водоемах. Точка замерзания в соленых озерах понижается примерно на 1,0 °С при повышении минерализации на 17,0 г/л.

Плотность и вязкость воды также увеличиваются с ростом минерализации. При 4,0 °С плотность пресной воды равна 1, за счет увеличения содержания в ней различных солей может повыситься до 1,4 г/см³. Значение плотности как экологического фактора связано с ее давлением, с понижением на глубину до 10,0 м давление возрастает на 1 атм (Соловов и др., 2001).

Отличаются и средние даты перехода температуры воды через важные для гидробионтов температурные границы в озерах, различных по морфометрическим особенностям и солености рапы. Как правило, даты перехода температуры воды через точку 4,0 °С, обуславливающую границу жизнедеятельности фитопланктона и рачка артемии (появление науплиусов), весной происходят в гипергалинных озерах раньше, а осенью – позже (Веснина, 2002) (табл. 3).

Таблица 3

Средние даты перехода температуры воды через сезонные границы

Водоем	Дата перехода температуры воды			
	весна		осень	
	+4,0°С	+10,0°С	+4,0°С	+10,0°С
Большое Яровое	24.04	25.05	04.10	03.11
Кучукское	19.04	17.05	02.10	02.11
Большое Островное	02.05	21.05	11.10	27.10

По многолетним гидрометеорологическим данным, в гипергалинных озерах Алтайского края температура воды (рапы) выше 37,0 °С не наблюдалась. За многолетний период наблюдений (ГГИ, 1943–1958 гг.; Алтайская гидрометеослужба, 1979–1987 гг.) максимальная температура поверхностного слоя воды в оз. Большое Яровое была зарегистрирована 26.06.1943 г. и составляла 30,1 °С; в оз. Кулундинское – 24.07.1953 г. и составляла 30,4 °С.

1.2.4. Гидрохимический режим гипергалинных озер

Л.В. Веснина (2008) выделяет на рассматриваемой территории 3 типа гипергалинных озер по составу рапы, оказывающему влияние на экологию рачка артемии.

Карбонатные озера с отложениями соды и иногда сульфата натрия в виде мирабилита. Такие озера обозначаются также как содовые и приурочены к зонам распространения подзолистых почв.

Сульфатные озера приурочены к черноземам и каштановым почвам, для которых характерно отсутствие соды при наличии сульфатов и хлоридов кальция и магния. Сульфатные озера приурочены к Центральной Кулундинской депрессии (Кучук, Кулундинское), к Бурлинской долине (Большой Ажбулат), к окраинным зонам древних долин (Мормышанское, озера Соляноозерной степи), частично в Южном Прииртышье (Туз). Некоторые сульфатные озера, обладающие рапой с высоким содержанием поваренной соли, имеют в донных отложениях, наряду с мирабилитом, и тенардит (Малиновое, Ломовое, Мормышанское).

Сульфатно-хлоридные озера, как и сульфатные, приурочены к черноземам и каштановым почвам. Озера этого типа обозначаются как соленые, или хлоридные. Сульфатно-хлоридные озера расположены в районах Северного Прииртышья и Центральной части Кулундинской депрессии (Большое Яровое, Малое Яровое, Бурлинское, Маралды, Таволжанское). Озера с высокой минерализацией рапы имеют донные отложения поваренной соли, ниже пласта поваренной соли часто обнаруживают мирабилит и тенардит.

Карбонатные озера, как правило, приурочены к долинам древнего стока рек. Для карбонатных озер характерно наличие всех четырех катионов при явном преобладании суммарного иона $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, из анионов обязательно высокая концентрация HCO_3^- и CO_3^{2-} , а также устойчивое соотношение $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (Веснина, 2008).

В морской воде соотношение ионов Na^+ и K^+ составляет около 28,0. В местах обитания артемии это соотношение может изменяться от 8,0 до 173,0. Другое важное соотношение ионов Cl^- и SO_4^{2-} ; равное в морской воде 7, в артемиевых озерах варьирует от 0,5 до 90,0 (Спекторова, 1984). В гипергалинных озерах Алтайского края диапазон колебания отношения Na^+ и K^+ значительно выше: в оз. Кулундинское –

209,0, в Малом Яровом – 321,0, в Большом Яровом – 528,0; соотношение ионов Cl^- к SO_4^{2-} в указанных озерах соответственно 2,9; 15,8 и 20,8.

Донные отложения гипергалинных озер меняют окраску и структуру в широких пределах. Темные и темно-серые илы указывают на наличие в них органических веществ, чаще всего они имеют запах сероводорода; красные и ржаво-желтые – на присутствие солей окиси железа; сизые, голубоватые и зеленые – солей закиси железа; белые и белесые – кремневого ангидрида и извести (Соловов, Ясюченя, 2001).

1.2.5. Фауна гипергалинных озер

Из веслоногих ракообразных доминируют *Cletocamptus retrogressus* Shmankevich, 1875. За период мониторинговых исследований в составе зоопланктона был отмечен комплекс солоноватоводных коловраток – *Euchlanis myersi* Kutikova, 1959, *Brachionus urceus* (Linnaeus, 1758), *B. plicatilis* Müller, 1786, *B. rotundiformis* Tschugunoff, 1921, *Keratella cruciformis* (Thompson, 1892), *Testudinella clypeata* (Müller, 1786) (Веснина, 2002ж; Ронжина, 2009).

Во многих соленых озерах в прибрежных грунтах обитают личинки мухи-береговушки (Ephydridae). Скопление (рой) ее может включать до 500 особей на 1 м² (Ронжина, 2009).

1.3. Сырьевая база *Artemia* Leach, 1819 и ее использование

Артемия распространена по всему земному шару, но ее ареал приурочен к степям и полупустыням Европы, Азии, Африки и Америки, где она обитает в морских осолоненных лиманах и в соленых континентальных озерах (Соловов и др., 1990).

Наибольшие запасы цист артемии отмечены в Большом Соленом озере (штат Юта, США), где ежегодно заготавливают до 10 тыс. т сырья. Большие запасы артемии имеются в водоемах Казахстана, Китая, Туркмении и других стран. На территории Российской Федерации артемиевые озера расположены в основном в южной части Западной Сибири. По последним данным, в этом регионе около 90 артемиевых озер общей площадью порядка 1600 км² с запасами цист от 3,0 до 4,0 тыс. т (Биогеография....., 2002).

В Западной Сибири естественный ареал рачка приурочен к аридной и частично полуаридной зонам равнины и ограничен с севера линией Барабинск – Тюкалинск – Ишим – Шадринск, с юга примыкает к казахскому ареалу рачка в гипергалинных озерах зоны полупустынь. В Алтайском крае его ареал расположен в зоне степи, в меньшей мере – в зоне лесостепи и ограничивается линией Бурла – Хабары – Благовещенка – Завьялово – Родино – Романово – Михайловка (Соловов и др., 2001, Запасы ..., 2019).

О.В. Козлов (2005) отмечает гипергалинные озера Ишимской равнины, в которых ведется массовый промысел цист артемии. Промысловый фонд составляет небольшое количество водоемов, однако их площадь достаточно велика, порядка 110 км².

Использование артемии не ограничивается ее применением исключительно как кормового объекта в аквакультуре.

В.П. Соловов и др. (2001) отмечают значительную эффективность применения белково-витаминных и минеральных добавок (БВМД), изготовленных из цист артемии, в кормлении кур-несушек. К примеру, на птицефабрике «Павловская» применение цист артемии в качестве белково-витаминной добавки увеличило яйценоскость кур на 30 %, прирост массы – на 43 % (за 4 месяца бройлеры достигли массы 1925 г, в контрольной группе – 1350 г) (Веснина, 2010).

В наукограде Кольцово Новосибирской области разрабатываются косметические средства на основе цист артемии. К.Н. Шишляков с соавторами (Патент, 2010), доказали, что биоцидная составляющая оболочек, благодаря которой цисты остаются защищенными от различных факторов внешней среды, может эффективно использоваться для ухода за кожей.

Кроме того, есть сведения об использовании артемии в пищу человека. Арабы в долине Нила изготавливали из рачка пасту, североамериканские индейцы, жившие на побережье Большого Соленого озера в штате Юта (США), также употребляли артемию в пищу (Соловов и др., 2001).

Значительный интерес для экологов артемия представляет как единственный организм, способный активно очищать воду, т. е. среду своего обитания. Антропогенное вмешательство в экосистему гипергалинных озер при заготовке химического сырья и сброс отработанных сточных вод, возрастающее загрязнение озер при рекреации и притоке поверхностных вод с водосборов – все эти факторы увеличивают нагрузку на их биоту. И только артемия в определенной мере способна поддерживать естественный режим качества водной среды (Соловов и др., 2001).

И все же особая ценность (и в ряде случаев незаменимость артемии как корма для аквакультуры) очевидна. По данным Л.В. Спекторовой (1984), она определяется:

- феноменально высоким темпом роста: за 2 недели выращивания рачки увеличиваются в длину в 20 раз, а их сухая масса возрастает в 500 раз;

- высокой степенью ассимиляции пищи – до 50 %;

- высоким содержанием белка в теле рачка (60 % против 12–18 в криле) при значительном уровне незаменимых аминокислот, витаминов, гормонов, каротиноидов;

– неэлективным непрерывным питанием и, как следствие этого, возможностью культивирования на различных живых и дешевых инертных кормах;

– мелкими размерами науплиусов (0,3–0,5 мм) и мягким наружным скелетом, что позволяет использовать науплиусов в первые часы жизни многих видов рыб и ракообразных;

– особенностью к интенсивному росту при очень высоких плотностях (более чем 10000 животных на 1 л соленой воды);

– высокой плодовитостью (более чем 100 потомков за каждые 4 дня);

– биотические и абиотические факторы среды в течение всего цикла развития могут оставаться неизменными, что облегчает культивирование;

– уникальными адаптационными возможностями вида, позволяющими рачкам существовать в широком диапазоне солености – от солоноватых вод до перенасыщенных. Цисты сохраняют выживаемость при температурах от $-273,0$ до $+100,0$ °С;

– возможностью находиться в виде инертного продукта – цист, которые могут быть собраны в промышленных масштабах, способны храниться годами, и через 1–2 суток инкубации уже могут быть получены свободноплавающие науплиусы;

– медленным плаванием, делающим науплиусов и взрослых рачков доступным кормом для личинок;

– возможностью использования в рыбоводниках и креветочных питомниках имаго рачка, являющегося наилучшим кормом для разводимых объектов.

По литературным источникам и проведенным нами исследованиям (Маликова, 1956; Ивлева, 1969; Кренке, 1980; Руднева, Щепкина, 1990; Biochemical ..., 2017), содержание белка в сухом веществе артемии составляет 38,9–50,0 %,

жира – 15,2–24,5. Сухого вещества в законсервированном биосырье – 13,4–16,4 % (табл. 4).

Таблица 4

**Химический состав рачка *Artemia Leach*, 1819
(по И.В. Ивлевой, 1969)**

Стадия развития	Масса, мг	Содержание, % от сухого вещества			
		белки	жиры	углево-ды	зола
Яйцо покоящееся	0,0040	47,9	10,4	12,5	3,5
Науплии	0,0029	50,6	23,2	6,0	14,7
Метанауплии	0,0137– 0,0750	49,4	16,5	Нет дан-ных	20,0
Рачки из природной обстановки	3,0	38,9	24,5	18,0	18,6
Рачки смешанного состава, выращенные искусственно	Нет данных	57,6	18,1	5,2	19,1

В последнее время, за достаточно короткий промежуток, сырьевая база диапаузирующих яиц артемии на большом количестве гипергалинных озер Западной Сибири оказалась полностью востребованной и доказала возможность заготовки достаточных объемов ценного биоресурса. К сожалению, ресурс биомассы имаго рачка до сих пор используется недостаточно. Тем не менее можно прогнозировать, что в ближайшее время спрос на биомассу рачка артемии достигнет такого же уровня, что и на диапаузирующие яйца, и подобный прогноз использования нового вида биоресурса должен быть отражен в оценке сырьевой базы (Котова, Иванов, 1969; Воронов, 1976а; 1976в; 1977; Использование..., 1983; Алтуфьева, Оглезнева, 1984; Богатова и др., 1986; Водоемы..., 1999; Перспективы..., 1999).

Необходимыми составляющими рационального использования сырьевой базы промысловых гидробионтов, в

нашем случае цист жаброногого рачка артемии, являются, прежде всего, определение максимально допустимых объемов заготовки; наложение необходимых ограничений на процесс заготовки, целями которых являются как получение качественного биосырья, так и возможность сохранения естественного воспроизводства ресурса (сроки, места, орудия лова); мероприятия по охране ресурса и необходимость мелиоративных работ на озерах (Воронов, 1981; База..., 2002; Литвиненко, Ежова, 2002; Новый..., 2002; Мардэн, 2002).

Определение значимости сырьевой базы артемии не ограничивается наличием озер с высокой биомассой диapaузирующих яиц или рачка. В ее оценке немаловажное значение имеет такой фактор, как возможность хозяйственного использования биоресурса: плавучесть цист, определяющая возможность формирования их в скопления, доступность береговой линии для проведения берегового сбора, возможность заготовки ресурса цист или биомассы рачков с использованием флота.

1.3.1. Сырьевая база *Artemia Leach*, 1819 водоемов Алтайского края

Систематические исследования сырьевой базы жаброногого рачка артемии, обитающего в соленых озерах и являющегося самым перспективным видом биоресурса для хозяйственного использования, были начаты в Алтайском крае с середины 70-х гг. XX в. К этому времени за рубежом уже был накоплен большой практический опыт использования в рыбоводстве диapaузирующих яиц рачка, которые были признаны лучшим стартовым живым кормом при подращивании личинок в аква- и марикультуре (Соловов и др., 1990).

По результатам Кулундинской экспедиции АН СССР в 1931–1933 гг., соленые артемиевые озера, включаемые в

сырьевую базу артемии Алтайского края, по геоморфологическим особенностям и условиям соленакопления разделяются на следующие области (Иванов, 1948):

– область котловин соленых озер в пределах лощин древнего стока;

– область соленых озер Центрально-Кулундинской депрессии.

В свою очередь, в каждой области соленых озер выделяются группы, объединенные общим генезисом озерных котловин и условиями соленакопления. Учитывая изменившиеся геоморфологические условия формирования стока во второй половине XX в., Л.В. Веснина (2008) предлагает следующую структуру сырьевой базы артемии (табл. 5), в которой в основном сохраняются наименование и состав структур Кулундинской экспедиции 1931–1935 гг.

Кучук-Кулундинский озерный бассейн сырьевой базы артемии представлен двумя озерами: Кулундинское и Кучукское. Оба озера принимают поверхностный сток с обширной территории, их уровенный режим в значительной степени зависит от состояния водности региона. В настоящее время сырьевая база артемии оз. Кучукское находится в депрессивном состоянии вследствие достижения летальных концентраций солености (280,0–300,0 г/л). Благодаря опреснению литорали озера талыми водами весной, а также весенним сбросом с зарегулированной реки Кучук в водоеме возможно существование лишь одной генерации рачка, которая все же производит достаточное для проведения промышленного сбора количество диапаузирующих цист. В оз. Кулундинское сырьевая база рачка находится в стабильном состоянии и формируется в последние годы при благоприятной для цист солености. Заготовка цист вследствие развитой литорали и невозможности проведения сбора с воды базируется исключительно на береговых выбросах и реа-

лизуется только при благоприятном ветровом режиме, что не позволяет полностью использовать сырьевую базу цист водоема.

Таблица 5

Структура бассейна артемиевых озер в Алтайском крае

Область	Входящие структуры	Системы	Озера
Котловины стока	Бурлинская	Верхне-Бурлинская	Джюль-Сульды
	Кулундинско-Касмалинская	Средне-Кулундинская	Соленое
		Нижне-Касмалинская	Мормышанское
		Соляноозерная	Малиновое
		Танатар	Танатар 1
Центрально-Кулундинской депрессии	Кучук-Кулундинский озерный бассейн	Нижне-Кулундинская	Кулундинское
		Кучукская	Кучукское
	Западно-Кулундинский озерный бассейн	Яровская	Большое Яровое
		Ключевская	Куричье

Наиболее эффективно используется сырьевая база артемии Яровской системы. Эффективность сборов цист в оз. Большое Яровое обусловлена как доступностью всей прибрежной линии, так и возможностью применения флота для проведения заготовки с акватории водоема. Заготовка диапаузирующих яиц стабилизировалась на уровне 500 т, а с учетом браконьерской заготовки цист местными жителями и фирмами – на уровне 800 т (Опыт..., 1980; Новоселов, Студеникина, 1996; Соловов, 1984; Соловов и др., 1990; Кнорр, 2001; Перспективы..., 1999).

**Средняя биомасса рачка артемии в разнотипных озерах
Алтайского края**

Категории озер	Биомасса, г/м ³	
	средняя	колебания
Крупные	5,66	2,33–9,05
Средние	28,27	4,29–71,13
Малые	51,17	3,8–130,25

Наблюдения за динамикой биомассы рачка в озерах Алтайского края показывают, что, по многолетним данным, ее колебания значительны – 1,4–245,0 г/м³ (табл. 6). Наибольшие изменения биомассы артемии характерны для малых по площади озер, что обусловлено неустойчивостью абиотических факторов (коэффициент вариации составляет 94,17 %). Высокая вариабельность биомассы рачков отмечена и в средних по площади водоемах (Подуровский, Студеникина, 1988; Веснина, 2002)

1.3.2. Особенности воспроизводства Artemia Leach, 1819

По принятой систематике рачок артемия относится к типу членистоногих (Arthropoda), классу ракообразных (Crustacea), подклассу жаброногих ракообразных (Branchiopoda), отряду жаброногов (Anostraca), семейству артемиевых (Artemiidae) и роду артемии (*Artemia* Leach, 1819). Видовое название рачка признано таксономически недействительным; для бисексуальных рас (состоящих из самцов и самок) описано несколько видов и их идентификация по наличию репродуктивной изоляции (A biometric..., 2006; Gajardo et al., 2006; Eimanifar, Mohebbi, 2007; Studds, 1977).

Артемия – космополит, она распространена по всему миру, населяет водоемы континентального (озера) и морского (лиманы) происхождения с диапазоном солености от 20,0 до 340,0 г в 1 л воды (Соловов и др., 2001). По Соржелусу (Sorgeloos, 1979), природная встречаемость артемии

лимитируется биотопами, в которых соленость всегда достаточно высокая для хищников или где низкая температура рапы также препятствует развитию хищников и гарантирует неметаболическое состояние гидратированных цист (состояние диапаузы).

Галофильные рачки хорошо развиваются в естественных морских водоемах, но не имеют какого-либо анатомического защитного механизма от хищников, следовательно, они могут легко стать добычей для плотоядных видов (рыб, ракообразных, насекомых). Однако благодаря физиологической адаптации к обитанию при высокой минерализации рачок артемии имеет самую эффективную осморегулирующую систему (Groghan, 1958; Нагорская и др., 1990; Молекулярный..., 2002). Кроме того, они способны синтезировать эффективные дыхательные пигменты (гемоглобин) для выживания при очень низком уровне содержания в воде кислорода, что характерно для озер с высокой минерализацией воды (Gilchrist, 1960). Содержание гемоглобина обуславливает интенсивность окраски рачка, характеризуя таким образом содержание кислорода и (косвенно) уровень минерализации водоема.

Артемия может обитать при экстремальных условиях с минерализацией воды 250,0–280,0 г/л. Предельный уровень содержания солей, при котором встречается рачок, не создавая высокой численности, составляет 320,0 (Новоселова, 1996) и даже 340,0 г/л (Спекторова, 1990). Артемия выдерживает широкий температурный диапазон – от 6,0 до 40,0 °С (Спекторова, 1990). Верхняя летальная температура жизнедеятельности (TL_{100}) артемии 37,5 °С (Хмелева, 1988).

Рачок лабилен в отношении содержания растворенного кислорода, он выживает при его концентрации около 1,0 мг/л, оптимальным считается уровень нормального насыщения, который зависит от температуры и солености

рапы. Нижняя летальная граница содержания кислорода для взрослых рачков составляет 0,17 мг/л, оптимальное содержание – 6,0–8,0 мг/л (Богатова, 1980). Повышенное содержание кислорода требуется в период окончания диапаузы и вылупления науплиусов. Диапаузирующие яйца рачка сохраняют выживаемость в среде без кислорода при крайне низких температурах.

Артемия – неэлективный фильтратор пищи. Она потребляет вещества биологического происхождения (например, органический детрит), а также живые организмы, подходящие по размерам (микроскопические водоросли и бактерии). Отсутствие хищников и пищевых конкурентов позволяет артемии развиваться практически в монокультуре, плотность которой в большинстве случаев лимитируется количеством пищи.

Между всеми экологическими факторами среды обитания артемии существует определенная зависимость, одновременно для каждого фактора характерны периодические колебания, обусловленные климатическими условиями (Diversity..., 2006; Denitrification..., 2007; Diversity..., 2007). Однако репродуктивные границы по основным факторам среды более стабильны, чем для процесса роста. Во всех случаях циклы размножения артемии, как и у других ракообразных, «привязаны» во времени к периодам наилучшей пищевой обеспеченности (Киселев, 1980). В отдельные годы водоемы обитания рачков могут пересыхать или промораживаться, в таких условиях артемия приспособилась существовать как сообщество благодаря высокой плодовитости и способности сохраняться как вид в виде цист, находящихся в диапаузе и способных поддерживать свою жизнеспособность в течение ряда лет при полном высыхании водоемов (Соловов и др., 2001). Количество артемиевых озер и их акватория находятся в интегральной зависимости от условий

водности региона и могут заметно колебаться в отдельные годы. Четко выражено влияние условий водности на количественные показатели галофилов, включая плодовитость рачка и численность диапаузирующих яиц; в маловодные годы во многих озерах создаются условия для жизнедеятельности только 1–2 генераций артемии.

Устойчивость к экстремальным условиям обитания, видимо, зависит от приспособляемости жабронога к обитанию в конкретных условиях водоемов. Границы жизнедеятельности артемии в различных факторах абиотической среды приведены в табл. 7. Следует отметить, что жаброногий рачок артемия имеет несколько отличные показатели выживания и репродукции в конкретных условиях обитания (Вехов, Вехова, 1993; Воронов, 1973в; Олейникова, 1974; Танеева, Долгопольская, 1974; Влияние..., 1978; Студеникина, 1985; Царева, 2002; Визер, Ростовцев, 2002; Timms, 2007). Так, по данным Л.В. Спекторовой (1984), тайландский рачок артемия живет и размножается при температуре рапы выше 40,0 °С; также, видимо, различны и границы солености для вылупления науплиусов (вылупление при 80,0 г/л цист из залива Каспийского моря Мертвый Култук с минерализацией воды 320,0 г/л).

С возрастом устойчивость рачков к действию многих вредных ингредиентов обычно увеличивается: первые признаки угнетения от углекислого газа для науплиусов – 127,0 мг/л, для ювенильных рачков – 80,0, для половозрелых – 57,0 мг/л; летальные концентрации сероводорода для науплиусов и ювенильных особей – 76,9; для половозрелых – 109,0 мг/л (Воскресенский, Хайдаров, 1968).

Эколого-биологические исследования артемии в сибирском ареале показали высокую приспособляемость к двум главным экологическим факторам: температуре и солености (Salinity..., 2007).

Таблица 7

Границы жизнедеятельности артемии в зависимости от основных абиотических факторов среды обитания

Фактор среды	Выживание, L_{100}			Репродукция	
	нижняя	верхняя	нижняя	оптимальная	верхняя
Температура, °С, для:					
половозрелых науплиусов	-3,0**; +6,0	35,0–37,0	20,0	25,0	30,0
диапаузирующих яиц	5,0–6,0	33,0	–	–	–
	-196,0*	+60,0	–	–	–
Минерализация, г/л, для:					
половозрелых особей	>20,0	340,0	20,0 (10,0)*	100,0– 180,0	280,0 (300,0)*
науплиусов	5,0	80,0	–	–	–
Кислород, мг/л, для:					
половозрелых науплиусов	0,17	–	–	6,0–8,0	
	1,0	–	–	–	
Активная реакция, рН	6,0	9,0	–	7,0–8,0	–

* И.Б. Богатова (1980).

** И.Л. Чага (1976).

Самая важная приспособительная черта рачка артемии, обеспечивающая его выживание, – это способность образовывать диапаузирующие яйца при возникновении угрозы существования сообществу. В стратегии воспроизводства рачка живорождение (науплиусы) наблюдается при низком уровне солености, размножение цистами происходит при минерализации воды выше 150,0 г/л.

В гипергалинных озерах Западной Сибири широко распространено сообщество артемии, состоящее в основном из одних самок (партеногенетическое), их идентификация и установление видовой принадлежности окончательно не выяснены. Следует отметить, что именно партеногенетические рачки и их диапаузирующие яйца являются объектами

хозяйственного использования (Нечаев, 1961; Гунько, Плещачевская, 1962; Дексбах, Анферова, 1971; Воронов, 1976в; Козовкова и др., 1981; Гусев, 1982а; Кренке, 1983; Костылев, Шнитов, 1984; Сергиенко, Кугаевская, 1987; Ньюман, 2002; Веснина, 2009).

Известно, что артемия размножается двумя путями: живорождением и откладыванием яиц (Аникин, 1898; Гаевская, 1916; Дексбах, 1962). Кроме того, артемия откладывает яйца двух типов: тонкосторлуповые, имеющие две очень тонкие оболочки, из которых науплиусы вылупляются немедленно после вымета, и толкосторлуповые, имеющие три оболочки (Nakanischi et al., 1963а; Cytological..., 1963б; Slegg, Conte, 1980).

Яйца артемии развиваются в двух трубковидных яичниках, расположенных по обеим сторонам кишечного тракта позади грудных ножек. Созревая, становятся сферическими и передвигаются в непарный мешок (матку), в который открываются протоки скорлуповых желез, чутко реагирующих на все отклонения условий обитания. По данным Ф.А. Олейниковой (1980), при экстремальных условиях обитания рачков их скорлуповые железы увеличиваются до 0,1 мм, заполняются темно-коричневым секретом, становятся активными, накапливая гематин, и обволакивают яйца толстой коричневой оболочкой. Самки при таких условиях обитания производят толкосторлуповые, или диапаузирующие, яйца. При откладывании тонкосторлуповых яиц (цист) железы также увеличиваются, но заполняются грязно-зеленым секретом. В случае живорождения скорлуповые железы имеют небольшие размеры, прозрачны и вытянуты вдоль тела, их протоки слабо просматриваются.

Установлено, что в естественных условиях процессы живорождения или яйценошения зависят от различных сочетаний факторов среды, главными из которых являются

соленость, температура, содержание кислорода и условия питания. Как было показано выше, особенно чутко реагируют на изменение указанных факторов среды скорлуповые железы партеногенетических самок. Морфологическая структура скорлупных желез самок партеногенетических и двуполых рачков одинакова, но функционирование желез самок зависит от оплодотворения яйцевых клеток.

