

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-87-94
УДК 639.31(075)

БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ПРУДОВ VI РЫБОВОДНОЙ ЗОНЫ

Л. Ю. Лагуткина¹, Е. Г. Кузьмина¹, М. Г. Бирюкова², Е. В. Першина¹

¹ *Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

² *Астраханский государственный заповедник,
Астрахань, Российская Федерация*

Рассмотрены перспективы организации выращивания в VI рыболовной зоне теплолюбивых объектов – австралийских раков и пресноводной креветки. Разведение австралийских раков и пресноводной креветки экономически привлекательно для предпринимателей, которые располагают ограниченным фондом прудовых площадей. При этом прудовые экосистемы требуют индивидуального изучения и подхода с точки зрения экологических условий содержания выращиваемого вида и естественной кормовой базы, обуславливающих биологическую продуктивность водоемов. На сегодняшний день в Астраханской области не выработаны четкие рекомендации по летнему содержанию объектов тепловодной аквакультуры, в частности австралийских раков и пресноводной креветки. С целью освоения культивирования новых объектов тепловодной аквакультуры в 2017–2019 гг. на малом инновационном предприятии «Современный рыболовный комплекс Шараповский» исследован производственный потенциал прудов различных категорий, использованных для получения товарной продукции, изучены кормовая база, биомасса зоопланктона и зообентоса, которые удовлетворяют пищевым потребностям выращиваемых объектов. В результате экспериментальных работ установлено, что в пруду № 2, где выращивалась пресноводная креветка, отмечалось 5 видов ветвистоусых ракообразных и один представитель из группы Rotifera, в то время как в пруду № 1, специализирующемся на разведении австралийского рака, насчитывалось 4 вида коловраток, а из Cladoseга представлен только один вид. Предположительно, наблюдаемый видовой состав исследуемых прудов обусловлен избирательностью в потреблении зоопланктона выращиваемыми объектами. Рассмотрена возможность повышения биологической продуктивности прудов путем попеременного выращивания аквакультурной и сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: австралийский рак, пресноводная креветка, пруды, биологическая продуктивность, кормовая база, зоопланктон, зообентос, численность, биомасса, летование.

Для цитирования: Лагуткина Л. Ю., Кузьмина Е. Г., Бирюкова М. Г., Першина Е. В. Биологическая продуктивность прудов VI рыболовной зоны // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 87–94. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-87-94.

Введение

Биологические особенности австралийских раков и пресноводной креветки позволяют получать высококачественную продукцию в течение вегетационного периода, при этом содержание

этих тропических видов экономически привлекательно для фермеров, которые располагают ограниченным фондом прудовых площадей. Прудовой метод выращивания подрощенной молоди массой 1,0–1,5 г до товарной массы наиболее экономически выгоден, при устойчивой кормовой базе реализуется продукционный потенциал этих быстрорастущих видов. Существует реальная возможность организации выращивания в VI рыбоводной зоне теплолюбивых объектов. Разведение товарного австралийского рака и пресноводной креветки весьма перспективно в связи с тем, что рыбоводные фермы имеют ряд преимуществ выращивания на естественной кормовой базе (зоопланктон и зообентос), однако необходимо производить оценку кормовой базы, а в некоторых случаях и направленное формирование ее устойчивости. Полученные нами результаты экспериментального выращивания в прудах австралийских раков и пресноводных креветок подтвердили высокую эффективность и перспективность их выращивания в условиях открытого рыбоводного пруда. При этом существует прямая зависимость результатов выращивания от условий содержания, сформированных в том или ином пруду.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на опытных прудах предприятия «Современный рыбоводный комплекс Шараповский» (Астраханская область) площадью 0,5 га, при этом использовались мальковые пруды. Ложа прудов имеют правильную инженерную планировку, с отсутствием не спускных участков, неровностей и сильной зарастаемости.

При зарыблении (как правило, в июне) использовали качественную посадочную молодь, не травмированную, клинически здоровую, массой 150–500 мг. Плотность посадки молоди в пруду № 1 составила в среднем 8 тыс. шт. австралийских раков, в пруду № 2 – 2,5 тыс. шт. пресноводных креветок. Гидрохимический режим поддерживался согласно нормативам для карповых прудов.

