

Министерство образования Республики Беларусь  
Министерство природных ресурсов  
и охраны окружающей среды Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Международный государственный экологический  
институт имени А. Д. Сахарова»  
Белорусского государственного университета

# **САХАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2018 ГОДА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ XXI ВЕКА**

## **SAKHAROV READINGS 2018: ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE XXI CENTURY**

**Материалы 18-й международной научной конференции**

17–18 мая 2018 г.  
г. Минск, Республика Беларусь

В трех частях  
Часть 2

Минск  
“ИВЦ Минфина”  
2018

УДК 504.75(043)

ББК 20.18

С22

Материалы конференции изданы при поддержке Департамента по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС

Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь  
и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований

**Редколлегия:**

*Батян А. Н.*, доктор медицинских наук, профессор, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Головатый С. Е.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Голубев А. П.*, доктор биологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Гончарова Н. В.*, кандидат биологических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Иванюкович В. А.*, кандидат физико-математических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Красовский В. И.*, кандидат технических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Мишаткина Т. В.*, кандидат философских наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Пашинский В. А.*, кандидат технических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Петренко С. В.*, кандидат медицинских наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;  
*Плавинский Н. А.*, кандидат исторических наук, доцент, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

**Под общей редакцией:**

доктора физико-математических наук, профессора *С. А. Маскевича*,  
доктора сельскохозяйственных наук, профессора *С. С. Позняка*

С22

**Сахаровские** чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2018 : environmental problems of the XXI century : материалы 18-й международной научной конференции, 17–18 мая 2018 г., г. Минск, Республика Беларусь : в 3 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : А. Н. Батян [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, д-ра с.-х. н., проф. С. С. Позняка. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – Ч. 2. – 256 с.

ISBN 978-985-7205-20-2.

В сборник включены тезисы докладов по вопросам философии, социально-экономическим и биоэтическим проблемам современности, образованию в интересах устойчивого развития, а также по медицинской экологии и биоэкологии. Рассматриваются аспекты радиобиологии, радиоэкологии и радиационной безопасности, информационных систем и технологий в экологии и здравоохранении, решения региональных экологических задач. Уделено внимание экологическому мониторингу и менеджменту, возобновляемым источникам энергии и энергосбережению.

Научные исследования рассчитаны на широкий круг специалистов в области экологии и смежных наук, преподавателей, аспирантов и студентов высших и средних учреждений образования.

УДК: 504.75(043)  
ББК 20.18

ISBN (ч. 2) 978-985-7205-20-25 (ч. 2)  
ISBN 978-985-7205-18-9

© МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2018  
© Оформление УП “ИВЦ Минфина”, 2018

# ОПЫТ КРУГЛОГОДИЧНОГО ПОДРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ШИРОКОПАЛОГО РАКА *ASTACUS ASTACUS* В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

## YEAR-ROUND EXPERIENCE OF GROWING UP OF FINGERLINGS OF NOBLE CRAYFISH *ASTACUS ASTACUS* LINNAEUS, 1758 IN BELARUS

**А. П. Голубев<sup>1</sup>, А. В. Алехнович<sup>2</sup>, О. А. Бодиловская<sup>1</sup>, Анилкумар Гопинатхан<sup>3</sup>  
A. Golubev<sup>1</sup>, A. Alekhnovich<sup>2</sup>, O. Bodilovskaya<sup>1</sup>, Anilkumar Gopinathan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Университет ВИТ, г. Веллур, штат Тамилнаду, Индия  
algiv@rambler.ru

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Scientific and Practical Centre on Bioresources of National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>School of Biosciences and Technology, VIT University, Vellore, Tamil Nadu, India

В Беларуси *A. astacus* достигает товарного размера (8–9 см) в возрасте 4 лет, тогда как в Западной Европе с более теплым климатом – на год раньше. Поэтому мы провели эксперимент по круглогодичному подращиванию новорожденных *A. astacus*. Первоначально они выращивались при разных плотностях в рыбоводных лотках под открытым небом в течение 3 мес. (июль – начало октября), а затем в лабораторных аквариумах в течение 6 мес. (октябрь – начало апреля). Температура воды в лотках изменялась от 25 °С летом до 12 °С осенью, а при зимнем выращивании – в пределах 18–20 °С. В летний и зимний периоды роста выживаемость молоди в разных лотках и аквариумах варьировала в пределах 29–38 % и 50–80 % соответственно. Средняя масса особей в возрасте прилб. 10 мес. варьировались в пределах 668–939 мг соответственно. Ювенильные особи *A. astacus* в природных водоемах Беларуси достигли аналогичной массы тела лишь к концу второго года их жизни. Таким образом, примененный нами метод позволяет сократить сроки достижения товарных размеров у молоди *A. astacus* от 4 до 3 лет.