Исследования (Manual..., 1986), полученные в результате выращивания культуры рачка, показали особую значимость иона железа для нормальной работы скорлуповой железы, формирующей оболочку диапаузирующих яиц и определяющей их продуцирование. Добавление Fe^{3+} в культуральную среду при выращивании рачка увеличивает продукцию специфического гемоглобина, который окрашивает науплиусы в коричневый цвет.

По В.Р. Алексею (1990), раннеэмбриональная диапауза возникает на стадии зародышевой полоски и сопровождается прекращением или замедлением эмбрионального развития. Она вызывается присутствием особого гормона диапаузы, продуцируемого нейросекреторными клетками подглоточного ганглия самки. Активность этих клеток под влиянием индуцирующих факторов может начинаться еще до полового созревания самки.

Единого мнения о смене способов размножения артемии пока не существует, чаще всего летом при относительно стабильной солености рапы рачки продуцируют живых науплиусов, а осенью – диапаузирующие яйца (The reser..., 2007). По мнению Ф.А. Олейниковой (1980), самки артемии откладывают биологически разнокачественные яйца: толстоскорлуповые диапаузирующие летние, тонкоскорлуповые летние и толстоскорлуповые диапаузирующие зимние. Одновременно автор отмечает, что при изучении срезов тол-

стоскорлуповых яиц (летних и зимних) различий в их морфологическом строении не найдено.

Сезонная ритмичность метеоусловий, наблюдаемая с некоторой широты на большей части земного шара, обуславливает циклическую пульсацию основных жизненно важных факторов как в континентальных, так и в океанических водах. Для подавляющего большинства водных организмов наиболее благоприятным является теплое время года, в высоких широтах оно зачастую единственно возможный период для любых проявлений жизнедеятельности.

Другим не менее важным фактором для ракообразных, периодичность которого хорошо известна, являются трофические условия. В водной среде периодичность в обеспечении пищей фильтраторов является следствием прямого влияния увеличения количества солнечной энергии (Алексеев, 1990).

П.М. Воронов (1971), наблюдая особенности размножения артемии в стеклянных сосудах, отмечает, что отличить тонкоскорлуповые и толстоскорлуповые яйца в яйцевом мешке довольно трудно. После вымета они все имели форму шара, и оболочка их сразу становилась клейкой. Яйца плавали или приклеивались к стенкам сосуда; постепенно менялась их окраска от серой до серебристой или от светло-коричневой до темно-коричневой. Одновременно изменялась структура скорлупы, на одной из ее сторон формировалось углубление (мениск), они постепенно дегидратировались, теряли клейкость и опускались на дно. Цвет тонкоскорлуповых яиц почти не менялся, углубление в скорлупе не образовывалось. П.М. Воронов (1971) считал, что из тонкоскорлуповых яиц вылупление науплиусов происходит в течение суток, но часть их не развивается – самки выметывают их в последнюю очередь, оболочка обесцвечивается до прозрачности и трескается. Содержимое лопнувшего яйца набуха-

ло и выходило наружу в виде бесформенной хлопьевидной массы, затем растворялось.

При высокой минерализации углубления на яйцах появлялись уже в яйцевом мешке, клейкость таких яиц была значительно слабее, чаще всего они сразу опускались на дно. Науплиусы из толстоскорлуповых яиц (цист) имели размеры от 0,42 до 0,62 мм, из тонкоскорлуповых – от 0,28 до 0,42 мм.

В половом составе сообщества рачков в озерах региона наблюдается явное преобладание самок, хотя соотношение полов может заметно изменяться даже в одном водоеме. Как правило, жизнеспособность самцов увеличивается весной и достигает максимума в озерах с минерализацией до 80,0–100,0 г/л. К осени половой состав изменяется в пользу партеногенетических самок, которые и продуцируют зимние диапаузирующие яйца. Из обоих видов потомства (цист и науплиусов) вырастает новое женское поколение рачков, а живорождение и кладка цист, как было показано выше, могут чередоваться в течение жизненного цикла одной особи.

Осенью при снижении температуры воды самки откладывают только цисты, весьма отличные от летних яиц: они покрыты толстой скорлупой. Под защитой такой оболочки эмбрионы артемии способны переносить неблагоприятные жизненные условия, полное высыхание водоемов, значительное нагревание и охлаждение почти до абсолютного нуля, действие многих химических реагентов, летальных для всех возрастных групп рачка. В виде таких покоящихся цист, находящихся на стадии гастрюлы, рачок артемии сохраняется в течение ряда лет, легко переносится ветром, водоплавающими птицами и внезапно возникает в новых озерах при наличии благоприятных условий.

Оболочка цист состоит из трех хорошо различимых слоев (структур): двух слоев хитинообразного хориона и

внутренней эмбриональной кутикулы (рис. 1). Общая масса оболочки диапаузирующих яиц составляет около 30 % общей их массы. Внешняя оболочка (хорион) представляет собой твердый слой, пропитанный хитином и гематином, концентрация которого определяет цвет оболочки (от бледной до темно-коричневой). Основная функция хориона – защита эмбриона от механических повреждений и ультрафиолетовой радиации, он может быть удален при декапсуляции (снятии хориона механическим способом, растворении активным хлором), при этом жизнеспособность эмбриона сохраняется. Второй, альвеолярный слой (кутикулярная мембрана) довольно толстый (до 6–7 мкм), внутри его располагаются соединенные друг с другом полости. Этот слой скорлупы предохраняет эмбрион от проникновения крупных молекул, действует как полупроницаемый барьер и играет главную роль при гидратации или дегидратации цист, принимая в полости воду или отдавая ее рапе озера. Нижний слой – эмбриональная кутикула – развивается в период инкубации. Это прозрачный и высокоэластичный слой, отделяющий эмбрион от кутикулярной мембраны. По данным Артемиевого центра, диаметр диапаузирующих цист колеблется в пределах 200–300 мкм. Обычно диаметр цист артемии в рассматриваемом регионе колеблется от 220 до 290 мкм; масса сырых цист – от 0,006 до 0,015 мг, масса сухих – от 0,0028 до 0,0077 мг (Инструкции..., 2000).

Ф.А. Олейникова (1980) определила, что у цист артемии можно выделить три типа диапаузы.

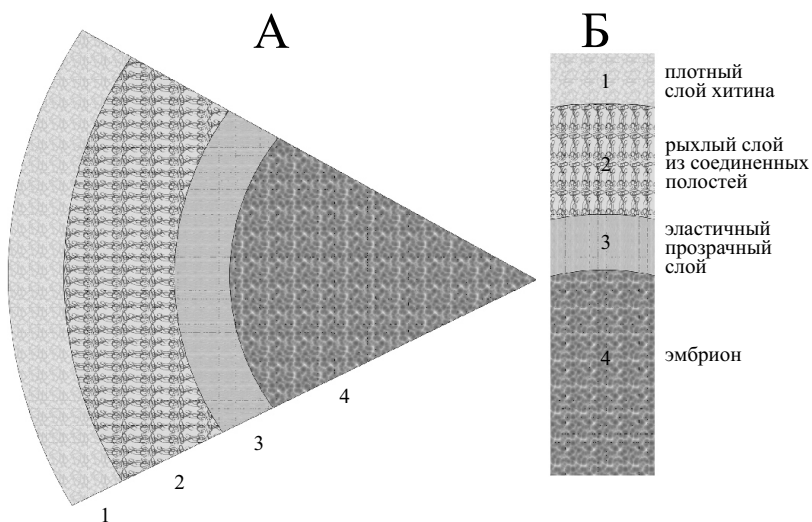


Рис. 1. Схема (А) и разрез (Б) структуры диапазирующего яйца артемии: 1 – наружный (кортикальный) слой хориона; 2 – внутренний (альвеолярный) слой хориона, или внешняя кутикулярная мембрана; 3 – эмбриональная кутикула; 4 – эмбрион (Manual..., 1986)

1. Годовая и многолетняя диапауза наступает в весенне-летние месяцы и продолжается год или несколько лет. Она проявляется у партеногенетических популяций с непродолжительным периодом жизнедеятельности, дающих только одну генерацию в быстро пересыхающих летом озерах. Биологическая направленность диапаузы жабронога – сохранение его при неблагоприятных условиях обитания.

2. Зимняя диапауза наступает в августе – сентябре и продолжается до наступления весеннего периода следующего года; возникает у отложенных самками толстоскорлуповых яиц (цист) при их нахождении в рапе или на берегах водоемов. Биологическая направленность этого вида диапаузы – сохранение численности в водоемах постоянного обитания рачка.

3. Летняя диапауза, самая краткосрочная (2–5 недель), наблюдается при кладке самками тонкоскорлуповых яиц. Биологическая направленность – сохранение численности

рачков в постоянных водоемах при резко меняющихся на короткий срок условиях обитания (температура, содержание кислорода, кормовая база), при которых сохранение сообщества в виде науплий временно невозможно.

1.3.3. Условия формирования сырьевой базы цист рачка Artemia Leach, 1819

Влияние факторов среды на формирование сырьевой базы является результирующим, складывающимся на основе влияния отдельных абиотических и биотических факторов (Сущеня, 1962, 1964; Сущеня, Хмелева, 1967; Хмелева, 1968; Хмелева, Яковлева, 1968; Воронов, 1973, 1973, 1974; 1979; Фролов, 1988).

Для оценки условий формирования сырьевой базы рачка из трех важных экологических факторов среды обитания артемии – света, температуры и солености, или, по Ю. Одуму (1975), «большой тройки» факторов, – чаще всего используются температурный режим и минерализация воды.

Для оценки теплового режима артемиевых озер в режиме мониторинга использованы месячные значения сумм температур воды, выраженные в градусо-днях. К сумме тепла с температурами более 10,0 °С отнесен период жизнедеятельности рачков с последней декады мая по первую декаду октября (130 дней), в сумму тепла с температурой более 20,0 °С включены последняя декада июня, июль и август (80 дней) (Веснина, 2008).

Общее содержание солей в воде артемиевых озер, включенных в сырьевую базу, колеблется в пределах от 100,0 до 300,0 г/л. Однако устойчивый промысел диапаузирующих яиц регулярно проводится на водоемах с соленостью рапы от 100,0 до 200,0 г/л. Соленость воды артемиевых озер, кроме непосредственного влияния на продукционные возможности рачка, определяет плавучесть диапаузирующих яиц, а также их перемещение на дно при новосадке мирабилита.

В мелководных озерах резкие колебания солености могут привести к отмиранию жаброногов даже при благоприятном температурном режиме.

Кроме условий водности, температуры воды и ее солености, позволяющих оценить влияние абиотических факторов среды на условия обитания артемии, можно выделить дополнительно абиотические факторы, влияющие на формирование промысловых скоплений: плавучесть цист (способность находиться в поверхностном слое), обусловленная плотностью рапы, и ветровые волнения (направление и сила), обуславливающие дрейф плавающих цист к берегу.

Помимо вышперечисленного, большое значение при оценке условий формирования сырьевой базы имеют такие факторы, как кормовая обеспеченность рачка артемии, а также размер их «жилой зоны», зависящий от водности региона в конкретный вегетационный период и уровня режима водоема, обусловленного климатическими условиями.

1.4. Использование цист артемии в аквакультуре

Цисты могут переносить длительные периоды обезвоживания (дегидратации) и аноксии (дефицита кислорода), а также крайние значения температур и давлений. В природной среде такая стратегия является стратегией выживания, так как цисты часто являются единственной стадией жизни животного в данной среде обитания. Вне их природной среды при достаточной дегидратации и надлежащем хранении, а именно в сухой среде, преимущественно при низких температурах и в отсутствие воздействия света и кислорода, цисты сохраняют жизнеспособность в течение длительного периода (несколько лет). Эта возможность продолжительного хранения и соответствующая возможность их получения в течение круглого года со склада, а также короткий инкубационный период, необходимый для производства

свободноплавающих науплиусов, делают цисты наиболее удобным и наименее трудоемким источником живой пищи для аквакультуры (Stappen, Sorgeloos, 1996).

Цисты рачка артемии отличаются высоким и стабильным содержанием белка, незаменимых аминокислот, гормонов, каротиноидов, витаминов и ценных жирных кислот. В настоящее время науплиусы галофильного рачка артемии, получаемые из цист, являются не только лучшим, но и в большинстве случаев единственно имеющимся в распоряжении источником живого корма для ранних стадий большинства культивируемых видов рыб и ракообразных. Личинки артемии, а также взрослые особи рачка, несмотря на испытания многочисленных искусственных кормов, по-прежнему остаются лучшим кормом при культивировании молоди рыб и ракообразных (Decapsulation ..., 1977). Все это позволило цистам артемии стать ценным биоресурсом, представляющим коммерческий интерес.

Значение и использование отдельных сторон диапаузы имеют свою специфику. Знание особенностей, наличие возможностей активного воздействия на биологические циклы представляют несомненный интерес, способствуют достижению оптимальной технологии культивирования кормовых организмов (Алексеев, 1990).

Сегодня, несмотря на продолжительную историю применения артемии как стартового корма, лимитирующими факторами более полноценного использования цист в аквариумной культуре являются:

- низкое качество (выклев) цист как корма, обусловленное нарушением технологий и сроков сбора и переработки;
- невозможность «универсализации» параметров инкубации для диапаузирующих яиц, заготовленных в различных водоемах;

- недостаточные знания производителей и потребителей о возможностях применения современных методов активации цист;
- отсутствие общепринятых и общеприемлимых методик оценки их качества.

1.4.1. Технология переработки цист артемии

Обычно цисты артемии находятся в рассеянном состоянии и располагаются по всей акватории водоема. В летний период в толще воды одновременно находится живой рачок с невыметанными цистами, мертвый рачок и свободноплавающие диапаузирующие яйца. Под действием ветра, течения и в зависимости от конфигурации береговой линии и концентрации солей цисты могут концентрироваться как на поверхности, так и в толще воды в виде лент, пятен или выбрасываться на берег, образуя скопления. Следует отметить, что скопления цист артемии могут снова рассеиваться по акватории озера или смываться с берегов, то есть их образование являются неустойчивой динамической системой. При отсутствии волнения и ветра цисты артемии на водной поверхности располагаются тонким слоем, одновременно часть их находится по всей вертикали, в том числе и на дне озера (Соловов и др., 1990).

Количество бентосных цист, отмечают Л.И. Литвиненко и др., как показали последние исследования, в мелководных озерах, какими являются почти все артемиевые озера, по объему соизмеримо с объемом планктонных цист (Биогеография..., 2002). Донные цисты, как правило, не всплывают в период осенней заготовки и являются природным резервом для первой генерации рачков в следующем сезоне. Очевидно, что их промысел в принципе в мелководных озерах не может существенно подорвать запасы артемии, так как в большинстве водоемов определенная часть цист всегда ока-

зывается недоступной для изъятия в силу биологических причин.

Традиционно сбор цист проводится на берегу. Однако при этом нет гарантии, что цисты не подвергались повторным циклам гидратации (набухание до сферической формы вследствие впитывания пресной воды) – дегидратации (обезвоживание, высушивание цист в насыщенном растворе соли либо под воздействием солнечной радиации до сжатия хориона с появлением вмятины – мениска), уменьшающим энергетический потенциал эмбриона и, в конце концов, приводящим к разрыву оболочки цист. При этом могут быть собраны фактически пустые их оболочки (Спекторова, 1984).

В.П. Солововым и Т.Л. Студеникиной (1990) отмечено, что многолетний опыт работы промыслового звена убедительно доказал наибольшую перспективность сбора цист с водной поверхности, что обеспечивает высокую чистоту сырья и позволяет механизировать процесс сбора. Например, в береговых выбросах после умеренного волнения чистота сырья достигает 49,3 %, а после штормового выброса она снижается до 19,0 %. Сбор цист с водной поверхности устойчиво обеспечивает чистоту порядка 73,0–75,0 %.

Для промышленной переработки цист рачка артемии Л.В. Спекторова (1984) предлагает следующую технологию.

1. Собранные цисты суспендировать в насыщенном солевом растворе (на дне емкости должны находиться кристаллы соли). В случае необходимости в таких условиях цисты могут храниться несколько недель (под крышкой). Минимальная продолжительность пребывания цист в рапе – 24 часа. Плавающие цисты собрать в нейлоновый мешок (размер ячеи 150 мкм) и по возможности отжать. Хранить цисты в морозильнике.

2. Цисты отмыть от соли, после чего суспендировать в пресной воде, если можно – в холодной. Комочки их можно

разбить перемешиванием. Через 10–15 минут полные цисты оседают на дно.

3. Удалить плавающую сверху скорлупу (убедившись, что в ней нет полных цист), диапаузирующие яйца со дна собрать в нейлоновый или хлопчатобумажный мешок (размер ячеек менее 150 мкм), мешок отжать, а цисты сушить в «кипящем слое» в специальной сушилке. Благодаря току теплого воздуха цисты постепенно переходят во взвешенное состояние. Высушивание цист заканчивается через 30–40 минут. Они обладают высокой всхожестью и удовлетворяют коммерческим требованиям.

4. Влажность воздуха, подаваемого на сушку, должна быть менее 80 %, а температура – не менее 25,0 °С, но не более 38,0 °С. Скорость воздушного потока регулируется (постепенно уменьшается) так, чтобы все цисты находились во взвешенном состоянии. В начале сушки они находятся в виде комочков, которые постепенно распадаются на более мелкие и, наконец, на отдельные цисты.

5. Процесс сушки следует вести до тех пор, пока содержание воды в цистах не станет ниже 10 %, а желательно 2–5 %.

В патенте «Способ отделения жизнеспособных яиц артемии от примесей и нежизнеспособных яиц» (1979) авторы предлагают проводить их очистку в два этапа. На первом этапе промывать в воде соленостью 30,0–50,0 г/л, отбраковывая всплывшие в течение 5–15 минут нежизнеспособные цисты. На втором этапе очищения проводят выбраковку цист, осевших на дно емкости после 5–15-минутного отстаивания в воде соленостью 25,0–300,0 г/л.

Для сохранения жизнеспособности эмбрионов артемии длительное время П.М. Воронов (Патент ... , 1973) предлагает хранить цисты в глицерине при температуре от 0 до

5,0 °С в течение 40–50 дней с периодическим повышением до 15,0–8,0 °С в течение 2 дней через каждые 8–10 дней.

Кроме традиционного инкубирования сырых или высушенных цист артемии существует способ так называемой декапсуляции – снятия наружной оболочки хориона.

Некоторые цисты вследствие возможных повторных циклов гидратации – дегидратации при нахождении в береговых выбросах, а также под влиянием солнечного излучения теряют свою энергию и способность к проклеиванию. Известно, что низкий выклев цист отрицателен не только сам по себе ввиду меньшего выхода науплиусов и невозможности стабильного своевременного кормления личинок рыб и ракообразных. Также непроклюнувшиеся цисты, трудноотделимые от свободноплавающих науплиусов, могут привести к забиванию пищевода личинок при их заглатывании.

Для устранения этих последствий перед инкубацией производят декапсуляцию цист, которая, с одной стороны, вследствие отсутствия наружной оболочки позволяет развиться слабым науплиусам с низким энергетическим потенциалом, с другой – делает даже непроклюнувшиеся цисты пригодными для потребления.

Кроме декапсуляции непосредственно перед инкубацией существует возможность высушивания декапсулированных цист, которые могут использоваться в качестве заменителя живым науплиусам в случае их нехватки, особенно для бентосных личинок рыб и ракообразных.

Конечно, как отмечает С.П. Плучевский (1985), декапсулированные цисты не могут служить заменителем живых науплиусов и, вероятно, могут использоваться лишь после потребления личинками полноценных живых кормов, когда заработает ферментативная система кишечника, способствующая перевариванию более «грубого» корма.

Способы декапсуляции и установки для ее проведения различны, существует ряд патентов на их изобретение (Патент...,1984; Патент...,1992; Патент...,1993; Патент...,1995).

1.4.2. Активация цист

Период нахождения организма в состоянии диапаузы определяется требованиями биологии артемии и динамикой внешних условий, обусловленной, в свою очередь, географической широтой места обитания и особенностями биотопа. За время нахождения в диапаузе в организме происходят определенные изменения, подготавливающие его к выходу из этого состояния. Реактивация, таким образом, не является одномоментным актом. По мере прохождения диапаузы происходит закономерная трансформация как чувствительности организма к факторам внешней среды, так и его свойств и требований к внешним условиям. Реакция организма на реактивирующие факторы, их количественное восприятие в конечном счете определяет срок завершения диапаузы (Алексеев,1990).

Исследования (Stross, 1971) позволяют несколько иначе взглянуть на такой ответственный момент в «диапаузном развитии», как переход от эндогенной активационной фазы к активированной. Приобретаемая при этом диапаузирующим организмом способность к восприятию сигнальных факторов – сенсбилизация – по крайней мере, в зоне перехода, оказалась под влиянием воздействия внешней среды (Алексеев, 1990).

Из бесспорных фактов можно назвать потребность эмбрионов для завершения диапаузы в кислороде (Богатова, Ерофеева, 1985) и участие света в синхронизации этого процесса (Royan, 1976).

Значительное влияние на процесс прерывания диапаузы цист артемии оказывает кислород, что было установлено в

экспериментах и нашло отражение в биотехнике по их реактивации: для синхронизации выклева эмбрионов цисты обрабатывают сильным окислителем – перекисью водорода. Выделяющийся при разложении перекиси атомарный кислород биологически очень активен, чем, по-видимому, и обусловлено его ускоряющее действие. Продолжительность реактивации при применении перекиси существенно сокращалась, выклев науплиусов достигал 80 % (Богатова, Ерофеева, 1985).

Особенности восприятия светового сигнала при терминации диапаузы изучены слабо (Алексеев, 1990). Относительно спектральной чувствительности имеются сведения (Van der Linder et al., 1985), что завершение диапаузы цист ускоряется при облучении энергонасыщенной частью спектра – 400–600 нм. Красный свет для этих целей оказался непригоден.

В.П. Соловов и др. (1990) показали, что большинство заготавливаемых цист требуют предварительной активации, которая может проводиться двумя способами:

- имитацией естественного режима активации цист, при котором создаются необходимые температурные и другие условия для завершения диапаузы;

- с использованием различных химических реагентов, ускоряющих биохимические процессы в диапаузирующем яйце.

Для активации цист артемии перед инкубацией и непосредственно во время ее проведения существует ряд запатентованных изобретений.

В.А. Копец и др. (Патент ..., 1973б) предлагают для подготовки цист артемии к массовому культивированию произвести предварительно их сушку. Затем в течение 1–3 месяцев промораживать в растворе поваренной соли (60,0–130,0 г/л) в холодильнике при температуре от –3,0 до –15,0 °С с пери-

одическим, каждые 5–7 дней, размораживанием в течение 3–10 часов до температуры 5,0–8,0 °С.

И.Б. Богатова и З.И. Шмакова (Патент ..., 1980) предлагают для обеспечения полного выклева науплиусов из диапаузирующих яиц жаброногих ракообразных выдерживать цисты в 3–10%-м растворе перекиси водорода в течение 5–20 минут при –18,0...–22,0 °С из расчета 200–400 см³ цист на 1 л раствора.

Авторы другого изобретения И.Б. Богатова и Т.И. Ерофеева (Патент ..., 1982) предлагают активацию цист проводить в процессе инкубации, внося 33%-ю перекись водорода непосредственно в солевой раствор из расчета 0,1–0,3 мл на один литр инкубационного раствора.

Е.Е. Гусев (Патент ..., 2000) предлагает способ увеличения выхода науплиусов, который заключается в том, что при активации цист артемии в заданной среде в цисты вводят ионы Н⁺, а среду обогащают ионами ОН⁻. Введение ионов Н⁺ осуществляют путем активации цист в среде, содержащей уксусную кислоту с рН 3 или н-масляную кислоту с рН 3,5, выдерживая их соответственно 2–10 или 2–5 минут. Обогащение среды ионами ОН⁻ осуществляют за счет использования подщелоченного гипертонического раствора, в котором цисты выдерживают 40–60 минут. В качестве подщелоченного гипертонического раствора используют раствор поваренной соли, подщелоченной гидроксидом натрия. Это позволяет повысить всхожесть цист без истощения их энергетических и пластических ресурсов, а также возможность хранения их с повышенной всхожестью после обработки.

Эдди Нассенс и другие авторы Евразийского патента № 005276 В1 (2004) предлагают вносить в инкубационную среду не перекись водорода, а соединения, производящие перекись водорода. В частности, соединения, имеющие пе-

роксидные связи, такие как пероксиды, пербораты, персульфаты и перацетаты. Наиболее предпочтительным производящим перекись водорода соединением является перекись магния, и в особенности перекись кальция. Эти соединения имеются в виде твердых веществ, которые содержат обычно от 50 до 70 % активного вещества. Преимущество использования таких твердых веществ состоит в том, что они могут быть перемешаны с сухими цистами перед упаковкой.

А.Г. Селюков и др. (1997) предлагают проводить активацию цист с использованием генераторов сверхслабого объемно-модулируемого магнитного поля. Авторами установлено, что спецобработка с использованием парафизических технологий диапаузирующих яиц артемии в осенний период приводит к высокому выклеву (72–88 %, в контроле – от 12 до 22 %) при их инкубации в стандартном растворе соли в осенний и зимний периоды. А обработка цист в осенний и летний периоды повышает интенсивность выхода (70–97 %, в контроле – от 8 до 20 %) с одновременным сокращением сроков вылупления при инкубации.

Существует следующий способ повышения выклева науплиусов: в инкубационный раствор соленостью 30,0–35,0 г/л при температуре 25,0–30,0 °С добавляют цисты и 33%-ю перекись водорода из расчета 10,0 г H_2O_2 на 1,0 кг диапаузирующих яиц. Воду аэрируют сжатым воздухом в течение 60 минут, после чего в инкубационный раствор добавляют трийодтиронин и тетраiodтиронин в равных весовых соотношениях в общем количестве от 0,5 до 5,0 мкг на 1 л инкубационного раствора.

1.4.3. Инкубация цист артемии

Выведение науплиусов из находящихся в покое цист происходит только в приемлемых условиях окружающей среды. Оно является результатом комплексных и интегрированных событий, которые, по общепринятому мнению, мо-

гут быть сгруппированы в 3 различные фазы (Clegg, Conte, 1980).

Первой фазой процесса выведения является так называемое предварительное развитие (развитие до появления на свет) – PED. В зависимости от условий инкубации PED продолжается около 6–18 часов (Clegg, Conte, 1980). Эта фаза заканчивается с разрывом оболочки цист, когда будущий науплиус становится частично видимым через разорванную стенку оболочки (Hofmann, Hand, 1990б). Эту стадию выведения цист называют E1 стадией (Nakanishi et al., 1963, Clegg, Conte, 1980). Изменения эмбриона в течение этой фазы происходят на субклеточном уровне и включают в себя созревание митохондрий, структурные, количественные и качественные изменения тромбоцитов желтка, активацию некоторых ферментных систем и частичное поглощение накопленной энергии (Hofmann, Hand, 1990; Hand, 1993; Clegg, 1997). В течение фазы предварительного развития число клеток не возрастает (Cytological..., 1963).