Оценку пищевой обеспеченности проводили по концентрации биомассы кормовой базы. Материалом для исследования послужили пробы зоопланктона, зообентоса используемых прудов. Отбор проб зоопланктона проводили путем процеживания 50 л воды с помощью сети Апштейна, погружаемой в центральной точке пруда и возле монаха. Обловленный планктон сливали в склянку, промыв при этом сеть несколько раз, фиксировали 40 %-м формалином в количестве 7 % от объема отобранной пробы.

Пробы бентоса отбирали при помощи дночерпателя Петерсена с захватом площади 157,5 см², затем пробы промывали, разбирали на месте отбора и фиксировали 4 %-м формалином.

Определение зоопланктона и зообентоса выполняли по общепринятым в рыбоводной практике методикам, согласно руководству к методам гидробиологического анализа [3].

Необходимо отметить, что первоначальное формирование кормовой базы происходит частично за счет организмов, попадающих с водой при заливке прудов, а также пополняется путем выведения из покоящихся стадий гидробионтов, находящихся в грунте водоема. Достаточность кормовой базы, соответствующей требованиям организма тропических видов на разных этапах развития, в значительной степени определяет эффективность их выращивания.

Подготовка прудов к летней эксплуатации проходила в плановом режиме, ложа прудов подвергли боронованию, не нарушая уклоны и каналы рыбосбросной сети, сохраняя дерновый слой и луговую растительность; скошенная растительность была размещена на дамбах. Через рыбосороуловитель (для исключения попадания сорной рыбы) производили заливку прудов; воду набирали быстро во избежание раннего развития нитчатых водорослей.

В свежезалитом пруду температура воды постепенно увеличивалась от 10 до 21 °С, в этих условиях происходило массовое развитие зоопланктона и бентоса.

Максимальная зарастаемость ложа прудов высшей водной растительностью составляла примерно 15 % общей акватории вдоль берега, до наполнения водой ложа прудов покрывала мягкая луговая растительность. После заполнения прудов в конце мая эта растительность сохранялась в первые недели, после чего ее заместили мягкие водоросли и высшая водная растительность (рис. 1).



Рис. 1. Береговая мелководная зона прудов № 1 (а) и № 2 (б)

Естественная кормовая база (биомасса зоопланктона и бентоса) соответствовала видовому составу *нагульных* прудов VI зоны рыбоводства, эксплуатируемых в экстенсивном режиме [1–4]. Нарушение соответствия (недоступность кормовых организмов для выращиваемых объектов) приводит к снижению интенсивности питания, к отставанию роста; в некоторых случаях объекты оказываются не обеспеченными кормом даже при обилии его в водоеме.

Учитывая, что молодь австралийских раков и пресноводной креветки в первый месяц содержания в прудовых условиях питается в том числе и обрастаниями, в прудах устанавливали специальные погружные мешки с сеном (кутец) в количестве 30 шт. на расстоянии 50 см друг от друга для образования обрастаний.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования проводили в 2019 г. на СПК «Шараповский»; произведен отбор зоопланктонных и бентосных проб с прудов, где выращивались австралийские раки и пресноводные креветки. Данные организмы в естественных условиях являются потребителями планктонных организмов, детрита растительного и животного происхождения, бентосных организмов. Зоопланктон и обрастания потребляет в основном молодь, взрослые особи потребляют зоопланктон в виде случайного компонента либо вынужденной пищи [5].

Сравнительный анализ изменений количественных характеристик зоопланктона проводили с использованием критерия Краскела – Уоллиса, подсчитывали величину соотношения численности (N) Cladocera и Copepoda (N_{Clad}/N_{Cop}) и соотношения биомасс (B) Rotifera и Crustacea (B_{Rot}/B_{Crust}).

По результатам проведенного анализа было выявлено, что в пруду № 1, где содержались австралийские раки, в процентном соотношении основных групп зоопланктона по численности и биомассе преобладали веслоногие ракообразные – 50,06 и 78,42 % соответственно. Малочисленными являлись коловратки – 10,23 и 0,47 % соответственно (рис. 2).

