

УДК 595.3

**В.Ф. Кулеш**, кандидат биологических наук,  
доцент кафедры общей биологии БГПУ;

**А.В. Алехнович**, кандидат биологических наук,  
ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии  
НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам;

**В.В. Никитинский**, НИС БГПУ;

**Ю.Н. Мелех**, селекционер-рыбовод, опытный рыбхоз «Селец»

## СОДЕРЖАНИЕ ПОЛОВОЗРЕЛЫХ ОСОБЕЙ ДЛИННОПАЛОГО РАКА В ПРУДОВОЙ ПОЛИКУЛЬТУРЕ

**Введение.** Среди десятиногих ракообразных в Беларуси основным промысловым видом является длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch) (рисунок 1). На внешнем и внутреннем рынке этот деликатесный продукт питания имеет постоянный и устойчивый спрос. Запасы раков в естественных водоемах страны не позволяют полностью удовлетворить спрос на них, поэтому необходима организация искусственного воспроизводства для получения рачьей продукции.

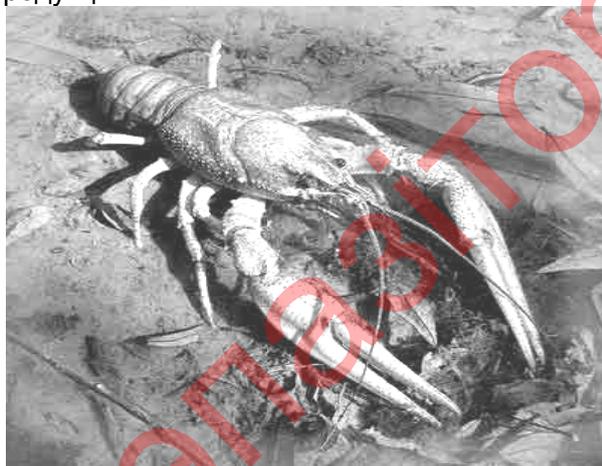


Рисунок 1 – Длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.)

В практике европейской аквакультуры практикуется полунтенсивный путь получения товарной рачьей продукции, основой которого является рациональное ресурсосберегающее использование запасов раков в имеющихся водоемах, выращивание посадочного материала и дальнейшее заселение его в перспективные ракопромысловые водоемы. Таким способом можно восстановить запасы раков в тех местобитаниях, где они встречались ранее, а также в целом ряде ракопродуктивных водоемов, которые интенсивно эксплуатируются и находятся под угрозой снижения промысловой численности популяций [1–3; 9; 13; 24; 27].

Для нашей страны перспективным представляется использование сбросной подогретой воды энергетических объектов для получения посадочного материала. Тепловодное культивирование позволяет сократить сроки личиночного развития, увеличить размерно-весовые показатели посадочного материала по сравнению с бассейновым или прудовым подращиванием молоди длиннопалого рака в обычных открытых водоемах с естественным температурным режимом. Достигается этот эффект за счет более высокой температуры воды и хорошей обеспеченности естественными видами корма, которые развиваются на сбросной подогретой воде. В этих условиях отработаны методически приемы содержания яйценосных самок, получения и подращивания личинок, выращивание сеголетка в садках и прудах в тепловодной моно- и поликультуре с рыбой [3; 8; 10–11; 16]. Однако возможности содержания половозрелых особей, маточного стада длиннопалого рака в прудовой тепловодной культуре до сих пор не исследованы. Изучение данного направления в сравнительном аспекте с выращиванием раков в водоемах с естественным терморезимом и стало целью настоящей работы.

**Материалы и методика исследований.** Гидросистема водоема-охладителя Березовской ГРЭС (Березовский р-н, Брестская обл.) состоит из основного водоема, роль которого выполняет оз. Белое (площадь 590 га), одного подводящего, двух отводящих каналов и системы рыбоводных прудов, через которые циркулирует вода, поступающая с помощью насосов из теплых отводящих каналов. В теплые отводящие каналы сбрасывается вода, которая использовалась в технологических циклах теплоэлектростанции. В земляных прудах выращивают растительноядных рыб и карпа. Преимущественно это сеголеток и производи-

телей, которые используются для искусственного получения личинок.

Отлов яйценосных самок и половозрелых самцов производили пассивными орудиями лова типа «вентерь» в период с 25 по 31 мая из оз. Соминское (Брестская обл.). В течение нескольких часов раки были доставлены в инкубаторы Белоозерского отделения рыбхоза «Селец», где выдерживались в ваннах. Яйценосные самки использовались для получения личинок.

В качестве экспериментальных были взяты 2 пруда площадью 0,2 и 0,36 га. Пруды заливались в апреле для того, чтобы в них успела сформироваться естественная кормовая база для рыб. В период с 16 по 31 мая в прудах были размещены растительноядные рыбы, европейский сом и карп (таблица 1). Пруды подбирали таким образом, чтобы видовой состав и плотность посадки рыб были примерно в одинаковых пропорциях. Однако в начале июня, по не зависящим от нас обстоятельствам, в пруд 35 (0,2 га) было посажено 5 особей европейского сома. Средняя масса одной рыбы составила 5,6 кг (таблица 1).