В течение второй фазы процесса выведения E1-стадия постепенно развивается и примерно через 2 часа фаза предварительного развития заканчивается (Clegg, Conte, 1980). Науплиус становится видимым полностью и в его развитии начинается так называемая стадия зонтика, или E2-стадия. На этой стадии эмбрион находится в мембране выведения, которая является последней связью эмбриона с пустой оболочкой яйца.

После дополнительных 2–4 часов инкубации мембрана выведения разрывается, и полностью сформировавшаяся личинка-науплиус выходит в окружающую среду (третья фаза полного выведения) (Clegg, Conte, 1980).

Наилучшие результаты инкубации цист при высокой их концентрации могут быть достигнуты в случае использо-

вания воронкообразных культиваторов, в которых аэрация осуществляется со дна (Спекторова, 1984).

В.П. Соловов и др. (1990) предложили использовать для этих целей аппараты ВНИИПРХ.

Непрерывная подача воздуха в нижнюю часть инкубационного аппарата гарантирует, что все цисты будут находиться в суспензии, достаточно насыщенной кислородом.

Получение науплиусов при инкубации цист в морской воде само по себе несложно. Однако, когда работа выполняется в больших масштабах и при высоких плотностях цист, для получения максимального выклева должны тщательно соблюдаться некоторые критические параметры. К ним можно отнести температуру, соленость, рН, плотность цист, освещенность, экспозицию.

Температура должна поддерживаться в пределах 25,0–30,0 °С. При температуре ниже 25,0 °С темп выклева науплиусов замедляется, а при температуре выше 33,0 °С метаболизм цист необратимо останавливается. При инкубации лучше выдерживать в среде постоянную температуру (например, используя нагреватель и термостат). Это будет способствовать максимальному выходу всех науплиусов первой стадии (с максимальным содержанием энергии) после определенного времени инкубации. Следовательно, путем поддержания оптимальной температуры (особенно при автоматизации этих процессов) можно повысить выживаемость науплиусов с гарантией постоянного выклева независимо от сезонных колебаний температуры (Sorgeloos, 1979).

Соленость инкубационного раствора легко определяется рефрактометром. Для выклева цист по причине практического удобства используется морская вода. Однако при снижении солености темп выклева значительно возрастает, и для некоторых популяций отмечается более высокий процент выклева.

Повышение эффективности выклева при пониженной солености объясняют тем, что для части эмбрионов содержание энергии могло быть близким к критическому уровню, необходимому для выклева, поэтому эмбрионы могли достичь стадии разрыва оболочки в воде соленостью 5,0 г/л, но при инкубации в морской воде этой энергии уже не хватало (Спекторова, 1984).

В инкубационном растворе рекомендуется поддерживать рН на уровне не ниже 8. Для увеличения буферной способности инкубационной среды, важной при проведении инкубации при высоких плотностях цист (обильно продуцируется CO_2), на 1л раствора добавляют 2,0 г технически чистого NaHCO_3 (Sorgeloos, 1979).

Уровень кислорода рекомендуется поддерживать выше 2,0 мг/л. Для обеспечения максимального выклева науплиусов следует производить инкубацию при концентрации кислорода, приближающейся к насыщению, но, главное, все цисты должны находиться во взвешенном состоянии в растворе. Если они собираются на дне инкубатора, образуются анаэробные зоны, и метаболизм прекращается (Спекторова, 1984).

Одной из технических проблем при инкубации является необходимость поддержания высокого уровня кислорода без пенообразования и механического повреждения выклюнувшихся науплиусов. Для этого не рекомендуется делать плотность цист выше 5,0 г/л, особенно если одновременно инкубируется большое количество цист артемии.

Сильное пенообразование может быть сокращено добавлением нескольких капель нетоксичного антипенного агента, например антипенного силикона (Sorgeloos, 1979).

Освещение цист является одним из главных факторов максимального процента выклева.

Диapaузирующие эмбрионы, по крайней мере на последнем этапе реактивации, нуждаются в обогащенной кислородом среде (Decapsulation..., 1977).

Начало активного метаболизма и разрыв оболочки цист возможны только при полной их гидратации и при достаточном освещении, интенсивность которого является индивидуальной особенностью цист и колеблется в пределах от 20 до 2000 лк. Вероятно, способность оболочек поглощать свет определяется их цветом и количеством в них гематина, которые зависят от содержания железа в пище половозрелых рачков (Спекторова, 1984).

Требуемый уровень освещенности в большинстве случаев достигается благодаря дневному свету в прозрачном аппарате, помещенном на открытом воздухе в тени. Однако для того чтобы не зависеть от сезонных колебаний в освещенности, лучше держать инкубационные аппараты внутри помещения (при этом лучше контролируются и температурные условия) при искусственном освещении, например люминесцентной лампой, установленной близко к водной поверхности (Sorgeloos, 1979).

Одним из общепринятых параметров при проведении инкубации является время – 24 часа. Это обусловлено необходимостью ежедневного получения потребителем свободноплавающих науплиусов в качестве живого корма для личинок рыб и ракообразных. С другой стороны, при продолжительной инкубации происходит снижение питательной ценности науплиусов при переходе на следующую личиночную стадию и увеличение числа сегментов и линейных размеров, делающих последних недоступными для ряда мелких потребляющих их личинок.

1.4.4. Оценка качества цист артемии

Параметрами, которые наиболее часто принимают во внимание при оценке проб цист рачка *Artemia Leach*, 1819, являются их чистота (например, фракция цист с нарушенными оболочками, процент загрязнений, таких как пустые оболочки, фрагменты оболочек, песок и/или другие остатки); биометрия цист и науплиусов (диаметр цист, длина и ширина науплиусов); питательная ценность науплиусов для личинок рыб и ракообразных (например, содержание жирных кислот); загрязнение цист и, возможно, науплиусов токсичными веществами, такими как, например, тяжелые металлы и пестициды; инкубируемость (выводимость) цист. С экономической точки зрения эта последняя характеристика наиболее часто принимается во внимание, так как она прямо дает количество живой пищи (науплиусов), которое может быть получено из данного количества цист в оптимальных условиях выведения (Stappen, Sorgeloos, 1996a).

Чистота цист характеризует загрязненность различного рода примесями: песком, нитчатыми водорослями, фрагментами имаго рачка и различных насекомых. Кроме непосредственно коммерческого значения (уменьшения количества самих цист при чрезмерном загрязнении), высокое содержание органических примесей ведет к снижению качества цист при хранении, так как разлагающаяся органика приводит к дефициту кислорода, необходимого для нормального процесса активации цист и выхода их из состояния диапаузы. В равной степени вышесказанное относится и к загрязнению цист пустыми оболочками.

Биометрия цист и науплиусов имеет в ряде случаев большое значение, так как характеризует линейные размеры цист, соответственно выражает количество свободноплавающих науплиусов, которое можно получить из определен-

ного объема цист, и размеры науплиусов, определяя их доступность, например для мелких личинок хищных рыб.

Выклев (выводимость) диапаузирующих цист является одной из важных характеристик, определяющих их качество. Наряду с важной возможностью получения наибольшего количества живых науплиусов в абсолютном выражении, немалое значение имеет и количество невыклюнувшихся цист. Невозможность полного отделения последних от свободноплавающих науплиусов ведет к забиванию пищевода и гибели личинок рыб и ракообразных. К наиболее важным критериям выклева, по данным Реферативного центра артемии, относятся процент выклева, темп выклева, эффективность выклева, продукция выклева.

Процент выклева (В%) цист определяется как количество выклюнувшихся науплиусов в процентах от заложенных на инкубацию цист.

Этот критерий нельзя применять при оценке неочищенных цист, находящихся в смеси с треснувшими оболочками, песком, солью и т. д.

Такой критерий, как темп выклева (ТВ), говорит о периоде времени от начала инкубации (гидратация цист) до освобождения науплиусов (выклев). Принимаются во внимание следующие интервалы времени:

T_0 – время инкубации до появления первых свободноплавающих науплиусов;

T_{10} – время инкубации до появления 10 % науплиусов от их суммарного числа;

T_{90} – время инкубации до появления 90 % науплиусов от их суммарного числа;

T_s – мера синхронности выклева, определяющаяся как разница $T_{90} - T_{10}$.

Эффективность выклева (ЭВ) – это количество науплиусов, которое может быть получено от 1,0 г сухих цист при

стандартной инкубации (48 часов инкубации, минерализация морской воды – 35,0 г/л, температура – 25,0 °С, освещение – минимум 1000 лк, рН 8,0–8,5).

Продукция выклева (ПВ) – это сухая биомасса науплиусов, полученная из 1,0 г сухих цист при инкубации в стандартных условиях. Продукция выклева равняется произведению эффективности выклева и индивидуальной массы науплиуса первой стадии (Sorgeloos, 1979).

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал для исследования был собран с 1995 по 2010 г. на основных гипергалинных водоемах Алтайского края (Кулундинское, Большое Яровое). Проведено ознакомление с исследовательской работой специалистов предприятий по переработке цист артемии в Казахстане и Китае, с работой непосредственных потребителей на рыбоводческих хозяйствах Алтая и креветководческих фермах Таиланда.

Цисты рачка артемии исследовали в лаборатории Алтайского НИИ водных биоресурсов и аквакультуры и в производственной лаборатории ОАО «Кучуксульфат». Влияние различных условий сбора, параметров переработки, хранения, активации и сушки на выклев цист изучали на цистах рачка артемии различных гипергалинных озер Алтайского края в промышленных масштабах.

Инкубировали цисты рачка артемии в следующих условиях: концентрация сырых цист составляла 4,0–6,0 г/л, сухих – 2,0–3,0; минерализация инкубационного раствора – от 10,0 до 35,0 г/л; температура – от 15,0 до 35,0 °С; насыщение растворенным кислородом при постоянной аэрации – 4,0 мг O₂/л; освещенность – 2000 лк; экспозиция – 24 часа.

Инкубатор для выведения науплиусов из цист артемии представляет собой стеллажи с установленными на них 96 пластиковыми коническими емкостями объемом 1 л. Через

систему шлангов в каждый конус со дна подается сжатый воздух для необходимого насыщения инкубационного раствора кислородом и поддержания цист во взвешенном состоянии. Интенсивность аэрации в каждой емкости регулируется посредством кранов. Определенная температура в помещении инкубатора поддерживается автоматически при помощи обогревателей и кондиционера. Необходимая интенсивность освещения (2000 лк) обеспечивается установленными на стеллажах за инкубационными емкостями люминесцентными лампами (прил. 1).

Пробы для подсчета выклева отбирались автоматической пипеткой в специальные счетные кюветы, для обездвиживания и окрашивания выклюнувшихся науплиусов добавляли раствор Люголя.

Подсчет непроклюнувшихся цист, свободноплавающих науплиусов, а также науплиусов на стадии «парашюта» производили при помощи бинокля МБС-10. Данные для дальнейшего анализа заносили в таблицы. Обозначения, принятые в приводимых таблицах выклева цист: Н⁻ (количество свободноплавающих науплиусов, полученных из 100 полных цист) и Н⁺ (количество свободноплавающих науплиусов и проклюнувшихся эмбрионов, а также личинок на стадии «парашюта», считаемых доступными для питания некоторых объектов аквакультуры, полученных также из 100 полных цист). В обозначениях для удобства применяется NH – контрольный, нормальный выклев и PH – выклев с добавлением перекиси водорода как активатора, традиционно используемого для определения потенциально максимального выклева.

Для определения содержания пустых оболочек цист существуют два метода: объемный и количественный. Объемный метод основан на разделении по плотности в пресной воде, в которой пустые оболочки имеют положительную

плавучесть, а полные цисты – отрицательную. Разделение проводят в мерном цилиндре, и в данном случае говорят об объемном содержании пустых оболочек в образце исследованных цист. Количественный метод заключается в тотальном подсчете под биноклем цист и оболочек в количестве 200–300 экз. Последующее добавление гипохлорита кальция растворяет пустые оболочки и оболочки полных цист. При подсчете оставшихся декапсулированных эмбрионов определяют количество растворившихся пустых оболочек, при этом говорят про их количественное содержание.

Определенное обоими методами содержание скорлупы может быть переведено в весовое делением на коэффициент 3,1. Установлено, что при влажности 40–50 % масса оболочки в 3,1 раза меньше массы полных цист (Веснина, Лисицина, 2007).

Загрязненность цист примесями (исключая пустые оболочки) определяют разделением в насыщенном солевом растворе. После 10-минутной аэрации с последующим отстаиванием цисты артемии всплывают, а тяжелые примеси тонут. Крупный сор определяют путем промывания образца через сито с ячейей 0,3 мм.

Объем собранного материала за исследованный период представлен в табл. 8.

При выборе места расположения станций учитывали морфометрические особенности озера (станции в литорали и глубоководной зоне).

Морфометрические показатели водоемов изучены по методикам практической гидрометрии (Берникова, Демидова, 1977; Лутшева, 1983); изрезанность береговой линии – по Б.Б. Богословскому (1960); максимальная и средняя глубина – по Г.Ю. Верещагину (1930). Классификация озер по площади проведена по П.В. Иванову (1948).

**Объем собранного и обработанного материала за период
исследования с 1995 по 2010 г. на оз. Кулундинское
и Большое Яровое**

№ п/п	Вид исследования	Периодичность	Общее количество материала (проб, анализов)
1	Измерение температуры воды	Апрель – октябрь	600
2	Измерение прозрачности воды	Апрель – октябрь	210
3	Измерение минерализации воды	Апрель – октябрь	1000
4	Пробы на содержание растворенного кислорода в воде	Апрель – октябрь	210
5	Пробы зоопланктона	Апрель – октябрь	210
6	Гидрохимический анализ	Апрель – октябрь	600
7	Биометрия цист	Август – ноябрь	300
8	Чистота цист	Август – ноябрь	1500
9	Влажность цист	Август – ноябрь	1000
10	Выклев цист	Ежедневно	300000

Прозрачность воды определяли по диску Секки, температуру воды измеряли ртутным термометром, минерализацию воды определяли рефрактометром (El Paso TX 79928 USA), рН, содержание растворенного в воде кислорода – методом Винклера, щелочность общую и карбонатную – с помощью полевого рН-метра (ph/Cond 340:/SET).

Гидрохимические пробы отбирали в центральной части акватории одновременно с отбором проб зоопланктона. Гидрохимический анализ проводили в лаборатории службы качества ОАО «Кучуксульфат». Также использовали архивные данные гидрохимических анализов Алтайского НИИ водных биоресурсов и аквакультуры.

Гидробиологические пробы отбирали по стандартным методикам (Киселев, 1956; Методика..., 1975; Методические..., 1983; Методические..., 2002).

На оз. Кулундинское сбор проводили стандартными методами планктонной сетью Апштейна из мельничного газа № 49–52. На оз. Большое Яровое выделено 12 станций, 3 – литоральные и 9 озерных скважин, условно разбитых на 4 трансекты. Глубина скважин в каждой трансекте составляла 2, 4, 6, 8 м. Зоопланктон отбирали с помощью планктонной конической сетки из мельничного газа № 49–52 диаметром 0,5 м. Пробы фиксировали 4%-м раствором формалина. Камеральная обработка выполнена под бинокляром МБС-10, оборудованным окуляр-микрометром. В пробах фиксировали разновозрастные группы: науплии, ювенильные, предвзрослые, половозрелые особи, а также цисты и летние яйца. Массу тела рачков и цист определяли на электронных весах марки Kern ARJ220 – 4М.

Влажность цист определяли на влагомере SARTORIUS при температуре 115 °С с навеской цист 1,5–2,0 г.

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel. Вычисляли среднее значение (\bar{x}), ошибку средней величины (S), стандартное отклонение (s), коэффициент вариации (Cv). Разницу средних величин оценивали по критерию Стьюдента и вероятности P , которую признавали статистически значимой при $P < 0,95$, по алгоритмам А.Н. Плохинского (1961), Г.Ф. Лакина (1973), Л.А. Васильевой (2004).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Биота гипергалинных озер Алтайского края

Для определения эколого-экономической значимости гипергалинных водоемов Алтайского края как сырьевых баз, выделены три категории хозяйственного значения артемиевых озер: высшая, первая и вторая. Общая площадь водоемов фонда артемиевых озер Алтайского края составляет 113,7 тыс. га. Количество артемиевых водоемов, так же как их морфометрические и гидрологические показатели, значительно варьирует в зависимости от условий водности конкретного сезона. Соответственно, изменяется как отношение того или иного водоема к определенной категории фонда, так и площадь фонда.

К артемиевым водоемам высшей категории в Алтайском крае отнесены два озера: Кулундинское и Большое Яровое, характеризующиеся относительно постоянными морфометрическими и гидрологическими показателями и, соответственно, более стабильными показателями использования сырьевой базы. По площади высшая категория артемиевых озер в общем составе фонда составляет 69,2 %, обеспечивая основной объем заготовки диапаузирующих цист рачка. На обоих озерах проводятся наблюдения за состоянием численных показателей рачка артемии в рамках специального мониторинга (Веснина, 2006).

К первой хозяйственной категории артемиевых водоемов, на которых в последние годы наблюдались промысловые скопления цист, отнесены 13 озер общей площадью 10190 га. На части озер первой категории проводилась промышленная заготовка цист рачка артемии. Кроме пригодности водоемов для существования сообщества рачка по гидрологическим показателям, важным элементом морфометрии озер первой категории является доступность бере-

говой линии для промышленного сбора диапаузирующих цист. В отдельные годы вследствие изменения водности озера первой категории могут терять свое промысловое значение. Наиболее значимыми из фонда первой категории по заготовке цист являются озера Малое Яровое и Малиновое.

Озера, отличающиеся неустойчивыми абиотическими и биотическими условиями обитания артемии и, соответственно, низкими показателями его сырьевой базы, отнесены к водоемам второй категории (14 озер общей площадью 24970 га). Промысел цист на этих водоемах крайне нестабилен или в отдельные годы отсутствует. На большинстве озер второй категории, минерализация которых превышает 200,0 г/л, возможно проведение только летней заготовки цист, продуцируемых одной единственной генерацией рачка артемии (Веснина, 2009).

Впервые в 1996 г. проведена заготовка биоресурса на озерах, относящихся к первой и второй категории – Кучукское и Малиновое, на которых собрано соответственно 40,0 и 15,0 т сырых цист (Перспективы..., 1997).

Кроме гипергалинных озер – действующей сырьевой базы артемии (высшей, первой и второй категорий), выделена группа водоемов, по гидрологическим характеристикам пригодных в перспективе для формирования сырьевой базы артемии. Таких водоемов в Алтайском крае 32. Эти водоемы включены в резервный фонд, площадь которого составляет 7140 га.

Кроме изменяющихся и зачастую прогнозируемых условий водности региона, на фонд артемиевых озер могут оказывать влияние чисто техногенные факторы. Так, прорыв каскада плотин на р. Кучук в период паводка 2010 г. значительно опреснил оз. Кучукское, что создало благоприятные условия для увеличения сырьевой базы артемии, и, соответственно, вовлечения данного водоема в перечень ис-

пользуемых для промышленного сбора цист. С другой стороны, производимая с периодичностью один раз в три (а в последние несколько лет один раз в два) года закачка рапы с оз. Кучукское в водоем-испаритель ОАО «Кучуксульфат» в объеме 30,0 млн м³ отрицательно сказывается на гидрологических показателях водоема и, как следствие, на условиях формирования сырьевой базы *Artemia* Leach, 1819. Кроме того, только за счет испарения мелководное оз. Кучукское в летний период уменьшает свой объем на 15,0–20,0 млн м³ (Веснина, 2011).

Также немаловажным фактором, способствующим вовлечению все новых озер в хозяйственный артемиевый фонд, является значительно увеличившийся спрос на цисты рачка артемии. В условиях конкуренции организации, занимающиеся промыслом, постоянно совершенствуют методы заготовки цист, применяя все более высокотехнологичное оборудование: накопительные уловители, мотопомпы, флот. Высокая цена цист на мировом рынке диктует применение технологий, направленных на возможность более полного освоения сырьевой базы артемиевых озер, что, в свою очередь, позволяет использовать водоемы, ранее не привлекательные для проведения сбора.

3.1.1. Озеро Кулундинское

Район расположения озера характеризуется как теплый, засушливый и относится к аридной зоне. Температура поверхностного слоя воды в оз. Кулундинское за период исследований составила в начале вегетационного сезона (в мае) 17,4±6,1 °С, в конце сезона (в октябре) 6,9±4,5 °С. В июле вода в озере прогревается до 24,4±3,6 °С.

По данным гидрометеопоста, у с. Белград определены даты перехода температуры воды через критические точки, определяющие начало или окончание биологических процессов: 4,0 °С (начало и окончание фотосинтеза) – 24 апреля

и 3 ноября; 10,0 °С (начало и окончание развития популяции рачка артемии) – 24 мая и 4 октября. Сроки становления ледяного покрова на озере зависят от даты устойчивого снижения температуры воздуха ниже 0 °С. Для оз. Кулундинское в 2007 г. переход температуры воздуха через 0 °С отмечен в конце октября, дата наступления нулевой температуры воды – в середине ноября. Замерзает рапа озера при охлаждении до –6,0...–8,0 °С.

Озеро Кулундинское является самым крупным на территории Российской Федерации (728 км²) гипергалинным артемиевым водоемом (рис. 2).

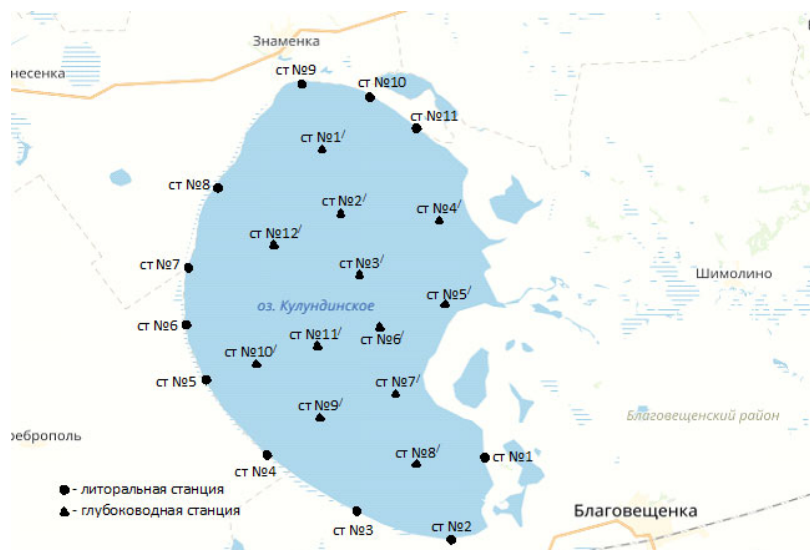


Рис. 2. План оз. Кулундинское и станции отбора проб (Ресурсы..., 1962)

Озеро занимает центральную часть Кулундинской депрессии и расположено на территории Благоещенского, Славгородского и Табунского районов. Средняя глубина его 2,6 м, максимальная – 3,6. В озеро впадают реки Кулунда и Суетка. Озеро бессточное, в период снеготаяния соединяется протокой с оз. Кучукское. Площадь бассейна состав-

ляет 24100 км². Северные и западные берега крутые, высотой 5,0–6,0 м, восточный – пологий, изрезан заливами. В восточной части озера, заиленного выносами р. Кулунды, находится много островов. На остальной площади водоема дно глинистое и песчаное. Морфометрические показатели водоема варьируют в зависимости от общей тенденции повышения или уменьшения обводненности и отражают глобальные или местные локализованные климатические флуктуации (Новоселова, 1997).

Общая минерализация воды колеблется от 60,0 до 120,0 г/л (2002–2010 гг.), класс воды по О.А. Алекину (1970) – сульфатно-хлоридный.

Под влиянием гидрометеорологических условий солевой состав и минерализация воды в артемиевых озёрах непрерывно изменяются. За период с 1995 по 2000 г. общее содержание солей в воде оз. Кулундинское варьировало от 70,0 до 125,0 г/л. Динамика средней многолетней минерализации составила 39,0–145,2 г/л (Веснина и др., 2011). За период 2000–2010 гг. общее содержание солей в воде колебалось от 10,0 (апрель, 2005 г.) до 144,0 г/л (сентябрь, 2009 г.) (табл. 9).

Наименьшие значения минерализации воды в озере наблюдались весной, во время притока талых вод с водосборной площади, и достигали максимальных величин в летний и осенний период.

В 1996 г. минерализация воды в озере составляла 60,0 г/л, поэтому водоем не представлял интереса для промышленного сбора цист артемии вследствие как низкой плотности воды и, соответственно, низкой плавучести цист, так и вследствие большой концентрации нитчатых водорослей, препятствующих образованию значимых промысловых скоплений. Последующее повышение минерализации в 1997 г. до 76,0 г/л позволило впервые провести заготовку

цист в 1998 г. в объеме 300,0 т, что показало перспективность сырьевой базы водоема.

Кислородный режим для артемии в период исследований был в целом благоприятным, концентрация кислорода была невысокой и колебалась в зависимости от станции наблюдения от 2,4 до 12,6 мг O₂/л (2008 г).

Таблица 9

Сезонные изменения минерализации воды в оз. Кулундинское, 2000–2010 гг.

Месяц	X±Sx, °C	Cv, %	σ
Май	79,56±30,64	38,52	10,21
Июнь	101,22±13,07	12,92	4,36
Июль	106,36±9,27	8,71	2,79
Август	112,73±10,96	9,72	3,30
Сентябрь	115,27±10,30	8,93	3,10
Октябрь	119,25±10,24	8,58	3,62

Главные компоненты, составляющие биоту, – 36 видов водорослей из 7 отделов и жаброногий рачок артемия. Доминирующими водорослями по числу видов являются представители зеленых, синезеленых и диатомовых (*Cladophora glomerata*, *Ankyra judai*, *Dunaliella salina*). Представители фитопланктона из 7 отделов отмечаются как постоянные – это Cyanophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Chlorophyta. К прочим относятся представители отделов Dinophyta, Chrysophyta, которые встречаются не ежегодно. Биомасса артемии колеблется в пределах 2,1–10,4 г/м³ (2002–2010 гг.).

Качественные и количественные показатели зоопланктона оз. Кулундинское характеризуются значительным диапазоном колебаний. В составе зоопланктона в многоводные периоды отмечены представители веслоногих ракообразных и коловраток (Веснина, 2002; Ронжина, 2009). Численность копепод колебалась от 0,04 (2002 г.) до 514,80 тыс. экз/м³

(2005 г.). Доминантом являлся *Cletocamptus retrogressus* (Schmank.). В состав солоноватоводного комплекса коловраток входили *Euchlanis myersi* (Myers), *Brachionus urceus* (Linne), *Br. plicatilis rotundiformis* Tschugunoff, *Keratella cruciformis* (Thompson), *Testudinella clypeata* (Muller). Численность коловраток составляла от 0,05 до 466,00 тыс. экз/м³ (2005 г.). Основным представителем зоопланктона является жаброногий рачок артемия (*Artemia* Leach, 1819).