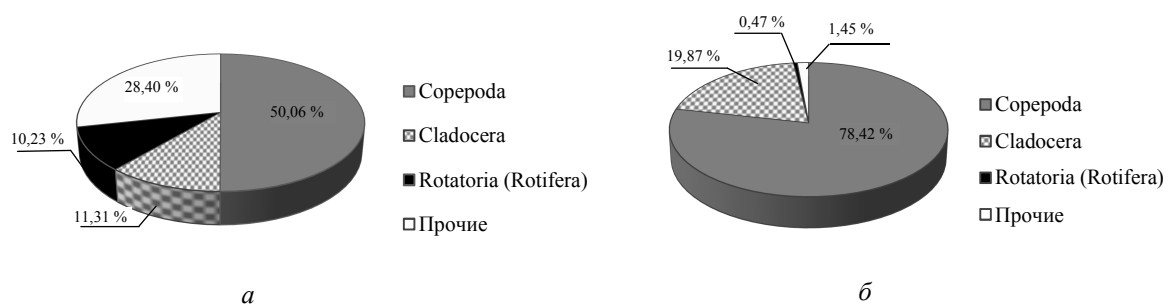


Рис. 2. Группы зоопланктона, пруд № 1:
а – численность; б – биомасса

Из всего видового состава по численности доминируют *nauplii cyclopoida* – 17 тыс. экз./м³; *coceropoditte cyclopoida* – 18 тыс. экз./м³; *Diaphanosoma dubium* – 11,75 тыс. экз./м³, яйца *Metacyclops gracilis* – 27, 5 тыс. экз./м³.

По биомассе в доминантный комплекс входили *coceropoditte cyclopoida* – 263,6 мг/м³, *Paracyclops affinis* – 242,5 мг/м³, *Sinodiaptomus sarsi* – 313,5 мг/м³, *Diaphanosoma dubium* – 230,5 мг/м³ (рис. 3).

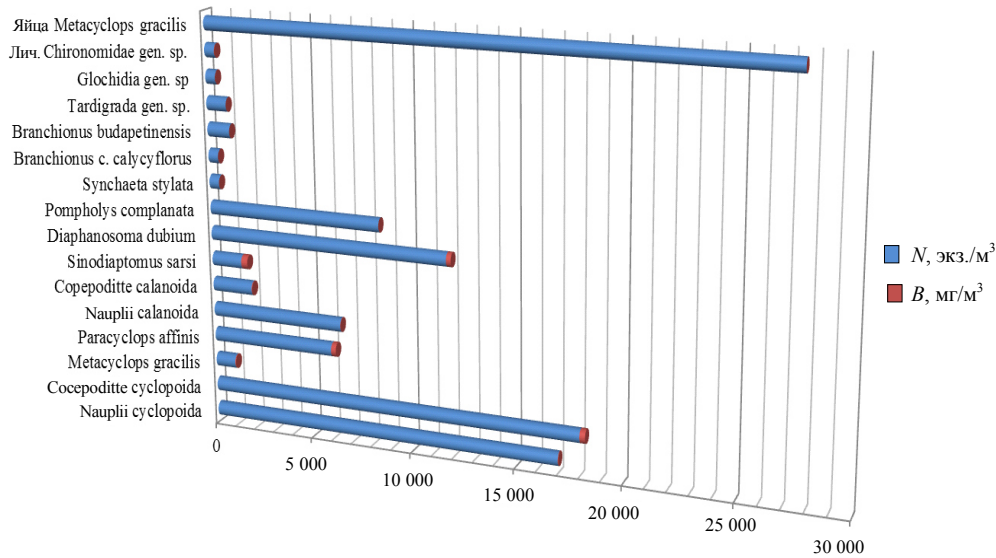


Рис. 2. Зоопланктон: соотношение численности и биомассы – пруд № 1

Следует отметить, что ветвистоусый рачок *Diaphanosoma dubium* и циклопы копепоидитной стадии развития являются основными компонентами зоопланктоного сообщества пруда № 1, где выращивается австралийский рак.

В пруду № 2 в процентном соотношении основных групп зоопланктона по численности и биомассе преобладали веслоногие ракообразные – 77 и 85,6 % соответственно. Малочисленными являлись организмы, относимые к прочим – 0,4 % по численности и по биомассе, коло-вратки – 0,12 % (рис. 4).

