

УДК 639.21.597.55.592

doi: 10.21685/2307-9150-2023-3-4

Особенности формирования естественной рыбопродуктивности мелководного водоема свободного от ихтиофауны на западном склоне Приволжской возвышенности в пределах Пензенской области

А. Ю. Асанов

Приволжский научный центр аквакультуры и водных биоресурсов
Пензенского государственного аграрного университета, Пенза, Россия

kfvniro-as@list.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Развитию «кустарной» аквакультуры, фермерского рыбоводства, культивированию рыб в водоемах комплексного назначения придается большое значение как на мировом уровне, в Российской Федерации, так и в Пензенской области. Этому способствует наличие многочисленных прудов и небольших водохранилищ комплексного назначения, рассредоточенных по территории области. Однако, несмотря на высокие темпы роста рыбопроизводства в регионе в целом, рыбопродуктивность используемых водоемов остается достаточно низкой. Для разработки способов оптимального культивирования объектов аквакультуры и рационального использования водных биоресурсов необходимо знание достоверной естественной рыбопродукции по кормовой базе водоемов региона, с учетом современного изменения климата. Существующие нормативы рыбоводного зонирования для Пензенской области очевидно устарели. Для указанных целей был подобран искусственный водоем, не имеющий прямого антропогенного воздействия, без представителей ихтиофауны. Целью данной работы является оценка естественной рыбопродукции и рыбопродуктивности мелководного водоема свободного от представителей ихтиофауны по кормовой базе рыб. *Материалы и методы.* Общие наблюдения за водоемом и его водными обитателями постоянно проводились в 2014–2021 гг. Отбор проб зоопланктона, зообентоса, нектона, нейстона, макрофитов осуществлялся в безледный период с апреля по ноябрь. Пробы обрабатывались по общепринятым методикам. Расчеты рыбопродукции проводились с использованием современных данных по Р/В-коэффициентам, кормовым коэффициентам по отдельным компонентам кормов (с учетом их выедаемости), которые применяются при научных исследованиях и практической работе по определению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания. *Результаты.* Рыбопродукция по базовым компонентам, активно используемым аборигенной ихтиофауной (зоопланктон, зообентос, нектон, нейстон), достигает в мае–июне – 356–427 кг/га. Общая рыбопродукция с учетом потенциальных компонентов кормовой базы (фитопланктона, макрофитов), потребляемых растительноядными рыбами-всеядными, составила 399–458 кг/га. Для сравнения, средняя базовая рыбопродукция по свободной кормовой базе эвтрофных водоемов региона с естественной ихтиофауной в лет-

ний период составляет 132 кг/га, средняя общая рыбопродукция, включая ихтиомас-су, – 543 кг/га. При зарыблении годовиками карповых рыб естественная рыбопродук-тивность мелководного водоема в данной зоне в период сезона культивирования то-варной рыбы может составить 400–450 кг/га. *Выводы.* Результаты, полученные в мелководном водоеме без представителей ихтиофауны покормовой базе в рассматри-ваемой зоне, свидетельствуют о возможности достижения рыбопродуктивности на уровне 400–450 кг/га в сезонный период культивирования прудовой рыбы, что явля-ется более высоким показателем в сравнении с имеющимися данными.

Ключевые слова: мелководный водоем, карьер, кормовая база, рыбопродукция, ры-бопродуктивность, ихтиофауна

Для цитирования: Асанов А. Ю. Особенности формирования естественной рыбо-продуктивности мелководного водоема свободного от ихтиофауны на западном склоне Приволжской возвышенности в пределах Пензенской области // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2023. № 3. С. 43–56. doi: 10.21685/2307-9150-2023-3-4

The features of the natural fish productivity formation of a shallow reservoir free of ichthyofauna on the western slope of the Volga upland within Penza region

A.Yu. Asanov

Volga Research Center of aquaculture and aquatic bioresources
of Penza State Agricultural University, Penza, Russia

kfvniro-as@list.ru

Abstract. *Background.* The development of “artisanal” aquaculture, fish farming, fish cul- tivation in reservoirs of complex purpose is given great importance, both at the global level, in the Russian Federation and in Penza region. This was facilitated by the presence of nu- merous ponds and small reservoirs of complex purpose, dispersed throughout the region. However, despite the high growth rates of fish production in the region as a whole, the fish productivity of the reservoirs used remains quite low. To develop methods for optimal cul- tivation of aquaculture facilities and rational use of aquatic biological resources, it is neces- sary to know the real picture of the productivity of the forage base of the reservoirs of the region, taking into account modern climatic changes, since the current standards of fish farming for Penza region are clearly outdated. For these purposes, we have chosen an arti- ficial reservoir that is not subject to direct anthropogenic impact, without representatives of the ichthyofauna. The purpose of this work is to determine the real natural fish productivity in a shallow reservoir on the basis of a natural food base for fish free from representatives of the ichthyofauna. *Materials and methods.* General observations of the shallow reservoir and its aquatic inhabitants were constantly carried out in 2014–2021. Sampling of zoo- plankton, zoobenthos, neuston, macrophytes was carried out in the non-freezing period from April to November. The samples were processed in accordance with generally accepted methods. Calculations of fish products were carried out using up-to-date data on P/V coefficients, feed coefficients for individual feed components (taking into account their digestibility). Which are used in scientific research and practical work to determine the consequences of a negative impact on the state of aquatic biological resources and their habitat. *Results.* Fish production by the main components actively used by the local ichthy- ofauna (zooplankton, zoobenthos, neuston) can reach 356–427 kg/ha in May–June. The total fish production, taking into account the potential components of the food base (phytoplankton, macrophytes) consumed by herbivorous cultivated fish, may amount to 427–502 kg/ha, respectively. For comparison, the average natural forage base of eutrophic reservoirs of the region with native ichthyofauna not used by fish for food in the summer

period is 135.1 kg/ha, the average total productivity of the reservoir, taking into account the fish living in it, is 508 kg/ha. When carp is grown by one-year-olds, the real natural fish productivity of a shallow reservoir in this zone during the growing season of commercial fish can be 400–500 kg/ha. *Conclusions.* The results obtained in a shallow reservoir without representatives of the ichthyofauna in terms of natural fish productivity in the forage base in the considered zone indicate the possibility of achieving fish productivity at the level of 400–500 kg/ha during the seasonal period of pond fish cultivation, which is a higher indicator in comparison with the available data for Penza region and data on reservoirs of neighboring regions.