На восточном побережье и в дельте р. Кулунды действует Благовещенский заказник для водоплавающих и околоводных птиц.

В последнее время в связи с общим в регионе снижением темпов сельскохозяйственного производства значительно сократились площади выпасов в прибрежной зоне озера и количество распахиваемых на водосборной территории земель. Перестали существовать расположенные на берегу села. Прекратил свое существование закрытый учебный полигон, расположенный на восточном побережье озера в устье р. Кулунды. В данный момент наблюдается самоочищение обширной прибрежной территории.

Однако сегодня озеро как экосистема подвергается антропогенной нагрузке посредством загрязнения стоками вод р. Кулунды и нового для него фактора – промышленного сбора цист артемии. Помимо прямого отрицательного воздействия при проведении заготовительных работ, выражающегося в изъятии основного источника корма большинства перелетных и гнездящихся на озере птиц, большое влияние на сокращение их численности оказывает фактор беспокойства в летне-осенний период, обусловленный присутствием в береговой зоне и на акватории значительного количества промысловиков и различного рода техники.

3.1.2. Озеро Большое Яровое

Озеро Большое Яровое по физико-географическому районированию региона расположено в Кулундинской степной провинции, Западно-Кулундинской сухостепной подпровинции, Кулундинско-Яровском районе. Водоем имеет эллипсообразную форму, вытянут с северо-запада на юго-восток (рис. 3). Площадь озера составляет 66,7 км² с колебаниями от 63,0 до 67,0 км². Средняя глубина – 4,0–4,9 м, максимальная – 9,5. Длина береговой линии – 32,0 км, коэффициент развития береговой линии – 1,10.

В юго-западной части берега открытые, крутые, обрывистые, высотой 10,0–15,0 м, изрезаны оврагами, в низменных местах в большом количестве имеются родники. Северный и северо-восточный берега озера пологие.

Песчаная литораль хорошо выражена по всему периметру озера, её ширина составляет от 750,0 до 2000,0 м. Донные грунты составляют: песчаные – 15 %, песчано-илистые – 25, илистые – 60. Озеро бессточное, поверхностный сток по 16 лощинам. Озеро Большое Яровое речного питания не имеет, пополнение водоема происходит за счет атмосферных осадков, грунтовых вод и снеготаяния.

Озеро Большое Яровое благодаря стабильности гидрологического режима, обусловленного постоянной грунтовой подпиткой и большими глубинами, обеспечивающими высокую теплоемкость и, соответственно, более благоприятные условия для существования популяции артемии, является самым востребованным для проведения сбора цист. Прогнозируемый объем заготовки составляет, по нашим данным, 400,0–675,5 т сырых цист артемии в год (2002–2010 гг.).

Водоем испытывает значительную антропогенную нагрузку, связанную в первую очередь с расположенным на берегу городом Яровое. До недавнего времени большой вклад

в загрязнение озера вносило предприятие «Алтайхимпром», производившее различного рода химикаты для химической и оборонной промышленности. Промышленные стоки и свалка отходов химического предприятия, расположенная в прибрежной зоне, подтопляемая в последние годы повышающимся уровнем воды в озере, отрицательно сказываются на экологии озера даже после фактически полной остановки завода. Принадлежность цист артемии, собранных в оз. Большое Яровое, легко идентифицируется визуально: вкрапления нефтепродуктов в виде черных точек на оболочке диапаузирующих яиц, не удаляемых даже при промывке, являются «визитной карточкой» сырьевой базы.

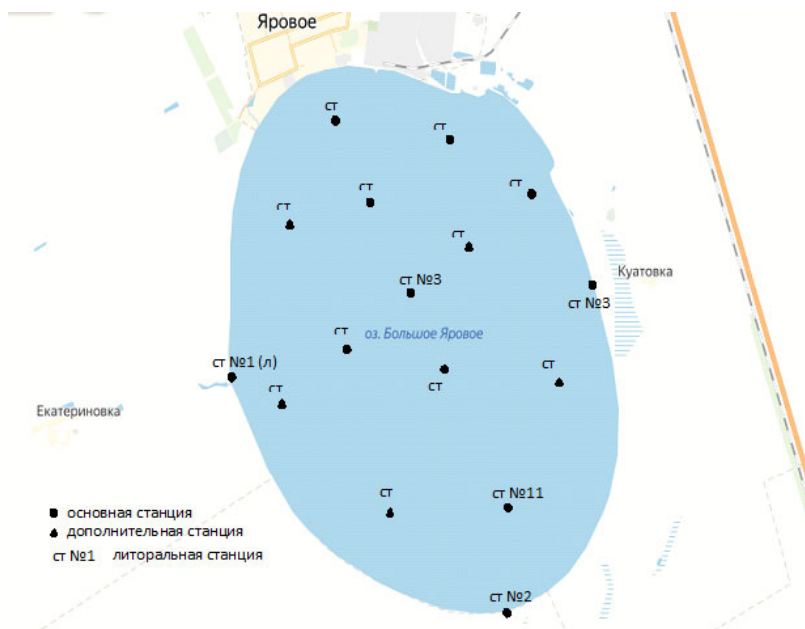


Рис. 3. План оз. Большое Яровое и станции отбора проб (Ресурсы..., 1962)

При выборе места расположения станций учитывали морфометрические особенности озера (станции в литорали и глубоководной зоне).

В связи с большим количеством попадающих в озеро бытовых и промышленных стоков, достаточно большой глубиной (до 9,5 м) и нахождением ложа водоема ниже уровня залегания грунтовых вод озеро аккумулирует в себе все загрязняющие экосистему элементы.

Природный запас саморегулирования и самосохранения водных экосистем гипергалинных озер, как отмечает З.И. Новоселова (1996), ограничен в силу сочетания неустойчивой гидрологии с высокой степенью естественного накопления минеральных и органических ресурсов.

В последние годы активно развивающаяся отрасль рекреационного использования озера с удобно расположенной на побережье городской инфраструктурой привносит дополнительную антропогенную нагрузку на экосистему водоема.

3.2. Характеристика *Artemia* Leach, 1819 гипергалинных озер Алтайского края

3.2.1. Численность артемии в озере Кулундинское

За период 1978–1998 гг. показатели численности и биомассы рачка *Artemia* Leach, 1819 составляли 0,58–6,40 тыс. экз/м³ и 2,05–10,35 г/м³. По данным Л.В. Весниной и др. (Водоемы..., 1999), максимальные численность и биомасса рачка наблюдались в 1998 г., минимальные – в 1988 г.

На динамику численных значений рачка артемии основное влияние оказывают температура и минерализация воды, которые могут значительно колебаться в зависимости от условий водности сезона. В период регрессивной фазы водности (2006–2010 гг.), обуславливающей понижение уровня озера, увеличение температуры и минерализации воды, наблюдается большее количество цист по сравнению с трансгрессивной фазой (2001–2005 гг.), оно составляет 232,02 и 172,84 тыс. экз/м³ соответственно (табл. 10).

**Динамика численности разновозрастных особей артемии
и её цист в оз. Кулундинское, тыс. экз/м³**

Фаза водности	Науплии	Неполо- возрелые	Половозрелые		Цисты
			самки	самцы	
Трансгрессивная (2001–2005 гг.)	16,10	22,46	0,80	0,03	172,84
Регрессивная (2006–2010 гг.)	15,38	10,04	1,14	0	232,02

Учитывая вариабельность данных характеристик, в среднем за период исследований развитие рачка артемии в оз. Кулундинское происходило по следующей схеме. Первые науплиусы в оз. Кулундинское фиксировали обычно в 20-х числах апреля. Основным типом воспроизводства в первой генерации рачка артемии является живорождение, т. е. вымет науплиусов. Массовое развитие первой генерации обычно продолжается до начала июня. Достижение половой зрелости рачков второй генерации отмечается в массе в конце июня – начале июля.

Самки рачка второй генерации обычно откладывают только диапаузирующие яйца, живорождение практически отсутствует. К середине июля на акватории озера фиксируются первые промысловые скопления цист. Начиная со второй половины июля и до конца августа формируется третья генерация рачка. В благоприятные по гидрологическим условиям водоема годы к концу августа может формироваться четвертая генерация, которая, однако, редко успевает достигнуть половой зрелости.

В условиях регрессии водоема отмечено изменение половой структуры сообщества рачка, а также значительное увеличение массы яйценосных самок ($4,9 \pm 1,15$ мг) до полного отсутствия самцов. Средняя плодовитость самок рачка артемии за указанный период составила $31,18 \pm 14,4$ экз., диаметр цист – $0,24 \pm 0,03$ мкм. Половая структура сообщества

рачка в озере Кулундинское за период трансгрессивной фазы водности составила 96,9 : 3,1; средняя плодовитость самок артемии – 31,27±15,06 экз., диаметр цист – 0,23±0,03 мкм (табл. 11).

Таблица 11

Среднесезонные значения продукционных характеристик артемии в оз. Кулундинское по фазам водности, 2002–2010 гг.

Фаза водности	Соотношение полов (самки : самцы)	Средняя плодовитость, экз.	Средний диаметр цист, мкм	Масса яйценосных самок, мг
Трансгрессивная (2001–2005 гг.)	96,9 : 3,1	31,27±15,06	0,23±0,03	3,83±1,30
Регрессивная (2006–2010 гг.)	400 : 0,0	31,18±14,40	0,24±0,03	4,90±1,15

Прогнозируемый объем заготовки в зависимости от климатических условий сезона на оз. Кулундинское составляет, по нашим данным, 386,0–966,0 т сырых цист в год (2002–2010 гг.).

3.2.2. Численность артемии в озере Большое Яровое

Район расположения озера по агроклиматическому районированию характеризуется как теплый, засушливый: количество градусодней – 2200–2860, максимальная температура воздуха в году – 40,0 °С, дата последнего заморозка – 18 мая, дата первого заморозка – 22 сентября.

В глубоководном оз. Большое Яровое наблюдается температурная стратификация с сохранением в летний период отрицательных температур. В июне температура поверхностного слоя рапы достигает 18,0–19,9 °С, температура воды у дна (на глубине 8,0–9,0 м) отрицательная и составляет –5,0...–3,0 °С. Температура средних слоев воды (от 2,0 до 4,0–6,0 м) колеблется в пределах от 0 до 2,0 °С с понижением температуры по мере продвижения в глубь (Веснина, 2009).

Средняя температура за период наблюдений в мае составила $14,6 \pm 2,1$ °С. Максимальная температура поверхностного слоя воды в оз. Большое Яровое зафиксирована в июле ($22,7 \pm 1,9$ °С). В конце вегетационного периода (октябрь) температура воды в озере составляет $6,7 \pm 1,6$ °С.

Переход температуры воздуха через 0 °С для оз. Большое Яровое в 2003 г. был отмечен 31 октября, дата наступления нулевой температуры воды – 14 ноября.

В оз. Большое Яровое уровень минерализации несколько выше, чем в оз. Кулундинское, динамика данного значения за описываемый период составила от 90,0 (май 2005 г.) до 226,0 г/л (сентябрь 2007 г.). По классификации О.А. Алекаина (1970), вода оз. Большое Яровое относится к хлоридному классу группы натрия, оз. Кулундинское – к смешанному хлоридно-сульфатному классу, группа натрия.

За период 1979–1984 гг. общее содержание солей в воде оз. Большое Яровое колебалось от 163,8 до 191,9 г/л (Веснина, 2002д). Минерализация воды оз. Большое Яровое представлена в табл. 12.

Таблица 12

Сезонные изменения минерализации воды в оз. Большое Яровое, 2000–2010 гг.

Месяц	$X \pm S_x$, °С	C_v , %	σ
Май	$144,78 \pm 23,69$	16,36	7,90
Июнь	$154,10 \pm 8,85$	5,74	2,80
Июль	$159,80 \pm 6,51$	4,07	2,06
Август	$164,00 \pm 8,97$	5,47	2,84
Сентябрь	$171,80 \pm 19,06$	11,09	6,03
Октябрь	$175,30 \pm 19,91$	11,36	6,30

Как и для других озер, минерализации воды закономерно уменьшается весной (после таяния снега на водосборной площади), максимальные значения отмечены в летний и осенний периоды.

В поверхностных слоях содержание солей ниже, чем в придонных, что обусловлено большими глубинами и слабым смешением водных масс.

Для рачков значимо не только общее содержание солей, но для их жизнедеятельности важен и качественный солевой состав, прежде всего класс воды: желателен хлоридный или, по крайней мере, сульфатный, но не гидрокарбонатный. Группа воды обычно натриевая. В солевом составе рапы важное значение имеет магний, который входит в состав хитина и, возможно, заменяет кальций, а также входит в состав соединений, обладающих ферментативной активностью (Ронжина, 2009).

Концентрация кислорода составляла по станциям от 3,0 до 8,6 мг/л. Очевидно, низкие значения обусловлены плохим ветровым перемешиванием водных масс глубоководного озера.

В последнее время в связи с увеличением грунтового стока с водосборной площади происходит стабильное повышение уровня воды в озере, что повлекло за собой увеличение «жилой зоны» артемии. Обильный грунтовый сток по берегам озера стимулирует вылупление науплиусов в прибрежной полосе.

Наибольшая численность рачка артемии в оз. Большое Яровое отмечается при минерализации воды в пределах 150,0–170,0 г/л и при температуре 19,0–23,0 °С.

Диапазон колебаний численных характеристик рачка с 1977 г. довольно значителен и в своей динамике отражает изменчивость факторов обитания, а по динамике заготовки – и интенсивность промысла (Соловов, Студеникина, 1992, 1998; Студеникина, 1985, 1990; Студеникина, Новоселов, 1980; Студеникина, Соловов, 1999; Ясученя, 2002).

За многолетний период исследований численность цист колебалась в значительных пределах: от 5,82 (2004 г.) до

465,87 тыс. экз/м³ (2007 г.); численность половозрелых самок – от 0,69 (2003 г.) до 9,47 тыс. экз/м³ (2010 г.).

В оз. Большое Яровое наблюдается большее количество самцов по сравнению с оз. Кулундинское, среднемноголетнее соотношение полов (самки : самцы) составило 97,8 : 2,2. Плодовитость рачков в озере $45,81 \pm 20,60$ экз. ($C_v=44,97\%$). Диаметр цист рачка артемии в указанный период составлял $0,25 \pm 0,01$ мкм ($C_v=3,70\%$). Масса половозрелых самок в оз. Большое Яровое за период исследований составила $6,7 \pm 1,3$ мг ($C_v=19,31\%$).

3.3. Характеристика цист *Artemia* Leach, 1819

Цисты жаброногого рачка различных водоемов, как было показано выше, различаются по размеру. Диаметр цист, от которого зависит также эффективность выклева (количество науплиусов, получаемых при инкубации 1,0 г сухих цист), в ряде случаев имеет решающее значение при определении пригодности той или иной партии цист для использования в аквакультуре. Многие потребители, особенно занимающиеся подращиванием очень мелких личинок хищных рыб, обращают особое внимание на этот показатель, характеризующий размер цист, соответственно и науплиусов, зависящий от принадлежности их к конкретному гипергалинному водоему. Большое количество науплиусов, получаемых из 1 г цист, позволяет накормиться большему количеству личинок.

Диаметр цист варьирует в зависимости от принадлежности их к тому или иному водоему. Более мелкие цисты оз. Кулундинское, как правило, ценятся выше благодаря возможности получения большего количества и более мелких науплиусов с равного объема инкубируемых цист (рис. 4).

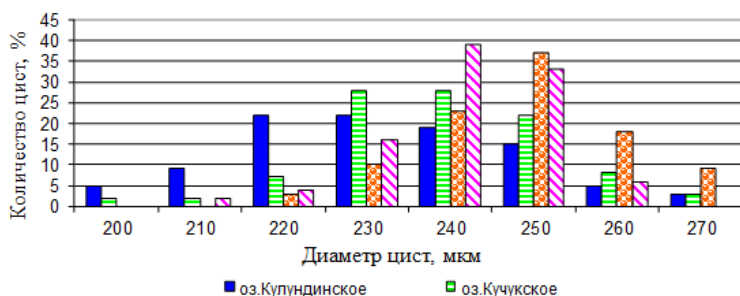


Рис. 4. Распределение цист артемии по диаметру из различных водоемов Алтайского края (2006 г.)

Кроме того, диаметр цист может значительно колебаться у жаброногов одного гипергалинного водоема в зависимости от условий формирования биоты в конкретные сезоны, отличающиеся климатическими условиями (рис. 5).

Иногда для оценки цист применяют такой показатель, как количество их в 1 г. Это зависит от размера самих цист и их влажности. Традиционно этот показатель считается для высушенных цист влажностью 8–10 %.

Самыми мелкими считаются цисты из оз. Большое Соленое (США). В 1 г сухих цист стандартной влажности (10 %) их около 300 тыс. экз. Даже по сравнению с достаточно мелкими (среди алтайских водоемов) цистами оз. Кулундинское (220–240 тыс. экз/г), американские цисты выигрывают в размерах, чему и обязаны большой популярностью на мировом рынке (рис. 6).

Кроме морфометрических характеристик, цисты значительно отличаются по цвету оболочки, что, по мнению некоторых авторов (Stappen, Sorgeloos, 1996б), зависит от содержания железа в рапе материнского водоема. Интенсивность окраски хориона играет не последнюю роль в прохождении диапаузы, определяя разную способность цист поглощать ультрафиолетовое излучение, активизирующее метаболические процессы эмбриона (прил. 2).

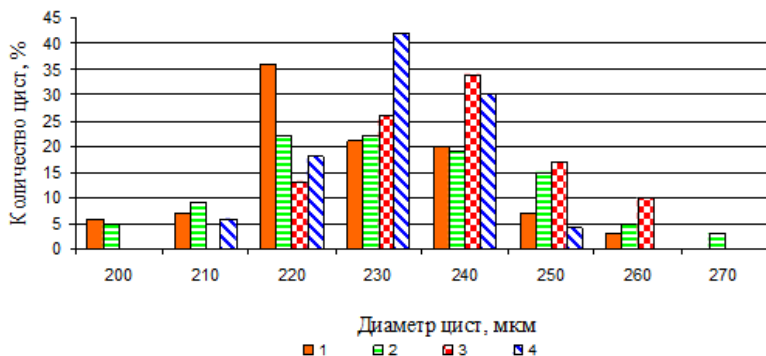


Рис. 5. Динамика изменения диаметра цист рачка *Artemia Leach*, 1819 (оз. Кулундинское): 1 – 2003 г.; 2 – 2004 г.; 3 – 2005 г.; 4 – 2006 г.

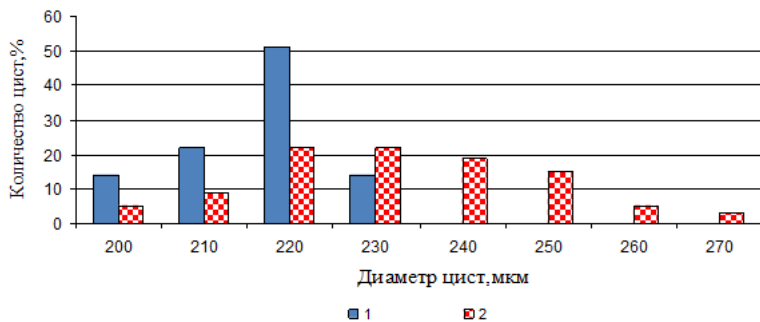


Рис. 6. Распределение цист рачка *Artemia Leach*, 1819 по диаметру: 1 – цисты рачка артемии оз. Большое Соленое (США); 2 – цисты рачка артемии оз. Кулундинское (Россия)

В аминокислотном составе стартовых кормов из цист артемии зафиксировано наличие особо важных незаменимых аминокислот – триптофана, лизина и метионина, а общая доля большинства незаменимых аминокислот, исключая фенилаланин и – в меньшей степени – триптофан, превосходит рекомендованные для выращивания рыб пределы (табл. 13).

Таблица 13

**Биохимический состав цист артемии в оз. Большое Яровое и
Кулундинское, 2010 г.**

Показатели	Цисты артемии воздушно-сухие		Цисты артемии сырые	
	Большое Яровое	Кулундинское	Большое Яровое	Кулундинское
Общая влажность, г	–	–	449,4	529,1
Сухое вещество, г	970,9	972,2	550,6	470,9
Сырой протеин, г	510,7	501,3	289,6	242,7
Сырой жир, г	15,2	10,1	8,6	4,9
Хитин, г	141,9	116,6	80,4	56,5
БЭВ, г	105,7	151,4	60,1	73,4
Сырая зола, г	197,4	192,8	111,9	93,4
в т.ч. кальций, г	7,2	6,8	4,1	3,3
фосфор, г	1,8	1,8	1,0	0,9
медь, мг	20,3	18,7	11,5	9,1
цинк, мг	33,3	32,1	18,9	15,5
марганец, мг	107,6	86,8	61,0	42,0
кобальт, мг	0,1	0,1	0,1	0,1
Каротиноиды, мг/кг	56,8	59,4	33,2	28,8
Лизин, г	42,8	40,1	24,3	19,4
Метионин, г	24,3	20,9	13,8	10,1
Треонин, г	23,8	21,0	13,5	10,2
Е, мг	13,6	11,2	7,7	5,4
В ₁ , мг	19,4	16,0	11,0	7,7
В ₂ , мг	1,8	1,6	1,0	0,8
В ₃ , мг	18,6	13,9	10,5	6,7
В ₅ , мг	189,0	163,0	107,1	78,9
В ₆ , мг	18,0	17,3	10,2	8,4
В ₁₂ , мкг	42,0	39,3	23,8	19,0
Линолевая, г	0,1	0,1	0,1	0,1
Линоленовая, г	0,1	0,1	0,04	0,04

Окраска свободноплавающих науплиусов также варьирует в зависимости от происхождения цист. Интенсивная

окраска делает науплиусов более привлекательными кормовыми объектами для кормления личинок в аква- и марикультуре. Зависимость между окраской хориона цист и полученных из них науплиусов не выявлена. Так, из более темных цист оз. Кулундинское (по сравнению с цистами оз. Большое Яровое) выходят более бледные науплиусы (прил. 3).

Химический состав и хозяйственная ценность биокорма определяются содержанием в нем общего белка, или сырого протеина, углеводов, липидов (жиров) и золы. Для обеспечения интенсивного роста большинства выращиваемых рыб доля белка в кормах должна составлять 35–45 %, и в аминокислотном составе соотношение лизина и аргинина (лизино-аргининовый коэффициент – ЛАК) должно быть в пределах 0,8–1,2 (Остроумова, 1981).

3.4. Технология переработки цист артемии

Процесс производства качественных стартовых кормов для аква- и марикультуры из диапаузирующих яиц рачка артемии гипергалинных озер Алтайского края включает в себя следующие стадии:

1. Непосредственно заготовку цист на гипергалинных озерах в летне-осенний период.

2. Сбор в зависимости от морфометрических особенностей водоема может производиться с берега, литоральных участков, поверхности воды с применением различного рода накопителей и ловушек, а также непосредственно с центральной части акватории озера с применением плавсредств и помп.

3. Первичную очистку, а именно промывку сырья в рапе и отделение органического и неорганического происхождения на ситах.

4. Активацию сырых цист при определенных условиях (температура, влажность, минерализация), подбираемых

конкретно для каждой партии цист в зависимости от их происхождения из того или иного водоема. Оптимизация условий хранения способствует ускорению прохождения диапаузы и повышению всхожести цист до максимально возможных значений и в более сжатые сроки.

5. Сушку цист, прошедших диапаузу, при определенной температуре (30,0–37,0 °С) до определенной влажности (5–10 %). Параметры сушки индивидуальны для цист рачка конкретного водоема. Непосредственно перед сушкой цисты промывают в пресной воде от соли и дополнительно очищают от примесей.

6. Просеивание сухих цист для окончательной очистки, проведение при необходимости дополнительной активации с применением различного рода активаторов выклева и упаковка в герметичную тару. Важным моментом в хранении высушенных цист является исключение увлажнения готовой продукции и недопущение высоких температур (выше 5,0 °С).

На всех вышеперечисленных стадиях проводится контроль выклева цист рачка артемии, являющийся ключевым условием для получения стартовых кормов высокого качества с выклевом 80–90 %.

3.4.1. Сбор цист артемии

Освоение ресурса цист артемии в гипергалинных озерах имеет многолетнюю историю. Потребности внутреннего рынка, а также рынка зарубежных стран в стартовом корме диктуют необходимость оценки ресурсного потенциала соленых водоемов России, в том числе Алтайского края.

Для заготовки цист артемии в водоемах Алтайского края наиболее значимы весенне-летние их скопления (табл. 14). Кроме того, в гипергалинных озерах наблюдается процесс седиментации кристаллической соли, что приводит к недоступности донных отложений цист.

Для территории расположения озер характерно чередование трансгрессивной и регрессивной фаз водности, обуславливающее условия развития рачка и их продуктивность. При этом количество озер, на которых проводилась заготовка биосырья, варьировало от 5 до 19.

Таблица 14

Запасы и результаты промысла цист артемии в гипергалинных озёрах Алтайского края

Год	Общие разведанные запасы, т	Прогноз объема возможного вылова, т	Результаты промысла					
			Общая площадь промысловых озер, га	Число озер	Число организационно-заготовителей	Выделенные квоты, т	Объем заготовки, т	Освоение квоты, %
2000	2104	1246	46249	6	7	1252	579	46
2001	2567	1303	58107	19	11	1303	613	47
2002	2964	926	44450	5	4	915	494	54
2003	2570	1230	46870	7	4	1121	747	67
2004	2432	1270	11617	13	4	1270	614	48
2005	2758	1270	81930	6	4	1133	927	82
2006	2930	1339	86000	9	11	1339	676	50
2007	3880	1720	103860	9	15	1720	1351	79
2008	2833	1310	103620	8	13	1310	579	44
2009	2747	1295	82790	6	–	905	–	–
2010	1845	1114	86310	7	11	1002	507	51
Среднее	2694± 523	1275± 188	68346± 28942	9±4	8±4	1206± 232	709± 258	57± 14

Прогнозируемый объем возможного вылова цист рачка артемии в гипергалинных озерах Алтайского края за исследуемый период изменялся от 926,0 до 1720,0 т. Освоение выделенной квоты цист артемии за 11 лет колебалось от 44

до 82 % со средним многолетним значением 57 ± 14 %. Таким образом, ценный биоресурс осваивается не полностью, и существует значительный потенциальный резерв увеличения объемов заготовки цист рачка артемии в гипергалинных озерах Алтайского края. Продуктивные сроки проведения сбора диапаузирующих цист артемии индивидуальны для каждого водоема в зависимости от его гидрологических характеристик (рис. 7). Основной сбор (более 50 %) цист рачка артемии в промысловых гипергалинных озерах Алтайского края приходится на сентябрь. К концу октября практически завершается их сбор на оз. Кулундинское, в ноябре он составляет 0,1%, в оз. Большое Яровое – не более 8,0 %.