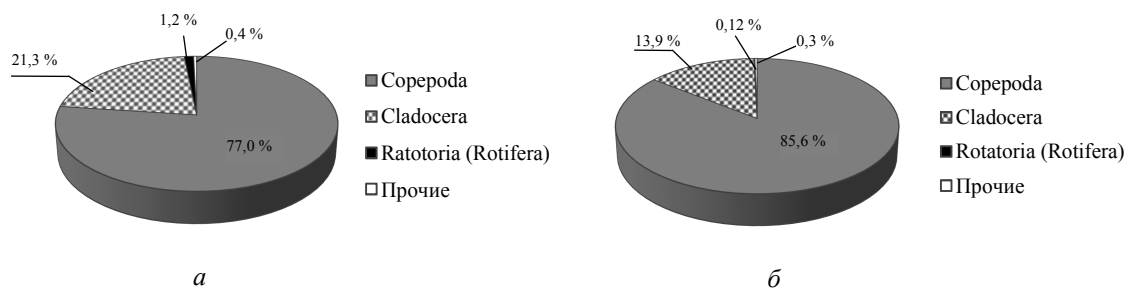


Рис. 4. Группы зоопланктона, пруд № 2:
а – численность; б – биомасса

Из всего видового состава в доминирующую группу по численности входят *nauplii cyclopoida* – 13,5 тыс. экз./м³, *coceropoditte cyclopoida* – 24,5 тыс. экз./м³; *Metacyclops gracilis* – 15 тыс. экз./м³ (рис. 5).

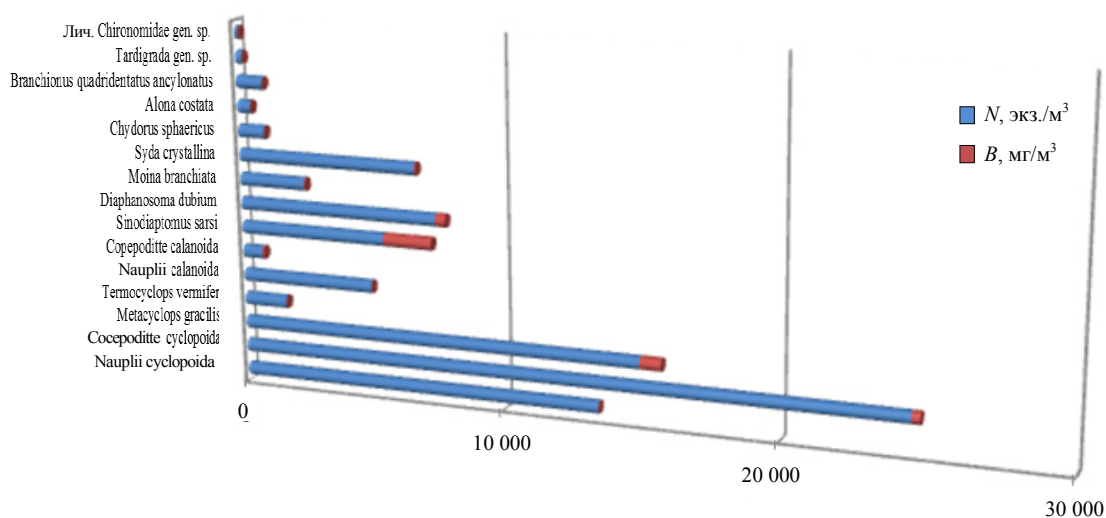


Рис. 5. Зоопланктон: соотношение численности и биомассы – пруд № 2

По биомассе в доминантный комплекс входили *copepodite cyclopoida* – 310,15 мг/м³; *Metacyclops gracilis* – 777,1 мг/м³; *Sinodiaptomus sarsi* – 1 822,5 мг/м³; *Diaphanosoma dubium* – 380,9 мг/м³. Следует отметить, что циклопы копепоидитной стадии развития и половозрелые особи *Metacyclops gracilis* в пруду № 2, где выращивается пресноводная креветка, являются основными компонентами зоопланктонного сообщества.