Keywords: shallow reservoir, quarry, forage base, fish products, fish productivity, ichthyofauna

For citation: Asanov A.Yu. The features of the natural fish productivity formation of a shallow reservoir free of ichthyofauna on the western slope of the Volga upland within Penza region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* = *University proceedings. Volga region. Natural sciences*. 2023;(3):43–56. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-9150-2023-3-4

Введение

Аквакультура обладает огромным потенциалом обеспечения продовольствием населения планеты. При этом до 80 % рыбы выращивается мелкими фермерами [1]. В Пензенской области существуют необходимые условия для развития прудового рыбоводства. Благодаря наличию такого ресурса как многочисленные пруды и небольшие водохранилища комплексного назначения, рассредоточенные по территории области и оказавшиеся бесхозными в 1990-е гг., здесь изначально был взят курс на развитие преимущественно фермерского рыбоводства. В результате производство товарной рыбы в Пензенской области выросло с 50 т в 2005 г. до 2450 т в 2020 г., для данных целей задействовано порядка 6000 га водных площадей, однако их рыбопродуктивность в целом остается достаточно низкой [2].

В результате исследований Пензенского НИИ сельского хозяйства под руководством Богданова Н. И. на базе нескольких прудовых хозяйств (1996–2007 гг.) была определена естественная рыбопродуктивность для прудов комплексного назначения в Пензенской области на уровне 160–200 кг/га [3]. Впоследствии нами был проведен ряд исследований естественной рыбопродукции разных типов водных объектов в Пензенской области и Республике Мордовия, населенных различными видами рыб, где свободная кормовая база лимитируется прессом со стороны ихтиофауны. Однако для разработки способов оптимального культивирования объектов аквакультуры и рационального использования водных биоресурсов в естественных водоемах необходимо знание естественной рыбопродукции по кормовой базе водоемов региона, расположенного в III рыболовной зоне в условиях современного изменения климата [4, 5]. По материалам ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», любезно предоставленным Шаляпиным Г. П., среднемноголетние значения числа дней за год со средней суточной температурой воздуха, превышающей 10 и 15 °С, по Пензенской области составили: в 1983–2012 гг. – 152,6 и 101,9 дней; в 2010–2012 гг. – 164,7 и 115,7 соответственно.

В поисках водоема для оценки естественной рыбопродукции и рыбопродуктивности по кормовой базе региона в 2013 г. в пойме Городского водохранилища на р. Сура нами обнаружен искусственный изолированный водоем, не имеющий прямого антропогенного воздействия, практически еже-

годно пересыхающий в июле–августе и, соответственно, лишенный ихтиофауны (рис. 1). Подобного типа малые водоемы, построенные вокруг базовых нагульных водоемов комплексного назначения, активно используются пользователями как нерестово-выростные и для подращивания молоди рыб. Цель данной работы – определить естественную рыбопродукцию и рыбопродуктивность мелководного водоема по кормовой базе свободного от представителей ихтиофауны.

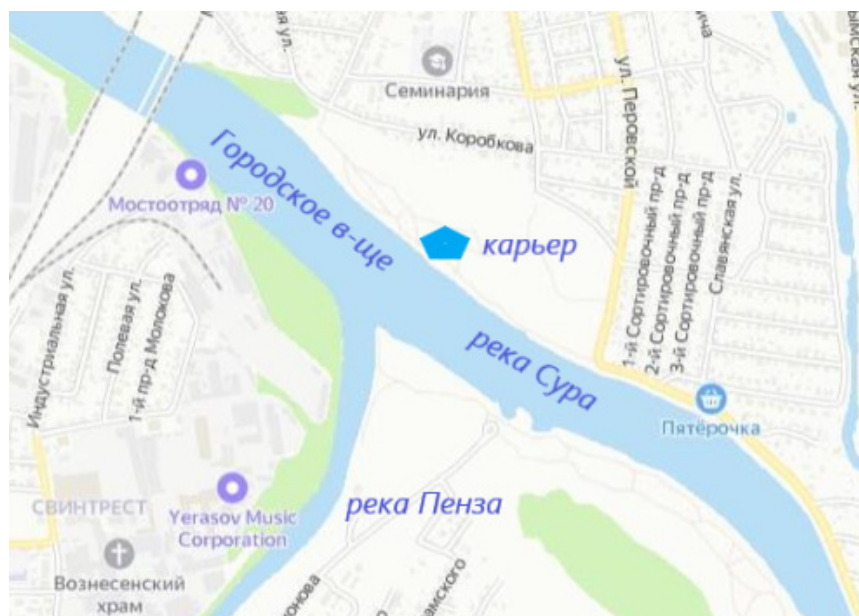


Рис. 1. Схема расположения исследуемого мелководного водоема – карьера

Материалы и методы

Мелководный водоем представляет собой «карьер», который образован в результате выемки песчано-глинистого недалеко от пляжа в районе Маньчжурии г. Пензы, на правом берегу руслового водоподъемного водохранилища Городское на р. Сура. Карьер имеет трапециевидную форму, его площадь составляет 0,5 га, глубина до – 2 м. Рельеф дна неровный, минимальное расстояние до водохранилища – 25 м. За период наблюдений с 2014 по 2021 г. гидрологическая связь между водоемами наблюдалась в весенний паводок 2018 г. Вероятно, подобное происходило и в другие многоводные годы до 2014 г. Обводнение карьера в первую очередь зависит от атмосферных осадков и, в определенной степени, от уровня воды в водохранилище. Сброс сточных вод и других антропогенных выбросов из частного жилого сектора и шоссе, расположенных на расстоянии более 130–200 м, невозможен. В карьере ежегодно наблюдается временное присутствие диких уток, которые могли быть переносчиками икры рыб, однако за весь период исследований не отмечалось ни одного представителя ихтиофауны [6].