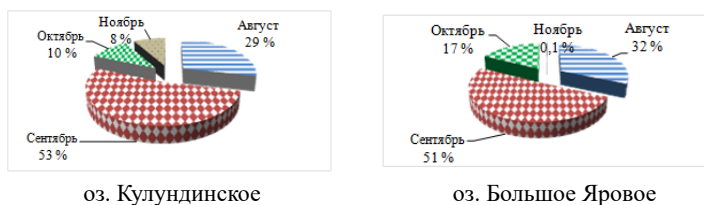


Рис. 7. Структура объемов заготовки цист артемии, 2011 г.

Кроме того, сроки сбора в одном озере могут варьировать каждый год в зависимости от климатических условий сезона, таких как температура, определяющая начало массового вымета диапаузирующих цист, направление и сила ветра, определяющие возможность формирования промысловых скоплений (рис. 8).

Так, в 2002 г. сбор был начат лишь в сентябре, тогда как в 2010 г. в августе было заготовлено уже 39,7 % цист от общего сбора. В связи с ранним похолоданием в 2004 и 2010 гг. добыча цист в оз. Кулундинское в ноябре уже не проводилась. В условиях же более продолжительной теплой осени в 2008 г. в этот месяц было заготовлено 70,3 % от общего сбора.

В 2009 г. квоты на добычу цист пользователям в Алтайском крае не выделялись, и заготовка не проводилась.

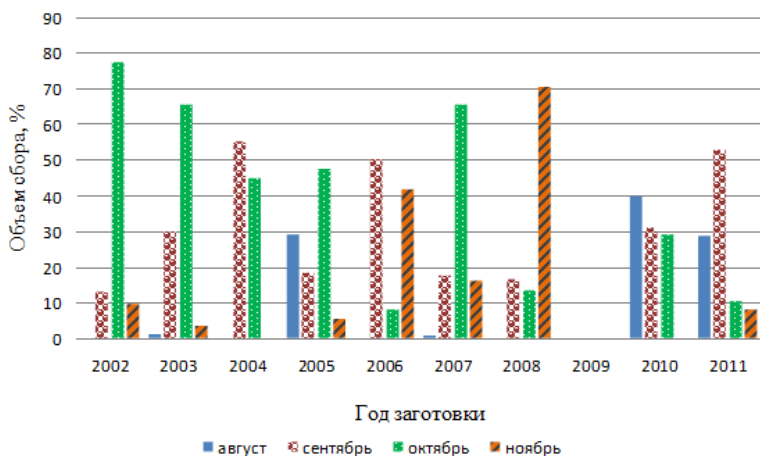


Рис. 8. Распределение объемов добычи цист артемии в оз. Кулундинское

Сроки сбора, кроме возможности его технического осуществления, напрямую сказываются и на качестве собранных цист. Чем позже в календарном плане собраны цисты, тем выше выклев сырья и выклев цист, полученных после сушки (рис. 9).

Установлено, что увеличение процента выклева прямо связано со сроком заготовки: чем позже заготовлены цисты, тем выше процент их выклева. Коэффициент корреляции между датой сбора и начальным выклевом сырых цист составляет 0,66 ($td=4,85$; $P>0,001$), между календарной датой сбора и выклевом высушенных цист – 0,72 ($td=5,88$; $P>0,001$). Закономерность увеличения выклева сырых цист в зависимости от даты сбора описывается уравнением положительной зависимости $y=0,6842x+25,43$. Величина аппроксимации кривой (R^2) составляет 0,35. Линия тренда изменения выклева сухих цист, полученных из сырья, собранного в различные календарные сроки, описывается

уравнением положительной зависимости $y=0,561x+68,54$.
 Величина аппроксимации кривой (R^2) равна 0,52.

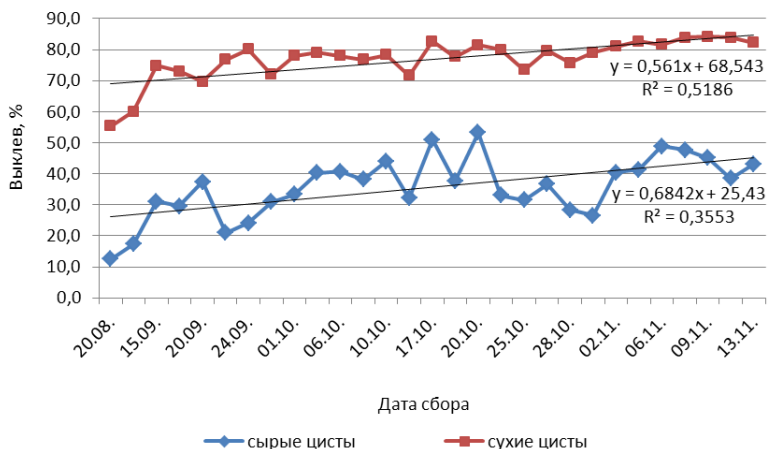


Рис. 9. Динамика выклева цист рачка в зависимости от календарных сроков сбора (оз. Кулундинское, 2007 г.)

Некоторые партии, как видно, ведут себя неадекватно, что объясняется различным содержанием в них пустых оболочек цист, влияние которых на выклев будет показано ниже.

В зависимости от морфометрии водоема, силы и направления ветра во время проведения сборов цист артемии промышленные скопления их могут содержать определенное количество примесей, т. е. быть в той или иной степени загрязнены.

Кроме прочих примесей, отделяемых при проведении первичной очистки, собранные цисты артемии могут содержать определенное количество пустых оболочек. Неоднократные попытки отделения скорлупы от полных цист путем разделения по массе в растворах с различной минерализацией не привели к желаемому результату. Считается, что в пресной воде пустые оболочки всплывают, а полные

цисты тонут. На практике же полноценного разделения не происходит. Оболочки цист, содержащие в себе примеси органики, песок или ил, равно как и обломки оболочек, также имеют отрицательную плавучесть. Всплывают только оболочки, содержащие в себе воздух, равно как и обсохшие полные цисты и цисты с пузырьком воздуха в области мениска. Таким образом, при попытке удаления скорлупы путем разделения в пресной или подсоленной воде пустые оболочки удалялись не полностью, а также удалялись полноценные цисты, зачастую лучшего качества (легкие, только что вышедшие из овисака самок, с еще тонким хорионом). Кроме того, существует опасность гидратации цист при применении данного способа очистки, которая может снизить энергетические запасы эмбриона и отрицательно сказаться на качестве биосырья.

При проведении сборов цист рачка артемии, особенно в более ранние сроки, необходимо контролировать качество промысловых скоплений на предмет содержания в них пустых оболочек цист и по возможности избегать заготовки сырья с высоким их содержанием.

Многолетнее накопление пустых оболочек цист, медленно разлагающихся в условиях минерализованной воды артемиевых озер, при нерегулярном использовании их сырьевой базы значительно снижает качество заготавливаемого сырья (рис. 10).

Невозможность удаления из скорлупы различных примесей, в том числе и органических, отрицательно сказывается на процессе активации сырья, содержащего большое количество пустых оболочек. Очевидно, разложение содержащейся в скорлупе органики приводит к дефициту кислорода и тормозит метаболические процессы, отвечающие за завершение диапаузы цист.

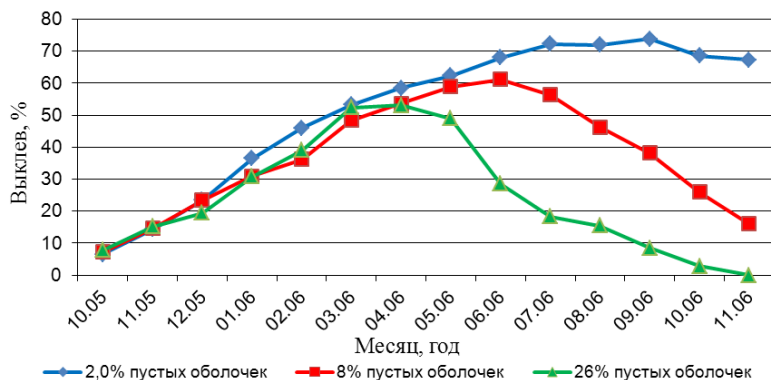


Рис. 10. Изменение выклева цист рачка в процессе хранения

Так, выклев цист партии, содержащей 26,0 % пустых оболочек, так и не достигнув высоких показателей (максимальное значение 52,3 %), при дальнейшем хранении резко снижается, тогда как цисты, содержащие 2,0 % пустых оболочек, достигают выклева 73,8 %.

Чистота цист характеризуется содержанием в них посторонних примесей: песка, ила, различных органических примесей в виде фрагментов отмершего имаго рачка артемии, насекомых, водорослей. Немалое значение имеет и количество пустых оболочек цист. Как было показано выше, чрезмерное загрязнение цист, особенно органикой, приводит к снижению их качества при дальнейшем хранении.

3.4.2. Первичная очистка цист артемии

Первичная очистка, или промывка сырья цист рачка, сводится к отделению различного рода примесей, которые неизбежно присутствуют в собранном сырье в том или ином количестве (до 80 %).

Большинство артемиевых водоемов, как, например, Кулундинское и Кучукское озера, ввиду мелководности и развитой литоральной зоны непригодны для сбора цист с воды.

Сырье, собираемое на береговых выбросах, отличается высоким уровнем загрязнения, в которых помимо самих цист в значительном количестве присутствуют куколки мухи-береговушки (*Ephydriidae*), нитчатые водоросли (*Cladophora glomerata*), фрагменты отмершего имаго рачка артемии. Кроме того, при сборе небольших по объемам выбросов в сырье неизбежно попадают песок и ил, выстилающий побережье. Выход цист после промывки береговых сборов не превышает 20–30 % от объема собранного сырья (прил. 4).

На более глубоководных озерах может применяться сбор плавающих цист с воды с использованием уловителей, заколов (Малое Яровое) и даже флота (Большое Яровое). Сопутствующим загрязнителем цист в данном случае выступает рачок в стадии имаго как мертвый, так и живой. Выход цист из таких сборов достигает 80–90 % (прил. 5).

Процесс промывки цист артемии основан на разделении в рапе по массе цист от тяжелых фракций с дальнейшим отделением легких примесей, всплывающих вместе с цистами, на ситах разной конструкции. Однако не всегда максимально высокая минерализация рапы (200,0–300,0 г/л), применяемой при промывке для обеспечения лучшего всплывания цист, положительно сказывается на сроках выхода их из состояния диапаузы (до 15 месяцев).

Важными моментами при промывке являются: минерализация рапы, определяющая в дальнейшем продолжительность диапаузы; конструкция промывочного оборудования, обеспечивающая наиболее полную очистку цист артемии от различного рода примесей.

Минерализация промывочной рапы должна позволять более полно отделить цисты от тяжелых примесей. Известно, что плавучесть цист зависит от плотности рапы маточного водоема, но зачастую невозможность её использования при промывке обусловлена удаленностью перерабатываю-

щих предприятий от места непосредственного сбора, что создает определенные трудности при первичной очистке цист. Так, предприятия, расположенные в городе Яровое и использующие при промывке рапу оз. Большое Яровое минерализацией 140,0–160,0 г/л, производя переработку цист, добытых на оз. Малое Яровое с минерализацией 180,0–200,0 г/л, вынуждены дополнительно повышать плотность рапы путем добавления поваренной соли.

Очевидно, для подбора той или иной промывочной рапы правильнее было бы говорить не о ее минерализации, которая измеряется сегодня повсеместно ручными рефрактометрами, а о плотности рапы, обуславливающей плавучесть цист. В условиях осеннее-зимнего сезона, на который приходится основной объем первичной переработки сырья, в период колебания суточных температур и похолодания, минерализация рапы, измеряемая рефрактометром, не всегда может достоверно отражать пригодность рапы для промывки.

Интересные наблюдения были сделаны нами при проведении заготовительных работ в 2000 г. в заливах Каспийского моря Сор Кайдак и Мертвый Култук. Минерализация воды в заливах составляла на момент начала заготовки (август) 230,0–250,0 г/л. С похолоданием и выпадением самосадочной соли минерализация снизилась до 200,0 г/л, что повлекло за собой невозможность дальнейшей промывки вследствие снижения плавучести цист в маточной рапе водоема. Экспериментальным путем установлено, что цисты из заливов всплывали в растворе поваренной соли при минерализации воды 200,0 г/л, замеренной рефрактометром, и имели отрицательную плавучесть в растворе мирабилита, собранного на берегу, при той же минерализации – 200,0 г/л. Промывка была продолжена с добавлением в рапу незначительного объема поваренной соли, достаточного для

повышения плотности, позволяющей проводить разделение сырья.

Высокая минерализация рапы, применяемой при промывке для обеспечения лучшего всплывания цист, не всегда положительно сказывается в дальнейшем на сроках выхода их из состояния диапаузы.

Цех по переработке сырья цист ОАО «Кучуксульфат» расположен на питающем канале оз. Кучукское с минерализацией рапы 280,0–300,0 г/л. Наличие пресной воды и возможность разбавления ее до необходимых значений (150,0 г/л) способствуют повышению качества сырья при первичной очистке цист.

Диаметр ячеек сит для отделения сырья от легких примесей должен обеспечивать максимальную очистку цист. Мы рекомендуем двухступенчатую очистку: на первом этапе происходит отделение крупных частиц через сито с ячейей 2,0 мм, на втором – окончательная очистка с применением сит с ячейей 0,6–0,7 мм (прил. 6).

Большое значение имеет постоянный контроль качества входящего сырья цист. Зачастую цисты артемии, особенно собранные с берега, после атмосферных осадков, в опресненной родниками прибрежной зоне или с воды вместе с образовавшейся во время снегопада шугой, могут быть в той или иной степени гидратированы. Промывку такого сырья необходимо проводить по возможности с более длительным нахождением цист в рапе с постоянным перемешиванием до полной их дегидратации, определяющейся визуально по размеру мениска (вмятине на нормально дегидратированных цистах).

Кроме того, промывка сырья, чрезмерно загрязненного куколками мухи (*Ephydriidae*), каковым практически постоянно является сбор цист с оз. Кулундинское, имеет свои особенности. Внутри пустых оболочек куколок и на их поверх-

ности содержится большое количество песка и ила, которые всплывают вместе с ними и, проходя через мелкие сита, попадают в готовые промытые цисты. Для полной очистки проводится повторная промывка цист.

Также определенные сложности представляет промывка цист с прилавливаемой биомассой рачка артемии, что часто происходит при сборе сырья помпами с акватории оз. Большое Яровое. Для более полного отделения от рачка артемии налипших цист необходимо более длительное перемешивание пульпы сжатым воздухом, а для отделения органики в виде фрагментов рачка – более длительное отстаивание.

3.4.3. Активация сырых цист артемии

Общеизвестно, что цисты, изъятые из гипергалинного водоема в период отмирания рачка артемии, имеют низкий процент выклева (до 5 %) и для выведения из стадии диапаузы нуждаются в активации.

Самым простым из достаточно большого количества методов активации является имитация естественных условий прохождения диапаузы, т. е. имитация условий, в которых цисты проходят диапаузу в природной среде (минерализация материнского водоема, температура от 0 до $-5,0$ °С под снегом – на береговых выбросах – или во льду).

В норме, при условиях имитационной активации цист, контрольный (без добавления перекиси водорода, H_2O_2) выклев со временем растет и достигает максимума обычно к началу лета следующего года (табл. 15).

То есть экспозиция составляет порядка 8 месяцев. С другой стороны, «потенциальный» выклев, определяющийся путем добавки определенного количества перекиси водорода, со временем снижается. Таким образом, при активации данным методом можно провести сушку цист в июле, получив выклев порядка 65 % (при сушке, как правило, выклев увеличивается на 3–5 %). В то же время можно высу-

шить цисты в мае при низком контрольном выклеве (45 %), но еще достаточно высоком (74 %) выклеве с добавлением перекиси водорода.

При этом добавление в дальнейшем (в уже высушенные цисты) специального активатора позволит достичь высокого выклева (80 %). Более ранняя переработка может еще увеличить выклев, но с применением большего количества активатора. При дальнейшем хранении цист их выклев начинает снижаться.

Цисты рачка артемии в зависимости от их происхождения по-разному могут реагировать на температурные стрессы. Так, сырые цисты оз. Кулундинское (1996 г.), хранившиеся в обычном складе, во избежание перегрева вследствие весеннего повышения температуры воздуха были перенесены из склада (температура 5,0 °С) в холодильник (температура –18,0 °С). В результате выклев цист, составляющий порядка 60 %, снизился до 40 %, срок выхода из состояния диапаузы цист данной партии значительно увеличился. При этом выклев цист так и не достиг тех значений, которые были до заморозки.

В другом случае цисты, заготовленные в 2001 г. в зал. Мертвый Култук Каспийского моря, транспортировались в течение недели на переработку в Алтайский край из среды при температуре воздуха –10,0 °С в –40,0 °С. Благодаря такому температурному стрессу выклев цист за 7 дней повысился с 30 до 75 %.

Таблица 15

Выклев цист артемии в период диапаузы (оз. Кудудинское, 2004–2005 гг.)

Месяц	NH		0,5PH		1PH		2PH		3PH		6PH	
	Н ⁻	Н ⁺	Н ⁻	Н ⁺	Н ⁻	Н ⁺	Н ⁻	Н ⁺	Н ⁻	Н ⁺	Н ⁻	Н ⁺
2004 г.												
Октябрь	4,8	5,2	8,5	9,2	22,0	25,6	38,4	45,1	47,2	49,4	48,1	76,0
Ноябрь	6,0	6,4	11,3	11,9	28,6	32,1	40,2	41,9	46,6	53,9	50,5	82,4
Декабрь	10,5	11,2	21,3	23,0	39,1	40,2	42,1	45,3	50,8	54,6	53,0	83,2
2005 г.												
Январь	14,5	16,7	24,5	28,6	32,1	36,4	50,2	56,3	54,4	81,1	40,6	77,5
Февраль	15,7	16,8	35,6	38,9	48,6	49,5	54,2	58,1	66,3	88,8	56,6	87,9
Март	22,6	24,1	59,4	65,6	70,5	77,0	75,0	91,4	66,0	91,0	54,6	88,3
Апрель	31,3	31,8	73,4	74,0	80,2	85,7	79,2	84,3	69,2	84,6	35,2	82,3
Май	45,2	48,3	74,3	88,2	70,1	86,2	67,3	84,3	42,3	79,5	21,0	68,5
Июнь	57,9	62,1	60,7	78,2	58,3	77,2	53,2	73,2	32,1	72,9	18,6	73,4
Июль	60,6	75,4	56,2	74,8	45,3	76,3	34,8	73,2	20,6	71,4	0,0	71,6
Август	57,2	72,3	48,9	70,9	35,1	72,1	28,5	69,2	0,0	69,8	0,0	68,3
Сентябрь	43,6	65,4	32,9	62,8	20,5	59,4	0,0	63,1	0,0	60,3	0,0	58,4

Примечание: NH (Normal Hatching) – контрольный выклев без добавления каких-либо активаторов; 0,5PH (Peroxide Hatching) – выклев с добавлением 3%-го раствора перекиси водорода в количестве 0,5 мл на 1 л инкубационного раствора; 1PH – 1 мл; 6PH – 6 мл; Н⁻ – количество свободноплавающих науплиусов (в процентах от общего количества зарожденных на инкубацию цист); Н⁺ – суммарное количество свободноплавающих науплиусов и проклевнувшихся эмбрионов на стадии парашюта (в процентах от общего количества зарожденных на инкубацию цист).

Установлено, что выклев диапаузирующих яиц рачка артемии водоемов Алтайского края, даже после продолжительного хранения (до 15 месяцев) при параметрах, имитирующих естественные условия прохождения диапаузы, редко достигает высоких значений (до 50 %). Очевидно, в силу необходимости приспособления к выживанию в жестких климатических условиях Западной Сибири цисты, выметанные самками осенней генерации артемии, находятся в достаточно глубокой диапаузе, для полного выведения из которой простых имитационных методов активации становится недостаточно.

В настоящее время практиками разработаны методы, применение которых позволяет значительно сократить экспозицию диапаузы цист и увеличить выход науплиусов: выдерживание цист на протяжении определенного времени при оптимальных параметрах температуры и влажности, определяемых опытным путем в зависимости от происхождения сырья из того или иного водоема. Очевидно, что для минимизации затрат, связанных с необходимостью хранения цист при отрицательных температурах, целесообразно подобрать режимы минерализации промывки, влажности и температуры хранения, обеспечивающие завершение диапаузы в более сжатые сроки. Необходимая влажность сырья при этом обеспечивается подбором промывочной рапы, минерализация которой, с одной стороны, должна исключать возможность гидратации, а с другой – чрезмерного обезвоживания цист в условиях высокой концентрации солей.

В результате проводимых в течение ряда лет опытов по активации цист, добытых на оз. Кулундинское и Большое Яровое, были определены параметры промывки и хранения, значительно сокращающие сроки диапаузы цист рачка артемии этих водоемов (рис. 11). Подбор оптимальных параметров минерализации промывки и температуры хранения

позволил сократить продолжительность диапаузы с 15 до 5 месяцев при достижении более высоких значений выклева (выше 50 %).

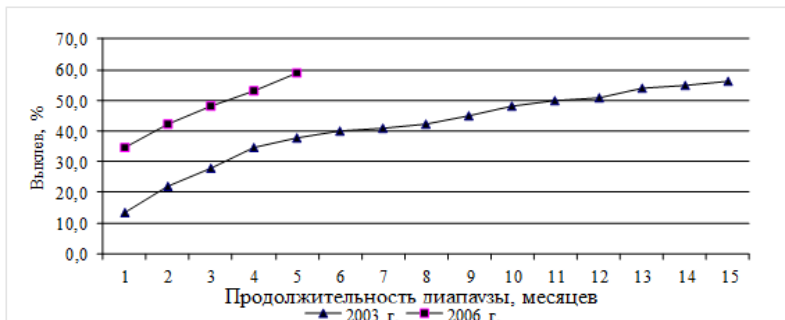


Рис. 11. Изменение выклева цист рачка в процессе хранения (оз. Кулундинское): 2003 г. – цисты, промытые в рапе минерализацией 200,0 г/л при температуре хранения $-5,0$ °С; 2006 г. – цисты, промытые в рапе минерализацией 150,0 г/л при температуре хранения $-10,0$ °С

Так, сырые цисты оз. Кулундинское заготовки 2003 г., промытые рапой с минерализацией 200,0 г/л, выдерживались при температуре от $-5,0$ до 0 °С, что позволило приступить к сушке цист (при достижении показателей выклева максимально возможных значений) лишь после более чем годовой экспозиции. При оптимальных же условиях, экспериментально подобранных для цист рачка артемии оз. Кулундинское, – минерализации промывочной рапы 150,0 г/л и температуре хранения $-10,0$ °С, продолжительность активации может быть сокращена до полугода (на примере 2006 г.).

В некоторых случаях промывка цист рапой с низким (по сравнению с материнской) содержанием солей и с последующим воздействием отрицательной температуры позволяет в более сжатые сроки получить высокий процент выклева цист рачка артемии. Такой прием применялся нами в отношении цист, собранных в оз. Кучукское в сезон 2005 г. Минерализация рапы водоема составляла в период заготовки

280,0–300,0 г/л. Промывка сырья при 130,0 г/л, не провоцирующая гидратацию цист, с последующим охлаждением их до –20,0 °С позволила в течение 20 дней достичь достаточно устойчивых высоких показателей выклева – до 71,7 % (табл. 16, партия № 2) по сравнению с контрольной партией цист, выклев которых не превышал 17,6 % (см. табл. 16, партия № 1), промытых в материнской рапе. В другом случае при проведении ранней заготовки (июль) на оз. Кулундинское, в условиях еще достаточно высоких температур (до 15,0 °С), прогрев цист в течение недели перед закладыванием их на хранение в холодильники (при температуре –9,0 °С) также приводил к повышению выклева на 28,6 % (см. табл. 16, партии № 4, контрольная партия без прогрева – № 3).

Таблица 16

Изменение выклева цист при различных условиях активации

Номер партии	NH		1PH		2PH		3PH	
	H-	H+	H-	H+	H-	H+	H-	H+
1	17,6	19,2	56,5	58,2	82,8	84,4	71,4	77,6
2	71,7	72,6	80,7	81,5	80,1	81,7	61,8	68,2
3	33,5	35,0	49,6	50,4	86,5	88,6	52,1	83,8
4	62,1	63,5	83,4	85,2	41,3	86,3	23,7	82,5
5 (15.09.06)	5,2	7,4	43,1	45,6	72,7	78,5	82,3	86,7
5 (15.05.07)	13,2	16,4	75,4	77,1	81,5	84,2	53,4	85,1

Примечание: NH (Normal Hatching) – контрольный выклев без добавления активаторов; 1PH (Peroxide Hatching) – выклев с добавлением 3%-го раствора перекиси водорода в количестве 1,0 мл на 1 л инкубационного раствора; 2PH – 2,0 мл; 3PH – 3,0 мл; H- – количество свободноплавающих науплиусов (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист); H+ – суммарное количество свободноплавающих науплиусов и проклевнувшихся эмбрионов на стадии парашюта (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист).

Следует отметить, что цисты по-разному могут реагировать на подобные манипуляции, причем эта индивидуальность не ограничивается лишь происхождением их из разных гипергалинных водоемов. При одинаковых условиях

сбора и первичной переработки цист их партии могут содержать разное количество пустых оболочек (что отражается на влажности сырья в диапазоне от 40 до 60 % и загрязнённости органикой, находящейся в скорлупе).

Достигнутая вышеописанными способами активация цист нестабильна и может привести к необратимому снижению выклева за достаточно короткий промежуток времени. К цистам артемии некоторых гипергалинных водоемов не удается пока подобрать методы, способные сократить продолжительность диапаузы. Так, цисты оз. Малое Яровое, даже после хранения в условиях, имитирующих естественные (минерализация 180,0 г/л), через 8 месяцев имеют низкий выклев в контроле – 13,2 % (см. табл. 16, партия № 5).

Подбор оптимального метода активации цист в каждом конкретном случае проводится опытным путем и ввиду большого количества озер, на которых осуществляется их заготовка, представляет собой достаточно сложный комплексный исследовательский процесс.

3.4.4. Сушка сырья цист артемии

Сухие цисты артемии по сравнению с сырыми менее требовательны к условиям хранения и показывают более стабильный выклев. Они способны храниться без значимого снижения выклева достаточно продолжительное время (10 лет). Важным моментом при сушке сырья цист является своевременность проведения этого процесса. При систематическом наблюдении за прохождением диапаузы необходимо не упустить момент «созревания» цист, который определяется при проведении инкубации образцов активируемых партий сырья.