In Belarus *A. astacus* reaches of marketable size (8–9 cm) at the age of 4 years, whereas in Western Europe, with a more warm climate it attains such dimensions one year earlier. Therefore, we conducted an experiment on year-round growing of newborns *A. astacus*. Initially, they were grown at different densities in fishponds under the open sky for 3 months (July-early October), and then in laboratory aquariums for 6 months (October-early April). The water temperature in the trays varied from 25 °C in the summer to 12 °C in autumn, and during winter cultivation it was within 18–20 °C. During the summer and winter growth periods, juvenile survival in different trays and aqua-rumas varied within the limits of 29–38 % and 50–80 %, respectively. At summer and winter growing period, survival of young in different trays and aquaria varied in the limits 29–38 % and 50–80 % respectively. The average mass of individuals aged approx. 10 months ranged from 668–939 mg, respectively. Juvenile *A. astacus* in the natural reservoirs of Belarus reached a similar body weight only by the end of the second year of their life. Thus, the method used by us allows us to shorten the timeframe for achieving commodity sizes in *A. astacus* juveniles from 4 to 3 years.

*Ключевые слова:* широкопалый рак *Astacus astacus*, аквакультура, молодь, летнее и зимнее подращивание, рост, выживаемость.

*Keywords:* noble crayfish *Astacus astacus*, aquaculture, fingerlings, summer and winter growing up, growth, survival.

Широкопалый рак *Astacus astacus* Linnaeus, 1758 – один из наиболее ценных ресурсно-коммерческих видов пресноводных беспозвоночных Европы. Рыночная стоимость продукции из *A. astacus* него в 5 раз и более раз выше, чем из других европейских раков как аборигенных (комплекс видов *A. leptodactylus*), так и инвазивных (*Pacifastacus leniusculus*, *Orconectes limosus*); тем не менее, спрос на нее остается устойчивым и высоким. Однако, начиная со второй половины XX в. в силу многих причин (неконтролируемый промысел, гидромелиоративные мероприятия, загрязнение водоемов, массовые эпизоотии, вытеснение *A. astacus* инвазивными видами речных раков и др.), природные запасы *A. astacus* во многих странах Европы сильно снизились [1]. В ряде стран, в том числе и Беларуси, он включен в списки редких и исчезающих видов, что законодательно исключает возможности его промысла. В современных условиях единственным способом удовлетворения рыночного спроса на продукцию *A. astacus* является его выращивание в аквакультуре, которое успешно осуществляется в ряде европейских стран, прежде всего – в Германии [2].

Однако в водоемах Беларуси *A. astacus* достигает товарных размеров (8–9 см) лишь в возрасте четырех лет, тогда как в странах Западной Европы с более продолжительным и теплым сезоном вегетации – в возрасте

трех и даже двух лет. Поэтому полноциклическая аквакультура (от новорожденных личинок до особей товарных размеров) *A. astacus* на открытом воздухе, например, в рыбоводных прудах или небольших озерах, в Беларуси потребует существенно больших финансовых расходов, чем в Западной Европе, что вынуждает искать способы сокращения периода выращивания *A. astacus* в условиях аквакультуры. В этой связи нами проведен производственный эксперимент по круглогодичному подращиванию новорожденной молоди *A. astacus* в условиях Беларуси. Подращивание в летний период проводилось в Частном торгово-производственном предприятии (ЧТПП) «Рыбачье подворье» в д. Коровчино (Дрибинский р-н Могилевской обл.), а в осенне-зимний – в аквариальном помещении МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ.

Новорожденных личинок *A. astacus*, полученных от яйценосных самок, отловленных в середине июня 2015 г. в близлежащем водоеме, выращивали в течение трех месяцев (4 июля – 6 октября 2015 г.) в 4-х рыбоводных лотках с площадью дна 3,18 м<sup>2</sup>, установленных на открытом воздухе. В лотки подавалась вода из близлежащего водохранилища. Начальная плотность посадки личинок в лотках составляла 15,7, 31,4, 141,5 и 157,2 экз·м<sup>-2</sup>. Молодь кормили концентрированным озерным зоопланктоном, а также мелко нарезанными вареными морковью и картофелем. Температура в период выращивания в лотках изменялась от 20–25 °С в июле-августе до 12–15 °С – в сентябре – начале октября.