Наряду с рыбой в земляные пруды попадает восточная речная креветка (*Macrobrachium nipponense* De Haan) с водой, которая подается при их заливке из теплого сбросного канала и в течение всего вегетационного сезона при подкачке для поддержания необходимого водного объема. В поликультуре с рыбой в конце вегетационного сезона (начало октября) из некоторых прудов можно получить до 50–60 экз/м<sup>2</sup> креветочной продукции [20].

В начале вегетационного сезона (10 июня) в пруду 35 было размещено 18 самок возрастом 4+ года, 56 самок 2+ и 52 самца 2+

(рисунок 3, таблица 3). В пруд М2 13 июня поместили 98 самок возрастом 2+ и 119 самцов 2+. Начальная плотность посадки раков в обоих прудах составила 0,01 экз/м<sup>2</sup>. Пруд 35 обловили 6 октября, пруд М2 – 4 октября. Период роста раков в пруду 35 и М2 составил 117 и 112 суток соответственно. Показатели качества воды из экспериментальных прудов в течение вегетационного сезона приведены в таблице 2.

В качестве контроля были проведены эксперименты по выращиванию половозрелых особей длиннопалого рака в монокультуре в пруду с естественным терморежимом рыбопитомника «Шеметово» (Минская обл.). Яйценосных самок, возраст которых оценен как 3+, отловили в оз. Соминское (Брестская обл.) и поместили в пруд (0,08 га) 31 мая. Начальная плотность посадки – 0,23 экз/м<sup>2</sup>. Спуск пруда и отлов раков был произведен 17 октября. Продолжительность эксперимента – 139 суток. Показатели качества воды в пруду с половозрелыми самками в рыбопитомнике «Шеметово» приведены в таблице 3.

Для сравнительного анализа результатов исследований привлекались данные, которые были получены при выращивании половозрелых особей длиннопалого рака в монокультуре, в земляном пруду (0,3 га) рыбхоза «Озерный» (Брестская обл.). Раки возрастом 3+ были отловлены в оз. Бездонное (Гродненская обл.) и 14 июня 1996 г. посажены в земляной пруд с естественным терморежимом. Начальная плотность посадки составила 0,1 экз/м<sup>2</sup>. Период роста продолжался до 11 сентября и составил 89 суток. Качество воды в рыбхозе «Озерный» не оценивалось.

**Таблица 1 – Видовой состав и плотность посадки рыб в тепловодных прудах в течение вегетационного сезона**

Пруд	Вид	Начальная плотность			Конечная плотность		
		экз/кг	экз/м <sup>2</sup>	кг/га	экз/кг	экз/м <sup>2</sup>	кг/га
Посадка: 16 мая–31 мая, облов 6 октября (127–142 суток)							
№ 35 (0,2 га)	Сом европейский	5 / 28,0	0,003	140,0	5 / 32,5	0,004	160,0
	Амур белый	27 / 178,0	0,014	890,0	26 / 195,0	0,013	975,0
	Толстолобик белый	25 / 75,0	0,013	375,0	25 / 87,5	0,013	437,5
	Толстолобик пестрый	45 / 157,5	0,023	787,5	43 / 167,7	0,022	837,5
	Сеголеток карпа	~ 400 / 10,0	~ 0,20	50,0	~ 350 / 90	~ 0,18	450,0
	<b>Итого</b>	<b>~ 502/448,5</b>	<b>~ 0,253</b>	<b>2242,5</b>	<b>~449/527,7</b>	<b>~0,232</b>	<b>2860,0</b>
Посадка 10–25 мая, облов 4 октября (131–146)							
М2 (0,36 га)	Амур белый	47 / 300,8	0,013	835,5	44 / 330,0	0,012	916,7
	Толстолобик белый	44 / 133,0	0,012	369,4	39 / 171,6	0,010	476,7
	Толстолобик пестрый	70 / 238,0	0,020	661,1	66 / 270,6	0,018	751,7
	Сеголеток карпа	~ 850 / 21,0	~ 0,24	58,3	~ 770/191,0	~ 0,19	530,6
	<b>Итого</b>	<b>902 / 676,0</b>	<b>0,285</b>	<b>1923,8</b>	<b>849/942,6</b>	<b>0,230</b>	<b>2675,7</b>

