

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА

УДК 595.32

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ АРТЕМИИ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ ГИПЕРГАЛИННЫХ ВОДОЕМОВ

Л. И. Литвиненко^{1,3}, Н. П. Ковачева², К. В. Куцанов¹, И. М. Глухих^{1,3},
А. Г. Герасимов¹, Л. Ф. Разова^{1,3}, Н. В. Кряхова²

¹Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»),
625023, Россия, г. Тюмень

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»),
107140, Россия, г. Москва

³ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,
625003, Россия, г. Тюмень

В работе представлены результаты полевых работ по выращиванию артемии в условиях гипергалинного оз. Соленое (Тюменская область) с соленостью до 100 г/л. Проведенные эксперименты по инокуляции науплиусов в природный водоем показали перспективность этого метода для повышения численности популяции артемии. Выпуск науплиусов в водоем был проведен в период ожидаемого (по причине низкого живорождения) снижения плотности местной популяции артемии ниже 1 мг/л. При инкубации цист были отработаны важные технологические параметры: плотность цист, время начала инкубации, продолжительность инкубации, способ выпуска науплиусов в озеро (активный и пассивный) и другие параметры. Была доказана невозможность вылупления науплиусов из цист в рапе озера. За время эксперимента было проинкубировано 250 кг сухих цист и в озеро было выпущено более 20 млрд науплиусов. Гидробиологические пробы, отобранные в озере до начала эксперимента и после него, свидетельствуют о значительном увеличении популяционной численности. Полученные результаты будут использованы для разработки технологии пастбищного выращивания артемии.

Ключевые слова: артемия; цисты; инокуляция; инкубация; гипергалинный водоем; пастбищная аквакультура; выращивание

Введение

Цисты артемии являются неотъемлемой частью выращивания некоторых ценных видов рыб и ракообразных. По разным оценкам, всего в мире добывается около 3–4 тыс. т цист (по сухой массе), из них около 15–20 % добывается в России [1; 2]. Учитывая стремительный рост аквакультуры, надо быть готовыми к ситуации, когда спрос превысит предложение. В мире разрабатываются различные

пути решения этой проблемы. Один из них — разработка методов пастбищного выращивания артемии в естественных водоемах или прудах. В литературе встречаются сведения о выращивании артемии в небольших прудах, расположенных в основном в тропической и субтропической зонах, при производстве соли за счет выпаривания [3–19]. Специфика климата России не позволяет использовать технологии, разработанные для тропических стран. Расположение артемиевых озер приурочено к природным зонам лесостепи, степи и полупустынь, которые тянутся от Крыма до Восточной Сибири и включают

© Л. И. Литвиненко, Н. П. Ковачева, К. В. Куцанов,
И. М. Глухих, А. Г. Герасимов, Л. Ф. Разова,
Н. В. Кряхова

следующие рыбохозяйственные бассейны: Азово-Черноморский, Волжско-Каспийский, Западно-Сибирский. Озера различаются по многим параметрам (площадь, глубина, температура, соленость и т. п.), объединяет их то, что развитие артемии прерывается на зимовку, при этом сам вегетационный сезон может быть разным — от 5 до 8 мес. В Западной Сибири, где расположены основные промышленные артемиевые озера России, вегетационный сезон длится 6 мес. и только 4 мес. — с оптимальными температурами. В России технологии пастбищного выращивания артемии как в естественных водоемах, так и в искусственно созданных отсутствуют, есть лишь отдельные эксперименты, отраженные в статьях [2; 20; 21] и патентах [22–24], а также проекты организации хозяйств по выращиванию артемии [20; 25–28]. Часть отечественных работ посвящена выращиванию артемии в бассейнах [29; 30 и др.].

Разработка технологий пастбищного выращивания артемии является актуальной задачей оптимизации использования природных запасов этого ценного вида биоресурсов. Цель исследования — разработать основные параметры технологии пастбищного выращивания артемии, включающие инкубацию цист в полевых условиях, выпуск науплиусов в модельный водоем с соленостью до 100 г/л, определение эффективности инокуляции (промышленного возврата).

Материал и методы исследования

Эксперимент проведен с 9 по 26 июля в Бердюжском районе Тюменской области на природном гипергалинном водоеме: научно-экспериментальном участке «Озеро Соленое».

Инкубация цист проводилась в двух емкостях (бассейн А и Б) по 10 м³ при солености 21–29 г/л с применением аэрации (эрлифт) и освещения в темное время суток (4 диодных светильника мощностью 7 тыс. люкс каждый). Для работы эрлифта и освещения использовали два генератора общей мощностью 7,5 кВт. В период инкубации температура воды была 21–28 °С, содержание растворенного кислорода — 0,3–8,8 мгО₂/л. Всего было проинкубировано 250 кг сухих цист в 10 повторностях

в суммарном объеме среды 100 м³. Качество цист: влажность — 8 %, примеси (скорлупа) — 5 %; в 1 г сухого вещества — 173 тыс. цист, выклев науплиусов (Н) — 75 %, науплиусов и эмбрионов (Н + Э) — 80 %.

Были изучены следующие технологические параметры инкубации: плотность цист (2, 3 и 4 г/л), время начала инкубации (утро, день и вечер), продолжительность инкубации (12 ч, 16 ч, 19 ч, 22 ч, 24 ч), способ выпуска науплиусов в озеро (активный и пассивный).

Инкубацию цист проводили в соответствии с инструкцией по использованию артемии в аквакультуре [32]. Состав среды для инкубации: пресная вода и рапа озера в соотношении 2:1. Активатор цист (3 % перекись водорода в количестве 0,3–0,8 мл/л) был добавлен в инкубационную среду перед загрузкой цист.

Процент вылупления науплиусов (Н) и науплиусов и эмбрионов (Н + Э) определяли относительно к суммарному количеству: науплиусы + цисты + эмбрионы (Н + Ц + Э). Выживаемость науплиусов определяли по соотношению подвижных и неподвижных науплиусов.

Статистический анализ проводили с использованием программы Excel, определены средняя с ошибкой ($M \pm m$), стандартное отклонение (СО) и коэффициент вариации (CV). Достоверность различий выборок рассчитывали по критерию Стьюдента при уровне значимости $P = 0,05$. Определение численности и выживаемости проводили по 6–8 повторностям.

Для установления сроков инкубации часть пробы из инкубационной среды переносили в загон (сеть, выставленная в озере) или в пластиковые или стеклянные емкости объемом 1–3 л.

Результаты эксперимента и выживаемость науплиусов в озере были определены на основе данных гидробиологических проб перед началом эксперимента и после него. В оз. Соленое (площадь 75 га, глубина 0,8 м) в период исследований температура была в пределах 20–29 °С, содержание кислорода — 2,1–8,4 мгО₂/л, прозрачность воды — 0,5–1,0 м.