Рассматривая видовой состав исследуемых водоемов, можно отметить, что в пруду № 2 насчитывается пять видов ветвистоусых ракообразных (*Diaphanosoma dubium*, *Moina branchiata*, *Syda crystallina*, *Chydorus sphaericus*, *Alona costata*) и один представитель из группы Rotifera (*Branchionus quadridentatus ancydonatus*), в то время как в пруду № 1 – четыре вида колероваток (*Pompholyx complanata*, *Synchaeta stylata*, *Branchionus c. calycyflorus*, *Branchionus budapestinensis*), а из Cladocera представлен только один вид (*Diaphanosoma dubium*).

Считаем наиболее вероятным, что наблюдаемый видовой состав исследуемых нами прудов обусловлен избирательностью в потреблении зоопланктона выращиваемыми объектами.

Сравнительный анализ изменений количественных характеристик зоопланктона проводили с использованием критерия Краскела – Уоллиса; для пруда № 1 он составил (NC_{Clad}/NC_{Cop}) – 0,22596154, ($BRot/BCrust$) – 0,01306413; для пруда № 2: (NC_{Clad}/NC_{Cop}) – 0,277039848, ($BRot/BCrust$) – 0,001211073. Следовательно, в обоих водоемах соотношение численности Cladocera и Copepoda и соотношение биомасс Rotifera и Crustacea имеют сравнительно одинаковое расхождение медиан.

На протяжении всего периода выращивания австралийских раков и пресноводной креветки отмечается ограниченность кормовой базы в бентосных организмах; в конце июня в пробах отсутствовали личинки комаров-хируномид, на всем протяжении выращивания их концентрация была невелика 0,5–0,7 г/м². Низкая кормность и неустойчивая пищевая обеспеченность выращиваемых объектов влияет на снижение общей продуктивности [6, 7]; в конце периода выращивания наблюдалась существенная вариативность средней массы тела полученных австралийских раков (25–90 г) и пресноводных креветок (15–50 г).

Значительное влияние на адаптацию к естественным условиям и, как следствие, высокий темп роста тропических объектов аквакультуры оказывают наличие и состав мягкой высшей водной растительности, т. к. различные макрофиты, такие как рогоз, осоки и их стебли, листья и молодые побеги, охотно поедаются австралийскими раками и пресноводными креветками.

В проведенных ранее экспериментах было установлено, что существует возможность повышения биопродуктивности прудов «естественным» путем за счет летования и попеременного выращивания на их территории аквакультурной и сельскохозяйственной продукции (например, бахчевых и зерновых культур [6, 7]) (табл.).

Динамика зоопланктона и зообентоса при выведении прудов на летование

Зоопланктон	В начале вегетационного периода				В конце вегетационного периода			
	<i>N</i> , экз./м ³	<i>B</i> , г/м ³	<i>N</i> , %	<i>B</i> , %	<i>N</i> , экз./м ³	<i>B</i> , г/м ³	<i>N</i> , %	<i>B</i> , %
до летования								
<i>Всего</i>	56 625	1,93	100	100	92 125	0,85	100	100
после летования								
<i>Всего</i>	133 375	3,9	100	100	115 125	2,28	100	100
Зообентос	В начале вегетационного периода				В конце вегетационного периода			
	<i>N</i> , экз./м ²	<i>B</i> , г/м ²	<i>N</i> , %	<i>B</i> , %	<i>N</i> , экз./м ²	<i>B</i> , г/м ²	<i>N</i> , %	<i>B</i> , %
до летования								
<i>Всего</i>	40	0,42	100	100	16	0,65	100	100
после летования								
<i>Всего</i>	344	1,5	100	100	120	4,3	100	100

По результатам гидробиологического анализа установлено, что обеспеченность прудов естественной кормовой базой составила 100 %, т. е. кормовая база прудов полностью обеспечивала кормовые потребности выращиваемого объекта. Существенно улучшился гидробиологический режим прудов, что привело к установлению оптимального уровня естественной кормовой базы, который удовлетворяет пищевые потребности объектов, выращиваемых в поликультуре (например, карповых, растительноядных рыб, ракообразных).