Для оценки биомассы макрофитов было просчитано число растений наиболее многочисленной группы. На трех станциях площадью по 1 м² срезаются растения различных размеров, взвешены на весах с определением средней массы одного растения.

Отбор проб зоопланктона производился в средние числа (15–18) месяца в безледный период при наличии обводнения карьера: в 2014 и 2015 гг. – апрель, май, июнь, ноябрь на трех участках. В середине мая 2016 г. на пяти участках, в конце мая 2017 г. – на трех участках. Всего отобрано 32 пробы. Пробы зоопланктона отбирали путем процеживания 30 л поверхностной воды через сеть Апштейна и фиксировали 4 % раствором формалина.

Отбор проб макрозообентоса в карьере осуществляли вместе с зоопланктоном на трех участках в мае, июне и ноябре 2015 г. и в мае 2016 г. Пробы макрозообентоса отбирали гидробиологическим скребком с длиной режущей кромки 16 см, фиксировали формалином. Всего отобрано 12 проб. Обработку проб зоопланктона и зообентоса проводили по общепринятым в гидробиологии методам [7–11].

Специализированный отбор проб нектона и нейстона произведен в июне 2015 г. и в конце мая 2017 г. на трех участках путем облова ихтиопланктонным сачком по 2 м² на каждом. Обработка проб производилась по аналогии с зообентосом.

Наблюдение за водной фауной и флорой карьера осуществлялась практически ежедекадно за весь период исследований с обловом ихтиопланктонным сачком.

Для сравнительного анализа с другими водными объектами при расчете рыбопродукции использовали единые коэффициенты, адаптированные к Приволжью [12–14].

Результаты и обсуждение

Базовые компоненты кормовой базы, активно используемые аборигенной ихтиофауной

Зоопланктон. За период исследований в карьере зафиксировано 65 видов и форм зоопланктона. По видовому составу наиболее многочисленны коловратки (30 видов). В общей биомассе зоопланктона доля коловраток крайне мала – 0,1–6,0 %. Доля ветвистоусых ракообразных колеблется от 1,0 до 99,7 %; доля веслоногих – 0,2–97,0 %. Причем в апреле-июне 2014 г. наблюдалось значительное преобладание биомассы ветвистоусых ракообразных, а апреле-июне 2015 г. обратное соотношение в пользу веслоногих ракообразных. В ноябре 2014 и 2015 гг. доминируют по биомассе веслоногие ракообразные, в мае 2016 г. доминировали ветвистоусые.

Биомасса зоопланктона (г/м³) значительно варьировала по месяцам, при этом максимальные показатели приходились в 2014 и 2015 гг. на июнь, в 2016 г. – на май (рис. 2). Биомасса зоопланктона в ноябре была самой низкой. Из коловраток наибольший вклад в общую биомассу вносили *Brachionus urceus* (Linnaeus, 1758) – 1,09 г/м³ (июнь 2014 г.), *Brachionus rubens* (Ehrenberg, 1838) – 6,72 г/м³ (июнь 2015 г.); из ветвистоусых ракообразных: *Moina brachiata* (Jurine, 1820) – 27,44 г/м³ (июнь 2014 г.), *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820) – 17,9 г/м³ (июнь 2015 г.); из веслоногих ракообразных: *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892) – 4,44 г/м³ (июнь 2014 г.), copepodные личинки циклопов – 113,74 г/м³ и науплиусы – 32,6 г/м³ (июнь 2015 г.). В 2016 г. (май) повсеместно доминировала *Daphnia pulex* (Leydig, 1860) – 86,89 г/м³ (достигая на одной из станций карьера – 294,39 г/м³).

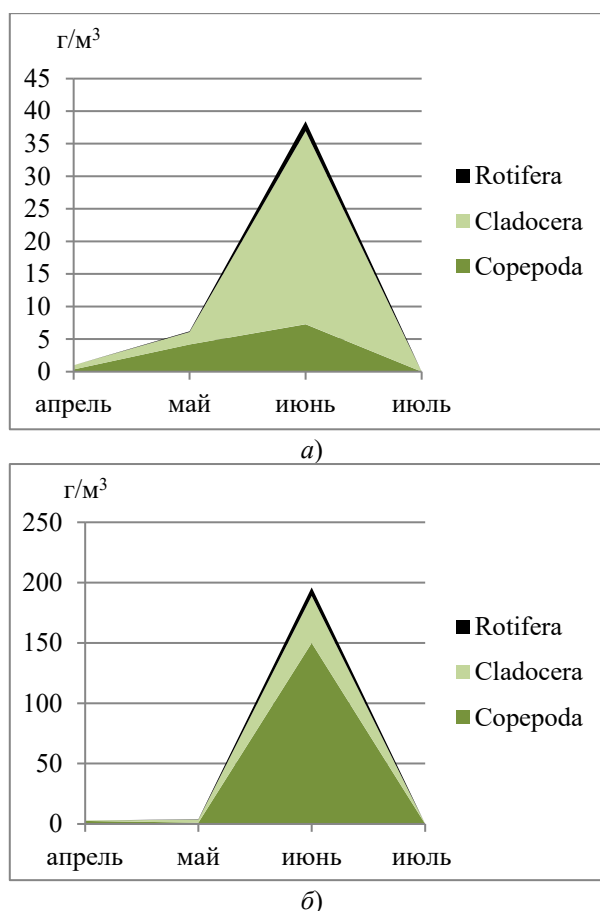


Рис. 2. Биомасса зоопланктона карьера по месяцам в 2014 (а) и 2015 (б) гг. (г/м^3)

Наибольшие показатели биомассы в объеме воды были получены при низком уровне воды в водоеме, поэтому сравнимыми показателями являются биомасса зоопланктона – г/м^2 (табл. 1). Здесь мы также отмечаем максимальные показатели в отдельные годы в мае или июне.

Таблица 1
Показатели уровня воды и биомассы зоопланктона в карьере в 2014–2017 гг.

Показатели	Годы	Апрель	Май	Июнь	Ноябрь
Уровень воды (УВ), м	2014	1,0	0,7	0,2	0,5
	2015	1,0	0,5	0,1	0,3
	2016	0,9	0,3	0,1	0,3
Биомасса, г/м^3	2014	0,98	6,18	38,45	0,22
	2015	2,89	3,72	200,03	1,62
	2016	нд	88,27	нд	нд
Биомасса, г/м^2 (в пересчете на глубину 1 м)	2014	0,98	4,33	7,69	0,11
	2015	2,89	1,86	20,0	0,49
	2016	нд	26,48	нд	нд
	2017	нд	4,57	нд	нд
	средняя	1,94	9,31	13,98	0,30

Зообентос. За период исследований в карьере зафиксировано 17 видов зообентоса. Непосредственно на участках дна свободных от водной растительности ежемесячно отмечался «мягкий бентос», представленный двумя видами олигохет и четырьмя хирономид. Причем в мае и июне его биомасса примерно равна и значительно ниже в ноябре. Моллюски представлены пятью видами. Самый крупный в карьере брюхоногий моллюск *Lymnae astagnalis* (Linnaeus, 1758) отмечается на поверхности водоема, водной растительности и у дна с середины апреля, уже имея индивидуальную массу 0,3 г и наращивает ее в июне до 4,0 г. Общая масса моллюска, в том числе за счет новых поколений, также нарастает в июне, достигая 96 % общей биомассы зообентоса. В апреле отмечается мелкая катушка *Planorbis vortex* (Muller, 1774) и позднее *Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758). Мелкие двустворчатые моллюски встречаются в ноябре, составляя 76 % биомассы донных организмов при общей биомассе – 0,25 г/м². Личинки крупных насекомых отрядов Odonata (стрекозы) (2 вида), Heteroptera (клопы) (1), Coleoptera (жуки) (3) на грунтах в июне составляют 1,6 %.

В целом биомасса зообентоса на грунтах (свободных от макрофитов) невысокая – 0,25–4,45 г/м² за исключением моллюска *L. astagnalis*, который ежегодно дает наибольшую биомассу в водоеме, начиная с апреля и вплоть до осушения водоема летом (рис. 3).

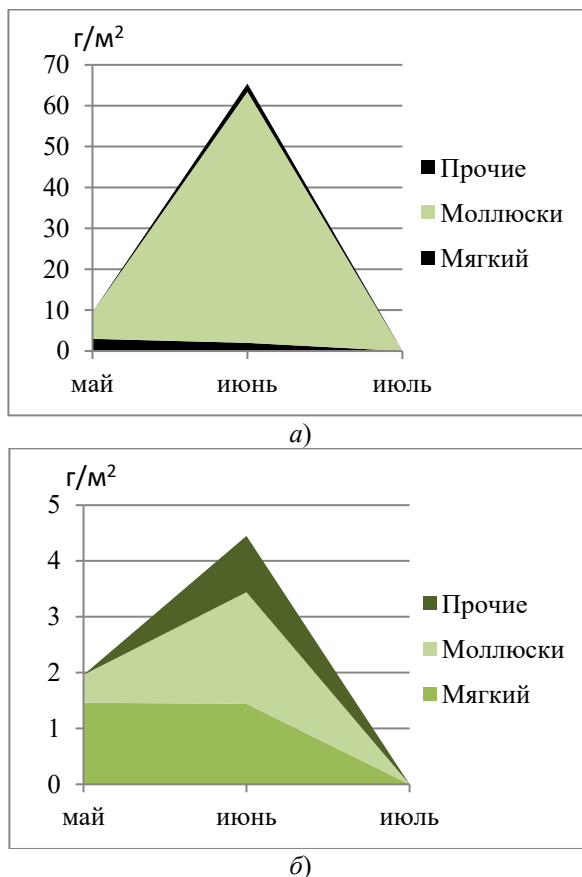


Рис. 3. Биомасса зообентоса карьера в 2015 г. по месяцам (г/м³): общая (а) и без *Lymnae astagnalis* (б)

Нектон, нейстон. По причине отсутствия ихтиофауны в мелководном водоеме активно развиваются представители земноводных (головастики, личинки тритонов) и представители активного зообентоса – личинки и имаго водных насекомых, обитающих в толще воды и у поверхности.

В середине апреля в карьере появляются единичные экземпляры мелких жуков плавунцов семейства Dytiscidae (Latreille, 1802) и личинки вислокрылок семейства Sialidae (Leach, 1815). В первой декаде мая отмечены головастики зеленой лягушки *Pelophylax* sp. (Fitzinger, 1843); в начале 2-й декады – личинки мелких и крупных стрекоз, мелкие гребляки (Corixidae Leach, 1815), водяные клопы-гладыши (*Notonecta* Linnaeus, 1758). В конце мая (29.05.2017) их биомасса уже составляла 19,31 г/м², из которых на долю головастиков приходилось – 70 %, прочих – 30 %.

Во второй декаде июня появляется очередная волна головастиков лягушек, крупные головастики жабы *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), прогрессируют приведенные выше хищные беспозвоночные и появляются ранатры (*Ranatra* Fabricius, 1790), пиявки (Hirudinea Lamarck, 1818), тритоны (*Triturus* Rafinesque, 1815), жаброноги (Branchiopoda Latreille, 1817). 25.06.2015 на долю головастиков приходилось около 60 % биомассы.

В целом биомасса данных экологических групп в мае-июне высокая – 14,00–19,31 г/м² с преобладанием головастиков, высокой доли личинок стрекоз, водяных клопов, в июне – ранатры (рис. 4).

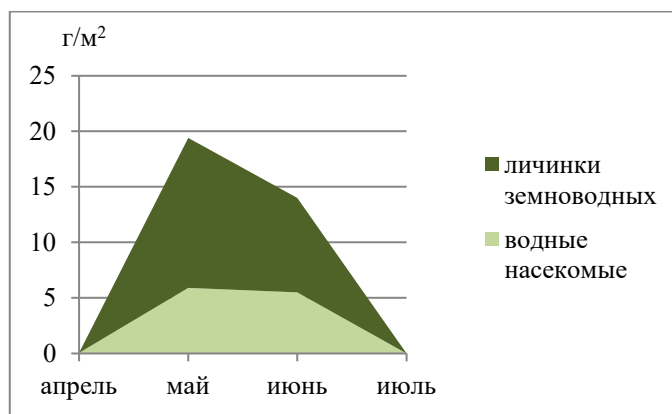


Рис. 4. Биомасса нектона, нейстона карьера по месяцам в 2015 и 2017 гг. (г/м²)

Потенциальные компоненты кормовой базы, активно используемые рыбами интродукцентами (растительноядными)

Фитопланктон. Фитопланктон активно выедался зоопланктоном и головастиками. Учитывая его выедаемость головастиками в объеме 70 % (K_E) от общей биомассы, можно предположить, что 30 % остается свободным. Используя формулу расчета рыбопродукции по фитопланктону с учетом $p/v = 100$ и $K_E = 40$, биомасса свободного фитопланктона, потребляемого головастиками, может составлять в мае – 2,3 г; в июне – 1,5 г [13].

Макрофиты. В летний период карьер активно зарастает высшей водной растительностью. Наибольшая ее биомасса приходится на рогоз широколистный *Typha latifolia* L. Также здесь произрастают рдесты широколистный *Potamogeton amplifolius* Tuck. и узколистный *P. acutifolius* Link. Из погружен-

ной водной растительности распространены: элодея канадская *Elodea canadensis* Michx, роголистник погруженный *Ceratophyllum demersum* L. Из плавающих – ряска *Lemna minor* L. Зарастаемость водоема в целом в мае составляет 30 %, в июне – 40 %.

Рыбопродукция мелководного водоема (карьера) по кормовой базе

Результаты расчетов рыбопродукции карьера приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели, коэффициенты и результаты
расчета рыбопродукции водоема карьера

Коэффициенты, показатели	Компоненты кормовой базы					
	Зоо- планктон	Бентос, «мягкий»	Бентос, моллюски	Нектон, нейстон	Фито- планктон	Макрофиты
Апрель (г/м ²)	1,94	нд	0,60	0,05	нд	–
Май (г/м ²)	9,31	1,50	8,30	19,31	2,30	3100,00 (0,3)
Июнь (г/м ²)	14,00	1,44	59,38	14,00	1,50	3100,00 (0,4)
Ноябрь (г/м ²)	0,30	0,06	0,19	0,17	нд	–
Р/В	20,0	6,0	3,0	6,0	100,0	1,1
S, площадь 1 га	1	1	1	1	1	1 (0,3; 0,4)
K _E	7	6	30	6	40	50
K _з	70	80	40	80	70	15
Результаты расчета						
Апрель (кг/га)	38,8	–	4,8	0,4	–	–
Май (кг/га)	186,2	12,0	3,3	154,5	40,3	10,2 (3,1)
Июнь (кг/га)	280,0	11,5	23,8	112,0	26,3	10,2 (4,1)
Ноябрь (кг/га)	6,0	0,5	1,5	0,4	–	–

Таким образом, величины базовой рыбопродукции по кормовой базе составили: апрель – 44 кг/га; май – 356; июнь – 427; ноябрь – 8. Величины общей рыбопродукции с учетом потенциальных компонентов кормовой базы составили: апрель – 44 кг/га; май – 399; июнь – 458; ноябрь – 8.

На рис. 5 представлены показатели базовой рыбопродукции в карьере в мае (карьер 1) и июне (карьер 2) в сравнении с другими высокопродуктивными (эвтрофными) водоемами и малой рекой Сурского края. Водоемы, используемые в сравнении, имели следующие параметры (площадь, га и средняя глубина, м): Городское (335; 2,5), Надежда (3; 1,5), Каморы (74; 3,5), Затон (29; 1,4), Лямбирское (138; 1,5), Тургеневское (98; 4,5), река Труев (ширина – 5 м; 0,4) соответственно [12, 14–18].

Средняя базовая рыбопродукция по свободной кормовой базе водохранилищ составляет 31–37 % (в среднем 34 %, или 132 кг/га) от рыбопродукции карьера (колебания 20–61 %). Причем в ее составе может доминировать как зоопланктон, так и зообентос, также возможны равные и другие сочетания этих компонентов. Соответственно, в среднем 66 % базовой рыбопродукции очевидно уходит на потребление ихтиофауной. Колебания степени использования базовой рыбопродукции обусловлены составом ихтиофауны водоема. Например, отмечается недоиспользование зоопланктона (вдхр. Надежда) из-за недостатка планктофагов или недоиспользование зообентоса (вдхр. Тургеневское) из-за недостатка бентофагов. В реках, особенно малых, базов-

вая рыбопродукция значительно ниже, как правило, за счет низкой продуктивности зоопланктона.

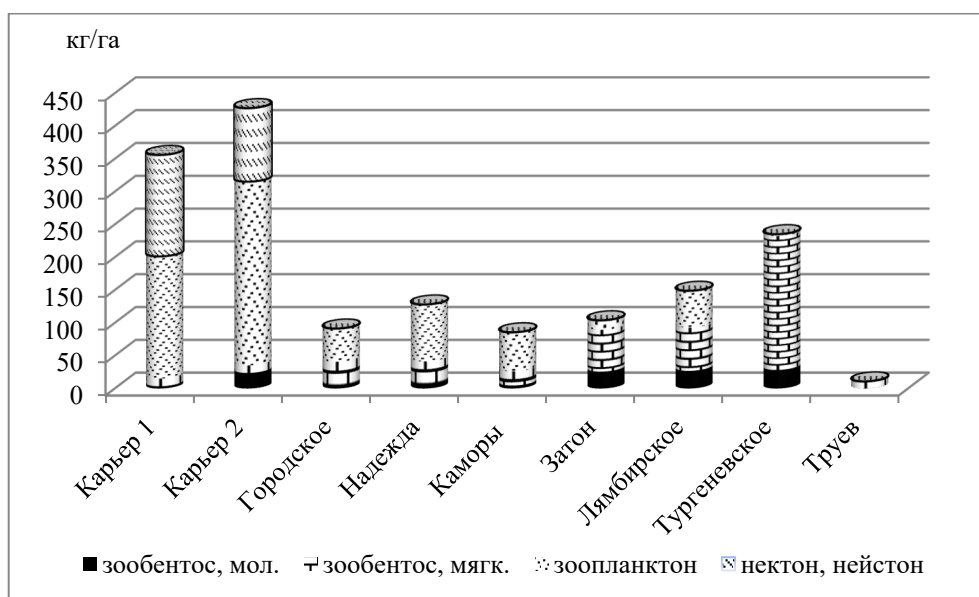


Рис. 5. Биомасса и состав базовой рыбопродукции водных объектов Пензенской области и Республики Мордовия (при равной глубине 1 м)

Средние показатели общей рыбопродукции водохранилищ с учетом их глубин, влияющих на биомассу планктона, составляют 543 кг/га, что, принимая во внимание его мелководность, близко к показателям рыбопродукции карьера (в июне – 499 кг/га) (рис. 6).

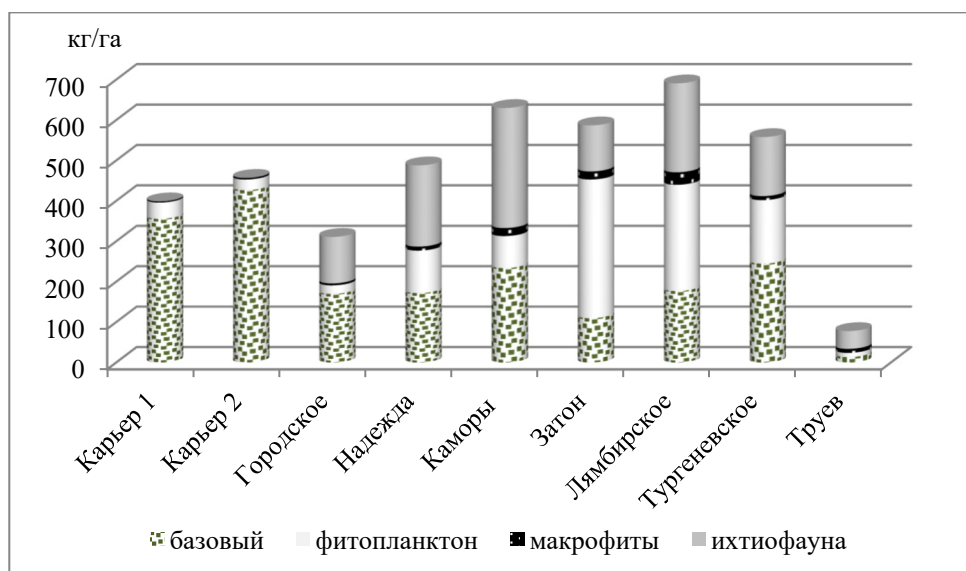


Рис. 6. Биомасса и состав общей рыбопродукции водных объектов Пензенской области и Республики Мордовия (с учетом их средних глубин)

Средняя ихтиомасса водохранилищ составляет 183 кг/га, или 37 % от общей рыбопродукции карьера в июне. Таким образом, ихтиомасса эвтрофного водоема может составлять около 1/3 от рыбопродукции по кормовой базе водоема, лишенного представителей ихтиофауны. Наиболее эффективное использование кормовой базы и, следовательно, сбалансированный состав ихтиофауны отмечается в вдхр. Каморы, где ихтиомасса составляет 47 % от общей рыбопродукции и в малой реке Труев, где ихтиомасса составляет 54 %. В других рассматриваемых водных объектах она колеблется в пределах 24–42 %.

Так как зарыбление личинкой рыб при характерном для региона раннем заполнении паводковыми водами водоемов малоэффективно из-за пресса со стороны нектона, максимальную рыбопродукцию водоемов, используемых под рыбопроизводство за счет естественной кормовой базы (нектон и нейстон), очевидно, можно получить при зарыблении в июне годовиками карповых с навеской 25–50 г [2]. С учетом рекомендуемой нормы посадки годовиков – 1000 экз./га карпа и 500 экз./га растительноядных рыб общей биомассой около 50 кг/га, рыбопродуктивность по данным июня может достигать 450 кг/га. Исходя из сезонной динамики (май–сентябрь) продуктивности биомассы гидробионтов Городского водохранилища [9, 10], биомасса зоопланктона в июле–сентябре на 28 % ниже, чем в апреле–мае, а биомасса зообентоса – на 16 %. Соответственно этому естественная рыбопродуктивность за сезон выращивания может составлять около 370 кг/га. Однако снижение биомассы зоопланктона и зообентоса вполне может компенсироваться развитием нектона, нейстона и брюхоногими моллюсками, что нами отмечалось в других непересыхающих малых водоемах, лишенных представителей ихтиофауны. Поэтому естественная рыбопродуктивность мелководного водоема на западном склоне Приволжской возвышенности в Пензенской области в период культивирования товарной рыбы находится на уровне 400–450 кг/га. Полученные показатели являются достаточно высокими в сравнении с нашими данными и данными по водоемам соседних регионов [2, 14–20].

Заключение

Базовая рыбопродукция по кормовой базе мелководного водоема без ихтиофауны в условиях III рыбоводной зоны (Пензенская область) в настоящее время составляет в мае–июне – 356–427 кг/га, общая рыбопродукция – 399–458 кг/га. Базовая рыбопродукция эвтрофных водохранилищ с аборигенной ихтиофауной при пересчете на равную в мелководных водоемах глубиной 1 м составляет в среднем 1/3 от их показателей. Очевидно, что оставшая часть биомассы (2/3) уходит на потребление ихтиофауной.

Естественная рыбопродуктивность мелководного водоема на западном склоне Приволжской возвышенности в пределах Пензенской области в сезонный период культивирования прудовой рыбы находится на уровне 400–450 кг/га, что является высоким показателем для региона.

Список литературы

1. ООН провозгласила 2022 год Международным годом... URL: <https://www.news.un.org/Русский/story/2022/01/1416472>
2. Асанов А. Ю. Развитие рыбоводства в Пензенской области // Рыбоводство. 2020. № 1-2. С. 26–29.

3. Богданов Н. И., Асанов А. Ю. Прудовое рыбоводство. 4-е изд. М. : Изд-во Перо, 2019. 89 с.
4. Власов В. А., Мустаев С. Б. Разведение пресноводных рыб и раков. М. : Изд-во Астрель, 2004. 256 с.
5. Шаляпин Г. П. Последствия изменения климата в России для рыбоводства // Рыбоводство. 2009. № 3–4. С. 18–19.
6. Lovas-Kiss Á., Vincze O., Löki V. et al. Experimental evidence of dispersal of invasive cyprinid eggs inside migratory water-fowl // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2020. Vol. 117 (27). P. 15397–15399.
7. Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. 318 с.
8. Сенкевич В. А., Стойко Т. Г. Зоопланктонное сообщество пруда на р. Урлейке в Пензенском районе // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2015. № 3 (11). С. 32–41.
9. Асанов А. Ю., Сенкевич В. А. Мониторинг продуктивности зоопланктона на регулируемом участке реки Сура в Пензенской области // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2020. № 1 (29). С. 66–76. doi: 10.21685/2307-9150-2020-1-7
10. Асанов А. Ю. Мониторинг продуктивности зообентоса на регулируемом участке реки Суры в Пензенской области // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2020. № 2 (30). С. 100–110. doi: 10.21685/2307-9150-2020-2-9
11. Козлов В. И., Иванова Ю. С. Эколого-рыбохозяйственная оценка озера Сенеж // Рыбное хозяйство. 2013. № 1. С. 18–25.
12. Асанов А. Ю., Складов В. Я. Перспективы использования водоемов комплексного назначения Пензенской области в целях аквакультуры // Труды КубГау. 2015. № 56. С. 61–68.
13. Методика определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния. М., 2020. 67 с.
14. Асанов А. Ю., Сенкевич В. А., Лысенков Е. В. Водные биологические ресурсы Лямбирского водохранилища (Саранского моря) // Символ науки. 2016. № 4 (3). С. 8–13.
15. Асанов А. Ю. Рыбохозяйственное значение малой реки Труев Приволжья после расчистки русла // Вопросы рыболовства. 2020. Т. 21, № 1. С. 20–30.
16. Asanov A. Y., Galiullin A. A., Kalinichev E. A. Biological resources of water bodies in the Volga region, formed by water retaining structures as exemplified by the Gorodskoye water reservoir in Penza region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Volga Region Farmland 2021 (VRF2021) 16th – 18th November 2021, Penza, Russian Federation). IOP Publishing Ltd, 2022. Vol. 953.
17. Асанов А. Ю., Носов А. В. Водные биологические ресурсы искусственных водоемов Республики Мордовия на примере водохранилища Тургеневское // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. 2021. № 4. С. 7–16. doi: 10.24143/2073-5529-2021-4-7-16
18. Асанов А. Ю. Оценка рыбопродукции водохранилища Камора в Пензенской области // Сурский вестник. 2023. № 1 (21). С. 3–9. doi: 10.36461/2619-1202_2023_01_001
19. Козлов А. В. Экологическая оценка биопродуктивности малых водоемов для создания фермерских хозяйств. Калуга : Изд-во научной литературы «Эйдос», 2010. 148 с.

20. Быков А. Д. К вопросу использования водоемов комплексного назначения в бассейне Верхней Оки для целей аквакультуры // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20, № 1. С. 83–92.