Схема проведенных исследований и некоторые результаты инкубации цист приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 — Схема проведенных исследований

Опыт	Бас-сейн	Дата/время начала экс-перимента	Время кон-троля	Соле-ность, г/л	T, °C	O ₂ , мг/л	Плот-ность цист, г/л	Активатор, мл/л	M ± m	
									H + Э, %	H, %
1	Б	13.07.19/16 ч	0 ч	28	25	8,4	4	0,8		
			16 ч		21	1,9				
			24 ч						20,8 ± 0,7	8,1 ± 0,6
2	А	13.07.19/16 ч	0 ч	21	25	8,8	3	0,8		
			16 ч		21	3,7				
			24 ч						41,9 ± 3,4	18,2 ± 0,9
3	Б	15.07.19/8 ч	0 ч	25	25,7	7,87	2	0,5		
			24 ч		28,0	3,0			75,4 ± 2,4	63,9 ± 2,5
4	А	15.07.19/19 ч	0 ч	28	28,2	6,8	2	0,5		
			13 ч		23	3,8				
			16 ч		25	3,6				
			19 ч		25,8	3,1				
			22 ч		26,7	3				
			24 ч						20,8 ± 0,7	11,4 ± 0,9
5	Б	16.07.19/19 ч	0 ч	23	27,8	5,5	3	0,6		
			13 ч		21,9	1,3				
			15 ч		21,9	0,6				
			24 ч			0,3			74,0 ± 2,3	6,0 ± 0,5
6	А	17.07.19/9 ч	0 ч	26	22,4	4,9	3	0,6		
			24 ч		21,3	1,2			59,0 ± 1,9	3,0 ± 0,2
7	Б	18.07.19/11 ч	0 ч	24	24	5,1	2	0,4		
			5 ч		24	4,5				
			10 ч		25,4	2			0,5	0
			24 ч						74,5 ± 2,6	41,0 ± 1,3
8	А	18.07.19/18 ч	0 ч	29	26,9	4,9	2	0,3		
			13 ч		24	2,5				
			24 ч		27,1	1,4			59,3 ± 2,5	19,8 ± 1,9
9	Б	19.07.19/12 ч	0 ч	26	25	7,6	2	0,3		
			16 ч		22,3	4,1				
			22 ч		23	3,5				
			24 ч		25,3	3			71,4 ± 2,7	56,1 ± 3,6
10	А	19.07.19/19 ч	0 ч	23	23,8	8,3	2	0,3		
			15 ч		23	2,9				
			24 ч		24,5	1,6			67,8 ± 0,7	23,8 ± 1,3

Таблица 2 — Условия проведения экспериментов, численность науплиусов (Н), эмбрионов (Э), цист (Ц) в инкубационных бассейнах, процент вылупления

Опыт/вариант	Бассейн	Дата/время начала эксперимента, температура, кислород, плотность цист, концентрация активатора	Численность, экз./мл				Процент вылупления	
			Н	Н + Э	Ц	Н + Ц + Э	Н, %	Н + Э, %
1	Б	13.07.2019/16 ч 21–25 °C 1,9–8,4 мгO ₂ /л 4 г/л цист 0,8 мг/л	72	150	564	714	10	21
			47	150	558	708	7	21
			47	138	558	696	7	20
			68	126	570	696	10	18
			51	162	546	708	7	23
			55	150	540	690	8	22
			<i>M ± m</i>					
<i>CV, %</i>						19	8	

Продолжение табл. 2

Опыт/ вариант	Бассейн	Дата/время начала эксперимента, температура, кислород, плотность цист, концентрация активатора	Численность, экз./мл				Процент вылупления	
			Н	Н + Э	Ц	Н + Ц + Э	Н, %	Н + Э, %
2	А	13.07.2019/16 ч 21–25 °С 3,7–8,8 мгО ₂ /л 3 г/л цист 0,8 мг/л	109	260	269	529	20,5	49,1
			79	205	340	545	14,5	37,6
			92	136	353	489	18,8	27,8
			102	230	290	520	19,7	44,2
			95	230	315	545	17,4	42,2
			83	226	224	450	18,5	50,2
		$M \pm m$					$18,2 \pm 0,9$	$41,9 \pm 3,4$
$CV, \%$					11,6	19,8		
3	Б	15.07.2019/8 ч 26–28 °С 3,0–7,9 мгО ₂ /л 2 г/л цист 0,5 мг/л	102	138	36	174	58,6	79,3
			153	174	66	240	63,8	72,5
			162	183	30	213	76,1	85,9
			123	144	57	201	61,2	71,6
			129	150	60	210	61,4	71,4
			120	138	54	192	62,5	71,9
		$M \pm m$					$63,9 \pm 2,5$	$75,4 \pm 2,4$
$CV, \%$					9,7	7,9		
4	А	15.07.2019/19 ч 25–28 °С 3,0–6,8 мгО ₂ /л 2 г/л цист 0,5 мг/л	51	75	282	357	14,3	21
			33	75	279	354	9,3	21,2
			33	69	279	348	9,5	19,8
			48	63	285	348	13,8	18,1
			36	81	273	354	10,2	22,9
			39	75	270	345	11,3	21,7
		$M \pm m$					$11,4 \pm 0,9$	$20,8 \pm 0,7$
$CV, \%$					19,1	8,0		
5	Б	16.07.2019/19 ч 22–28 °С 0,3–5,5 мгО ₂ /л 3 г/л цист 0,6 мг/л	30	354	140	494	6,1	71,7
			33	416	161	490	6,7	84,9
			37	403	160	590	6,3	68,3
			20	280	102	380	5,3	73,7
			24	410	159	560	4,3	73,2
			38	363	140	503	7,6	72,2
		$M \pm m$					$6,0 \pm 0,5$	$74,0 \pm 2,3$
$CV, \%$					18,9	7,7		
6	А	17.07.2019/9 ч 21–24 °С 1,2–4,9 мгО ₂ /л 3 г/л цист 0,6 мг/л	13	263	161	424	3,1	62,0
			15	240	182	422	3,6	56,9
			14	312	219	531	2,6	58,8
			12	201	186	387	3,1	51,9
			11	342	182	524	2,1	65,2
			16	283	193	476	3,4	59,5
		$M \pm m$					$3,0 \pm 0,2$	$59,0 \pm 1,9$
$CV, \%$					17,7	7,7		
7	Б	18.07.2019/11 ч 24–25 °С 2–5,1 мгО ₂ /л 2 г/л цист 0,4 мг/л	68	139	36	175	38,9	79,4
			86	153	66	219	39,3	69,9
			94	169	30	199	47,2	84,9
			82	140	57	197	41,6	71,1
			86	154	60	214	40,2	72,0
			69	123	54	177	39,0	69,5
		$M \pm m$					$41,0 \pm 1,3$	$74,5 \pm 2,6$
$CV, \%$					7,8	8,4		

Окончание табл. 2

Опыт/ вариант	Бассейн	Дата/время начала эксперимента, температура, кислород, плотность цист, концентрация активатора	Численность, экз./мл				Процент вылупления		
			Н	Н + Э	Ц	Н + Ц + Э	Н, %	Н + Э, %	
8	А	18.07.2019/18 ч 24–27 °С 1,4–4,9 мгО ₂ /л 2 г/л цист 0,3 мг/л	64	197	108	305	21,0	64,6	
			44	198	140	338	13,0	58,6	
			69	169	90	259	26,6	65,3	
			58	172	146	318	18,2	54,1	
			56	207	120	327	17,1	63,3	
			73	162	162	324	22,5	50,0	
		<i>M ± m</i>						19,8 ± 1,9	59,3 ± 2,5
		<i>CV, %</i>						23,9	10,5
9	Б	19.07.2019/12 ч 22–25 °С 3,0–7,6 мгО ₂ /л 2 г/л цист 0,3 мг/л	157	198	98	296	53,0	66,9	
			146	210	46,5	256,5	56,9	81,9	
			127	196	114,5	310,5	40,9	63,1	
			150	169	77,5	246,5	60,9	68,6	
			146	164	54	218	67,0	75,2	
			135	170	63	233	57,9	73,0	
		<i>M ± m</i>						56,1 ± 3,6	71,4 ± 2,7
		<i>CV, %</i>						15,6	9,4
10	А	19.07.2019/19 ч 23–25 °С 1,6–8,3 мгО ₂ /л 2 г/л цист 0,3 мг/л	89	218	104	322	27,6	67,7	
			66	213	91	304	21,7	70,1	
			66	221	105	326	20,2	67,8	
			83	202	96	298	27,9	67,8	
			72	212	96	308	23,4	68,8	
			78	230	125	355	22,0	64,8	
		<i>M ± m</i>						23,8 ± 1,3	67,8 ± 0,7
		<i>CV, %</i>						13,5	2,6
<i>Итого в среднем</i>						25,1	56,5		