Необходимо отметить, что биомасса зоопланктона после выведения прудов на летование в начале вегетационного периода увеличивается в 2,0 раза (по сравнению с прудами, используемыми непрерывно), в конце вегетационного периода – в 2,7 раза, при этом биомасса зоопланктона в прудах до летования в начале вегетационного периода составляла 1,93 г/м³, после летования – 3,9 г/м³, а в конце вегетационного периода составила 0,85 г/м³, после летования – 2,28 г/м³.

В начале вегетационного периода величина биомассы зообентоса в водоемах после летования в 3,6 раза превышает величину биомассы этого же пруда до летования; в конце вегетационного периода значение этого соотношения увеличивается до 6,6. Так, биомасса зообентоса до летования в начале вегетационного периода составила – 0,42 г/м², после летования – 1,5 г/м²; в конце вегетационного периода – 0,65 г/м², после летования – 4,3 г/м².

Положительная динамика биомассы зоопланктона и зообентоса в водоемах связана с тем, что пруды во время летования были выведены под посев бахчевых. В конце периода выращивания средняя масса тела австралийских раков и пресноводных креветок была однородной и составила 110 и 75 г соответственно.

Заключение

Выращивание австралийских раков и пресноводных креветок возможно в прудах малой площади, однако многолетняя их эксплуатация приводит к истощению почв и обеднению биомассы зоопланктонных и зообентосных организмов. Организация комплексных мероприятий благоприятно влияет на уровень естественной кормовой базы объектов аквакультуры. В качестве мероприятий, повышающих производственную эффективность прудов и их биопродуктивность, предложено выведение прудов на летование под посевы сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Методическое* руководство по анализу органического вещества донных отложений / под ред. Е. М. Заславского. М.: Изд-во ВНИРО, 1980. 64 с.
2. *Богатова И. Б.* Рыбоводная гидробиология. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 168 с.
3. *Абакумов В. А., Бубнова Н. П. и др.* Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
4. *Сметанина И. Ю.* Микробиологическая характеристика рыбоводных прудов Астраханской области при кормлении рыбы // Вопросы интенсификации прудового рыбоводства. М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1984. С. 204–208.
5. *Лагуткина Л. Ю., Пономарев С. В., Шейхгасанов К. Г.* Аквакультура Каспия: органическое культивирование, бахчесеворыбооборот // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: тр. III Балтийского морского форума (Калининград, 26–27 мая 2015 г.). Калининград: Изд-во КГТУ, 2015. С. 78–80.

6. Лавелина Т. П. Рациональное использование земельных ресурсов Северного Прикаспия при интегрированном производстве растительной и рыбной продукции: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1998. 24 с.

7. Пат. РФ № 2170010. Способ оздоровления нагульных прудов рыбооборотом / Наумова А. М., Сидоров Г. Д., Высоцкий А. А., Наумова А. Ю., Чистова Л. С.; опубли. 17.11.1999.

Статья поступила в редакцию 23.09.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лагуткина Лина Юрьевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства; lagutkina_lina@mail.ru.

Кузьмина Евгения Германовна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры прикладной биологии и микробиологии; evg-kuzmina@yandex.ru.

Бирюкова Мария Георгиевна – Россия, 414021, Астрахань; Астраханский государственный заповедник; научный сотрудник эколого-биологического отдела; mizuirono@yahoo.com.

Першина Елена Викторовна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; доцент; доцент кафедры технологии товаров и товароведения; pershina-1972@mail.ru.



BIOPRODUCTIVITY OF PONDS OF VI FISH BREEDING ZONE

L. Yu. Lagutkina¹, E. G. Kuzmina¹, M. G. Biryukova², E. V. Pershina¹

¹ Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation

² Astrakhan State Nature Reserve,
Astrakhan, Russian Federation

Abstract. The paper highlights the prospects of cultivating heat-loving species, such as Australian crayfish and freshwater shrimps in the VI fish breeding zone. Australian crayfish and freshwater shrimps breeding is considered economically attractive for entrepreneurs, having a limited area for farming facilities. At the same time, pond ecosystems require the individual approach and close study in terms of the environmental conditions for the cultivated species upkeeping and the natural forage base that determine the pond biological productivity. Today, there are no clear recommendations on the summer keeping warmwater aquaculture species, in particular, Australian crayfish and freshwater shrimp in the Astrakhan region. To cultivate the new objects of warmwater aquaculture in 2017-2019 the small innovative enterprise Modern Sharapovskiy Fish Breeding Complex researched the production potential of ponds of various categories for receiving marketable products; there was studied the forage base, biomass of zooplankton and zoobenthos satisfying the nutritional needs of farmed objects. As a result of experimental work, it was found that in pond No.2, where freshwater shrimps were grown, there were registered 5 species of Cladocera and 1 species of Rotifera, while in pond No.1 used for breeding Australian crayfish there were registered 4 species of Rotifera and only 1 species of Cladocera. Presumably, the observed species composition of the studied ponds is specified by the selectivity of the cultivated objects in zooplankton consumption. The possibility of increasing the bio-productivity of ponds by alternate growing aquaculture and agricultural products has been considered.

Key words: Australian crayfish, fresh water shrimp, ponds, bioproductivity, nutritive base, zooplankton, zoobenthos, abundance, biomass, aestivation.

For citation: Lagutkina L. Yu., Kuzmina E. G., Biryukova M. G., Pershina E. V. Bioproductivity of ponds of VI fish-breeding zone. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;4:87-94. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-4-87-94.

REFERENCES

1. *Metodicheskoe rukovodstvo po analizu organicheskogo veshchestva donnykh otlozhenii* [Guidelines on analyzing bottom sediment organic matter]. Pod redaktsiei E. M. Zaslavskogo. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1980. 64 p.
2. Bogatova I. B. *Rybovodnaia gidrobiologiya* [Piscicultural hydrobiology]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1980. 168 p.
3. Abakumov V. A., Bubnova N. P. i dr. *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozhenii* [Guidelines for hydrobiological analysis of surface water and bottom sediments]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1983. 239 p.
4. Smetanina I. Iu. *Mikrobiologicheskaiia kharakteristika rybovodnykh prudov Astrakhanskoi oblasti pri kormlenii ryby* [Microbiological characteristics of hatcheries during fish feeding in the Astrakhan region]. *Voprosy intensivatsii prudovogo rybovodstva*. Moscow, Izd-vo VNIIPRKh, 1984. Pp. 204-208.
5. Lagutkina L. Iu., Ponomarev S. V., Sheikhgasanov K. G. *Akvakul'tura Kaspiia: organicheskoe kul'tivirovanie, bakhchesevorybooborot* [Aquaculture of the Caspian Sea: organic cultivation, melon-crop-fish cultivation turnover]. *Vodnye bioresursy, akvakul'tura i ekologiya vodoemov: trudy III Baltiiskogo morskogo foruma (Kaliningrad, 26–27 maia 2015 g.)*. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2015. Pp. 78-80.
6. Lavelina T. P. *Ratsional'noe ispol'zovanie zemel'nykh resursov Severnogo Prikaspiia pri integrirovannom proizvodstve rastitel'noi i rybnoi produktsii. Avtoreferat dis. ... kand. geogr. nauk* [Rational use of land resources of the Northern Caspian region with integrated production of plant and fish products. Diss. Abstr. ... Cand. Geo. Sci.]. Moscow, 1998. 24 p.
7. Naumova A. M., Sidorov G. D., Vysotskii A. A., Naumova A. Iu., Chistova L. S. *Sposob ozdorovleniia nagul'nykh prudov rybosevoooborotom* [Method for enhancement of feeding ponds fish-crops cultivation turnover]. Patent RF, no. 2170010, 17.11.1999.

The article submitted to the editors 23.09.2019

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lagutkina Lina Yurievna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; lagutkina_lina@mail.ru.

Kuzmina Evgeniia Germanovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Applied Biology and Microbiology; evg-kuzmina@yandex.ru.

Biryukova Maria Georgievna – Russia, 414021, Astrakhan; Astrakhan State Nature Reserve; Researcher of Ecological-Biological Department; mizuiro@yahoo.com.

Pershina Elena Viktorovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Product Technology and Marketing; pershina-1972@mail.ru.