В зависимости от конечной цели (достижение максимального выклева цист рачка артемии без дополнительного применения активаторов или высушивание для дальнейшего использования в комплексе с активаторами выклева)

принимается решение о целесообразности сушки той или иной партии цист на определенной стадии прохождения диапаузы.

Как было показано, нормальный выклев цист артемии популяций сибирских водоемов (без добавки активаторов) редко достигает высоких значений, даже при длительном хранении и создании оптимальных, подобранных экспериментально условиях. Максимальные показатели нормального выклева цист рачка артемии оз. Кулундинское, зафиксированные нами, не превышают 72–75 %. При этом таких пределов выклев цист достигает при хранении в оптимальных условиях за достаточно долгий период — 8–10 месяцев, и после высушивания таких цист, со снизившимся потенциалом, применение активаторов для повышения выклева не приводит к желаемому результату. В ряде случаев длительное прохождение активации цист может быть обосновано следующим:

- приверженностью некоторых потребителей к традиционно «чистым» стартовым кормам без добавки химических активаторов;
- определенными сложностями применения активаторов в малых аквахозяйствах;
- недостаточными знаниями производителя стартовых кормов о возможности использования безопасных высокоэффективных активаторов выклева.

С другой стороны, своевременная сушка цист этой же партии при максимальных показателях потенциала выклева в более сжатые сроки хранения (до двух раз) позволила бы получить сухие цисты с низким (30–50 %) нормальным выклевом, но который смог бы достичь при добавлении определенных активаторов 85–90 %.

На той или иной стадии прохождения диапаузы процесс сушки сырья цист должен отвечать определенным требова-

ниям: минимально возможное время сушки при максимально допустимой температуре. Эти требования диктуются тем, что перед проведением сушки цисты обязательно промывают в пресной воде от остатков соли и в условиях высокой температуры сушильной установки (при длительном процессе) могут гидратировать, значительно снизив энергию эмбриона.

Уменьшить продолжительность процесса высушивания цист можно увеличением подачи воздуха, поступающего в сушильную камеру, или увеличением его температуры. Возможность увеличения потока воздуха зависит от конструктивных особенностей применяемых сушильных установок (прил. 7). Наилучшим их решением мы считаем установки «кипящего слоя», в которых цисты во время процесса сушки постоянно находятся во взвешенном состоянии под влиянием сильного потока воздуха (в одном исполнении) или менее сильного, но с применением перемешивающего устройства (в другом исполнении) (прил. 8). Кроме того, применяя вертикальные сушилки «кипящего слоя», можно отрегулировать высоту камеры таким образом, что пустые оболочки цист будут удаляться в процессе сушки.

Время сушки напрямую зависит от температуры, поэтому нельзя говорить отдельно о влиянии этих параметров на качество цист. Большое количество экспериментов по оптимизации температурных параметров сушки показало, что для цист рачка артемии Сибирского региона при небольших расхождениях для отдельных озер приемлемая температура составляет 35,0 °С. При более низкой температуре затягивается процесс, более высокая температура приводит в дальнейшем к снижению показателей некоторых критериев выклева.

Цисты популяций водоемов более теплых регионов, таких как заливы Каспийского моря (Сор Кайдак и Кара-Бо-

газ-Гол) или Аральского моря, без заметного снижения качества высушивались при 40,0 °С, что, видимо, объясняется большей лояльностью цист к высоким температурам в условиях маточного водоема в летний период.

Оптимальная влажность, до которой необходимо высушивать цисты артемии, рекомендуется большинством авторов в пределах 5 % и ниже (Спекторова, 1984; Stappen, Sorgeloos, 1996a). Наши исследования показали, что высушивание цист до влажности 5 % значительно снижает их выклев. С другой стороны, влажность более 10 % хотя и приводит к значительному повышению выклева по сравнению с исходным сырьем, но на очень короткое время. Очевидно, эмбрионы в «недосушенных» и гидратировавших цистах во время промывки пресной водой при высокой температуре в сушильной камере погибают (см. рис .9). Нами неоднократно исследовались упакованные в банки подобные цисты (китайских производителей). Возможно, такой подход к сушке сырья цист при определенных условиях целесообразен. Науплиусы из гидратированных цист выклевываются раньше при инкубации, выклев достигает более высоких показателей. Однако это приемлемо лишь при условиях скорейшего использования недосушенных цист – срок хранения данной продукции очень короткий. Кроме того, науплиусы из части гидратированных цист выклевываются раньше и к моменту выклева остальных науплиусов достигают больших размеров и теряют свою энергию.

Таким образом, мы рекомендуем проводить процесс сушки при жестком контроле параметров до влажности не более 8–10 %.

Наши исследования показали, что высушивание цист до влажности 5 % значительно снижает их выклев. С другой стороны, при влажности более 10 % выклев повышается, но на очень короткое время (рис. 12).

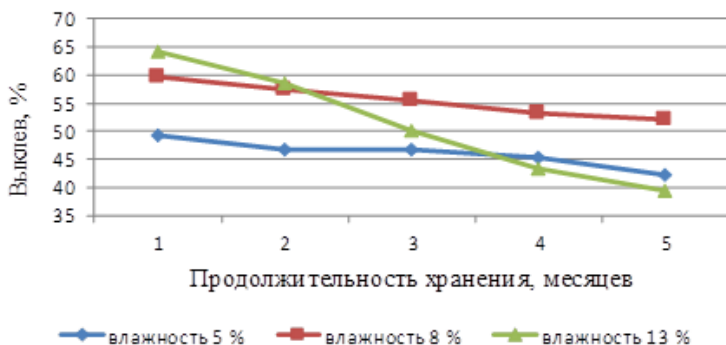


Рис. 12. Изменение выклева сухих цист рачка в процессе хранения (оз. Кулундинское, 2006 г.)

Выклев сырья составлял перед сушкой 55,1 %. Сразу после сушки цисты влажностью 13 % имели более высокий выклев (64,2 %) по сравнению с цистами влажностью 8 % (выклев 59,6 %) и 5 % (выклев 49,3 %). В дальнейшем выклев их значительно снизился (через 12 месяцев хранения до 39,4 %). Выклев же цист, высушенных до влажности 5 %, сразу после сушки снизился по сравнению с сырьем с 55,1 до 49,3 %.

Некоторые специалисты (Спекторова, 1984) считают, что хранение сухих цист рачка артемии при отсутствии кислорода (в вакуумной среде или в инертных газах) продлевает сроки хранения.

Однако наши данные этого не подтверждают (рис. 13). Имея начальный выклев 89,2 %, сухие цисты рачка артемии при влажности 9 % были упакованы в герметичные полиэтиленовые пакеты: с воздухом, в вакуум, с заполнением азотом. Образцы хранились при температуре $-5,0^{\circ}\text{C}$. Проверку выклева проводили раз в квартал.

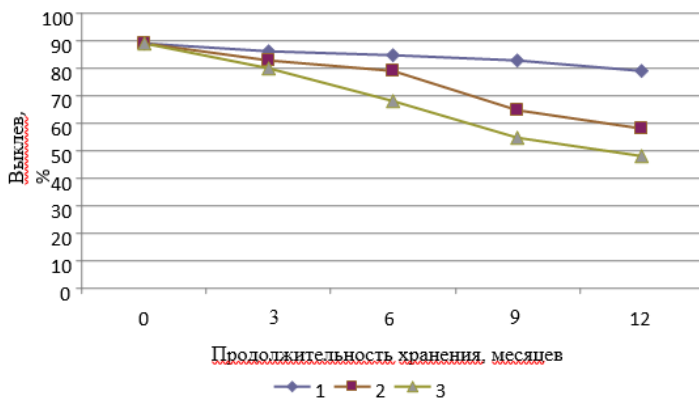


Рис. 13. Изменение выклева сухих цист в процессе хранения в зависимости от особенностей упаковки (оз. Кулундинское, 2004 г.): 1 – упаковка с воздухом; 2 – вакуумная; 3 – упаковка с азотом

Результаты показали, что выклев сухих цист, упакованных в воздушной среде, за год хранения снизился на 9,6 % и составил 79,6 %. В то же время цисты, упакованные в безвоздушную среду и в азот, снизили выклев соответственно на 30,9 (до 58,3 %) и на 40,5 % (до 48,7 %). Видимо, для цист, находящихся в покое, все же необходим кислород.

3.5. Методы активации сухих цист артемии

Достаточно прост и эффективен способ повышения выклева цист при добавлении в них различного рода активаторов. Неоднозначное отношение потребителей к цистам рачка артемии, активированных химическими добавками, продиктовано, с одной стороны, возможностью более раннего получения цист (4 месяца) и с более высоким выклевом (80–90 %), с другой же – отрицательным отношением к «ненатуральности» такого рода продукции.

Многолетняя работа с большим количеством потребителей артемии, такими как рыбоводные станции России, креветочные фермы Азии и аквафермы Европы, а также прак-

тика применения различного рода активаторов позволяет нам считать химическую активацию более чем перспективным, а часто единственно возможным методом улучшения качественных характеристик цист рачка артемии.

Известно применение активаторов, в которых основным фактором, влияющим на цисты, является активный кислород. Недостатками таких активаторов являются недолговечность их активности и опасность передозировки, приводящая к гибели проклевывающегося эмбриона.

Добавка в виде активатора пероксида кальция повышает выклев свободноплавающих науплиусов (NH^-) до определенной концентрации добавки (рис. 14). При увеличении концентрации пероксида кальция проклюнувшиеся науплиусы на стадии «парашюта» (NH^+) не переходят на стадию свободноплавающих, погибая от излишнего содержания активного кислорода. Причем градация дозировки в 0,01 г/л инкубационного раствора может привести к непредсказуемым результатам при промышленном объеме активированных таким способом цист.

Хорошо зарекомендовали себя в качестве активатора аскорбат и изоаскорбат натрия ($C_6H_7NaO_6$), применение которых позволяет получить стабильно высокий выклев цист артемии. Аскорбат натрия представляет собой белый кристаллический порошок. Его преимуществом является безопасность для потребляющих активированные им цисты (аскорбат натрия – это пищевая добавка E-301, изоаскорбат, или эриторбат натрия, E-316) и возможность сохранять свою активность в течение длительного времени. Кроме того, чрезмерное количество активатора, сверхнеобходимого для повышения выклева, не снижает качество цист артемии, что делает его более удобным в промышленном производстве стартовых кормов (рис. 15).



Рис. 14. Изменение выклева цист рачка при различной концентрации пероксида кальция в инкубационном растворе (оз. Большое Яровое, 2003 г.): H⁻ – количество свободноплавающих науплиусов (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист); H⁺ – суммарное количество свободноплавающих науплиусов и проклюнувшихся эмбрионов на стадии «парашюта» (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист)

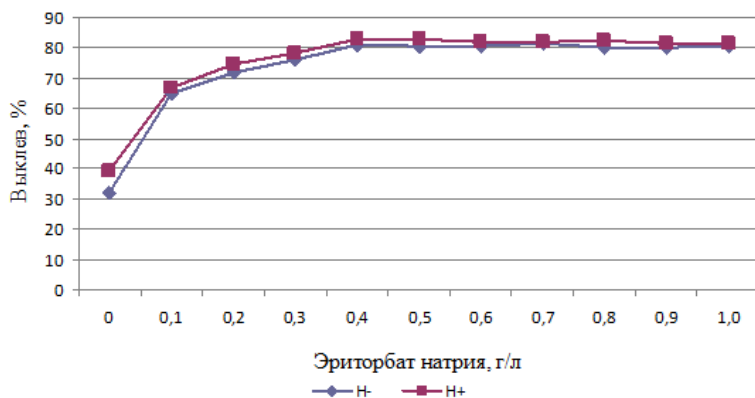


Рис. 15. Изменение выклева цист рачка при различной концентрации эриторбата натрия в инкубационном растворе (оз. Кулундинское, 2003 г.): H⁻ – количество свободноплавающих науплиусов (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист); H⁺ – суммарное количество свободноплавающих науплиусов и проклюнувшихся эмбрионов на стадии «парашюта» (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист)

Внесение эритробата или аскорбата натрия в качестве активатора возможно как в виде непосредственного смешивания порошка с цистами артемии в определенном соотношении, так и методом напыления на цисты раствора активатора для получения так называемых глазированных цист. Смешивать цисты с активатором целесообразно при фасовке цист для крупных рыбоводных и креветочных хозяйств, использующих достаточно большие емкости для инкубации. Упаковка массой 500 г, содержащая цисты с активатором, должна быть полностью использована для инкубации в емкости объемом 200 л (ввиду невозможности равномерного перемешивания компонентов).

Количество активатора, требуемое для достижения максимального выклева, варьирует в зависимости от происхождения цист из того или иного гипергалинного водоема (рис. 16). Кроме того, цисты, собранные в одном водоеме в разное время, также неодинаково реагируют на добавление активатора. Так, цисты оз. Большое Яровое заготовки 2006 г. достигали максимально возможного выклева (72 %) при добавлении аскорбата натрия в количестве 0,4 г/л; в 2008 г. – 77 % при 0,3 г/л. Для цист оз. Кулундинское (2008 г.) концентрация активатора от 0,2 г/л повысила выклев до 81 %.

Для использования активированных цист в небольших аквахозяйствах наиболее пригоден метод напыления. При этом на цисты наносят необходимое количество активатора (0,12 г на 1,0 г сухих цист), что обеспечивает высокий выклев (80–90 %) вне зависимости от объемов используемого инкубатора. Важно соблюдать рекомендации по плотности инкубируемых цист – не менее 2,5 г сухих цист на 1 л инкубационного раствора, что обеспечивает необходимую концентрацию активатора для достижения максимального выклева (рис. 17).

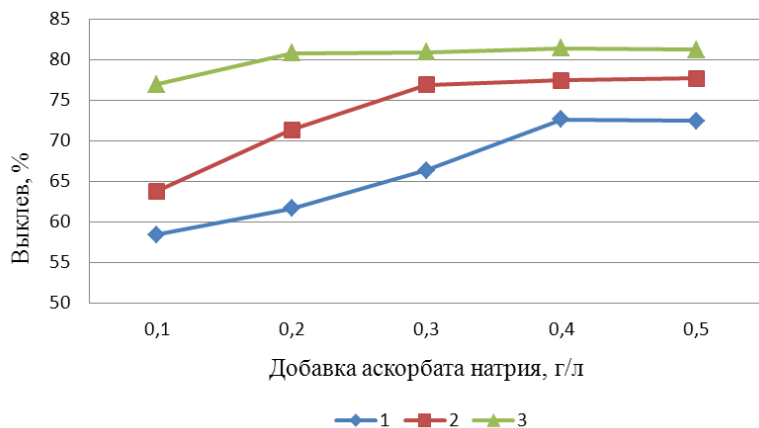


Рис. 16. Изменение выклева сухих цист рачка *Artemia* Leach, 1819 при различной концентрации активатора в инкубационном растворе: 1 – цисты оз. Большое Яровое (2006 г.); 2 – цисты оз. Большое Яровое (2008 г.); 3 – цисты оз. Кулундинское (2008 г.)



Рис. 17. Изменение выклева цист рачка *Artemia* Leach, 1819 в зависимости от плотности газированных активатором цист

Внесение в инкубационный раствор такого активатора, как аскорбат натрия, повышает выклев данной партии до определенного значения. Имея одинаковый выклев в контроле,

различные партии реагируют по-разному на добавку активатора (табл. 17, партия № 1 и 2 – оз. Кучукское, партия № 3 и № 4 – оз.Кулундинское).

Принципиальное отличие действия аскорбата натрия от пероксидсодержащих соединений в том, что, достигнув определенного уровня, выклев цист не снижается при увеличении концентрации активатора (см. табл. 17, партия № 4).

К тому же аскорбат натрия не теряет свойств активатора в течение продолжительного времени. Так, цисты, глазированные аскорбатом натрия, в 2004 г. имели выклев 92 %. Через 4 года хранения при комнатной температуре в открытой емкости этот показатель снизился до 86 %, что объясняется скорее естественной смертностью эмбрионов, чем снижением активности активатора. Подобные эксперименты с пероксидсодержащими соединениями заканчиваются уже в течение 1–2 месяцев.

Использование активаторов не всегда может улучшить показатели выклева цист, поскольку несоблюдение технологии заготовки, первичной переработки и хранения необратимо ухудшает качество даже потенциально хорошего сырья (см. табл. 17, партия № 5).

Качественно переработанные активированные цисты рачка артемии представляют собой продукт с высоким, стабильным, максимально возможным для данной партии выклевом, реализующимся при соблюдении рекомендуемых условий инкубации.

Так, партия № 2 (см. табл. 17), имеющая низкий выклев без активатора (25,7 %), при добавке аскорбата натрия в инкубационный раствор в количестве 0,4 г/л повышает этот показатель до 82 %.

Таким образом, целесообразность применения различного рода активаторов выклева обусловлена не только сокращением экспозиции прохождения диапаузы, но и возможностью получения продукции более высокого качества.

Изменение выклева при добавлении активатора в виде аскорбата натрия

Номер партии	NH		0,05AN		0,1AN		0,2AN		0,3AN		0,4AN	
	H ⁻	H ⁺	H ⁻	H ⁺	H ⁻	H ⁺	H ⁻	H ⁺	H ⁻	H ⁺	H ⁻	H ⁺
1	25,4	25,9	42,7	43,7	57,9	59,5	60,1	60,5	61,2	63,5	61,5	64,1
2	25,7	26,3	53,3	53,7	64,4	64,9	66,3	66,9	79,4	79,4	82,1	85,3
3	60,9	64,1	68,5	71,5	72,3	72,7	77,4	78,1	77,3	77,3	78,2	79,1
4	60,8	62,0	63,4	66,5	65,7	67,3	66,9	67,5	64,6	65,1	63,9	64,5
5	15,2	16,4	17,3	18,1	16,1	17,5	16,2	16,8	17,6	18,2	15,6	16,3

Примечание: NH (Normal Hatching) – контрольный выклев без добавления активаторов; 0,05AN – выклев с добавлением аскорбата натрия в количестве 0,05 г/л инкубационного раствора; 0,1AN – 0,1 г/л... 0,4AN – 0,4 г/л; H⁻ – количество свободноплавающих наутилусов (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист); H⁺ – суммарное количество свободноплавающих наутилусов и проклюнувшихся эмбрионов на стадии «парашюта» (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист).

3.6. Инкубация цист артемии

Общепринятых стандартных условий для проведения инкубации цист рачка артемии не существует ввиду того, что индивидуальность цист каждого гипергалинного водоема Алтайского края обуславливает широкие колебания значений выклева в зависимости от параметров инкубации.

Наиболее значимыми параметрами инкубации являются:

- концентрация цист в инкубационном растворе;
- качество воды, используемой для инкубации;
- температура воды;
- минерализация воды;
- освещенность
- рН раствора;
- содержание кислорода;
- постоянная аэрация, обеспечивающая нахождение цист во взвешенном состоянии;
- экспозиция.

Оптимальная плотность цист рачка артемии при проведении инкубации зависит и от принадлежности их к тому или иному гипергалинному водоему, и от прочих параметров инкубации. Слишком низкая плотность цист рачка артемии экономически не выгодна при необходимости большого объема получения науплиусов в крупных хозяйствах, слишком высокая может привести как к снижению выклева вследствие нехватки науплиусам кислорода, так и к их травмированию и гибели.

Некоторые авторы (Спекторова, 1984) рекомендуют плотность цист до 10,0 г/л инкубационного раствора. Другие (Stappen, Sorgeloos, 1996б) показывают, что при низкой минерализации инкубационного раствора (5,0 г/л) возможно увеличение плотности цист до 5,0 г/л без отрицательных последствий.

Наши исследования показывают, что в большинстве случаев для цист рачка артемии алтайских водоемов (при небольшой вариабельности для различных озер) оптимальной плотностью цист для инкубирования является 2,5 г/л инкубационного раствора (рис. 18).

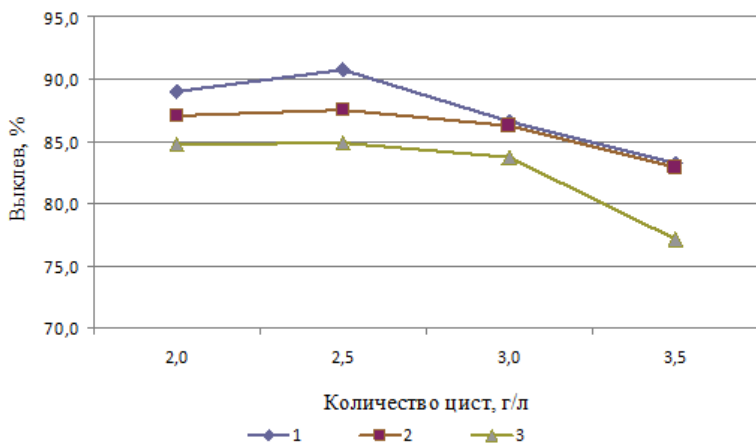


Рис. 18. Изменение выклева цист рачка при различной их концентрации в инкубационном растворе (оз. Кулундинское, 2006 г.):
1 – минерализация инкубационного раствора 10,0 г/л;
2 – минерализация 20,0 г/л;
3 – минерализация 30,0 г/л

Качество воды при проведении инкубации может сильно влиять на критерии выклева. Так, например, различные параметры выклева однородных партий цист зафиксированы нами при опытных поставках продукции новым потребителям в различные районы Таиланда. Выяснилось, что креветководческие фермы, расположенные на материке, используют для приготовления инкубационного раствора концентрат рапы с солеварен, разбавляя его пресной водой до нужной концентрации, в то время как потребители, расположенные на побережье, напрямую используют морскую воду.

Отличия химического состава раствора, применяемого нами при инкубации цист (дистиллированная вода + NaCl), и раствора с тайландских солеварен приведены в табл. 18.

Таблица 18

Сравнительный химический анализ инкубационного раствора

Образец воды	Cl^- , мг/л	Mg^{2+} , мг/л	$\text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+$, мг/л	SO_4^{2-} , мг/л	HCO_3^- , мг/л	NO_3^- , мг/л	NH_4^+ , мг/л	Жесткость, мг-экв/л	PO_4^{3-} , мг O_2 /л	pH
1	13245,00	13,40	14,03	19,30	37,20	0,05	1,34	1,80	22,50	6,73
2	9472,00	910,00	264,53	1839,00	161,00	3,92	3,52	88,00	42,50	8,05

Примечание: 1 – дистиллированная вода + NaCl; 2 – раствор из концентрата солеварен Таиланда. * Перманганатная окисляемость.

Известно, что водопроводная вода значительно различается по химическому составу в отдельных регионах и по сезонам года. Очевидно, что в хозяйствах, занимающихся подращиванием личинок рыб и ракообразных, используется та вода, какая есть (рис. 19).

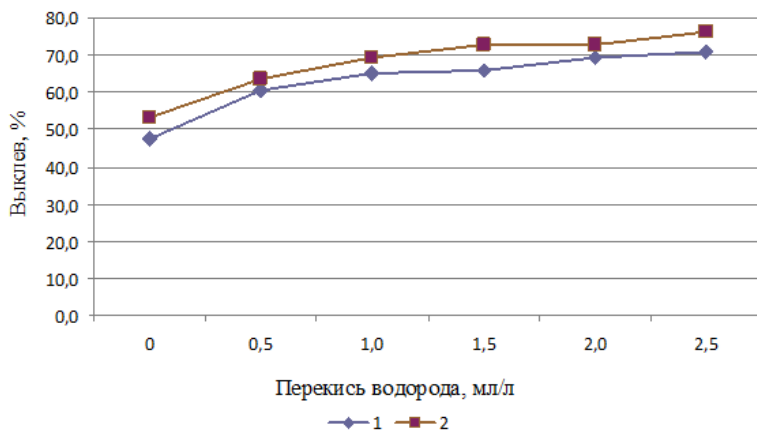


Рис. 19. Изменение выклева цист рачка при различной концентрации перекиси водорода в инкубационном растворе (оз. Кулундинское, 2003 г.): 1 – водопроводная вода (р. п. Степное Озеро, Благовещенский район, Алтайский край) + NaCl; 2 – дистиллированная вода + NaCl

Однако хотя бы для лабораторных исследований цист (при определении их качества в производственных лабораториях перерабатывающих цисты предприятий и в научно-исследовательских организациях) для репрезентативности данных мы рекомендуем готовить инкубационный раствор на дистиллированной воде.

Известно, что общепринятые мировые стандарты проведения инкубации диктуют применение раствора минерализацией 30,0 г/л, что обусловлено использованием в большинстве случаев на промышленных фермах в качестве инкубационного раствора морской воды (рис. 20).

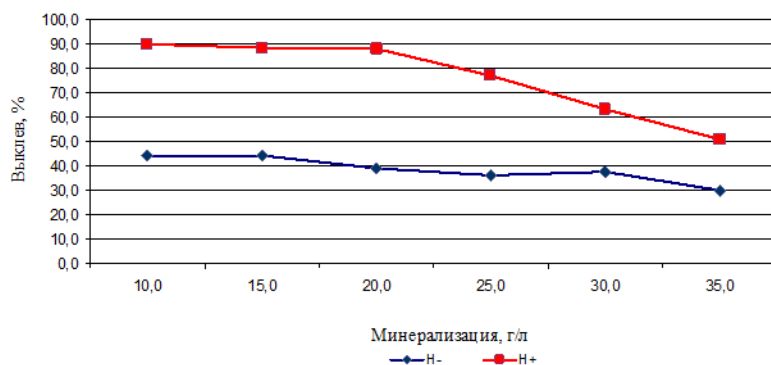


Рис. 20. Влияние минерализации инкубационного раствора на выклев цист рачка (оз. Кулундинское, 2006 г.):

H⁻ – количество свободноплавающих науплиусов (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист); H⁺ – суммарное количество свободноплавающих науплиусов и проклюнувшихся эмбрионов на стадии «парашюта» (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист).

Оптимальная минерализация инкубационного раствора индивидуальна для каждой популяции цист и зависит в основном от минерализации материнской рапы водоема, из которого добыты цисты. Так, при исследовании цист, заготовленных в 2000–2001 гг. в заливе Каспийского моря Сор Кайдак, зафиксирован факт выведения свободноплавающих

науплиусов при минерализации инкубационного раствора 80,0 г/л при прочих стандартных параметрах. Очевидно, существование популяции рачка в условиях засушливого климата юга Казахстана при большом дефиците осадков диктует необходимость приспособления цист к выведению в таких неблагоприятных для инкубации условиях.

С другой стороны, снижение минерализации до 15,0–20,0 г/л, применительно к цистам оз. Кулундинское, ведет к повышению выхода свободноплавающих науплиусов на 10–15 %.

Для цист более минерализованного оз. Кучукское оптимальным для выведения науплиусов является инкубационный раствор с содержанием солей 25,0–30,0 г/л (рис. 21).