**Таблица 2 – Гидрологические и гидрохимические показатели воды в тепловодных прудах в течение вегетационного сезона**

Показатели	Пруд № 35	Пруд М2
Площадь пруда, м <sup>2</sup>	2000	3600
Глубина м.	0,7–1,3	0,7–1,4
Прозрачность м.	0,3–0,8	0,4–0,7
Концентрация кислорода, мг/л	6,4–9,0	5,6–9,3
pH	7,3–8,1	7,5–8,4
Общая жесткость, мг экв./л	3,0–3,5	3,0–3,6
Общее железо, мг/л	0,15–0,30	0,17–0,31
Кальций, мг/л	62,1–66,0	64,2–69,1
NO <sub>2</sub> , ион. мг/л	0,01–0,02	0,01–0,03
NH <sub>3</sub> , ион. мг/л	0,5–1,9	0,8–1,7
Сухой остаток, мг/л	303,0–487,0	312,0–490,0
Окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л	9,9–26,5,4	9,9–25,0
Щелочность, мг экв./л	1,2–3,0	3,2–4,5
PO <sub>4</sub> , ион. мг/л	0,01–0,02	0,13–0,19

**Таблица 3 – Гидрохимические показатели качества воды при содержании самок в пруду рыбоводника Шеметово**

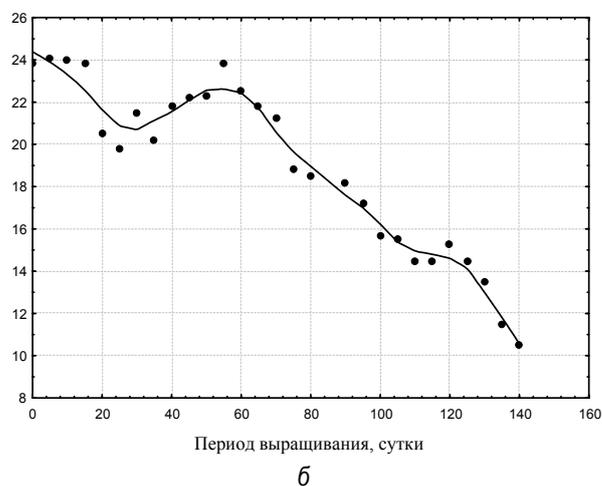
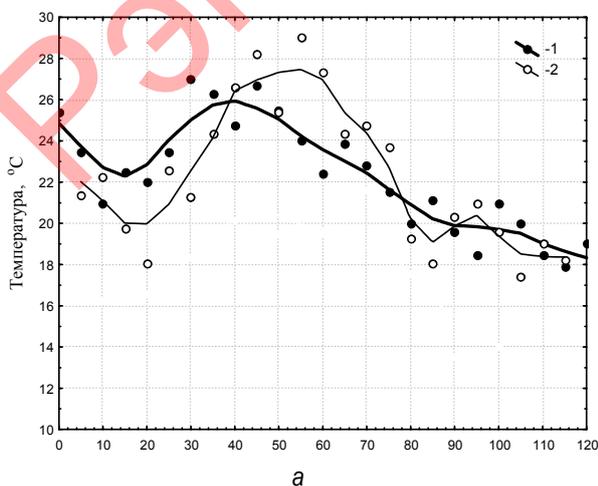
Показатели	июнь 2011	август 2011
pH	8,2	8,6
Содержание O <sub>2</sub> , мг/л	8,9	5,6
Фосфор, мг/л	3,34	0,59
Нитраты NO <sub>3</sub>	0,40	0
Аммиак NH <sub>4</sub>	1,02	0,29
Общее железо, мг/л	0,21	0,08
Хлориды, ион. мг/л	0,04	0
Карбонаты, мг/л	140,0	188,0
Магний, мг/л	11,0	12,0
Электропроводность	156	210

Таким образом, в монокультуре начальная плотность посадки была на порядок выше, чем при тепловодном культивировании в поликультуре с рыбой.

Раков измеряли от начала рострума и до конца тельсона. Изменчивость показателей развития и роста оценивали, используя стандартное отклонение (*s.d.*). Полученный материал обрабатывали с применением программного пакета 6,0.

**Результаты.** Показатели гидрохимического состава воды из прудов на водоемоохладителе Березовской ГРЭС и в рыбоводном питомнике «Шеметово» показывают, что условия для воспроизводства и выращивания длиннопалого рака вполне приемлемы (уровень водородных ионов, несколько смещенный в щелочную сторону, высокое содержание кальция, низкое содержание аммиака) [25–26]. Максимальная температура в тепловодных прудах (28–29 °С) наблюдалась в конце июля. Средние же температуры в прудах в течение летних месяцев колебались в пределах 24–25 °С, лишь с середины сентября начали снижаться до 20–18 °С (рисунок 2а). В пруду рыбоводника «Шеметово» с естественным температурным режимом максимальная средняя температура в течение суток составила 24,1 °С, средняя за период выращивания была 18,9 ± 4,1 °С (рисунок 2б).

Среди европейских видов длиннопалый рак наиболее эвритермный. Естественная толерантная температура для *A. leptodactylus* составляет 4–32 °С [22]. Долгое время ведется дискуссия, какая же температура является оптимальной при выращивании длиннопалого рака в течение его жизненного цикла? Крупнейший карцинолог Я.М. Цукерзис считал, что оптимальные значения температуры для длиннопалого рака составляют 18–22 °С [17]. Более высокие температуры (22–24 °С) приводятся в биотехнических нормативах культивирования этого вида на ранних этапах онтогенеза [15; 19].