Результаты исследования

Эксперимент № 1. Определение времени загрузки цист в бассейн

Эксперимент проведен при плотности цист 2 г/л и относительно одинаковых тем-

пературах и кислородных условиях в течение суток. Результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Процент вылупления науплиусов при загрузке в утренние часы (вариант 3Б) был мак-

Таблица 3 — Процент вылупления науплиусов при загрузке цист утром, днем и вечером

Время загрузки цист	Вариант опыта	Начало загрузки, ч	Температура воды, °С	Концентрация кислорода, мгО ₂ /л	Н, %	Н + Э, %	
Утро	3Б	8:00	26–28	3,0–7,9	63,9	75,4	
День	7Б	11:00	24–25	2,0–5,1	41,0	74,5	
	9Б	12:00	22–25	3,0–7,6	56,1	71,4	
	<i>M ± m</i>				53,7 ± 6,7		73,8 ± 1,2
	<i>CV, %</i>				21,7		2,8
Вечер	4А	19:00	25–28	3,0–6,8	11,4	20,8	
	8А	18:00	24–27	1,4–4,9	19,8	59,3	
	10А	19:00	23–25	1,6–8,3	23,8	67,8	
	<i>M ± m</i>				18,3 ± 3,7		49,3 ± 14,5
	<i>CV, %</i>				34,5		50,8

симальным (63,9 %). Этот показатель достоверно отличался при $P=0,05$ от всех вариантов, за исключением варианта 9Б. Процент вылупления науплиусов и эмбрионов (71,4–75,4 %) был одинаково велик при утренней и дневной загрузке (варианты 3Б, 7Б, 9Б). Сравнение данных по утренней и дневной загрузке с вечерней показало наличие достоверных различий по вылуплению науплиусов и недостоверных по вылуплению науплиусов и эмбрионов из-за большой вариабельности этого признака при вечерней загрузке. Проведенный эксперимент показал, что загрузку цист в бассейны для инкубации предпочтительнее проводить в утренние или дневные часы.

Эксперимент № 2. Выживаемость науплиусов при активном и пассивном выпуске

Анализ живых и неживых науплиусов в бассейне перед выпуском и в пробе после

активного (насосом) и пассивного (самоизливом с нижней части бассейна) выпуска представлен в таблице 4. Опыт проведен в варианте 3Б.

Результаты исследований показали, что в период инкубации гибнет около 10 % науплиусов ($100 - 88,8 = 11,2$ %). В пробе после активного выпуска (насосом) неживых науплиусов оказалось около 9 % ($100 - 90,7 = 9,3$ %), т. е. при таком выпуске гибели науплиусов не происходит. Эти результаты позволяют нам рекомендовать активный выпуск, преимущества которого заключаются как в сокращении сроков выпуска от 3–4 до 1 ч, так и в том, что выпуск производится не в береговую линию, как при пассивном выпуске (при ветре в сторону берега науплиусы могут выбрасываться на берег), а вглубь водоема на длину шланга до 20 м и более.

Таблица 4 — Численность (экз./л) науплиусов живых ($N_{ж}$) и неживых ($N_{нж}$), эмбрионов (Э) и цист (Ц) и доля живых науплиусов во время инкубации и после выпуска в водоем активным и пассивным способом

Номер пробы	$N_{ж}$	$N_{нж}$	Э	Ц	Сумма ($N_{ж} + N_{нж} + Э + Ц$)	$N_{ж}$, %	
						от суммы	от ($N_{ж} + N_{нж}$)
В бассейне (перед выпуском)							
1	72	12	20	24	128	56,3	85,7
2	68	8	24	24	124	54,8	89,5
3	102	18	14	44	178	57,3	85,0
4	108	10	14	20	152	71,1	91,5
5	86	10	16	26	148	58,1	89,6
6	84	8	18	24	153	54,9	91,3
$M \pm m$	86,6	11,0	17,6	27,0	147,0	58,8 ± 2,5	88,8 ± 1,1
В пробе после активного выпуска (насосом)							
1	84	8	12	20	124	67,7	91,3
2	80	6	10	18	114	70,2	93,0
3	78	8	8	16	110	70,9	90,7
4	86	10	12	18	126	68,3	89,6
5	90	12	14	24	140	64,3	88,2
6	84	8	14	18	124	67,7	91,3
$M \pm m$	83,6	8,6	11,6	19,0	123,0	68,0 ± 0,9	90,7 ± 0,7

Примечание. $N_{ж}$ — науплиусы живые; $N_{нж}$ — науплиусы неживые; Э — эмбрионы; Ц — цисты.

Эксперимент № 3. Плотность цист при инкубации в бассейнах

Испытывались три плотности загрузки 20, 30 и 40 кг цист (сухих) на 10 м³ (2, 3, 4 г/л). Результаты представлены в таблице 5. Вылупление науплиусов (N , %) было

выше в 4–4,5 раза при наименьшей плотности. Вылупление науплиусов и эмбрионов ($N + Э$, %) было выше при загрузке 2 и 3 г/л в 2,8–3,0 раза по сравнению с максимальной плотностью. Статистический анализ показал наличие достоверных различий по вылупле-

нию науплиусов при плотности цист 2 г/л по сравнению с большими плотностями. Содержание растворенного кислорода в период инкубации снижалось от 4,9–8,8 мг/л в начале инкубации до 0,3–3,7 мг/л в конце

инкубации. Наиболее напряженный кислородный режим был отмечен при повышенных плотностях. Проведенный эксперимент позволяет рекомендовать для инкубации цист плотность 2 г/л.