В конце периода выращивания выживаемость молоди в разных лотках изменялась в пределах 29–38 %, что значительно выше, чем аналогичных показателей для природных водоемов – не более 3–5 %. Средняя масса особей в садках снижалась с увеличением их средней плотности за период выращивания – 392 до 266 мг. Полученные значения соответствуют таковым у сеголетков *A. astacus* из природных водоемов в конце первого года жизни. Суммарная биомасса сеголетков *A. astacus* в садках в конце периода подращивания линейно возрастала с увеличением плотности посадки. Следовательно, емкость среды для молоди в исследованном диапазоне плотностей посадки оказалась далекой от исчерпания. Поэтому выращивание личинок *A. astacus* в лотках можно проводить и при более высоких начальных плотностях их посадки – не менее 200–300 экз·м<sup>-2</sup>.

Подращенную в садках молодь перевезли в аквариальное помещение, где их выращивали при четырех вариантах плотности посадки: I. Индивидуальное выращивание в сосудах объемом 1 л; II – IV – групповое выращивание в стеклянных аквариумах при начальных плотностях посадки соответственно 180, 72,5, 145 и 211 экз·м<sup>-2</sup>. Длительность выращивания составила 6 месяцев: от 7 октября 2015 г. до 6 апреля 2016 г. Температура воды в аквариумах в период подращивания изменялась в пределах 18–21 °С. Молодь кормили живыми личинками *Chironomus* spp. и дафниями *Daphnia magna*. Корм задавали с избытком, воду в сосудах меняли 2–3 раза в неделю, в аквариумах – не реже 2 раз в месяц.

Средняя масса *A. astacus* в сериях I – IV в начале зимнего подращивания составляла соответственно 283, 258, 349 и 262 мг, а в его конце – соответственно – 778, 749, 939 и 668 мг. Выживаемость рачков при одиночном содержании достигала 90 %, а в аквариумах изменялась в пределах 50–80 %. Размеры тела особей к окончанию осенне-зимнего подращивания изменялись в пределах 24–39 мм. Таких размеров и массы тела молодь *A. astacus* в природных водоемах Беларуси достигает лишь к концу второго года жизни.

При зимнем подращивании установлена отрицательная зависимость между плотностью посадки молоди и массой их тела. Рост особей в условиях повышенной плотности посадки приводит к постепенному исчерпанию ресурсов жизненного пространства для них. Поэтому в условиях постоянной плотности при достижении особями определенных размеров их рост может вообще прекратиться. Это ставит под сомнение экономическую целесообразность зимнего подращивания более старших, соответственно, и более крупных особей *A. astacus*, поскольку его основной целью является ускорение роста особей по сравнению с их ростом в природных водоемах. С другой стороны, установленная зависимость дает возможность альтернативы, исходя из задач аквакультуры, получения большего числа мелких особей или же меньшего числа более крупных.

7 апреля 2016 г. подращенную молодь *A. astacus* вселили в земляной пруд площадью 0,15 гектара, находящийся в ЧТПП «Рыбачье подворье». Контрольный облов пруда в середине октября 2016 г. показал, что молодь достигла размеров тела 6 см и массы 13 г. При дальнейшем выращивании в пруду такие особи достигнут товарных размеров уже в следующий, третий для них, сезон вегетации.

Таким образом, в условиях Беларуси зимнее подращивание сеголетков *A. astacus* позволяет сократить возраст достижения ими товарных размеров с четырех до трех лет. Это соответствует срокам получения товарной продукции *A. astacus* при полноциклическом прудовом выращивании в странах Западной Европы с более теплым климатом и позволяет значительно снизить ее себестоимость в Беларуси.

Исследования проведены в рамках международного проекта «Эколого-биохимические подходы в регуляции роста и размножения у жаброногих и десятиногих раков в аспекте их потенциального использования в аквакультуре» (2015–2016), выполненного в МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ и Университете ВИТ (г. Веллуру, Индия). Проект финансировался ГКНТ Республики Беларусь и Департаментом по науке и технологиям Республики Индия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алехнович, А. В. Речные раки Беларуси в современных условиях: распространение, динамика численности, продукционно-промысловый потенциал / А. В. Алехнович. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 304 с.
2. Keller M. M. Yield experiments with freshwater crayfish *Astacus astacus* (L.) in aquaculture // Freshwater Crayfish. – 1995. – Vol. 10. – P. 506–511.