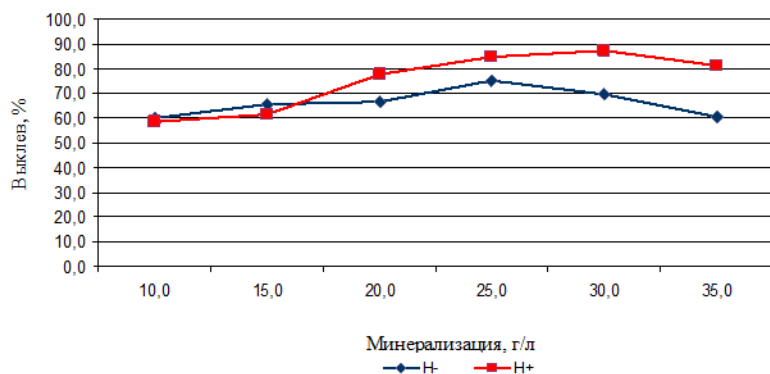


Рис. 21. Влияние минерализации инкубационного раствора на выклев цист рачка (оз. Кучукское, 2005 г.):

H⁻ – количество свободноплавающих науплиусов (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист); H⁺ – суммарное количество свободноплавающих науплиусов и проклюнувшихся эмбрионов на стадии «парашюта» (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист)

Неоднозначна и попытка стандартизации условий инкубации по температурным параметрам. Так, цисты из водоемов Западной Сибири, «не избалованные» высокими температурами в среде обитания, достаточно отрицатель-

но реагируют на высокие температуры инкубации (выше 30,0 °С). Например, если цисты, заготовленные на Аральском море и в заливах Каспийского моря, одинаково выклевываются при 25,0 и при 35,0 °С, то температурный оптимум для инкубации цист рачка артемии из гипергалинных водоемов Алтайского края составляет 25,0–28,0 °С. При этом выклев сырых цист достигает 59 % (рис. 22).

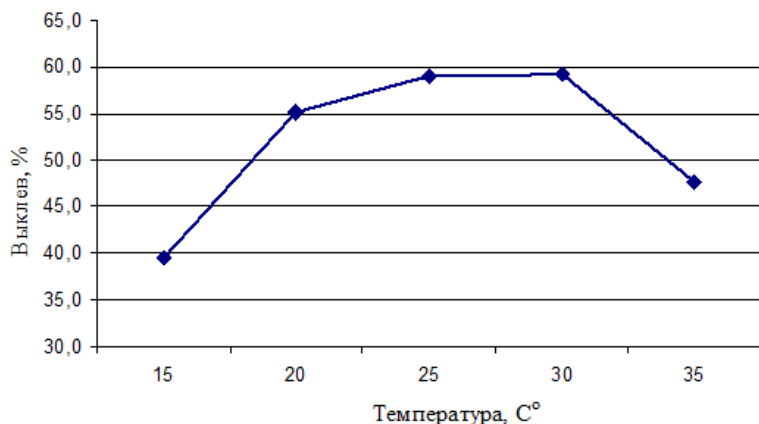


Рис. 22. Выклев цист рачка при различной температуре инкубационного раствора (оз. Кулундинское, 2004 г.)

Интенсивность освещения играет важную роль в процессе запуска механизмов, ведущих к прерыванию диапаузы и выходу свободноплавающих науплиусов. Рекомендуемая специалистами освещенность при проведении инкубации цист – не менее 2000 лк (Stappen, Sorgeloos, 1996a). Нами исследования по влиянию освещенности на критерии выклева не проводились.

У некоторых авторов (Stappen, Sorgeloos, 1996b; Nimura, 1968) встречаются рекомендуемые оптимальные для выклева показатели pH инкубационного раствора – более 8. В проведенных нами исследованиях попытка подщелачивания раствора не дала репрезентативных данных. При

изначально разным значении рН раствора со временем этот показатель под воздействием аэрации выравнивался и не влиял на конечный результат выклева науплиусов (рис. 23).

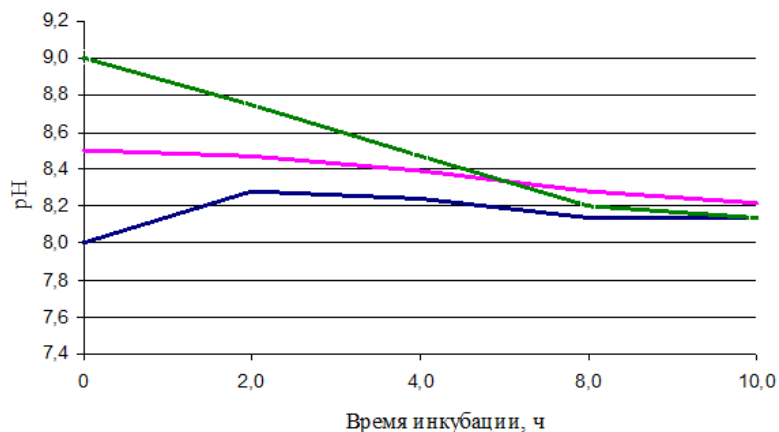


Рис. 23. Изменение рН инкубационного раствора в течение времени

Необходимая аэрация при инкубации цист должна обеспечивать насыщение раствора кислородом и их перемешивание во избежание образования «застойных» зон в инкубаторе. По нашим данным, оптимальная концентрация растворенного в воде кислорода составляет 4,0 мг O_2 /л (рис. 24). Заметная разница в выклеве при низких показателях насыщения кислородом (ниже 4,0 мг O_2 /л) свободноплавающих науплиусов (26 %) и проклюнувшихся (53 %) объясняется выходом части науплиусов из оболочки и гибелью их на стадии «парашюта» от недостатка кислорода. С другой стороны, снижение выклева с 72 до 64 % при более интенсивной аэрации (насыщение выше 4,0 мг O_2 /л) можно объяснить механическими травмами и гибелью части науплиусов при вспенивании раствора и выплескиванием их на стенки инкубатора.

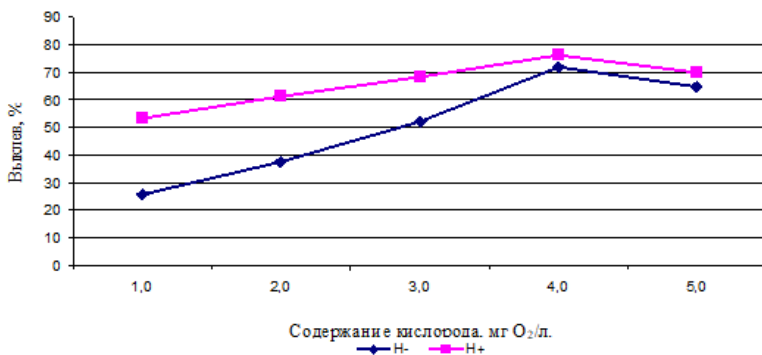


Рис. 24. Изменение выклева диапаузирующих цист рачка в зависимости от насыщения кислородом инкубационного раствора (оз. Кулундинское, 2004 г.):

H⁻ – количество свободноплавающих науплиусов (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист); H⁺ – суммарное количество свободноплавающих науплиусов и проклюнувшихся эмбрионов на стадии «парашюта» (в процентах от общего количества заложенных на инкубацию цист)

Одним из общепринятых параметров при проведении инкубации является время – 24 часа. Как отмечалось выше, при продолжительной инкубации происходит снижение питательной ценности и увеличение линейных размеров науплиусов при переходе на следующую личиночную стадию (рис. 25).

Кроме того, после определенного момента времени происходит гибель выклюнувшихся науплиусов, очевидно, вследствие механических травм при нахождении в условиях постоянного перемешивания аэрацией (рис. 26).

Таким образом, заготовка цист рачка артемии в гипергалинных озерах Алтайского края в период с сентября по ноябрь позволяет получать биокорма более высокого качества с выклевом более 50 % для сырых и свыше 80 % – для сухих цист. Коэффициент корреляции между календарными сроками сбора и величиной выклева сырых цист составляет 0,66; сухих цист – 0,72. Повышенное содержание в собранном сырье пустых оболочек цист (более 20 %) снижает выклев в процессе хранения (7 месяцев) с 52,3 до 0 %.

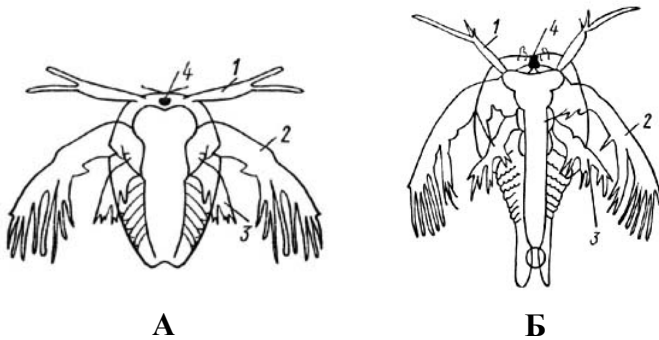


Рис. 25. Личинки рачка артемии: А – ортонауплиус; Б – метанауплиус; 1 – антеннула; 2 – антенна; 3 – мандибула; 4 – науплиальный глаз

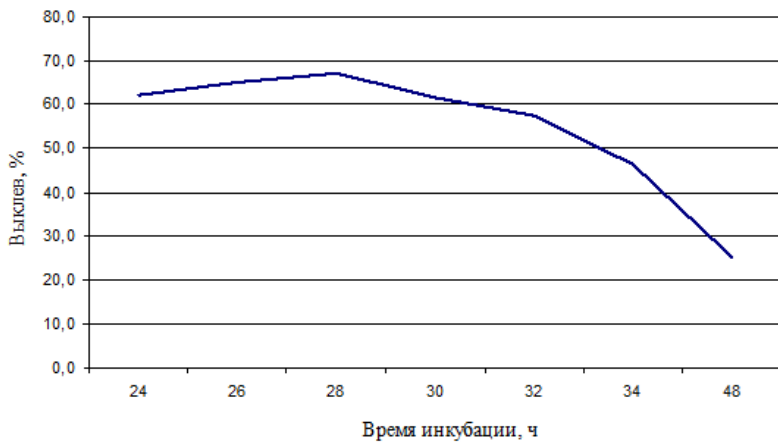


Рис. 26. Изменение выклева цист рачка в зависимости от времени инкубации (оз. Кулундинское, 2005 г.)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные значения параметров переработки цист рачка артемии гипергалинных озер Алтайского края, позволяющие сократить продолжительность диапаузы и увеличить их выклев выше 50 %, определены: минерализация промывки – 150,0 г/л, температура хранения – 10,0 °С. Высушивание цист артемии до влажности 8–10 % позволяет хранить их длительное время (до 10 лет) без значительного снижения выклева.

Применение активаторов (аскорбата натрия или эритробата натрия) при инкубации сухих цист рачка артемии позволяет повысить их выклев от 30–40 до 80–90 %.

Внесение активатора осуществляется двумя способами: смешиванием порошка с сухими цистами артемии и напылением на них. В первом случае количество активатора определяется из расчета 0,2–0,4 г/л инкубационного раствора, во втором – на 1,0 г сухих цист наносится 0,12 г активатора. При этом плотность инкубируемых цист должна составлять не менее 2,5 г сухих цист на один литр инкубационного раствора, что обеспечивает необходимую концентрацию активатора.

Оптимальными параметрами инкубации цист рачка артемии гипергалинных озер Алтайского края являются: плотность сухих цист – 2,5 г/л; минерализация инкубационного раствора – от 15,0 до 20,0 г/л; температура от +25,0 до +28,0 °С; концентрация растворенного кислорода в воде – 4,0 мг O₂/л.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Агроклиматические ресурсы Алтайского края.* – Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. – 156 с.
2. *Алекин О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин.* – Ленинград: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.
3. *Алексеев В.Р. Диапауза ракообразных. Эколого-физиологические аспекты / В.Р. Алексеев.* – Москва: Наука, 1990. – 144 с.
4. *Алтуфьева К.А. Кормовая ценность артемии салина / К.А. Алтуфьева, Е.А. Оглезнева // Рыбное хозяйство – 1984. – Вып. 1. – С. 35–36.*
5. *Андерсон Дж. М. Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек / Дж. М. Андерсон.* – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 165 с.
6. *Аникин В.П. Artemia brevicauda nov. sp. / В.П. Аникин // К фауне соленых озер Западной Сибири: Известия Томского университета. – 1896. – Кн. 10. – С. 1–27.*
7. *Аникин В.П. Некоторые биологические наблюдения над ракообразными из рода Artemia / В.П. Аникин // Известия Томского университета. – 1898. – Т. 14. – С. 1–103.*
8. *Анферова Л.В. Рачок артемия салина – носитель природных соединений, синтезирующих органическое вещество в лечебных грязях озера Карачи / Л.В. Анферова // Грязи и их лечебное применение. – Киев: Наукова думка, 1969. – С. 43–44.*
9. *Ахроров Ф. Артемия высокогорных озер Памира / Ф. Ахроров // Биоразнообразии артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 4–5.*
10. *База данных RDHK-RFLP для идентификации коммерческих образцов артемии / В. Ксиамей, Ф. Катанья, Ф. Домс [и др.] // Биоразнообразии артемии в странах СНГ:*

современное состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 8–9.

11. *Берникова Т.А.* Гидрология и гидрохимия / Т.А. Берникова, А.Г. Демидова. – Москва: Пищевая промышленность, 1977. – 312 с.

12. *Биогеография* и характеристика природных мест обитания сибирской артемии / Л.И. Литвиненко, А.И. Литвиненко, В.П. Соловов [и др.] // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень, 2002. – С. 21–25.

13. *Богатова И.Б.* Рыбоводная гидробиология / И.Б. Богатова. – Москва: Пищевая промышленность, 1980. – 168 с.

14. *Богатова И.Б.* Инкубация диапаузирующих яиц *Artemia salina* без предварительного стимулирования выклева / И.Б. Богатова, Ж.И. Ерофеева // Гидробиологический журнал. – 1985. – Т. XXI, № 2. – С. 52–53.

15. *Богатова И.Б.* Рекомендации по круглогодичному получению стартового живого корма (науплиусов *Artemia salina* (L.)) для личинок рыб / И.Б. Богатова, Е.Е. Гусев, З.И. Шмакова. – Москва: Изд-во ВНИИПРХ. – 1986. – 22 с.

16. *Богословский Б.Б.* Озероведение / Б.Б. Богословский. – Москва: Изд-во МГУ, 1960. – 335 с.

17. *Васильева Л.А.* Статистические методы в биологии: учебное пособие к курсу лекций «Биометрия» / Л.А. Васильева. – Новосибирск, 2004. – 128 с.

18. *Верещагин Г.Ю.* Методы морфометрической характеристики озер / Г.Ю. Верещагин // Труды Олонецкой научной экспедиции: ч. II: География. – 1930. – Вып. 1. – 106 с.

19. *Веснина Л.В.* Влияние факторов среды на динамику численности и биомассы *Artemia* sp. в озере Ку-

лундинское / Л.В. Веснина // Сибирский экологический журнал. – 2002а. – № 6. – С. 640 – 644.

20. *Веснина Л.В.* Биологические ресурсы Алтайского края и пути их комплексного использования / Л.В. Веснина // Рыбное хозяйство. – 2002б. – № 3. – С. 47.

21. *Веснина Л.В.* *Artemia* sp. в озере Кулундинское / Л.В. Веснина // Биоразнообразии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень, 2002в. – С. 9–12.

22. *Веснина Л.В.* Жаброногий рачок артемия / Л.В. Веснина // Рыбоводство и рыболовство. – 2002г. – № 1. – С. 68.

23. *Веснина Л.В.* Мониторинг состояния популяции *Artemia* sp. в малых озерах Алтайского края / Л.В. Веснина // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда: V Региональная научно-практическая конференция. – Барнаул, 2002д. – С. 14–15.

24. *Веснина Л.В.* Структурно-функциональная характеристика сообщества зоопланктона разнотипных озер Алтайского края / Л.В. Веснина // Проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 2002е. – С. 44–45.

25. *Веснина Л.В.* Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края / Л.В. Веснина. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 2002ж. – 158 с.

26. *Веснина Л.В.* Структура и функционирование зоопланктонных сообществ озерных экосистем юга Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Л.В. Веснина. – Новосибирск, 2003. – 39 с.

27. *Веснина Л.В.* Система гидробиологического мониторинга популяции артемии в соляных озерах Алтайского края / Л.В. Веснина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 32–38.

28. *Веснина Л.В.* Биота соляных озер Алтайского края / Л.В. Веснина, Т.О. Лисицина // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: тезисы докладов III Международной научной конференции. – Минск: Центр, БГУ, 2007. – С. 86–87.

29. *Веснина Л.В.* Типология соляных артемиевых озер юга Обь-Иртышского междуречья / Л.В. Веснина // международная конференция. Современное состояние водных биоресурсов: международная конференция. – Новосибирск: Агрос, 2008. – С. 279–282.

30. *Веснина Л.В.* Фитопланктон больших артемиевых озер Алтайского края / Л.В. Веснина, Е.Ю. Митрофанова, Т.О. Ронжина [и др.] // Современное состояние водных биоресурсов: материалы международной конференции. – Новосибирск: Агрос, 2008. – С. 3–8.

31. *Веснина Л.В.* Перспективы использования водных биоресурсов гипергалинных водоемов Алтайского края / Л.В. Веснина // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке: материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Красноярск, 2009. – С. 254–255.

32. *Веснина Л.В.* Цисты артемии как стартовый корм для молоди ценных видов рыб / Л.В. Веснина // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб: материалы международной конференции. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 40–43.

33. *Веснина Л.В.* Ресурсный потенциал гипергалинных озер Алтайского края / Л.В. Веснина, Г.В. Пермякова, Т.О. Ронжина // МБматериалы II Международной научной конференции. – Улан-Удэ, 2011. – С. 145–147.

34. *Веснина Л.В.* / Оценка состояния водных биоресурсов гипергалинных озер Алтайского края / Л.В. Веснина //

Рыбохозяйственной науке – 130 лет: материалы Всероссийской конференции. – Сочи, 2011. – С. 49–50.

35. Вехов Н.В. Этологические особенности *Artemia salina* (L.) в репродуктивный период / Н.В. Вехов, Т.П. Вехова // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, вып. 6. – С. 29–36.

36. Визер Л.С. Влияние различной солености на развитие *Artemia* sp. в озерах Новосибирской области / Л.С. Визер, А.А. Ростовцев // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 12–13.

37. Влияние некоторых токсикантов на онтогенез *Artemia salina* / С.А. Патин, А.О. Гроздов, Л.Е. Айвазова [и др.] // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института океанографии. – 1978. – Т. 134. – С. 74–76.

38. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов [и др.]. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 285 с.

39. Воронов П.М. О некоторых особенностях развития *Artemia salina* (L.) / П.М. Воронов // Зоологический журнал. – 1971. – Т. 50, вып. 6. – С. 937–938.

40. Воронов П.М. *Artemia salina* (L.) водоемов Крыма и ее хозяйственное использование: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук/ П.М. Воронов. – Севастополь, 1973а. – 17 с.

41. Воронов П.М. Рост и созревание артемии в соленых озерах Крыма / П.М. Воронов // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института океанографии. – 1973б. – Т. 109. – С. 152–158.

42. Воронов П.М. Размножение *Artemia salina* в соленых озерах Крыма / П.М. Воронов // Зоологический журнал. – 1973в. – Т. LII, № 6. – С. 945–947.

43. Воронов П.М. Сезонные изменения численности *Artemia salina* в соленых озерах Крыма / П.М. Воронов // Зоологический журнал. – 1973д. – Т. LII, № 7. – С. 1081–1082.

44. Воронов П.М. Влияние температуры на жизнеспособность яиц *Artemia salina* / П.М. Воронов // Зоологический журнал. – 1974. – Т. LIII, вып. 4. – С. 546–549.

45. Воронов П.М. Инструкция по заготовке яиц артемии и ее разведению / П.М. Воронов. – Краснодар:Изд.-во ВНИИПРХ. – 1976а. – 19 с.

46. Воронов П.М. Опыт по использованию артемии при выращивании севрюги / П.М. Воронов // Рыбное хозяйство. – 1976б. – № 11. – С. 30–31.

47. Воронов П.М. Активация яиц *Artemia salina* / П.М. Воронов // Зоологический журнал. – 1976в. – Т. LV, вып. 4. – С. 521–525.

48. Воронов П.М. Перспективы и биотехника использования артемии в морском рыбководстве / П.М. Воронов. – Киев: Наукова думка, 1977. – 71 с.

49. Воронов П.М. Солевой состав воды и изменчивость *Artemia salina* (L.) / П.М. Воронов // Зоологический журнал. – 1979. – Т. 58, вып. 2. – С. 175–178.

50. Воронов П.М. Консервация яиц *Artemia salina* (L.) / П.М. Воронов // Гидробиологический журнал. – 1981. – Т. XVII, вып. 6. – С. 52–55.

51. Воронов П.М. Влияние температуры на рост и созревание *Artemia salina* / П.М. Воронов // Зоологический журнал. – 1982. – Т. LXI, № 10. – С. 1594–1596.

52. Воскресенский К.А. Выносливость артемии и концентрация газов, растворенных в воде / К.А. Воскресен-

ский, И.Ш. Хайдаров // Вестник МГУ. Серия: Биология, почвоведение. – 1968. – № 1. – С. 22–27.

53. Гаевская Н.С. Изменчивость *Artemia salina* (L.) / Н.С. Гаевская // Труды особой зоологической лаборатории Академии наук. Серия 2. – 1916. – Т. 3. – С. 1–37.

54. Гунько А.Ф. Результаты применения артемий для молоди осетровых / А.Ф. Гунько, Т.Г. Плескачевская // Вопросы ихтиологии. – 1962. – Вып. 2. – С. 220–228.

55. Гусев Е.Е. Приготовление стартового корма для молоди прудовых рыб из яиц артемии методом декапсуляции / Е.Е. Гусев // Рыбоводство в Сибири и на Дальнем Востоке. – Новосибирск, 1982. – С. 74–80.

56. Дедусенко-Щеголева Н.Т. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые / Н.Т. Дедусенко-Щеголева, А.М. Матвиенко, Л.А. Шкорбатов // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Москва; Ленинград: Наука, 1959. – Вып. 8. – 230 с.

57. Дексбах Н.К. *Artemia salina* (L.) var. *melhausenii* (Fischer) в лечебном озере грязевого курорта Карачи, Западная Сибирь / Н.К. Дексбах // Научные доклады высшей школы. Серия: Биологические науки. – 1962. – Т. 1. – С. 9–11.

58. Дексбах Н.К. Рачок артемия и лечебная грязь / Н.К. Дексбах, Л.В. Анферова // Природа. – 1971. – № 3. – С. 79–80.

59. Евразийский патент № 005276 В1. Способ производства свободноплавающих науплиусов *Artemia* и упакованные цисты для использования в этом способе / Эдди Нассенс (BE), Траккерт Вим (US), Ван Ньивенхове Люк (BE) [и др.]. – 2004. – 24 с.

60. Жуманиева Н.И. Биоразнообразие артемии в водоемах Узбекистана / Н.И. Жуманиева, И.М. Мирабдуллаев // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 15–16.

61. *Задереев Ю.С.* Популяция *Artemia* sp. в озере Туз (Россия, Хакасия) – источник конфликта интересов между административными и бизнес-структурами / Ю.С. Задереев, А.Г. Дегерменджи // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень, СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 16–18.

62. *Запасы* и освоение водных биологических ресурсов в водных объектах Алтайского края / А.Ю. Лукерин, Г.А. Романенко, И.В. Морузи, И.Ю. Теряева // XII съезд Гидробиологического общества при РАН: тезисы докладов. – 2019. – С. 311–312.

63. *Иванов П.В.* Классификация озер по величине и по их средней глубине / П.В. Иванов // Бюлетень Ленинградского государственного университета. – 1948. – № 21. – С. 29–36.

64. *Ивлева И.В.* Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных / И.В. Ивлева. – Москва: Наука, 1969. – 170 с.

65. *Инструкции* по использованию артемии в аквакультуре / Л.И. Литвиненко, Ю.П. Мамонтов, О.В. Иванова [и др.]. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2000. – 58 с.

66. *Использование* яиц артемии в рыбоводстве / Т.И. Галеева, Н.И. Волхонская, Е.П. Попов [и др.] // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. – 1983. – Вып. 206. – С. 68–78.

67. *Исследования* взаимосвязи кормовой базы и рыбопродуктивности. – Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1986. – 232 с.

68. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов / И.А. Киселев // Распределение, сезонная динамика, питание, значение. – Ленинград.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. – Т. 2. – 658 с.

69. *Киселев И.А.* Методы исследования планктона / И.А. Киселев // Жизнь пресных вод СССР. – Москва, Ленинград, 1956. – Т. IV, ч. 1. – С. 183–265.

70. *Клегг Д.* Артемия: разнообразие среды обитания и биохимическая адаптация / Д. Клегг // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: Международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 18.

71. *Кнорр А.Ф.* Итоги и перспективы хозяйственного использования ресурса рачка артемия в озере Больше Яровое / А.Ф. Кнорр // Современные проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 2001. – С. 47–48.

72. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов / И.А. Киселев // Распределение, сезонная динамика, питание, значение. – Ленинград: Наука. Ленингр. отделение, 1980. – Т. 2

73. *Козлов О.В.* Ракообразные экосистем малых озер в условиях антропогенной нагрузки (на примере Ишимской равнины): автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук/ О.В. Козлов. – Москва, 2005. – 53 с.

74. *Козовкова Н.А.* Опыт получения науплиусов *Artemia salina* на Конаковском живорыбном заводе / Н.А. Козовкова, В.Д. Люкшина, З.И. Шмакова // Сборник научных трудов Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбоводного хозяйства. – 1981. – № 31. – С. 193–197.

75. *Константинов А.С.* Общая гидробиология: учебник для студентов биологических специальностей вузов / А.С. Константинов. – 4-е изд. – Москва: Высш. шк., 1986. – 472 с.

76. *Костылев В.А.* Использование науплиусов *Artemia salina* при подращивании личинок рыб в хозяйствах индустриального типа / В.А. Костылев, Б.И. Шнитов // Создание

естественной кормовой базы для повышения продуктивности рыбоводства: тезисы докладов Всесоюзной конференции. – Москва: ВНИИПРХ, 1984. – С. 108–110.

77. *Котова Л.И.* Заготовка и использование артемии / Л.И. Котова, А.Т. Иванов // Рыбное хозяйство. – 1969. – № 4. – С. 92–93.

78. *Кренке Г.Я.* Исследования минерального и белкового состава некоторых видов живых кормов в Японии / Г.Я. Кренке // Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов: экспресс-информация. – 1980. – Вып. 9. – С. 6–13.

79. *Кренке Г.Я.* Некоторые аспекты изучения артемии салина как корма для прудовых рыб за рубежом / Г.Я. Кренке // ЭИ ЦНИИТЭИРХ. Серия 8. – 1983. – Вып. 2. — С. 6.