Таблица 5 — Вылупление науплиусов и эмбрионов при разной плотности загрузки цист в бассейны

Плотность цист, г/л	Варианты	Время начала эксперимента	O ₂ , мг/л	Н + Э, %	Н, %
2	3Б	Утро	3,0–7,9	75,4	63,9
	4А	Вечер	3,0–6,8	20,8	11,4
	7Б	День	2–5,1	74,5	41,0
	8А	Вечер	1,4–4,9	59,3	19,8
	9Б	День	3,0–7,6	71,4	56,1
	10А	Вечер	1,6–8,3	67,8	23,8
	<i>M ± m</i>			61,5 ± 8,5	36,0 ± 8,6
	<i>CV, %</i>			33,8	58,6
3	2А	День	3,7–8,8	41,9	18,2
	5Б	Вечер	0,3–5,5	74,0	6,0
	6А	Утро	1,2–4,9	59,0	3,0
	<i>M ± m</i>			58,3 ± 9,3	9,1 ± 4,6
	<i>CV, %</i>			27,5	88,8
4	1Б	День	1,9–8,4	20,8	8,1

Эксперимент № 4. Сокращение времени инкубации

Время инкубации, рекомендованное методическими указаниями [31], составляет 24 ч. Рекомендации даны для цист, используемых в качестве корма для личинок рыб и ракообразных. В этом случае является важным получение науплиусов без оболочек, которые могут закупоривать кишечник рыб. Наши эксперименты показали, что в период инкубации образуется значительное количество эмбрионов, прикрепленных к оболочке «зонтиков». Для выяснения возможности завершения эмбриогенеза при более раннем выпуске эмбрионов (на стадии «зонтика») в водоем были проведены исследования в вариантах 4А и 7Б. Схема исследований следующая: через 12 ч, 16 ч, 19 ч и 22 ч после начала инкубации были отобраны в сосуды объемом 1 л пробы с цистами из бассейна в объеме 300 мл и добавлена рапа из озера в объеме 700 мл. Через 24–25 ч после начала инкубации все пробы были обработаны, результаты вылупления науплиусов (Н, %) и науплиусов и эмбрионов (Н + Э, %) пред-

ставлены в таблице 6. Сравнение полученных в эксперименте данных с контролем показало, что в варианте 4А инкубация цист может быть сокращена на 4–6 ч, т. е. продолжительность инкубации 18–20 ч не оказывала отрицательного влияния на результаты, в варианте 7Б максимальный выклев был достигнут только к 22 ч. Для уточнения времени сокращения эксперимент следует повторить на следующий сезон.

Эксперимент № 5. Определение возможности вылупления науплиусов в рапе озера

Известно, что вылупление науплиусов, как правило, не происходит при солености выше 70–85 ‰, что объясняется невозможностью полной гидратации цист при высокой солености [32]. Так, в наших предыдущих лабораторных экспериментах с природной рапой с разной степенью разбавления [33] вылупление науплиусов закономерно снижалось до 0 % при увеличении солености от 0,5 до 100 ‰; при солености 85 ‰ вылуплялось в среднем около 10 % науплиусов. Эксперимент, проведенный в полевых условиях в рапе оз. Ульжай (Омская область) при солености 125 г/л (114 ‰), пока-

Таблица 6 — Вылупление науплиусов и эмбрионов при раннем выпуске их в рапу озера

Время инкубации, ч	Численность, экз./мл					Н, %	Н + Э, %
	Н _ж	Н _{нж}	Н + Э	Ц	Н + Э + Ц		
Контроль (4А) 24 ч	40	3,5	73	278	351	11,4	20,8
12 ч	16	0	30	352	398	4,0	7,5
16 ч	40	5	60	240	340	11,8	17,6
19 ч	60	1	69	212	341	17,6	20,2
22 ч	58	5	64	170	292	19,9	21,9
Контроль (7Б) 24 ч	81	7	146	51	197	41,0	74,5
12 ч	40	3	101	221	322	12,4	31,4
16 ч	61	5	120	219	339	18,0	35,4
19 ч	81	9	202	183	385	21,0	52,5
22 ч	159	13	298	99	397	40,1	75,1

Примечание. Н_ж — науплиусы живые; Н_{нж} — науплиусы неживые; Э — эмбрионы; Ц — цисты.

зал невозможность вылупления науплиусов при такой солености [2].

Общая минерализация воды в оз. Соленое на период исследования была равна 82–84 г/дм³, соленость воды по рефрактометру — 85 ‰, т. е. соленость воды была достаточно высокой для полноценного вылупления науплиусов из цист.

Для оценки возможности получения науплиусов без предварительной инкубации в менее минерализованной среде был проведен эксперимент. Протестированы несколько вариантов получения науплиев артемии: в рапе озера (О1 и О2) и в контроле (в растворе поваренной соли соленостью 28 ‰) (К1 и К2). Каждый из вариантов проведен как при активации (варианты 2), так и без нее (вари-

анты 1). В качестве активатора использовали 3 % раствор пероксида водорода в концентрации 0,4 мл/л раствора. Через 12 ч от начала постановки эксперимента и каждые 2 ч фиксировали вылупление науплиусов. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1. Вылупление первых науплиусов наблюдалось через 20 ч после начала инкубации. В контроле без активации (К1) был отмечен максимальный выклев (20 %) на 24 ч после начала инкубации, а в контроле с активацией (К2) максимальный выклев (около 80 %) регистрировался через 26 ч после начала инкубации. В опытных вариантах (О1 и О2), как с активацией, так и без нее, вылупление науплиусов не наблюдалось.

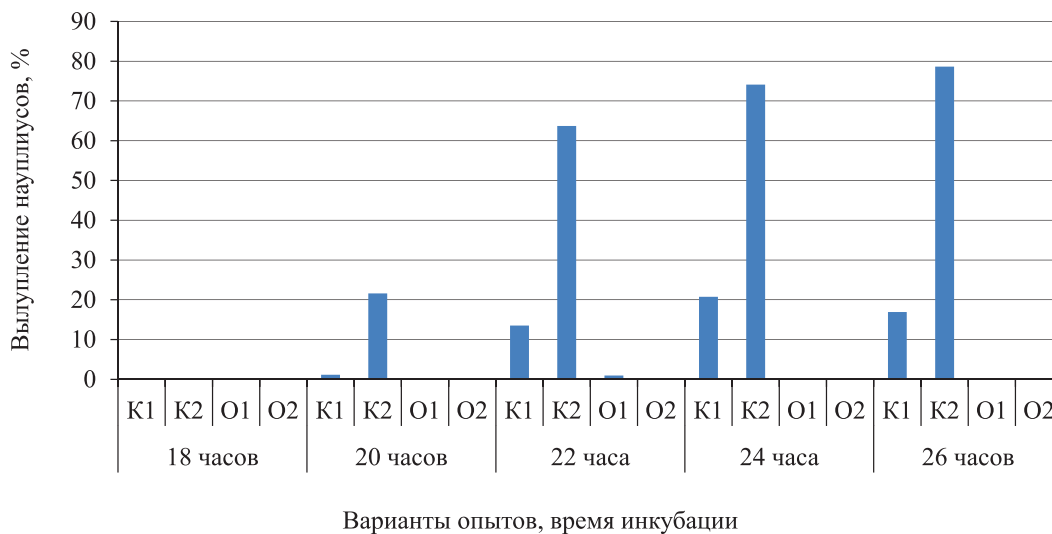


Рисунок 1 — Вылупление науплиусов из цист при инкубации в рапе озера (О1 и О2) и контроле (К1 и К2)

Эксперимент № 6. Выживаемость науплиусов после выпуска в рапу озера и определение возможности перехода эмбрионов в стадию науплиусов в рапе

Для определения выживаемости науплиусов пробу из бассейна (вариант 4А), отобранную во время выпуска, поместили в загон (планктонная сеть, установленная в озере). Через 12, 16, 20 и 24 ч отобрали подпробы для определения соотношения

живых и неживых (неподвижных) науплиусов. Результаты представлены в таблице 7. Во время инкубации гибнет около 10 % науплиусов (см. эксперимент № 2), через 12 ч после выпуска науплиусов в водоем гибель наблюдается еще у 3 % науплиусов, через 24 ч — у 20 %. Таким образом, общая гибель науплиусов при инкубации и в первые сутки помещения в рапу водоема составила около 30 %.