References

1. OON provozglasila 2022 god Mezhdunarodnym godom... = The UN has declared 2022 as the International Year of... (In Russ.). Available at: <https://www.news.un.org/Russkiy/story/2022/01/1416472>
2. Asanov A.Yu. Development of fish farming in Penza region. *Rybovodstvo = Fish farming*. 2020;(1-2):26–29. (In Russ.)
3. Bogdanov N.I., Asanov A.Yu. *Prudovoe rybovodstvo. 4-e izd. = Pond fish farming. The 4th edition*. Moscow: Izd-vo Pero, 2019:89. (In Russ.)
4. Vlasov V.A., Mustaev S.B. *Razvedenie presnovodnykh ryb i rakov = Breeding freshwater fish and crayfish*. Moscow: Izd-vo Astrel', 2004:256. (In Russ.)
5. Shalyapin G.P. Consequences of climate change in Russia for fish farming. *Rybovodstvo = Fish farming*. 2009;(3–4):18–19. (In Russ.)
6. Lovas-Kiss Á., Vincze O., Löki V. et al. Experimental evidence of dispersal of invasive cyprinid eggs inside migratory water-fowl. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020;117(27):15397–15399.
7. Abakumov V.A. *Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems = Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems*. Saint Petersburg: Gidrometeoizdat, 1992:318. (In Russ.)
8. Senkevich V.A., Stoyko T.G. Zooplankton community in the pond of the river Urleyka in Penza region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki = University proceedings. Volga region. Natural sciences*. 2015;(3):32–41. (In Russ.)
9. Asanov A.Yu., Senkevich V.A. Monitoring the productivity of zooplankton in the regulated surge of the Sura river in Penza region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki = University proceedings. Volga region. Natural sciences*. 2020;(1):66–76. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-9150-2020-1-7
10. Asanov A.Yu. Monitoring zoobentos productivity at the regulated Sura river section in Penza region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki = University proceedings. Volga region. Natural sciences*. 2020;(2):100–110. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-9150-2020-2-9
11. Kozlov V.I., Ivanova Yu.S. Ecological and fishery assessment of Lake Senezh. *Rybnoe khozyaystvo = Fish farming*. 2013;(1):18–25. (In Russ.)
12. Asanov A.Yu., Sklyarov V.Ya. Prospects for the use of complex reservoirs in the Penza region for aquaculture purposes. *Trudy KubGau = Proceedings of Kuban State Agrarian University*. 2015;(56):61–68. (In Russ.)
13. *Metodika opredeleniya posledstviy negativnogo vozdeystviya pri stroitel'stve, rekonstruktsii, kapital'nom remonte ob'ektov kapital'nogo stroitel'stva, vnedrenii novykh tekhnologicheskikh protsessov i osushchestvlenii inoy deyatel'nosti na sostoyanie vodnykh biologicheskikh resursov i sredy ikh obitaniya i razrabotki meropriyatiy po ustraneniyu posledstviy negativnogo vozdeystviya na sostoyanie vodnykh biologicheskikh resursov i sredy ikh obitaniya, napravlennykh na vosstanovlenie ikh narushennogo sostoyaniya = Methodology for determining the consequences of negative impacts during construction, reconstruction, major repairs of capital construction projects, the introduction of new technological processes and other activities on the state of aquatic biological resources and their habitat and the development of measures to eliminate the consequences of negative impacts on the state of aquatic biological resources and the environment their habitats, aimed at restoring their disturbed state*. Moscow, 2020:67. (In Russ.)
14. Asanov A.Yu., Senkevich V.A., Lysenkov E.V. Aquatic biological resources of the Lyambirsk reservoir (Saransk Sea). *Simvol nauki = Science symbol*. 2016;(4):8–13. (In Russ.)

15. Asanov A.Yu. Fishery importance of the small river Truev in the Volga region after clearing the channel. *Voprosy rybolovstva = Issues of fish farming*. 2020;21(1):20–30. (In Russ.)
16. Asanov A.Y., Galiullin A.A., Kalinichev E.A. Biological resources of water bodies in the Volga region, formed by water retaining structures as exemplified by the Gorodskoye water reservoir in Penza region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Volga Region Farmland 2021 (VRF2021) 16th – 18th November 2021, Penza, Russian Federation)*. IOP Publishing Ltd, 2022;953.
17. Asanov A.Yu., Nosov A.V. Aquatic biological resources of artificial reservoirs of the Republic of Mordovia using the example of the Turgenevskoye reservoir. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Rybnoe khozyaystvo*. 2021;(4):7–16. (In Russ.). doi: 10.24143/2073-5529-2021-4-7-16
18. Asanov A.Yu. Assessment of fish production of the Kamora reservoir in Penza region. *Surskiy vestnik = Sura bulletin*. 2023;(1):3–9. (In Russ.). doi: 10.36461/2619-1202_2023_01_001
19. Kozlov A.V. *Ekologicheskaya otsenka bioproduktivnosti malyykh vodoemov dlya sozdaniya fermerskikh khozyaystv = Ecological assessment of the bioproductivity of small reservoirs for the creation of farms*. Kaluga: Izd-vo nauchnoy literatury «Eydos», 2010:148. (In Russ.)
20. Bykov A.D. On the issue of using complex-purpose reservoirs in the Upper Oka basin for aquaculture purposes. *Voprosy rybolovstva = Issues of fish farming*. 2019;20(1):83–92. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Алик Юсупович Асанов

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Приволжский научный центр аквакультуры и водных биоресурсов Пензенского государственного аграрного университета (Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30)

E-mail: kfvniro-as@list.ru

Alik Yu. Asanov

Candidate of biological sciences, senior staff scientist, Volga Research Center of aquaculture and aquatic Bioresources of Penza State Agricultural University (30 Botanicheskaya street, Penza, Russia)

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 16.06.2023

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 20.09.2023

Принята к публикации / Accepted 05.10.2023