80. *Лакин Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. – Москва: Высш. шк., 1973. – 342 с.

81. *Литвиненко Н.Д.* Кара-Богаз-Гол: вчера, сегодня, завтра / Н.Д. Литвиненко, Е.В. Ежова // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень, 2002. – С. 25–26.

82. *Лутшева А.А.* Практическая гидрометрия / А.А. Лутшева. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. – 423 с.

83. *Максимов А.А.* Исследование смен фаз увлажненности территории лесостепей Западной Сибири в 11-летних циклах / А.А. Максимов // Природные циклы Барабы и их хозяйственное значение. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1982. – С. 6–24.

84. *Маликова Е.М.* Пищевая ценность некоторых беспозвоночных как корма для рыб / Е.М. Маликова // Биохимия. – 1956. – Т. 21, вып. 6. – С. 173–181.

85. *Мардэн Б.* Использование популяции *Artemia* на Великом Соленом озере: модель управления живыми ресурсами / Б. Мардэн // Биоразнообразие артемии в странах СНГ:

состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 28.

86. *Методика* изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – Москва: Наука, 1975. – 240 с.

87. *Методические указания* по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка *Artemia* / А.И. Литвиненко, П. Сорлгелос, Б. Мардлен [и др.]. – Тюмень, 2002. – 25 с.

88. *Методические рекомендации* по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Ленинград: ГосНИОРХ, 1983. – 51 с.

89. *Молекулярный анализ устойчивости к стрессу Artemia franciscana*: выполняют ли молекулярные соединения определенную роль в процессе адаптации к экстремальным условиям окружающей среды / Т. Макрэй, З. Кью, Ю. Суй [и др.] // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 27–28.

90. *Нагорская Л.Л.* Экологическая изменчивость эффективности использования ассимилированной энергии за генеративный цикл артемии / Л.Л. Нагорская, Н.Н. Рощина, М.С. Борисова // V Всесоюзная конференция по промысловым беспозвоночным. – Москва: Изд-во ВНИРО, 1990. – С. 61–62.

91. *Нечаев П.И.* Ценный корм для молоди осетровых / П.И. Нечаев // Рыбное хозяйство. – 1961. – № 6. – С. 32–36.

92. *Николаев В.А.* Ландшафтная структура и физико-географическое районирование Алтайского края (равнины и Салаирский кряж) / В.А. Николаев // Охрана, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов Алтайского края. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1975. – С. 30–33.

93. *Новоселов В.А.* Природные скопления яиц артемии и организация их поиска / В.А. Новоселов, В.П. Соловов // Рыбное хозяйство. – 1981. – № 1. – С. 44–45.

94. *Новоселов В.А.* Биоресурсный потенциал минерализованных озер Алтайского края: проблемы рационального использования и охраны / В.А. Новоселов // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1996. – С. 31.

95. *Новоселов В.А.* Прогноз возможной заготовки водных беспозвоночных как неперенная составная часть рационального использования их сырьевой базы / В.А. Новоселов, Т.Л. Студеникина // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. – Томск: ТГУ, 1996. – С. 51–52.

96. *Новоселов В.А.* Оценка запасов и промысел биоресурсов на минерализованных водоемах Алтайского края / В.А. Новоселов, Т.Л. Студеникина, Р.А. Клепиков // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование: научная конференция. – Новосибирск, 1997. – С. 209–211.

97. *Новоселова З.И.* Озеро Кулундинское: проблемы нарушенного состояния экосистемы / З.И. Новоселова // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. – Томск, 1996. – С. 31–32.

98. *Новоселова З.И.* Рачок *Artemia salina* в соляных озерах и его роль в самоочищении воды / З.И. Новоселова, Т.Л. Студеникина, В.А. Новоселов // VII съезд Гидробиологического общества. – Казань, 1996. – Т. 1. – С. 72–74.

99. *Новоселова З.И.* Комплексная оценка соляных озер в целях их экологической оптимизации / З.И. Новоселова, Т.Л. Студеникина // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование: научная конференция. – Новосибирск, 1997. – С. 120–122.

100. *Новый* подход к методам определения общих допустимых уловов (ОДУ) цист артемии в соленых озерах Западной Сибири / А.И. Литвиненко, П. Соржелос, Б. Марден [и др.] // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень, 2002. – С. 19–22.

101. *Ньюмэн Х.* Коммерческий морфогенез производства цист *Artemia* на Великом Соленом озере, штат Юта, США / Х. Ньюмэн // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 38–40.

102. *Общие основы* изучения водных экосистем / под редакцией Г.Г. Винберга. – Ленинград: Наука. Ленингр. отделение, 1979. – 257 с.

103. *Одум Ю.* Основы экологии / Ю. Одум. – Москва: Мир, 1975. – 733 с.

104. *Олейникова Ф.А.* Материалы по биологии размножения артемии / Ф.А. Олейникова // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Ашхабад: Ылым, 1974. – Кн. 1. – С. 91–93.

105. *Олейникова Ф.А.* *Artemia salina* (L.) Азово-Черноморского бассейна (морфология, размножение, экология, практическое применение): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Ф.А. Олейникова. – Киев, 1980. – 17 с.

106. *Опыт* заготовки яиц артемии салина в озерах Алтайского края / В.А. Новоселов, М.А. Подуровский, В.П. Соловов [и др.] // Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. – Москва, 1980. – Вып. 9. – С. 1–6.

107. *Остроумова И.Н.* Актуальные проблемы кормления рыб в индустриальном рыбоводстве / И.Н. Остроумова // Сборник трудов ГосНИОРХ. – Ленинград, 1981. – Вып. 176. – 169 с.

108. *Патент СССР № 372978*. Способ сохранения яиц листоногих рачков / П.М. Воронов. – 1973. – 1 с.
109. *Патент СССР № 1124899*. Способ подготовки к инкубации яиц ракообразных/ В.П. Рыбкин. – 1984. – 6 с.
110. *Патент СССР № 17381886А1*. – Способ получения науплиусов артемии в эмбриональной оболочке / К.А. Бапиев, А.И. Корнелюк, И.Н. Магда [и др.]. – 1992. – 8 с.
111. *Патент СССР № 1784146А1*. Способ декапсулирования яиц ракообразных *Artemia salina* / Т.А. Гиль, Б.Н. Огарков, Д.И. Стом [и др.]. – 1993. – 6 с.
112. *Патент РФ № 2045897 С1*. Аппарат для декапсуляции яиц артемии / Л.Л. Сергиенко, Б.П. Каргаполов, В.И. Круткин. – 1995. – 1 с.
113. *Патент СССР № 235506*. Способ подготовки яиц артемии к массовому культивированию/ В.А. Копец, П.М. Воронов, К.А. Воскресенский, И.Ш. Хайдаров. – 1973. – 2 с.
114. *Патент СССР № 712065*. Способ активации яиц / И.Б. Богатова, З.И. Шмакова. – 1980. – С. 2.
115. *Патент СССР № 935044*. Способ получения науплиусов из яиц ракообразных / И.Б. Богатова, Ж.И. Ерофеева. – 1982. – С. 6.
116. *Патент СССР № 656603*. Способ отделения жизнеспособных яиц артемии от примесей и нежизнеспособных яиц/ Б.Н. Беляев, В.Н. Федотова. – 1979. – С. 2.
117. *Патент РФ № 2150196С1*. Способ подготовки цист артемии (*Artemia salina*) к инкубации/ Е.Е. Гусев. – 2000. – 6 с.
118. *Патент А61К 35/56*. Способ получения экстракта из цист, или науплии, или взрослых особей рачка *Artemia salina* для наружного или внутреннего применения / К.Н. Шишляков, А.И. Иванков, А.Г. Таранов. – Дата заявл.: 2008-12-31; дата опубл.: 27.11.2010 г.
119. *Перспективы* комплексного использования биологических ресурсов водоемов Алтайского края / Л.В. Весни-

на, В.А. Новоселев, З.И. Новоселова [и др.] // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование: научная конференция. – Новосибирск, 1997. – С. 67–69.

120. *Перспективы* заготовки биокормов в условиях Алтайского региона / Л.В. Веснина, В.А. Новоселев, В.П. Соловов [и др.] // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: II Международный симпозиум. – Краснодар, 1999. – С. 30–131.

121. *Плохинский А.Н.* Биометрия / А.Н. Плохинский. – Новосибирск, 1961. – 364 с.

122. *Плучевский С.П.* Опыт использования аппаратов ВНИИПРХ для подращивания личинок рыб / С.П. Плучевский // Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири. – Тюмень, 1985. – С. 27–29.

123. *Подуровский М.А.* Оценка запасов *Artemia salina* L. в Алтайском крае / М.А. Подуровский, Т.Л. Студеникина // Рациональное природопользование: проблемы, методология, методы. – Барнаул, 1988. – С. 175–176.

124. *Поликарпов Г.Г.* Оптимизация факторов, определяющих развитие *Artemia salina* / Г.Г. Поликарпов, С.М. Федорик // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана. – Ташкент, 1983. – С. 116–117.

125. *Поползин А.Г.* Проблема зональной типологии озер юга Обь-Иртышского бассейна / А.Г. Поползин // Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. – Москва: Наука, 1967. – С. 283–289.

126. *Ресурсы* поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1962. – Т. VI. – 970 с.

127. *Ронжина Т.О.* Динамика численности популяции галофильного рачка *Artemia* sp. в гипергалинных озерах юга Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание

ученой степени кандидата биологических наук / Т.О. Ронжина. – Новосибирск, 2009. – 19 с.

128. Руднева И.И. Химический состав цист артемии из различных источников / И.И. Руднева, А.М. Щепкина // Рыбное хозяйство. – 1990. – № 5. – С. 59–60.

129. Селюков А.Г. Радикальная активация диапаузирующих цист *Artemia salina* L. в годовом цикле с использованием парафизических технологий / А.Г. Селюков, В.П. Елькин, О.М. Бондаренко // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование: научная конференция. – Новосибирск, 1997. – С. 217–218.

130. Сергиенко Л.Л. Использование декапсулированных яиц артемии в стартовом кормлении личинок сиговых / Л.Л. Сергиенко, Л.В. Кугаевская // Рыбное хозяйство. – 1987. – № 9. – С. 38–40.

131. Соловов В.П. Перспективы рыбохозяйственного использования сырьевых запасов *Artemia salina* (L.) / В.П. Соловов // Создание естественной кормовой базы для повышения продуктивности рыбоводства. – Москва: Изд-во ВНИПРХ, 1984. – С. 99–101.

132. Соловов В.П. Артемия – белковый ресурс будущего / В.П. Соловов, М.А. Подуровский, Т.Л. Студеникина. – Барнаул, 1990. – 21 с.

133. Соловов В.П. Рачок артемия в озерах Западной Сибири / В.П. Соловов, Т.Л. Студеникина. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 91 с.

134. Соловов В.П. Особенности динамики численности популяции жаброногого рачка *Artemia salina* (L.) в озерах юга Западной Сибири и перспективы использования его ресурсов / В.П. Соловов, Т.Л. Студеникина // Гидробиологический журнал. – 1992. – Т. 28, № 2. – С. 33–41.

135. Соловов В.П. О статусе рода *Artemia* / В.П. Соловов, Т.Л. Студеникина // Биологическое разнообразие животных Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1998. – С. 104–105.

136. Соловов В.П. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов / В.П. Соловов, М.А. Подуровский, Т.Л. Ясюченя. – Барнаул, 2001. – 144 с.

137. Соловов В.А. Роль антропогенных факторов в экосистемах артемиевых озер / В.А. Соловов, Т.Л. Ясюченя // Тезисы докладов VIII съезда Гидробиологического общества Российской академии наук. – Калининград, 2001. – Т. 2. – С. 176–177.

138. Спекторова Л.В. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования ее в аквакультуре / Л.В. Спекторова. – Москва: Изд-во ВНИРО, 1984. – 63 с.

139. Спекторова Л.В. Живые корма для рыб и беспозвоночных / Л.В. Спекторова. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 144 с.

140. Стаппен Ж. Ван. Исследование популяций *Artemia* из озер Тибета / Ж. Ван Стаппен, С. Лийинг [и др.] // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 7–8.

141. Структурные и функциональные особенности популяций жаброногого рачка *Artemia sp.* в озерах Западной Сибири / Л.И. Литвиненко, Ф.Н. Ягафаров, Е.П. Матвеева [и др.] // Тезисы докладов VIII съезда РАН. – Калининград, 2001. – Т. 1. – С. 249–250.

142. Студеникина Т.Л. Использование сырьевых запасов артемии салина в Алтайском крае / Т.Л. Студеникина, В.А. Новоселов // Основные направления развития товарного рыбководства в Сибири. – Тюмень: Изд-во Тюмен. обл. совета НТО пищ. пром-сти, 1980. – С. 77–78.

143. *Студеникина Т.Л.* Артемия салина озер Западной Сибири как стартовый корм для молоди сиговых и карповых рыб / Т.Л. Студеникина // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. – Москва: Наука, 1984. – С. 117–124.

144. *Студеникина Т.Л.* Индексы лабильности и динамика численности популяции артемии в озере Соленом / Т.Л. Студеникина // Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири. – Тюмень: Изд-во НТО пищ. пром-ти, 1985. – С. 82–86.

145. *Студеникина Т.Л.* Особенности динамики численности популяции жаброногого рачка артемия салина в озерах юга Западной Сибири / Т.Л. Студеникина // V Всесоюзная конференция по промысловым беспозвоночным. – Москва: Изд-во ВНИРО, 1990. – С. 67–69.

146. *Студеникина Т.Л.* *Artemia salina* в озерах Западной Сибири (о статусе р. *Artemia*) / Т.Л. Студеникина, В.П. Соловов // II Международный симпозиум по ресурсосберегающей технологии в аквакультуре. – Краснодар, 1999. – С. 169–170.

147. *Структурные* и функциональные особенности популяций жаброногого рачка *Artemia sp.* в озерах Западной Сибири / Л.И. Литвиненко, Ф.Н. Ягафаров, Е.П. Матвеева [и др.] // Тезисы докладов VIII съезда РАН. – Калининград, 2001. – Т. 1. – С. 249–250.

148. *Сущенко Л.М.* Количественные данные о питании и балансе энергии *Artemia salina* (L.) / Л.М. Сущенко // Доклады академии наук СССР. – 1962. – Т. 143, № 5. – С. 52.

149. *Сущенко Л.М.* Количественные закономерности фильтрационного питания *Artemia salina* (L.) / Л.М. Сущенко // Труды Севастопольской биологической станции. – 1964. – Вып. 15. – С. 434–446.

150. *Сущенко Л.М.* Потребление пищи как функция веса тела у ракообразных / Л.М. Сущенко, Н.Н. Хмелева // Доклады академии наук СССР. – 1967. – Т. 176, вып. 6. – С. 1428–1431.

151. *Танеева А.И.* О биологическом действии постоянного магнитного поля (ПМП) на *Artemia salina* (L.) / А.И. Танеева, М.А. Долгопольская // Гидробиологический журнал. – 1974. – Т. X, № 4. – С. 63–69.

152. *Фролов А.В.* Выживаемость, скорость роста и состав липидов *Artemia salina* при различных условиях культивирования: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / А.В. Фролов. – Москва: Изд-во МГУ, 1988. – 22 с.

153. *Хмелева Н.Н.* Интенсивность восстановления солей тетразолия у *Artemia salina* / Н.Н. Хмелева, К.К. Яковлева // Гидробиологический журнал. – 1968. – Т. 4, № 1. – С. 67–70.

154. *Хмелева Н.Н.* Затраты энергии на дыхание, рост и размножение у *Artemia salina* (L.) / Н.Н. Хмелева // Биология моря. – Киев: Наук. думка, 1968. – Вып. 15. – С. 71–98.

155. *Хмелева Н.Н.* Закономерности размножения ракообразных / Н.Н. Хмелева. – Минск: Наука и техника, 1988. – 207 с.

156. *Царева Г.А.* Особенности рачка *Artemia* озера Большое Яровое / Г.А. Царева // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: состояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 42–44.

157. *Чага И.Л.* О возможности культивирования *Artemia salina* (L.) в южном Приморье / И.Л. Чага // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института океанографии. – 1976. – Т. 100. – С. 126–129.

158. *Ясюченя Т.Л.* Хозяйственное использование артемии в озере Большое Яровое: итоги и перспективы / Т.Л. Ясюченя // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: со-

стояние ресурсов и их использование: международная конференция. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – С. 46–47.

159. *A biometric and ecologic comparison between Artemia from Mexico and Chili* / T.B. Castro, G. Gajardo, J.M. Castro [et al.] // *Saline Systems*. – 2006. – P. 2–13.

160. *Biochemical composition of artemia cysts used as food for juvenile fish from different hypersaline lakes of the Altai territory* / I.V. Moruzi, E.V. Pishchenko, E.E. Djakovskay, D.V. Kropachev, I.V. Bibikov, L.V. Vesnina, V.S. Tokarev, Rajabov Farhod M. // *Ekoloji*. – 2017. – Т. 26, № 102. – С. e102001.

161. *Decapsulation of Artemia cysts: a simple technique for the improvement of the use of brine shrimp in aquaculture* / P. Sorgeloos, E. Bossuyt, E. Lavina [et al.] // *Aquaculture*. – 1977. – Vol. 12, N 4. – P. 311–315.

162. *Diversity of culturable halophilic sulfur-oxidizing bacteria in hypersaline habitats* / D.Y. Sorokin, T.P. Tourova, A.M. Lysenko [et al.] // *Microbiology*. – 2006. – N 152. – P. 3013–3023.

163. *Denitrification in a binary culture and thiocyanate metabolism in Triohalophilus triocyanoxidans gen. nov. sp. nov. – a moderately halophilic chemolithoautotrophic sulfur-oxidizing Gammaproteobacterium from hypersaline lakes* / D.Y. Sorokin, T.P. Tourova, E.Y. Bezsoudnova [et al.] // *Archiv Microbiol.* – 2007. – N 187. – P. 441–450.

164. *Diversity, activity, and abundance of sulfate-reducing bacteria in saline and hypersaline soda lakes* / M. Foti, D.Yu. Sorokin, B. Lomans [et al.] // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2007. – Vol. 73, N 7. – P. 2093–2100.

165. *Cytological studies of Artemia salina. I. Deoxyribonucleic acid content and the chromosomes in encysted dry eggs and nauplii* / Y.H. Nakanishi, T. Okigaki, H. Kato [et al.] // *Proceedings of the Japan Academy*. – 1963. – Vol. 39. – P. 306–309.

166. Clegg J.S. A review of the cellular and developmental biology of *Artemia* / J.S. Clegg, F.P. Conte // The brine shrimp *Artemia*. – 1980. – P. 11–54.

167. Clegg J.S. Embryos of *Artemia franciscana* survive four years of continuous unaoxia the case for complete metabolic rate depression / J.S. Clegg // Journal of Experimental Biology. – 1997. – N 200. – P. 467–475

168. Eimanifar A. Urmia Lake (Northwest Iran): a brief review / A. Eimanifar, F. Mohebbi // Saline Systems. – 2007. – P. 3–5.

169. Gajardo G. Inland hypersaline lakes and the brine shrimp *Artemia* as simple models for biodiversity analysis at the population level / G. Gajardo, P. Sorgeloos, J.A. Beardmore. – Saline Systems. – 2006. – P. 2–14.

170. Gilchrist B.M. Growth and form of the brine shrimp *Artemia salina* (L.) / B.M. Gilchrist // Proceedings of the Zoological Society of London. – 1960. – Vol. 134, N 2. – P. 221–235.

171. Groghan P.C. The survival of *Artemia salina* L. in various media / P.C. Groghan // Journal of Experimental Biology. – 1958. – Vol. 35. – P. 213–218.

172. Hand S.C. pH_i and anabolic arrest during anoxia in *Artemia franciscana* embryos / S.C. Hand // Mechanisms of control and adaptation. CRC Press, Boca Raton, Florida. – USA. – 1993. – P. 10–35.

173. Hofmann G.E. Subcellular differentiation arrested in *Artemia* embryos under anoxia: evidence supporting a regulatory role for pH_i / G.E. Hofmann, S.C. Hand // Journal of Experimental Zoology. – 1990. – Vol. 253. – P. 287–302.

174. Lawens P. Controlled production of *Artemia* cysts under standard conditions in a recirculating culture system / P. Lawens, P. Sorgeloos // Aquacultural Engineering. – 1984. – Vol. 3. – P. 221–235.

175. *Manual* for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, P. Lavens, Ph. Leger [et al.]. – Belgium, Ghent, 1986. – 319 p.

176. *Nakanishi Y.H.* Cytological studies of *Artemia salina*. I Embryonic development without cell multiplication after the blastula stage in encysted dry eggs / Y.H. Nakanishi, T. Iwasaki, H. Kato // *Annotation Zoological Japon.* – 1963. – Vol. 35. – P. 223–228.

177. *Nimura Y.* Note of hatching the cysts of *Artemia* // *Aquaculture.* – 1968. – Vol. 16 (2). – P. 15–115.

178. *Royan J.R.* Effect of light on Hatching and growth of *Artemia salina* / J.R. Royan // *Mahasagar.* – 1976. – Vol. 9, N 1/2. – P. 83–85.

179. *Salinity* of water as a factor to determine the development of the brine shrimp *Artemia* populations in Siberian lakes / L.I. Litvinenko, A.V. Kozlov, A.I. Kovalenko [et al.] // *Hydrobiologia.* – 2007. – N 576. – P. 95–101.

180. *Sorgeloos P.* The brine shrimp *Artemia salina*: A bottleneck in Mariculture / P. Sorgeloos // *FAO Technical Conferent on Aquaculture, Kyoto.* – 1979. – P. 321–324.

181. *Stross R.G.* Photoperiod control of diapause in *Daphnia*. IV Light and CO₂-sensitive phase within the cycle of activation // *Archiv Microbiol.* – 1971. – Vol. 140, N 1. – P. 137–155.

182. *Studds M.* Density dependence in the life cycles of animals and its importance in the K-and R-strategies / M. Studds // *Journal of Animal Ecology.* – 1977. – Vol. 46, N 2. – P. 667–688.

183. *The recent spread of Artemia parthenogenetica* in Western Australia / K. McMaster, A. Savage, T. Finston [et al.] // *Hydrobiologia.* – 2007. – N 576. – P. 39–48.

184. *Timms B.V.* The biology of the saline lakes of central and eastern inland of Australia: a review with special reference to their biogeographical affinities / B.V. Timms // *Hydrobiologia.* – 2007. – N 576. – P. 27–30.

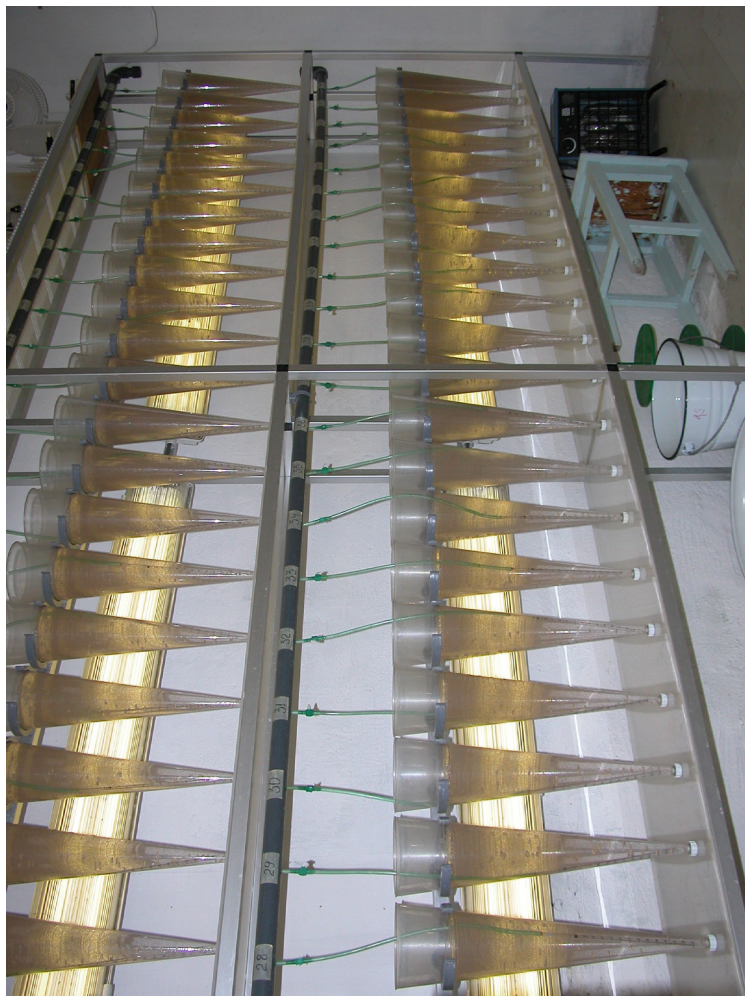
185. *Van der Linder A.* The influence of light on the hatching of *Artemia* cysts (Anostraca; Branchiopoda; Crustacea) / A. Van der Linder, R. Blust, W. Decleir // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 1985. – Vol. 92, N 2. – P. 207–214.

186. *Stappen G.* Introduction, biology and ecology of *Artemia* / G. Stappen, P. Sorgeloos // Manual on the production and use of live food for aquaculture. Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center, University of Ghent. – Belgium, 1996a. – P. 79–136.

187. *Stappen G.* Effects of hydrogen peroxide treatment in *Artemia* cyst of different geographical origin / G. Stappen, P. Sorgeloos // Hydrobiological Spectra Issue Archiv Microbiological and Advance Limnologi. – 1996b. – P. 281–296.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Инкубатор лаборатории производства биоресурсов ОАО «Кучуксульфат»



Интенсивность окраски цист различных водоемов Алтайского края



Интенсивность окраски науглиусов различного происхождения



оз. Кулундинское (Россия)



оз. Большое Яровое (Россия)



оз. Большое Соленое (США)



оз. Аби (Китай)

Сбор цист рачка аргемии с берега (оз. Кулундинское, 2003 г.)



Сбор цист рачка артемии с воды (оз. Большое Яровое, 2010 г.)



Приложение 6
Первичная очистка цист артемии (производство биоресурсов ОАО «Кучуксульфат», 2004 г.)



Цех сушки цист артемии ЗОА «Инъе-Мангистаубиоресурс», Казахстан (2008 г.)



Цех переработки биоресурсов ОАО «Кучуксульфат» (2005 г.)



Веснина Л.В., Клепиков Р.А., Пищенко Е.В., Морози И.В.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦИСТ РАЧКА
ARTEMIA LEACH, 1819 В ГИПЕРГАЛИННЫХ
ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Монография

Редактор М.Г. Девищенко
Компьютерная верстка М.В. Потапова

Подписано в печать 21 сентября 2021 г. Формат 60 x 84 ¹/₁₆.
Объем 7,0 уч.-изд. л., 9,2 усл. печ. л. Тираж экз.
Изд. № 72. Заказ № 2421.

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru