

**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;  
**М.А. Мороз,**  
магистрант кафедры общей биологии БГПУ

## ПОЛУЧЕНИЕ СЕГОЛЕТКА ДЛИННОПАЛОГО РАКА В САДКАХ НА СБРОСНОЙ ПОДОГРЕТОЙ ВОДЕ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Введение.** Длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.) является важным ресурсным видом водоемов нашей страны. Традиционно эти десятиногие ракообразные ценятся на внутреннем и особенно на мировом рынке как превосходный деликатесный продукт питания, а также являются сырьем для легкой и фармацевтической промышленности.

В практике получения товарной продукции длиннопалого рака применяется полунтенсивная аквакультура, в основе которой лежит выращивание посадочного материала в искусственных условиях, заселение его в перспективные ракопромысловые водоемы с дальнейшим ресурсосберегающим использованием популяции раков из них [1–2; 15; 17]. Как показывают наши многолетние исследования, оптимизация полунтенсивного культивирования длиннопалого рака связана с использованием сбросной подогретой воды энергетических объектов [3; 5–9; 13]. Одним из перспективных путей в развитии данного направления представляется получение посадочного материала (сеголетка) в садковой монокультуре. В первую очередь это установление оптимальной плотности посадки, что и явилось целью данной работы.

**Материалы и методика исследования.** Яйценосных самок длиннопалого рака отловили пассивными орудиями лова типа «вентерь» в период с 24 по 25 мая 2012 г. из оз. Споровское (Брестской обл.) и доставили в инкубационный цех Белоозерского отделения рыбхоза «Селец». Самки до выклева ли-

чинок содержались в пластиковых ваннах с постоянным протоком воды из пруда отстойника, питаемого подогретой водой из теплового сбросного канала Березовской ГРЭС. Размер маточных емкостей 2,40 м х 2,40 м х 0,60 м, что по площади равнялось 5,76 м<sup>2</sup> (рисунок 1). Выходной трубой можно было свободно регулировать высоту слоя воды в бассейне. Температура колебалась в пределах 23,0–26,5 °С, содержание кислорода не опускалось ниже 5,5 мг/л, рН колебалась в пределах 7,5–7,9. Плотность посадки яйценосных самок равнялась 8,0 экз./м<sup>2</sup>. Их средняя длина (от острия рostrума до конца тельсона) составила 11,5 ± 1,21 см.

Выклев личинок I стадии начался с 1 июня. Личинок получали, смывая их с плеопод самок непосредственно в маточную емкость и в садок из мельничного сита, помещенный в эту же ванну (рисунок 1). На выпускное отверстие ванны надевали чехол из мельничного сита от № 15 (225 ячеек на 1 см<sup>2</sup>) [13]. Вода содержала зоопланктон, который является предпочитаемым естественным кормом для личинок длиннопалого рака. Благодаря чехлу из сита он не поступал в сливное отверстие, а концентрировался в лотке, поэтому в отличие от имеющихся технологий и способов получения посадочного материала не требовалось специально выращивать или отлавливать живые корма и применять искусственные комбикорма типа РГМ-6М, РГМ-8 [4; 10–12; 14]. В садок, размещенный в маточной емкости, добавляли зоопланктон, который отлавливали из ванны при помощи сачка.



Рисунок 1 – Пластиковые бассейны для содержания яйценосных самок и получения личинок