Таблица 7 — Выживаемость науплиусов при помещении их в рапу озера

Время после выпуска в озеро	Номер подпробы	Численность, экз.			%
		$N_{ж}$	$N_{нж}$	$N_{ж} + N_{нж}$	$N_{ж}$
12 ч	1	13	1	14	92,9
	2	9	2	11	81,8
	3	19	1	20	95,0
	4	7	2	9	77,8
	5	9	1	10	90,0
	6	13	2	15	86,7
	$M \pm m$				87,4 ± 2,7
16 ч	1	21	4	25	84,0
	2	6	1	7	85,7
	3	1	0	1	100,0
	4	15	2	17	88,2
	5	10	1	11	90,9
	6	8	2	10	80,0
	$M \pm m$				88,1 ± 2,8
20 ч	1	7	2	9	77,8
	2	8	1	9	88,9
	3	5	3	8	62,5
	4	4	2	6	66,7
	5	3	0	3	100,0
	6	4	2	6	66,7
	$M \pm m$				77,1 ± 6,0
24 ч	1	5	1	6	83,3
	2	5	2	7	71,4
	3	3	1	4	75,0
	4	2	2	4	50,0
	5	4	2	6	66,7
	6	6	2	8	75,0
	$M \pm m$				70,2 ± 4,6

Примечание. $N_{ж}$ — науплиусы живые; $N_{нж}$ — науплиусы неживые; Э — эмбрионы; Ц — цисты.

Необходимость эксперимента по определению возможности перехода эмбрионов в стадию науплиусов в рапе озера связана с тем, что при инкубации в полевых условиях образуется большое количество эмбри-

онов (зонтиков). Кроме того, при высоких плотностях цист и высоких температурах возможен дефицит кислорода. Как это было в варианте 5Б, когда содержание кислорода уже после 12 ч инкубации было не бо-

лее 1,0 мг/л, к 18 ч снизилось до 0,6 мг/л, к 22 ч — до 0,3 мг/л. Для предотвращения гибели науплиусов их выпустили в водоем, т. е. продолжительность инкубации сократили до 22–23 ч, при этом в пробах была значительная часть эмбрионов. Для определения их выживаемости в водоеме был проведен эксперимент. Пробу через 23 ч после начала инкубации поместили в загон. На начало эксперимента в пробе науплиусы составляли 8 % от суммы науплиусов и эмбрионов, через 5 ч их доля увеличилась до 71 %, что свидетельствует о завершении эмбриогенеза в рапе озера.

Эксперимент № 7. Контроль численности и биомассы артемии в оз. Соленое

Гидробиологические пробы, отобранные на водоеме до проведения эксперимента (4 июня и 15 июля), свидетельствуют о типичной картине популяционной динамики артемии: максимум численности при вылуплении из перезимовавших цист и, по причине отсутствия живорождения, снижение в июле-августе. Проведенный эксперимент по выращиванию изменил типичную картину (рис. 2). Численность рачков после проведения инокуляции науплиусов увеличилась более чем в 100 раз, биомасса — в 60–70 раз.

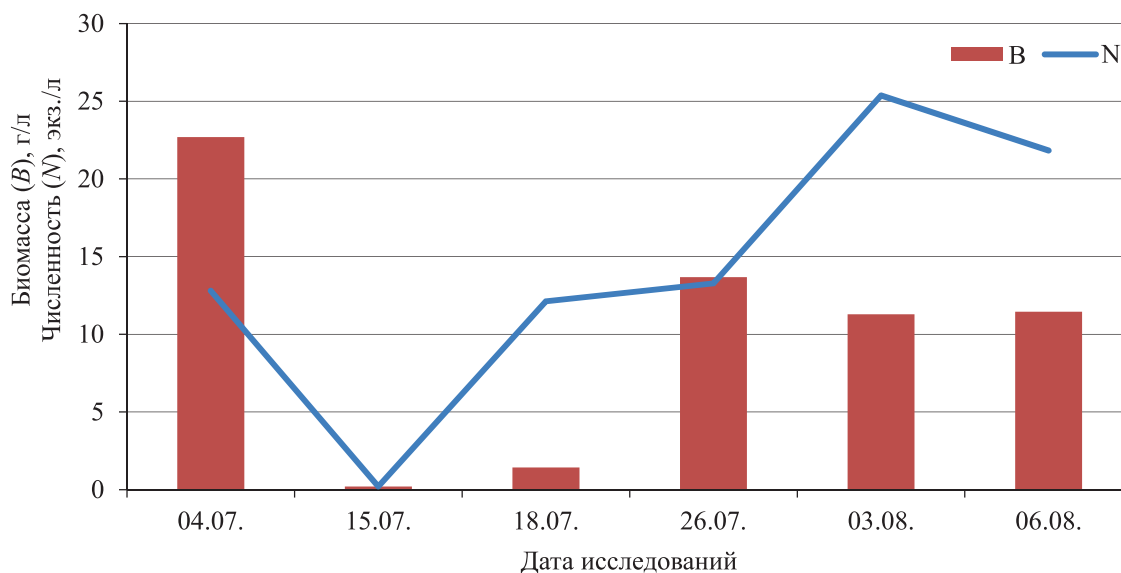


Рисунок 2 — Сезонная динамика численности и биомассы рачков артемии в оз. Соленое в 2019 г. при проведении работ по инокуляции науплиусов

Расчет эффективности проведенных работ по инокуляции науплиусов в озеро

Эффективность работ, рассчитанная по максимальной зафиксированной численности рачков, за 18 сут после эксперимента составила 25 науплиусов в литре. В пересчете на объем всего оз. Соленое (площадь 75 га, глубина 0,8 м, объем 600 тыс. м³) — 15 млрд рачков. При расчете исходили из следующих параметров:

— число цист в 1 г сухого вещества — 173 тыс. экз./г;

— вылупление науплиусов и эмбрионов в среднем 60 % — 104 тыс. экз./г;

— гибель во время инкубации 10 % — 90 тыс. экз./г;

— проинкубировано 250 кг сухих цист;

— выпущено в озеро 22,5 млрд науплиусов;

— в первые сутки гибель науплиусов составила 20 %, остаток — 18 млрд науплиусов;

— в планктоне озера зафиксировано 15 млрд рачков разных возрастных стадий;

— перед экспериментом в озере зафиксировано 122,4 млн рачков разных возрастных стадий.

Итог работы: 14,878 млрд рачков.

Расчет потенциальной продукции цист

При расчете исходили из следующих параметров:

— выпущено в озеро 22,5 млрд науплиусов;

— выживаемость от науплиусов до половозрелой стадии — 15 % (3,38 млрд самок);

— каждая самка за жизненный цикл отрождает 100 цист (338 млрд цист) массой 0,01 мг (3,38 т в сырой массе или 1,7 т в сухой).

Итог: из 1 кг сухих цист за сезон (2–3 мес.) можно получить 13,5 кг цист в сырой массе (6,8 кг в сухой).

Полученные результаты близки к показателям, опубликованным в литературе [21; 24].

Заключение

Проведенные эксперименты по инокуляции науплиусов артемии в природный водоем показали перспективность этого метода для повышения численности популяции артемии. При инкубации цист были отработаны важные технологические параметры: плотность цист, время начала инкубации, продолжительность инкубации, способ выпуска науплиусов в озеро (активный и пассивный) и другие параметры. Была доказана невозможность инкубации цист в условиях высокой солености озера. За время эксперимента было проинкубировано 250 кг сухих цист и в озеро было выпущено около 22,5 млрд науплиусов. Гидробиологические пробы, отобранные из рапы озера до начала эксперимента и после него, свидетельствуют о значительном увеличении популяционной численности. Полученные результаты будут использованы в рекомендациях по пастбищному выращиванию артемии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Artemia cyst production in Russia / L. I. Litvinenko, A. I. Litvinenko, E. G. Boiko, K. V. Kutsanov // Chinese J. of Oceanology and Limnology. 2015. Vol. 33, No. 6. P. 1436–1450.
2. Litvinenko L. I., Litvinenko A. I., Kutsanov K. V. Artemia cysts stocks in Russian Salt Lakes and the ways of their increasing // BIT's 4th Annual World Congress of Aquaculture and Fisheries — 2015 (November 6–8). Qingdao, China, 2015. P. 167.
3. Effect of partial harvesting strategies on Artemia biomass production in Vietnamese salt works / N. T. N. Anh, N. V. Hoa, G. Van Stappen, P. Sorgeloos // Aquaculture Research. 2010. 41:289–298.
4. Increasing cyst yields in Artemia culture ponds in Vietnam: the multi-cycle system / P. Baert, N. T. N. Anh, V. D. Quynh, N. V. Hoa, P. Sorgeloos // Aquaculture Research. 1997. 28:809–814.
5. The use of Artemia biomass sampling to predict cyst yields in culture ponds / P. Baert, N. T. N. Anh, A. Burch, P. Sorgeloos // Hydrobiologia. 2002. 477:149–153.
6. Camara M. R., De Medeiros Rocha R. Artemia culture in Brazil: an overview // Artemia Research and its Applications. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in aquaculture / P. Sorgeloos, D. A. Bengtson, W. Decler, and Jaspers (eds). Belgium: Universa Press, Wetteren, 1987. P. 195–199.
7. De los Santos C. Jr., Sorgeloos P., Lavina E., Bernardino A. Successful inoculation of Artemia and production of cysts in man-made salterns in the Philippines / G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels, E. Jaspers (eds) // The Brine Shrimp Artemia. Universa Press, Wetteren, Belgium. 1980. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. P. 159–163.
8. New approaches for Artemia pond culture / N. V. Hoa, T. H. Le, N. T. Van Hong, P. Sorgeloos, G. Van Stappen // Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. 2013. 78:320–323.
9. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / edit. P. Sorgeloos, P. Lavens, Ph. Leger, W. Tackaert, D. Versichele. Belgium: Chent universiteit, 1986. 319 p.
10. Quynh V. D., Lam N. N. Inoculation of Artemia in experimental ponds in central Vietnam: an ecological approach and a comparison of three geographical strains // Artemia Research and its Applications, Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture / P. Sorgeloos, D. A. Bengtson, W. Decler, E. Jaspers (eds). Universa Press, Wetteren, Belgium. 1987. P. 253–269.
11. Impact of brine acidification on hatchability, survival and reproductive performance of *Artemia parthenogenetica* and *Artemia franciscana* in saltponds, Bohai Bay, China / L. Sui, Y. Deng, J. Wang, P. Sorgeloos, G. Van Stappen // Chinese J. of Oceanology and Limnology. 2014. 32:81–87.

12. Tackaert W., Sorgeloos P. Salt, Artemia and shrimp. Integrated production in the People's Republic of China: the Tang Gu Saltworks // *World Aquaculture*. 1991. 22:11–17.
13. Mass selection for small-sized cysts in *Artemia franciscana* produced in Vinh Chau salt ponds. Vietnam / N. T. H. Van, N. V. Hoa, P. Bossier, P. Sorgeloos, G. Van Stappen // *Aquaculture Research*. 2014. 45:1591–1599.
14. Quality evaluation of brine shrimp *Artemia* cysts produced in Asian salt ponds / J. Vos, P. Leger, P. Vanhaecke, P. Sorgeloos // *Hydrobiologia*. 1984. 108:17–23.
15. Jumalon N. A., Robles R. E. Sampling and stocking density studies for *Artemia* production in ponds // *Proc. 1st Int. Warm Water Aquacult. Conf. 1983 (Crustaceans)*. Bingham Young Univ., Hawaii Campus, USA, 1983. P. 188–201.
16. Zmora O., Avital E., Gordin H. Results of an attempt for mass production of *Artemia* in extensive ponds // *Aquaculture*. 2002. 213:395–400.
17. Jumalon N. A., Estenor D. G., Ogburn D. M. Commercial production of *Artemia* in the Philippines // *Artemia Research and Applications*. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture / P. Sorgeloos, D. A. Bengtson, W. Decler, E. Jaspers (eds). Belgium: Universa Press, Wetteren, 1987. P. 231–238.
18. Tarnchalanukit W., Wongrat L. *Artemia* culture in Thailand // *Artemia research and applications*. Vol. 3 / P. Sorgeloos, D. A. Bengtson, W. Decler, E. Jaspers. (eds). Belgium: Universa Press, Wetteren. 1987. P. 201–213.
19. Review on integrated production of the brine shrimp *Artemia* in solar salt ponds / G. Van Stappen, L. Sui, V. N. Hoa, M. Tamtin, B. Nyonje, R. M. Rocha, P. Sorgeloos and G. Gajardo // *Reviews in Aquaculture*. 2019. Wiley Publishing Asia Pty Ltd. P. 1–18.
20. Соловов В. П., Подуровский М. А., Ясюченя Т. Л. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов. Барнаул, 2001. 144 с.
21. Kutsanov K. V., Litvinenko L. I. Experimental study of increasing the bioproductivity of salt lakes by introduction of *Artemia nauplii* // 13th International Conf. on Salt Lake research (ICSLR 2017). Book of abstracts. Editors by E. Yu. Abidueva, D. D. Barhutova, V. V. Khakhinov. Улан-Удэ: Бурятский гос. ун-т, 2017. P. 120.
22. Способ разведения цист артемии в соленых водоемах Калмыкии / Б. В. Батаев, В. И. Иванова, Г. Н. Кониева, Р. М. Файзиев // Заявка на изобретение RU 2015126521. 2017. [http://www1.fips.ru/ofpstorage/Doc/IZPM/RUNWA/000/002/015/126/521/A_20170112_2015126521/DOCUMENT.PDF]
23. Способ пастбищного культивирования и разведения артемии / К. А. Корляков, В. В. Шапошников, Л. Л. Лопатин, И. Л. Лопатин // Патент на изобретение RU 2629669. С1 Гос. регистрация от 31.08.2017.
24. Литвиненко Л. И., Куцанов К. В. Способ увеличения продукции цист артемии в гипергалинных озерах // Патент на изобретение RU 2688378. С1 Гос. регистрация от 21.05.2019.
25. Руднева И. И. Оценка качества цист озера Сиваш // *Рыбное хозяйство*. 1987. № 3. С. 30–31.
26. Руднева И. И. *Артемия*. Перспективы использования в народном хозяйстве. Киев: Наукова думка, 1991. 139 с.
27. Гусев Е. Е. Гипергалинная аквакультура. М.: Агропромиздат, 1990. 159 с.
28. Гусев Е. Е. Живой корм — артемия салина. Краткий биологический очерк // *Рыбное хозяйство*. Информационные материалы, сер. «Аквакультура». 1991. Вып. 3. 58 с.
29. Чага И. Л. О возможности культивирования *Artemia salina* L. в Южном Приморье // *Изв. ТИНРО*. 1976. Т. 100. С. 125–129.
30. Борисенко Н. П. Способ промышленного производства артемии в искусственных резервуарах с использованием разомкнуто-замкнутой технологии. Патент RU А01К 61/00 (2000.01). 2005.
31. Инструкция по использованию артемий в аквакультуре / Л. И. Литвиненко, Ю. Г. Мамонтов, О. В. Иванова, А. И. Литвиненко, М. С. Чебанов. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2000. 58 с.
32. Спекторова Л. В. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования ее в аквакультуре. М.: ВНИРО, 1984. 63 с.
33. Литвиненко Л. И., Куцанов К. В. Выживаемость и вылупление науплиусов артемии сибирских популяций при разной солености // *Сибирский вестн. сельскохозяйственной науки*. *Рыбное хозяйство и аквакультура*. 2013. № 5. С. 51–55.

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL GROWING OF ARTEMIA IN HYPERSALINE WATER BODIES

L. I. Litvinenko^{1,3}, N. P. Kovacheva², K. V. Kutsanov¹, I. M. Glukhikh^{1,3},
A. G. Gerasimov¹, L. F. Razova^{1,3}, N. V. Kryakhova²

¹Tyumen branch of VNIRO (“Gosrybtsenter”),
625023, Russia, Tyumen

²Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
107140, Russia, Moscow

³State Agrarian University of Northern Zauralye,
625003, Russia, Tyumen

The results of the field works in growing the brine shrimp Artemia under conditions of a hypersaline lake Solyonoye (Tyumen region), with salinity up to 100 g/l, are presented in this study. The conducted experiments in the introduction of nauplii into a natural lake showed the potential of using this method for raising the Artemia population. Introduction of nauplii into the lake was conducted in the period of expected, due to the low vivipary rate, reduction in the density of the local Artemia population below 1 mg/l. During the cysts incubation process, important technological parameters have been worked out: cyst density, the start time of incubation, incubation duration, the method of introducing nauplii into the lake (active and passive), and other parameters. The impossibility of nauplii breaking from cysts in the lake brine was proved. During the experiment, 250 kg of dry cysts were incubated, and more than 20 billion nauplii were introduced into the lake. The hydrobiological assays taken from the lake before the beginning of the experiment and after it testify to a considerable increase in the Artemia population. The obtained results will be used to develop the technology for open cultivation of Artemia.

Key words: Artemia; cysts; inoculation; incubation; hypersaline water body; openly cultivated aquatic culture; cultivation

REFERENCES

1. Litvinenko L. I., Litvinenko A. I., Boiko E. G., Kutsanov K. V. Artemia cyst production in Russia. Chinese J. of Oceanology and Limnology. 2015; 33(6):1436–1450.
2. Litvinenko L. I., Litvinenko A. I., Kutsanov K. V. Artemia cysts stocks in Russian Salt Lakes and the ways of their increasing. BIT's 4th Annual World Congress of Aquaculture and Fisheries — 2015 (November 6–8). Qingdao, China, 2015; 167.
3. Anh N. T. N., Hoa N. V., Van Stappen G., Sorgeloos P. Effect of partial harvesting strategies on Artemia biomass production in Vietnamese salt works. Aquaculture Research. 2010; 41:289–298.
4. Baert P., Anh N. T. N., Quynh V. D., Hoa N. V., Sorgeloos P. Increasing cyst yields in Artemia culture ponds in Vietnam: the multi-cycle system. Aquaculture Research. 1997; 28:809–814.
5. Baert P., Anh N. T. N., Burch A., Sorgeloos P. The use of Artemia biomass sampling to predict cyst yields in culture ponds. Hydrobiologia. 2002; 477:149–153.
6. Camara M. R., De Medeiros Rocha R. Artemia culture in Brazil: an overview. Artemia Research and its Applications. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. P. Sorgeloos, D. A. Bengtson, W. Decler, and Jaspers (eds). Belgium: Universa Press, Wetteren, 1987; 195–199.
7. De los Santos C. Jr., Sorgeloos P., Lavina E., Bernardino A. Successful inoculation of Artemia and production of cysts in man-made salterns in the Philippines. In: G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels, E. Jaspers (eds). The Brine Shrimp Artemia. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium. 1980; 3:159–163.
8. Hoa N. V., Le T. H., Van Hong N. T., Sorgeloos P., Van Stappen G. New approaches for Artemia pond culture. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. 2013; 78:320–323.
9. Sorgeloos P., Lavens P., Ph. Leger, W. Tackaert, D. Versichele (ed.). Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture. Belgium: Chent universiteit, 1986; 319 p.

10. Quynh V. D., Lam N. N. Inoculation of *Artemia* in experimental ponds in central Vietnam: an ecological approach and a comparison of three geographical strains. In: P. Sorgeloos, D. A. Bengtson, W. Decleir, E. Jaspers (eds). *Artemia Research and its Applications*. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium. 1987; 3:253–269.
11. Sui L., Deng Y., Wang J., Sorgeloos P., Van Stappen G. Impact of brine acidification on hatchability, survival and reproductive performance of *Artemia parthenogenetica* and *Artemia franciscana* in saltponds. Bohai Bay, China. *Chinese J. of Oceanology and Limnology*. 2014; 32:81–87.
12. Tackaert W., Sorgeloos P. Salt, *Artemia* and shrimp. Integrated production in the People's Republic of China: the Tang Gu Saltworks. *World Aquaculture*. 1991; 22:11–17.
13. Van N. T. H., Hoa N. V., Bossier P., Sorgeloos P., Van Stappen G. Mass selection for small-sized cysts in *Artemia franciscana* produced in Vinh Chau salt ponds. Vietnam, *Aquaculture Research*. 2014; 45:1591–1599.
14. Vos J., Leger P., Vanhaecke P., Sorgeloos P. Quality evaluation of brine shrimp *Artemia* cysts produced in Asian salt ponds. *Hydrobiologia*. 1984; 108:17–23.
15. Jumalon N. A., Robles R. E. Sampling and stocking density studies for *Artemia* production in ponds. Proc. 1st Int. Warm Water Aquacult. Conf. 1983 (*Crustaceans*). Bingham Young Univ., Hawaii Campus, USA, 1983; 188–201.
16. Zmora O., Avital E., Gordin H. Results of an attempt for mass production of *Artemia* in extensive ponds *Aquaculture*. 2002; 213:395–400.
17. Jumalon N. A., Estenor D. G., Ogburn D. M. Commercial production of *Artemia* in the Philippines. *Artemia Research and Applications*. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. P. Sorgeloos, D. A. Bengtson, W. Decleir, E. Jaspers (eds). Belgium: Universa Press, Wetteren. 1987; 3:231–238.
18. Tarnchalanukit W., Wongrat L. *Artemia* culture in Thailand. *Artemia research and applications*. P. Sorgeloos, D. A. Bengtson, W. Decleir, E. Jaspers. (eds). Belgium: Universa Press, Wetteren. 1987; 3:201–213.
19. Van Stappen G., Sui L., Hoa V. N., Tamtin M., Nyonje B., Rocha R. M., Sorgeloos P. and Gajardo G. Review on integrated production of the brine shrimp *Artemia* in solar salt ponds. *Reviews in Aquaculture*. Wiley Publishing Asia Pty Ltd. 2019; 1–18.
20. Solovov V. P., Podurovsky M. A., Yasyuchena T. L. [Branchipod *Artemia*: the history and perspectives of resource use]. Barnaul, 2001; 144 p. (In Russ.)
21. Kutsanov K. V., Litvinenko L. I. Experimental study of increasing the bioproductivity of salt lakes by introduction of *Artemia* nauplii. 13th International Conf. on Salt Lake research (ICSLR 2017) Book of abstracts. Editors by E. Yu. Abidueva, D. D. Barhutova, V. V. Khakhinov. Ulan-Ude, Buryat State University, 2017; 120 p.
22. Bataev B. V., Ivanova V. I., Konieva G. N., Faiziev R. M. [The method of cultivating *Artemia* cysts in the saline ponds and lakes of Kalmykia] Application for utility patent RU 2015126521. 2017. [http://www1.fips.ru/ofpstorage/Doc/IZPM/RUNWA/000/002/015/126/521/A_2017_0112_2015126521/DOCUMENT.PDF] (In Russ.)
23. Korlyakov K. A., Shaposhnikov V. V., Lopatin L. L., Lopatin I. L. [The method of open cultivation and production of *Artemia*]. Application for utility patent RU 2629669. C1 State registration 31.08.2017. (In Russ.)
24. Litvinenko L. I., Kutsanov K. V. [The method of increasing production of *Artemia* cysts in hypersaline lakes]. Application for utility patent RU 2688378. C1 State registration 21.05.2019. (In Russ.)
25. Rudneva I. I. [Assessment of the quality of cysts in Lake Sivash]. *Fisheries and Aquaculture*. 1987; 3:30–31. (In Russ.)
26. Rudneva I. I. *Artemia*. [The economic perspectives of using *Artemia*]. Kyiv, Naukova Dumka, 1991; 139 p. (In Russ.)
27. Gusev E. E. [Hypersaline aquaculture]. Moscow: Agropormizdat, 1990; 159 p. (In Russ.)
28. Gusev E. E. [*Artemia salina*, live feed. A brief biological description]. *Fisheries and Aquaculture*. Information materials, Aquaculture series, 1991; 3. 58 p. (In Russ.)
29. Chaga I. L. [On the possibility of cultivating *Artemia salina* L. in southern Primorye]. TINRO Proceedings, 1976; 100:125–129. (In Russ.)
30. Borisenko N. P. [A method of mass production of *Artemia* in man-made water reservoirs using the open-closed technology]. Patent RU A01K 61/00 (2000.01). 2005. (In Russ.)
31. Litvinenko L. I., Mamontov Yu. G., Ivanova O. V., Litvinenko A. I., Chebanov M. S. [Instruction for using *Artemia* in aquaculture]. Tyumen, SibrybNiiNproekt, 2000; 58 p. (In Russ.)

32. Spektorova L. V. [A review of the foreign experience of producing *Artemia* for their use in aquaculture]. Moscow: VNIRO, 1984; 63 p. (In Russ.)
33. Litvinenko L. I., Kutsanov K. V. [Survival and

inoculation of Siberian populations of *Artemia nauplii* in water bodies of different degrees of salinity]. Siberian Herald of Agricultural Science. Fisheries and Aquaculture. 2013; 5:51–55. (In Russ.)

Об авторах

Литвиненко Людмила Ильинична,
доктор биологических наук,
главный научный сотрудник
Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«Госрыбцентр»)
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru
профессор кафедры водных биоресурсов
и аквакультуры
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный универ-
ситет Северного Зуралья»
625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7
(3452) 29-01-81; acadagro@mail.ru

Ковачева Николаина Петкова,
доктор биологических наук, начальник отдела
аквакультуры беспозвоночных
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследователь-
ский институт рыбного хозяйства и океаногра-
фии» (ФГБНУ «ВНИРО»)
107140, Москва, В. Красносельская, 17
(499) 264-93-87; vniro@vniro.ru

Куцанов Кирилл Владимирович,
заведующий лабораторией промысловых
беспозвоночных
Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«Госрыбцентр»)
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru

Глухих Иван Михайлович,
заместитель руководителя по коммерческой
деятельности
Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«Госрыбцентр»)
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru
аспирант
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный универ-
ситет Северного Зуралья»,
625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7
(3452) 29-01-81; acadagro@mail.ru

About the authors

Litvinenko Lyudmila Ilynichna,
doctor of biological sciences, senior researcher
Tyumen branch of VNIRO (“Gosrybtcenter”)
33, Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia
(+7 3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru

professor of the department of water bioresources
and aquaculture
Agrarian University of Northern Zauralye,
7, Respubliki str., Tyumen, 625003, Russia
(+7 3452) 29-01-81; acadagro@mail.ru

Kovacheva Nikolina Petkova,
doctor of biological sciences
head of the department of aquacultures of inverte-
brates
Russian Federal Research Institute of Fisheries and
Oceanography (VNIRO)
17, V. Krasnoselskaya, Moscow, 107140, Russia
(+7 499) 264-93-87; vniro@vniro.ru

Kutsanov Kirill Vladimirovich,
head of the laboratory of fisheries invertebrates
Tyumen branch of VNIRO (“Gosrybtcenter”)
33, Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia
(+7 3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru

Glukhikh Ivan Mikhailovich,
deputy head for commercial activities
Tyumen branch of VNIRO (“Gosrybtcenter”)
33, Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia
(+7 3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru

doctoral candidate
Agrarian University of Northern Zauralye, 625003
Federal State Research Institution
7, Respubliki str., Tyumen, 625003, Russia
(+7 3452) 29-01-81; acadagro@mail.ru

Герасимов Алексей Григорьевич,
главный специалист лаборатории промысловых
беспозвоночных
Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«Госрыбцентр»)
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru

Разова Любовь Федоровна,
ведущий специалист лаборатории промысловых
беспозвоночных
Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«Госрыбцентр»)
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru
аспирант
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный универ-
ситет Северного Зуралья»
625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7
(3452) 29-01-81; acadagro@mail.ru

Кряхова Наталья Владимировна,
ведущий научный сотрудник отдела аквакульту-
ры беспозвоночных
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследователь-
ский институт рыбного хозяйства и океаногра-
фии» (ФГБНУ «ВНИРО»)
107140, Москва, В. Красносельская, 17
(499) 264-93-87; vniro@vniro.ru

Gerasimov Alexey Grigorievich,
senior expert of the laboratory of fisheries inverte-
brates
Tyumen branch of VNIRO (“Gosrybtcenter”)
33, Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia
(+7 3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru

Razova Luybov Fedorovna,
senior expert of the laboratory of fisheries inverte-
brates
Tyumen branch of VNIRO (“Gosrybtcenter”)
33, Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia
(+7 3452) 41-87-36; opb@gosrc.ru
doctoral candidate
Agrarian University of Northern Zauralye
7, Respubliki str., Tyumen, 625003, Russia
(+7 3452) 29-01-81; acadagro@mail.ru

Kryahova Natalya Vladimirovna,
leading researcher of the department of aquacultures
of invertebrates
Russian Federal Research Institute of Fisheries and
Oceanography (VNIRO)
17, V. Krasnoselskaya, Moscow, 107140, Russia
(+7 499) 264-93-87; vniro@vniro.ru