**Рисунок 2 – Динамика температуры при выращивании длиннопалого рака в течение вегетационного сезона в тепловодной поликультуре (а) и монокультуре в пруду с естественным терморегимом (б): 1 – пруд 35; 2 – пруд М2**

Такою же температурою рекомендует и А.И. Козлов [7] для инкубации икры и подрашивания личинок. В характеристике водоемов, соответствующих требованиям речных раков к среде обитания, для Северо-Западного, Центрального, Волго-Вятского экономических районов Российской Федерации оптимальной температурой для длиннопалого рака указывается 20–24 °С [14].

Наши многолетние исследования размножения и роста речных раков на сбросной воде теплоэлектростанции показывают, что температура в пределах 22–26 °С не только для длиннопалого рака, но и в отношении широкопалого (*A. astacus L.*) находится в пределах оптимальных значений [3; 8; 10–12]. Эти данные подтверждаются и исследованиями других авторов. Например, анализ распределения яйценосных самок длиннопалого рака в термоградиенте показал, что максимальная частота их встречаемости приходится на температурную зону 25 °С [5]. Молодь нормально переносила колебания температуры в интервале 20,0–30,0 °С. Зона ее температурной толерантности при адаптации к естественному ходу температур в летний период имела нижнюю границу – 10 °С, верхнюю – 34 °С. Крупная молодь более устойчива к термальному воздействию – среднелетальная температура составляет 39,1 °С, в то время как для мелкой – 38,4 °С. [5]. Таким образом, при ведении аквакультуры этого вида для содержания яйценосных самок рекомендуется температура 25 °С, для подрашивания личинок – 25–28 °С, а диапазон благоприятных температур для рачьих прудов в течение вегетационного периода должен находиться в пределах 20–30 °С [6].

Относительно высокая температура (20–30 °С) может рассматриваться для этого вида как оптимальная в том смысле, что не наблюдается летальных эффектов. Раки, адаптированные к 26 °С, в состоянии переносить резкое понижение температуры до 15 °С и повышение до 35,8 °С [21]. В Болгарии при искусственном выращивании молоди и половозрелых особей длиннопалого рака оптимальной считается температура 22–24 °С [4]. В Турции было исследовано влияние температуры и солености на выживаемость и линьку длиннопалого рака. Как показали результаты экспериментов, температура 25 °С также оказалась наиболее оптимальной и для линьки. При 32 °С отмечается наибольшая скорость линьки, но одновременно и смертности раков этого вида [23].

Средний начальный размер самок возраста 4+, посаженных в пруд 35, равнялся  $11,13 \pm 0,74$  см (таблица 4). Средний размер половозрелых самцов и самок длиннопалого рака возрастом 2+, посаженных в пруды 35 и М2 находился в пределах  $8,02 \pm 0,83$  –  $8,35 \pm 0,91$  см (таблица 4). Как видно из рисунка 3, размеры особей статистически не различались, кроме того, самки, посаженные в пруд М2, имели статистически значимый меньший размер, то есть в начале вегетационного сезона в пруды были посажены практически одноразмерные раки данной возрастной группы. Об этом свидетельствует размерный спектр самцов и самок, который приведен на рисунке 4. В пруду 35 диапазон начальной длины колебался в пределах 7,25–9,6 см, в пруду М2 – 6,5–9,8 см.

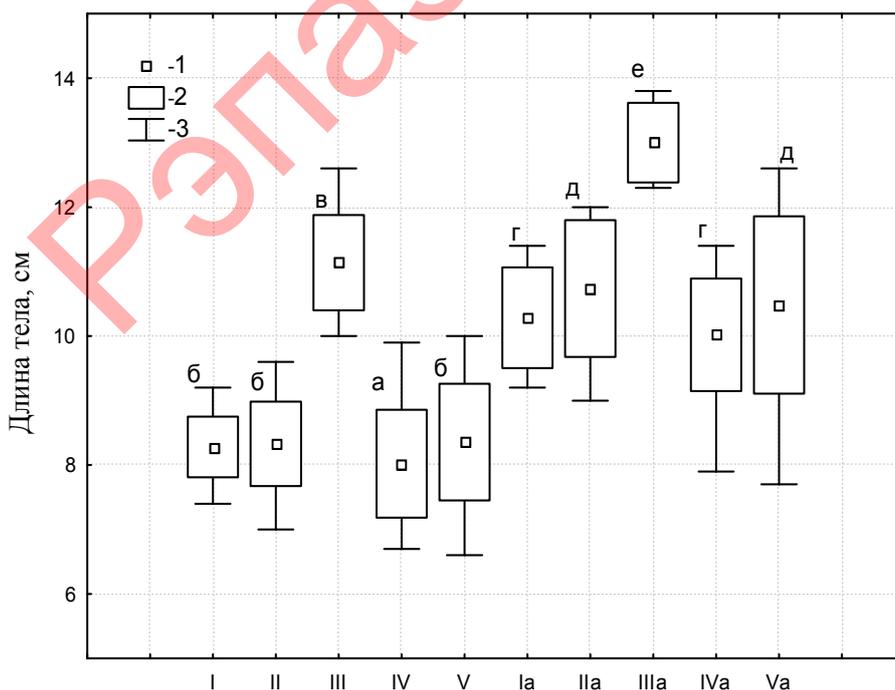
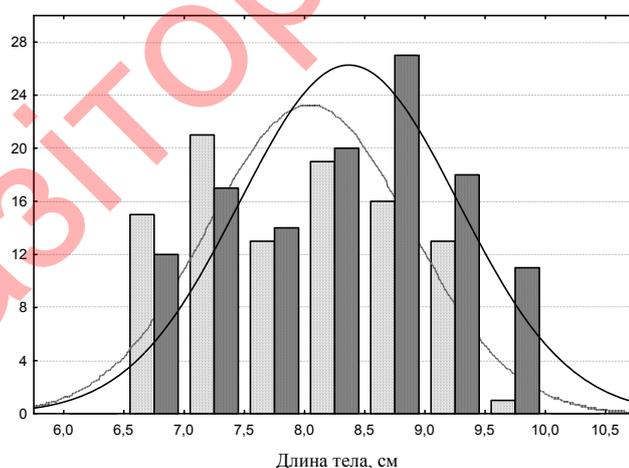
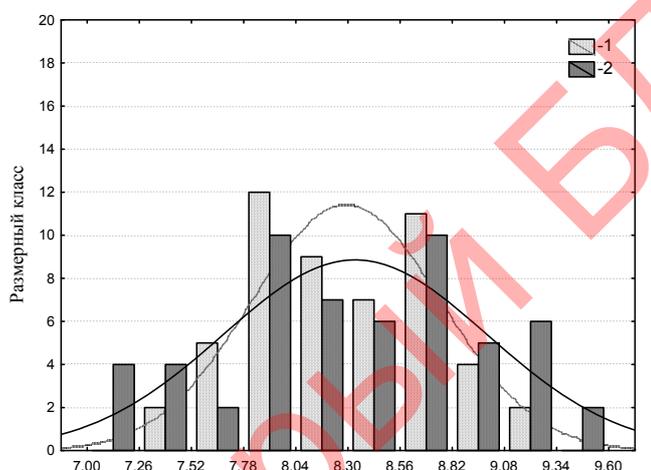


Рисунок 3 – Размерная характеристика половозрелых особей длиннопалого рака, посаженных в земляные пруды в начале (I–V) и конце (Ia–Va) вегетационного сезона:

- 1 – среднее значение;
- 2 – стандартное отклонение;
- 3 – минимальное и максимальное значения; различные буквы указывают на статистически значимые различия;
- I, III, IV – самки; II, V – самцы;
- I–III – пруд № 35 (0,2 га);
- IV–V – пруд М2 (0,36 га)

Таблица 4 – Выживаемость и размерная характеристика половозрелых особей длиннопалого рака в прудовой поликультуре

Половая структура	Выживаемость, %	Начальная длина тела, см			Конечная длина тела, см			Средний прирост, см
		средняя ± s.d	минимальная	максимальная	средняя ± s.d	минимальная	максимальная	
Пруд № 35 (0,2 га)								
самки	22,2	11,13±0,74	10,0	12,6	12,55±1,09	11,2	13,8	1,4
самки	8,3	8,28±0,47	7,4	9,6	10,28±0,78	9,2	11,4	2,0
самцы	7,9	8,32±0,66	7,0	9,2	10,73±1,06	9,0	12,0	2,4
Пруд М2 (0,36 га)								
самки	78,8	8,02±0,83	6,7	9,9	10,01±0,87	7,9	11,4	2,0
самцы	66,4	8,35±0,91	6,6	10,1	10,48±1,37	7,7	12,6	2,1



а

б

Рисунок 4 – Диапазон длины тела самок (1) и самцов (2) длиннопалого рака, посаженных в пруды в начале вегетационного сезона: а – пруд 35 (0,2 га); б – пруд М2 (0,36 га)

За период выращивания в прудах, который составил 112–117 суток, средний размер раков увеличился до  $10,01 \pm 0,87$ – $10,73 \pm 1,06$  см (таблица 3). Как видно из рисунка 3, в обоих прудах длина тела самок статистически достоверно ниже, чем длина тела самцов. Максимальная длина самок достигает 11,2 см, а самцов 12,6 см (рисунок 5). Как видно из этого рисунка, чаще всего встречаются самки от 8,6 до 10,6 см. В отличие от самок, для самцов харак-

терен более широкий размерный диапазон. Средний прирост длины тела самок 2+ за вегетационный период в прудах 35 и М2 составил 1,99–2,0 см, а самцов 2,13–2,41 см соответственно. Прирост длины тела самок 4+ в пруду № 35 был равен 1,42 см. Приведенные данные близки к аналогичным показателям, полученным для южного региона местобитания длиннопалого рака в Российской Федерации. В водоемах Азовского бассейна

средний прирост самцов и самок длиннопалого рака возраста 2+ составил в среднем 2,02 см. На четвертом году жизни (возраст 3+) средний прирост составил 0,96–1,0 см [19].

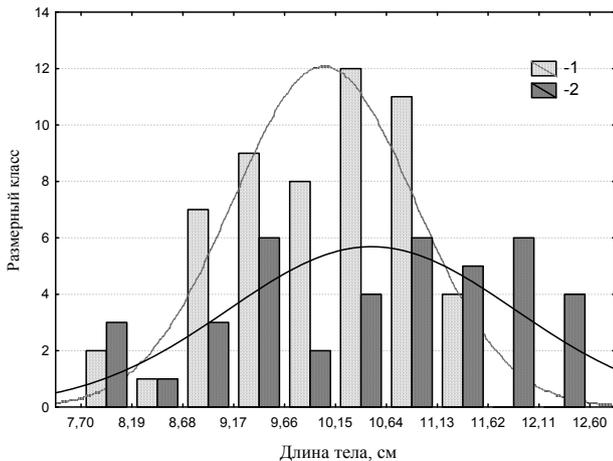


Рисунок 5 – Диапазон длины тела самок (1) и самцов (2) длиннопалого рака в конце вегетационного сезона (пруд М2)

В конце вегетационного сезона (11 сентября) в пруду с естественным терморегимом в рыбхозе «Озерный» средние размеры выращиваемых половозрелых самок и самцов (начальная длина тела  $8,4 \pm 0,6$  и  $8,5 \pm 0,6$  см) равнялись  $10,0 \pm 0,7$  см и  $9,9 \pm 1,0$  см соответственно. Прирост за время выращивания составил у самок 1,6 см, у самцов – 1,4 см.

Средние размеры особей длиннопалого рака в начале данного эксперимента незначительно превышали размеры раков, выращиваемых в тепловодных прудах. Если на теплых водах выращивались раки возраста 2+, то в рыбхозе «Озерный» в эксперимент были взяты раки возраста 3+. Полагаем, что вполне правомерно сравнивать прирост раков в данных экспериментах.

В пруду рыбопитомника «Шеметово» за вегетационный период самки длиннопалого рака с начальной средней длиной тела  $10,3 \pm 0,8$  см увеличили свои размеры до  $11,0 \pm 0,7$  см, то есть за вегетационный период раки приросли на 0,7 см.

Экспериментальный пруд в рыбопитомнике «Шеметово» зарос надводной и подводной растительностью. Свободных от растений участков на поверхности воды практически не было. Доминировали канареечник тростниковидный (*Phalaris arundinacea*) и осока острая (*Carex acuta*). Дно пруда было покрыто обильным ковром мха фантиналис (*Fantinalis hypnoides*). Средняя глубина колебалась в пределах 0,5–1,0 м. В пруду за вегетационный период развилась хорошая кормовая база. Таким образом, условия для нагула самок были оптимальными, однако прирост их тела за вегетационный период составил всего 0,7 см.

Как видно из таблицы 4, раки в тепловодных прудах за вегетационный сезон прирастают на 2,0–2,4 см, а раки в прудах с естественным терморегимом – на 1,4–1,6 см. В прудах рыбопитомника «Шеметово» самки содержались при относительно более низких температурах (рисунок 2б). Вероятно, это и обусловило низкий рост самок в пруду с естественным терморегимом.

Важнейшим показателем оценки эффективности аквакультуры гидробионтов является выживаемость. Из таблицы 4 видно, что величина выживаемости раков в пруду 35 по сравнению с прудом М2 (66,4–78,8 %) очень низкая и составляет от 7,9 до 22 %. При прочих равных условиях в пруду № 2 находилось 5 экземпляров европейского сома со средней массой 5,6 кг (таблица 1), для которого раки являются одним из излюбленных пищевых объектов [15]. Очевидно, этот факт, а также достаточно высокая плотность рыб явились основной причиной низкой выживаемости раков.

По сравнению с половозрелыми особями, особенно в пруду М2, где отсутствовал европейский сом, выживаемость сеголетка длиннопалого рака в тепловодной поликультуре с рыбой значительно ниже и при начальной плотности посадки  $1,6 \text{ экз./м}^2$  к концу вегетационного сезона составляла всего 2,9–3,4 % [10].

Следует указать и на то, что в конце вегетационного сезона в пруду 35 было отловлено 3,3 кг годовиков окуня (средняя масса  $30,1 \pm 3,2$  г) и 6,5 кг пресноводных креветок (*Macrobrachium nipponense*) (средняя масса  $2,1 \pm 0,33$  г), которые попали в пруд при периодической подаче воды из теплого сбросного канала Березовской ГРЭС. В желудках 70 % прудовой популяции окуня были обнаружены креветки. Таким образом, наряду с рыбой, в качестве объекта поликультуры в прудах присутствовали и пресноводные креветки.

**Заключение.** В условиях рыбхозов Беларуси половозрелых особей длиннопалого рака можно с успехом подращивать в тепловодных прудах в поликультуре с нехищными видами рыб. В целом, рост раков в таких условиях характеризуется лучшими показателями в сравнении с прудами с естественным терморегимом. Хищные виды рыб являются естественными врагами раков и при совместном содержании существенно снижают их численность.

Самцы и самки длиннопалого рака на подогретой воде на третьем-четвертом году жизни прирастают за сезон на 2,0–2,4 см, а в

прудах с естественным терморезимом – не более чем на 1,6 см. Самки длиннопалого рака на 5 и 6 году жизни в прудах с естественным терморезимом увеличивают свои размеры на 0,7 см, в то время как на подогретой воде – на 1,0 см.

Таким образом, показана перспектива выращивания половозрелых особей длиннопалого рака в тепловодной прудовой поликультуре как для получения товарной продукции, так и в целях содержания маточного стада. В дальнейшем необходимо опре-

делить оптимальную начальную плотность посадки раков и рыбы для успешного ведения поликультуры, установить наиболее приемлемый возрастной и видовой состав рыб. Представляется весьма важным провести экспериментальные работы по изучению динамики численности пресноводных креветок, которые попадают в земляные пруды на протяжении вегетационного сезона, и установить их взаимоотношения при совместном содержании с раками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алехнович, А.В. Культивирование раков – реальный путь развития аквакультуры ракообразных в Беларуси / А.В. Алехнович // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 7–9 дек. 1999 г. / Бел. сельхоз. академия; редкол.: И.С. Серяков (отв. ред.) [и др.]. – Горки, 1999. – С. 32–34.
2. Алехнович, А.В. Новые подходы к охране и эксплуатации популяций речных раков / А.В. Алехнович, В.Ф. Кулеш // Экология. – 2004. – № 1. – С. 51–55.
3. Алехнович, А.В. Воспроизводство и аквакультура длиннопалого рака в условиях Беларуси / А.В. Алехнович, В.Ф. Кулеш // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 24–25 сент. 2009 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина; редкол.: В.В. Валетов (общ. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2009. – С. 94–95.
4. Ковачева, Н.П. Воспроизводство и культивирование морских и пресноводных ракообразных отряда Decapoda: автореф. ... дис. д-ра. биол. наук: 03.00.18 / Н.П. Ковачева; Всерос. науч.-исслед. ин-т рыбн. хоз. и океаногр. (ВНИРО). – М., 2006. – 55 с.
5. Колмыков, Е.В. Биологические основы регулирования численности речных раков (*Pontastacus*) дельты Волги: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.32 / Е.В. Колмыков; КаспНИИРХ. – Астрахань, 2001. – 23 с.
6. Колмыков, Е.В. Инструкция по искусственному разведению длиннопалых раков в дельте р. Волги / Е.В. Колмыков, В.Б. Ушивцев, А.Ф. Сокольский. – Астрахань: КаспНИИРХ, 1997. – 32 с.
7. Козлов, В.И. Заводской способ разведения речных раков / В.И. Козлов // Рыбное хозяйство. – 1989. – № 12. – С. 54–58.
8. Кулеш, В.Ф. Получение сеголетка длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) в поликультуре с использованием сбросной подогретой воды теплоэлектростанции / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович // Докл. НАН Беларуси, 2004. – Т. 48, № 3. – С. 68–72.
9. Кулеш, В.Ф. Перспективные направления менеджмента ресурсами речных раков Беларуси / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович // География в XXI веке: проблемы и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 17–18 апр. 2008 г. / УО Брестский гос. ун-т им. А.С. Пушкина; редкол.: К.К. Красовский (гл. ред.) [и др.]. – Брест, 2008. – С. 135–137.
10. Кулеш, В.Ф. Выращивание молоди длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus*) в садках и прудах в поликультуре с рыбой на подогретых сбросных водах теплоэлектростанции / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович // Гидробиол. ж. – 2010. – Т. 46, № 1. – С. 47–61.
11. Кулеш, В.Ф. Получение и выращивание личинок длиннопалого рака в инкубаторе на сбросной подогретой воде Березовской ГРЭС / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович, О.В. Вербицкий // Антропогенная динамика ландшафтов и проблемы сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия: материалы II Респ. науч.-практ. конф., Минск, 1–2 дек., 2004 г. / БГПУ; редкол.: И.Э. Бученков, А.В. Хандогий (отв.ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – С. 140–141.
12. Первый опыт содержания яйценосных самок и получения личинок широкопалого рака на сбросной подогретой воде теплоэлектростанции / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович, В.И. Кожух и др. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси сб. науч. тр. / РУП «Институт рыбного хозяйства». – Минск, 2008. – Вып. 24. – С. 281–284.
13. Кулеш, В.Ф. Проблемы разведения речных раков в Беларуси / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович, Н.Н. Хмелева // Проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах в условиях перехода к рыночным отношениям: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–16 окт. 1998 г. / Бел. изд. тов. «Хата»; редкол.: В.В. Кончиц (науч. ред.). – Минск, 1998. – С. 273–278.
14. Методические указания по культивированию посадочного материала раков в заводских условиях и увеличению ракопродуктивности естественных водоемов путем вселения молоди раков / Е.Н. Александрова, Р.И. Балашов, С.И. Веселовзорови др. – М.: Россельхозакадемия, 1994. – 68 с.
15. Раководство и раководство на водоемах европейской части России (справочник) / О.И. Мицкевич (общая ред.) [и др.]. – СПб.: ФГНУ Гос НИОРХ, 2006. – 207 с.
16. Способ получения посадочного материала длиннопалого рака *Astacus leptodactylus* Esch: пат. 11302 Респ. Беларусь, МПК (2006) А 01 К 61/00, С 1 / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович; заявитель Бел. гос. ун-т им. М. Танка. – № а20060649; опубл. 30.10.08 // Официальный бюллетень / Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы. – 2008. – № 5 – С. 44–45.
17. Цукерзис, Я.М. Речные раки / Я.М. Цукерзис. – Вильнюс: Мокслас, 1989. – 140 с.
18. Черкашина, Н.Я. Динамика популяций раков родов *Pontastacus* и *Caspiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения / Н.Я. Черкашина. – М: ФГУИП «Нацрыбресурс», 2002. – 257 с.

19. Черкашина, Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций / Н.Я. Черкашина. – Ростов-н/Д: ФГУП «АзНИИРХ», 2007. – 118 с.
20. Alekhnovich, A.V. The production of oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan) in fish-farm ponds of the cooling reservoir of the Bereza electric power station (Belarus) / A.V. Alekhnovich, V.F. Kulesh // Pond Aquaculture in Central and Eastern Europe in the 21 th. Century: collected transaction (International Workshop), Vodnany, Czech Republic, 2–4 May 2001 / European Aquacult. Soc. Spec. Publ.; Z. Adamek (ed.). – Vodnany, Czech Republic, 2002. – № 33. – P. 102–104.
21. Atlas of crayfish in Europe / C. Souty-Grosset, D.M. Holdich, P.Y. Noël, J.D. Reynolds, P. Haffner (eds.). – Paris, France: Museum national d'Histoire naturelle, 2006. – 188 p.
22. Hesni, M.A. Influence of eyestalk ablation and temperature on molting and mortality of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*) / M.A. Hesni, N. Shabanipour, A. Atabati, A. Bitaral // Turkish J. of Fish. and Aquat. Sci. – 2008. – Vol. 8. – P. 219–223.
23. Hesni, M. Effects of temperature and salinity on survival and moulting of the narrow-clawed crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Decapoda, Astacidea) / M. Hesni, N. Shabanipour, A. Zahmatkesh, M.M. Toutouni // Crustaceana. – 2009. – Vol. 82, No 12. – P. 1495–1507.
24. Holdich, D.M. A review of astaciculture: freshwater crayfish farming / D.M. Holdich // Aquat. Living Resour. – 1993. – № 6. – P. 307–317.
25. Koksai, G. *Astacus leptodactylus* in Europe / G. Koksai // Freshwater crayfish: biology, management and exploitation / Croom Helm; D.M. Holdich, R.S. Lowery (eds.). – London, 1988. – P. 365–400.
26. Rognerud, S.M. Warwe quality and effluents / S.M. Rognerud, A. Appelberg, M. Eggereide, M. Pursiainen // Crayfish culture in Europe in Europe. Report from the workshop on crayfish culture, Trondheim, Norway 16–19 november, 1987 / The Norwegian Directorate for Nature Management; J. Skurdal, K. Westman, P.I. Bergan (eds.). – Trondheim, Norway, 1989. – P. 18–28.
27. Skurdal, J. Do we need harvest regulations for European crayfish? / J. Skurdal, T. Taugbol // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 1994. – Vol. 4. – P. 461–485.

#### SUMMARY

*The possibility an opportunity of keeping the adult individuals of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch.) in warm-water pond polyculture with fish was investigated. It is shown, that in comparison with cultivation of narrow-clawed crayfish in ponds with natural temperature mode the warm-water aquaculture is more preferable. Males and females of the narrow-clawed crayfish in heated water in the 3-rd and 4-th years of life grow by 2,0-2,4 cm in a season, in ponds with a natural temperature mode – no more than 1,6 cm. Females of the narrow-clawed crayfish in the 5-th and 6-th years of life in ponds with a natural temperature mode increase in size by 0,7 cm, while in heated water – by 1,0 sm.*

Поступила в редакцию 17.11.2011.