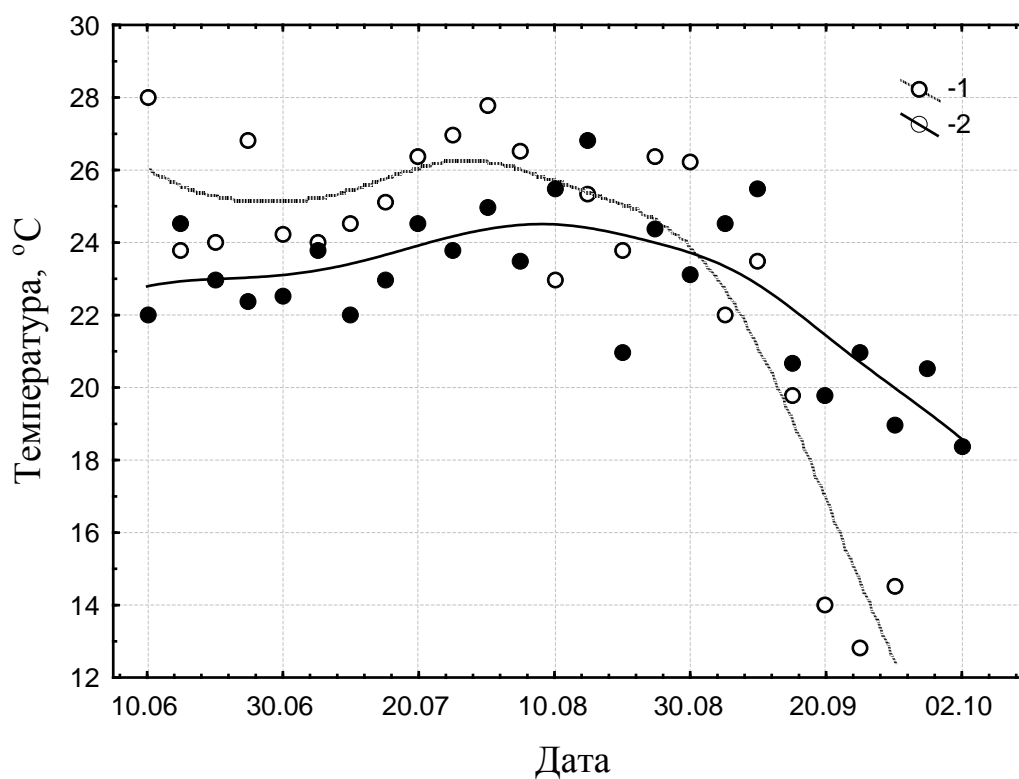


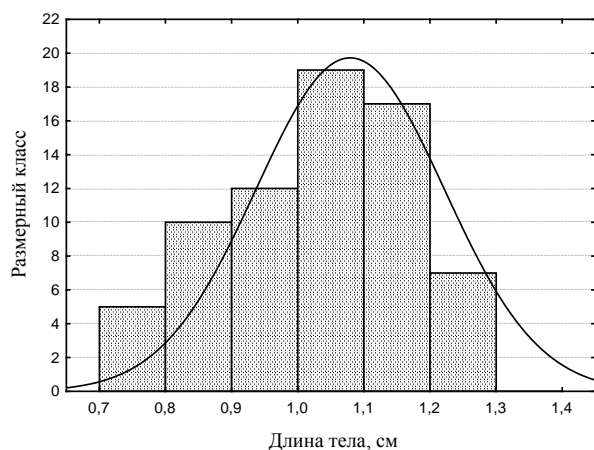
Рисунок 2 – Динамика температуры в земляных прудах на сбросной воде Березовской ГРЭС при выращивании сеголетка длиннопалого рака в садках за вегетационный период:  
1 – 2008 г. [7], 2 – 2012 г. (собственные данные)

Полученных личинок II стадии высаживали в закрытые садки (размер ячеек 4 мм), площадью 0,8 м<sup>2</sup> и опускали на дно земляного пруда. В пруд поступала вода из теплого сбросного канала Березовской ГРЭС. Выращивание сеголетка производили при двух вариантах начальной плотности посадки личинок в садки – 100 и 350 экз./м<sup>2</sup>. Раков не кормили, и они использовали в качестве пищи только естественную кормовую базу, которая развивалась в садках. Пруды спускали в конце вегетационного сезона, 3 октября 2012 г. Температура в прудах колебалась от 19 до 27 °С. Как видно из рисунка 2, ход температуры в течение вегетационного сезона 2012 г. был более благоприятным, чем 2008 г. для роста раков. Период роста составил 120 суток. Гидрохимические показатели качества воды приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Гидрохимические показатели воды в тепловодном пруду в течение вегетационного сезона**

Показатели	
Концентрация кислорода, мг/л	6,6–8,9
рН	7,0–8,2
Общая жесткость, мг экв./л	3,1–3,7
Кальций, мг/л	55,8–62,5
NH <sub>3</sub> , ион. мг/л	0,6–1,7
Сухой остаток, мг/л	291,0–455,0
Окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л	8,7–22,5
Щелочность, мг экв./л	1,4–3,1
PO <sub>4</sub> , ион. мг/л	0,01–0,02

Раков измеряли от начала рostrума и до конца тельсона. Изменчивость показателей



а

развития и роста оценивали, используя стандартное отклонение (*s.d.*).

Удельную скорость весового роста ( $C_w$ , сут<sup>-1</sup>) рассчитывали по формуле:

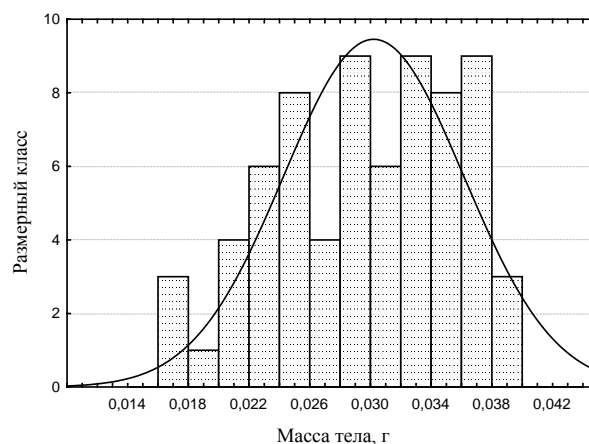
$$C_w = \frac{\ln W_\tau - \ln W_0}{\tau} \times 100 \quad (1),$$

где  $W_\tau$  – конечная масса, мг;  $W_0$  – начальная масса, мг;  $\tau$  – период роста, сутки.

Полученный материал обрабатывали с применением программного пакета «STATISTICA–6,0».

**Результаты.** Всего было получено в среднем 85 личинок II стадии на 1 самку в ваннах и 98 личинок на 1 самку в садке. Это меньше, чем от самок из озера Соминского (105 личинок на 1 самку) при инкубации личинок в инкубационном цехе на теплой сбросной воде [7].

Средняя длина личинок в возрасте 3 суток на второй стадии развития составила  $1,08 \pm 0,14$  см, преобладали особи в размерном диапазоне от 0,9 до 1,2 см (рисунок 3а). Средняя масса тела составила  $0,030,1 \pm 0,06$  г в интервале от 0,018 до 0,040 г с преобладанием особей 0,026–0,038 г (рисунок 3б). Коэффициент вариации по длине и массе тела составил 13,2 и 16,7 % соответственно. Приведенные размерно-весовые показатели аналогичны нашим ранее установленным данным для этого вида раков при получении и подращивании личинок в инкубационном цехе на теплой сбросной воде от самок из озер Соминского и Олтуш (Брестская область) [5–7]. Близкие результаты были отмечены в экспериментах по выращиванию молоди длиннопалого рака, проводимые в Польше [18].



б

**Рисунок 3 – Диапазон длины (а) и массы (б) тела личинок (II стадия) длиннопалого рака, полученных в инкубационном цехе на сбросной подогретой воде**

В таблице 2 приведены данные по росту молоди длиннопалого рака в садках в течение вегетационного периода. За 120 суток сеголеток достиг одинаковой средней длины тела независимо от начальной плотности посадки. Масса тела при начальной плотности посадки 100 экз./м<sup>2</sup> составила  $2,45 \pm 1,19$  г, что несколько выше, чем при 350 экз./м<sup>2</sup>. Однако эти различия статистически не значимы. Статистически достоверные различия в росте раков при различной плотности посадки отмечаются до 26 суток как по длине тела ( $t = 2,99$ ;  $p = 0,035$ ), так и по массе ( $t = 5,33$ ;  $p = 0,00001$ )(таблица 2).

Обращает на себя внимание достаточно широкий диапазон разнокачественности в размерах и особенно в массе тела (рисунок 4). Диапазон длины тела был достаточно узок и колебался от 2,5 до 6,5 см. Более всего было молоди в пределах 3,5–4,5 см. Это подтверждают и небольшие величины коэффициентов вариации, которые составили 20,8

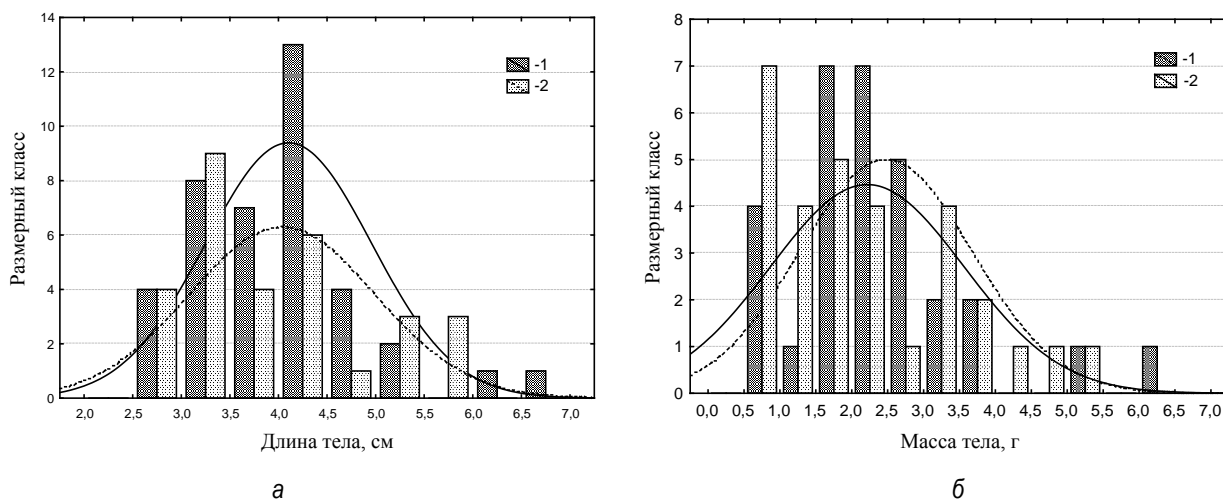
и 23,6 %. Диапазон массы тела сеголетка был более широкий, и, как следствие, коэффициенты вариации были также более высокими. В основном преобладали особи массой от 0,5 до 2,5 г. В конце вегетационного периода при плотности посадки 350 экз./м<sup>2</sup> коэффициент вариации (с.в.) значительно увеличился и оказался равным 60,9 % (таблица 2). Возможно, это связано с неблагоприятными условиями повышенной плотности, когда лидеры оказывают негативное влияние на меньших по размеру особей, подавляя их рост.

Как видно из таблицы 2, удельная скорость роста молоди при различной плотности посадки характеризовалась близкими величинами и закономерно снижалась с возрастом. Приведенные данные соответствуют аналогичным показателям при выращивании молоди длиннопалого рака с плотностью посадки 200 и 300 экз./м<sup>2</sup> в садках открытого и закрытого типа на сбросной подогретой воде Березовской ГРЭС [7].

**Таблица 2 – Динамика роста молоди длиннопалого рака в садках в течение вегетационного периода**

Период роста, сутки	Длина $\pm$ sd, см	с.в., %	Масса $\pm$ sd, г	с.в., %	Удельная скорость роста, сут. <sup>-1</sup>
Начальная плотность посадки 100 экз./м <sup>2</sup>					
26	$2,19 \pm 0,16^*$	7,3	$0,26 \pm 0,08^*$	30,7	8,6
72	$3,30 \pm 0,46$	13,9	$1,13 \pm 0,53$	46,9	2,7
120	$4,09 \pm 0,85$	20,8	$2,45 \pm 1,19$	48,6	1,6
Начальная плотность посадки 350 экз./м <sup>2</sup>					
26	$2,08 \pm 0,21^*$	10,1	$0,19 \pm 0,05^*$	26,3	7,3
72	$3,23 \pm 0,57$	17,6	$0,93 \pm 0,45$	48,4	2,8
120	$4,02 \pm 0,95$	23,6	$2,20 \pm 1,34$	60,9	1,5

Примечание: \* – различия статистически достоверны.



**Рисунок 4 – Диапазон длины (а) и массы (б) тела сеголетка длиннопалого рака при выращивании в садках на сбросной воде Березовской ГРЭС:**

1 – начальная плотность посадки 100 экз./м<sup>2</sup>; 2 – начальная плотность посадки 350 экз./м<sup>2</sup>

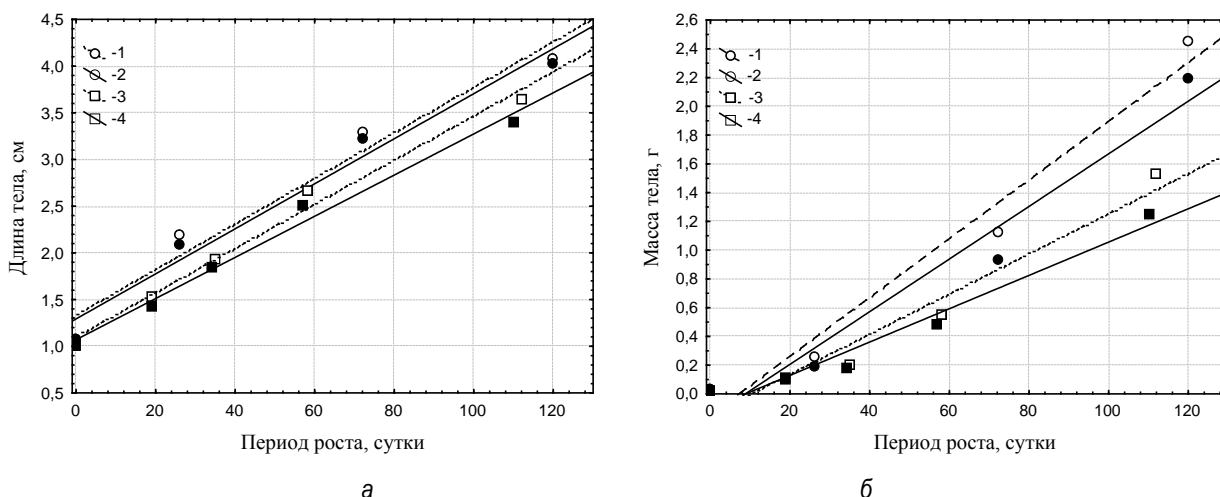


Рисунок 5 – Линейный (а) и весовой (б) рост длиннопалого рака в садках на сбросной воде Березовской ГРЭС при различной плотности посадки:  
 1 – начальная плотность 100 экз./м<sup>2</sup> (собственные данные); 2 – 350 экз./м<sup>2</sup> (собственные данные);  
 3 – 300 экз./м<sup>2</sup> [7]; 4 – 200 экз./м<sup>2</sup> [7];  
 1,2 (а) – прямые согласно уравнений 2,3;  
 1,2 (б) – прямые согласно уравнений 4,5

Линейный и весовой рост сеголетка в течение первого вегетационного сезона при садковом выращивании адекватно описывается уравнениями линейной регрессии, так же как и при плотности посадки 200 и 300 экз./м<sup>2</sup> (рисунок 5а, б).

Для расчета длины ( $L$ , см) и массы тела ( $W$ , г) в садках при начальной плотности 100 экз./м<sup>2</sup> (рисунок 5а):

$$L = 0,024\tau - 1,336 (R^2 = 0,96), \quad (2)$$

$$W = 0,020\tau - 0,146 (R^2 = 0,97), \quad (3)$$

где  $\tau$  – период роста, сутки.

Для расчета длины ( $L$ , см) и массы тела ( $W$ , г) в закрытых садках при начальной плотности 350 экз./м<sup>2</sup> (рисунок 5б):

$$L = 0,024 \tau - 1,293 (R^2 = 0,97), \quad (4)$$

$$W = 0,018\tau - 0,159 (R^2 = 0,95). \quad (5)$$

Как видно из рисунка 4, темп роста молоди длиннопалого рака при начальной плотности 100 и 350 экз./м<sup>2</sup> практически не различался, но оказался выше, чем при 200 и 300 экз./м<sup>2</sup>. В особенности это относится к массе тела (рисунок 5б). Разницу в темпе роста можно объяснить тем, что при прочих равных условиях температура в конце вегетационного сезона 2012 г. была значительно выше (рисунок 1), что несомненно сказалось на величине массы тела.

На рост раков влияет целый ряд факторов, но наиболее значимыми из них являются обеспеченность пищей, плотность посадки и температура воды. В наших экспериментах раки потребляли только естественную кормовую базу, которая развивалась в садках, и степень обеспеченности пищей не рассмат-

ривалась. Косвенным доказательством низкой обеспеченности кормом раков в садках могут быть средние размеры особей в них. Средняя масса молоди в конце вегетационного периода в садках была ниже на 45,8–46,5 % в сравнении с выращенным сеголетком в прудах [5; 7].

Анализ выживаемости длиннопалого рака при выращивании в садках показал, что на начальных этапах онтогенеза наблюдается резкое снижение этого показателя (рисунок 6). При повышенной плотности посадки 350 экз./м<sup>2</sup> за 26 суток численность молоди снизилась до 100 экз./м<sup>2</sup>, то есть более чем в 3 раза (рисунок 6б). Аналогичная тенденция наблюдается и при начальной плотности 200 и 300 экз./м<sup>2</sup> [7] (рисунок 6б). В отличие от этих вариантов при начальной плотности 100 экз./м<sup>2</sup> численность молоди снизилась всего до 70 экз./м<sup>2</sup>.

Величины плотности и смертности стабилизировались независимо от начальной плотности посадки, незначительно снижаясь к концу выращивания. Конечная плотность составила от 50 до 70 экз./м<sup>2</sup>. В отличие от этого показателя наблюдается совершенно различная динамика выживаемости раков в садках. Максимальная величина к концу вегетационного  $U^{-1}$  составила 50 % при плотности посадки 100 экз./м<sup>2</sup>. Далее ее величина закономерно снижалась при увеличении начальной плотности посадки. Однако, как видно из рисунка 6б, при плотности посадки 350 экз./м<sup>2</sup> выживаемость примерно в 1,5 раза выше, чем при 200 и 300 экз./м<sup>2</sup>.

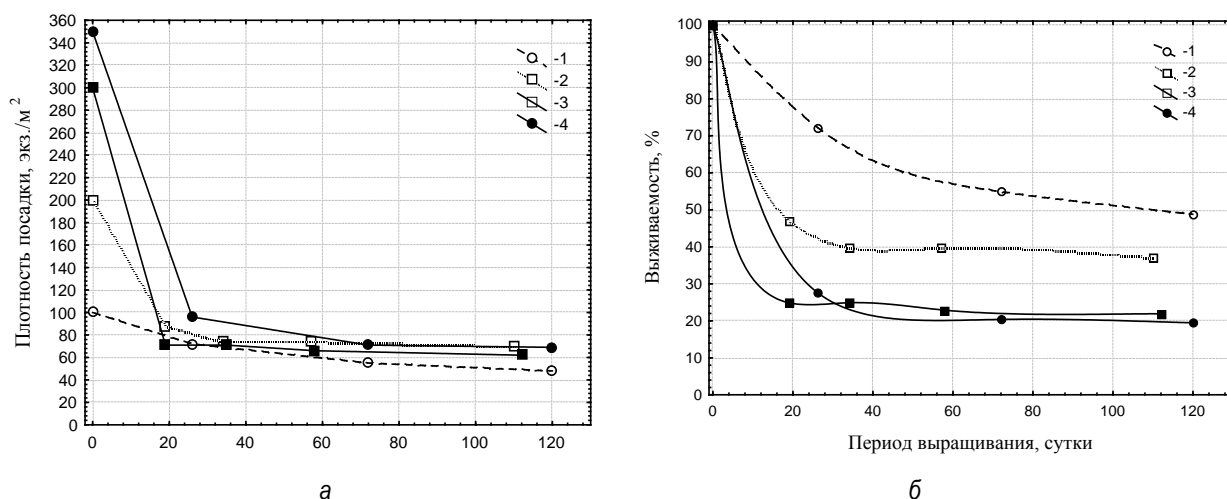


Рисунок 6 – Динамика плотности посадки (а) и выживаемости (б) сеголетка длиннопалого рака при выращивании в садках за вегетационный период:  
1 – начальная плотность посадки 100 экз./м<sup>2</sup>; 2 – 200 экз./м<sup>2</sup>; 3 – 300 экз./м<sup>2</sup>; 4 – 350 экз./м<sup>2</sup>;  
1, 4 – собственные данные; 2, 3 [7]

В качестве сравнения выживаемость молоди длиннопалого рака при выращивании в Турции в пластиковых бассейнах [18] в зависимости от плотности изменялась от 61,0 % (200 экз./м<sup>2</sup>) до 85,4 % (50 экз./м<sup>2</sup>) [18]. По нашему мнению, в экспериментах качество воды и обеспеченность пищей были удовлетворительными и не могли оказывать значительного влияния на рост и выживаемость молоди раков. Недостаток места, возможно, был лимитирующим фактором. В нашем же случае выживаемость молоди была в 3 раза меньше при начальной плотности посадки 350 экз./м<sup>2</sup> и на 1,5 раза при 100 экз./м<sup>2</sup>.

**Заклучение.** Максимальная смертность молоди длиннопалого рака наблюдается в течение первого месяца выращивания и далее она относительно стабилизируется. Низкую выживаемость молоди длиннопалого рака на начальных этапах онтогенеза и дальнейшую ее стабилизацию необходимо учитывать при организации полуинтенсивной аквакультуры (получение и выращивание молоди раков с последующим зарачиванием естественных водоемов). Целесообразно планировать подращивание молоди раков в строго контролируемых условиях только в течение первого месяца жизни, что значительно сократит материальные затраты.

При выращивании сеголетка в садках, помещенных в земляные пруды на сбросной подогретой воде Березовской ГРЭС, плотность посадки личинок II стадии не должна быть больше 100 экз./м<sup>2</sup>. Более высокую начальную плотность можно рекомендовать

при внесении дополнительной подкормки и размещении в садках убежищ для раков.

#### 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. акад.; 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. Колмыков, Е.В. Проблемы и перспективы товарного выращивания рака в дельте Волги / Е.В. Колмыков // Проблемы охраны, рационального использования и воспроизводства речных раков: сб. науч. ст.; редкол.: С.И. Никоноров (общ. ред.) [и др.]. – М.: ТОО «Мединор». – 1997. – С. 116–118.
5. Кулеш, В.Ф. Биология культивирования промысловых видов пресноводных креветок и речных раков на теплых водах / В.Ф. Кулеш. – М.: Новое знание, 2012. – 328 с.
6. Кулеш, В.Ф. Получение сеголетка длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) в поликультуре с использованием сбросной подогретой воды теплостанции / В.Ф. Кулеш,

- А.В. Алехнович // Докл. НАН Беларуси, 2004. – Т. 48. – № 3. – С. 68–72.
7. 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 // Гидробиологический журнал. – 2010. – Т. 46. – № 1. – С. 47–61.
  8. 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.
  9. Кулеш, В.Ф. 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.] // Сб. науч. тр. / РУП «Институт рыбного хозяйства». – Минск, 2008. – Вып. 24: Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – С. 281–284.
  10. 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. Веселовзоров [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 1994. – 68 с.
  11. Раколовство и раководство на водоемах европейской части России: справочник / О.И. Мицкевич (общ. ред.) [и др.]. – МПб.: ФГНУ ГосНИОРХ, 2006. – 207 с.
  12. Способ получения и выращивания личинок речных раков: пат. 2099943 Российская Федерация, МПК (1996) А01К061 / 00, С1 / Е.Н. Александрова, С.И. Веселовзоров, Е.В. Аверьянова. – № 96119124; опубл. 20.01.97 // Изобретения (заявки и патенты) / Всерос. науч.-исслед. ин-т ирригац. рыбоводства. – 1997. – № 36 (II ч.). – С. 180–181.
  13. Способ получения посадочного материала Длиннопалого рака *Astacus leptodactylus* Esch.: пат. 11302 ВУ, CI 2008.10.30. / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович // Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы. – 2008. – № 5. – С. 44–45.
  14. Технология выращивания молоди раков до массы 1 г в установках с замкнутым водоснабжением / А.Ю. Киселев, Г.Е. Новосельцев, В.И. Филатов [и др.]. – М.: ВНИИПРХ, 1995. – 12 с.
  15. Holdich, D.M. A review of astaciculture: freshwater crayfish farming / D.M. Holdich // Aquat. Living Resour. – 1993. – № 6. – P. 307–317.
  16. Mazlum, Y. Stoking density affects the growth, survival, cheliped injuries of third instars of narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* Eschsholtz.1823 juveniles / Y. Mazlum // Crustaceana. – 2007. – Vol. 80, № 7. – P. 803–815.
  17. 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.
  18. Ulikowski, D. A comparison of survival and growth in juvenile *Astacus leptodactylus* (Esch.) and *Pacifastacus leniusculus* (Dana) under controlled conditions / D. Ulikowski, T. Krzywosz, P. Smietana // Bull. Fr. Peche Piscic. – 2006. – Vol. 380–381. – P. 1245–1253.

#### SUMMARY

*The growth and survival of juvenile clawed cancer (Astacus leptodactylus Esch.) in cages in relief heated water of Berezovskaya State District Power Station (Brest region) were researched. The initial stocking density of larvae II stage was 100 and 350 specimens/m<sup>2</sup>. It is shown that when growing fry in cages placed in earth ponds in relief heated water of Berezovskaya State District Power Station, the density of planting of larvae II stage should not be more than 100 specimens/m<sup>2</sup>. Higher initial density is recommended for making extra feeding and placing in cages for crayfish refuges.*

Поступила в редакцию 20.11.2012 г.