

Вклад высшей водной растительности в образование органического вещества в Новосибирском водохранилище в 2022 г.

Contribution of higher aquatic vegetation to the formation of organic matter of the Novosibirsk reservoir in 2022

Соколова М. И., Зарубина Е. Ю.

Sokolova M. I., Zarubina E. Yu.

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул. E-mail: smi1181@mail.ru
Institute for Water and Environmental Problems SB RAN, Barnaul, Russia*

Реферат. Настоящая работа посвящена изучению продуктивности высшей водной и прибрежно-водной растительности и оценке вклада макрофитов в образование органического вещества в Новосибирском водохранилище. В составе комплексной экспедиции 2022 г. проведены исследования на ключевых участках водоема: Крутихинском мелководье (верхняя часть), Чингисском и Шарапском заливах (средняя часть), Караканском, Ирменском, Бурмистровском и Бердском заливах (нижняя часть водохранилища). В ходе полевых работ определяли состав доминирующих сообществ и биомассу воздушно-водных (гелофитов), плавающих (плейстофитов) и погруженных (гидатофитов) растений. Длительный период наполнения водохранилища в 2022 г. негативно отразился на продуктивности водной растительности. Наиболее продуктивны были сообщества воздушно-водных растений, средняя годовая продукция которых составила $418,4 \pm 35$ г углерода, средняя годовая продукция сообществ гидато- и плейстофитов не превышала 235 ± 21 г/м² или 125 ± 11 г углерода, соответственно.

Ключевые слова. Водохранилище, макрофиты, продукция, углерод, уровенный режим.

Summary. This work is devoted to assessing the productivity of higher aquatic and coastal aquatic vegetation and assessing the contribution of macrophytes to the formation of organic matter of the Novosibirsk reservoir. As part of the complex expedition in 2022, studies were carried out on key sections of the reservoir: Krutikhinsky shallow water (upper part), Chingis and Sharapsky bays (middle part), Karakansky, Irmensky, Burmistrovsky and Berdsky bays (lower part of the reservoir). In the course of field work, the composition of dominant communities and the biomass of air-water (helophytes), floating (pleistophytes) and submerged (hydrophytes) plants were determined. The long period of filling the reservoir in 2022 had a negative impact on the productivity of aquatic vegetation. The most productive were communities of air-aquatic plants, the average annual production of which was 418.4 ± 35 g of carbon, the average annual production of communities of hydrophytes and pleistophytes did not exceed 235 ± 21 g/m² or 125 ± 11 g of carbon, respectively.

Key words. Carbon, level regime, macrophytes, products, reservoir.

Введение. Новосибирское водохранилище – самый крупный искусственный водоем Западной Сибири, созданный в 1957–1959 гг. на р. Оби. Водохранилище линейно-вытянутой формы долинного типа. Площадь водного зеркала 1070–1090 км², протяженность около 180 км, максимальная ширина – 22 км, максимальная глубина – 25 м, средняя глубина – 9 м. Около 30 % акватории водохранилища составляют мелководья с глубинами до 5 м (Савкин и др., 2014).

Высшая водная растительность на водохранилище массово развивается только в заливах, на защищенных мелководьях в верхней части и вдоль островов. Открытая литораль, испытывающая активную ветро-волновую нагрузку, а также мелководья вдоль высоких береговых склонов, подверженных абразии, практически не зарастают макрофитами.

Среди разнообразных задач, возникающих при создании водохранилищ, одной из ключевых является исследование продукционных процессов происходящих в водоеме. Это обусловлено искусственно регулируемым гидрологическим режимом этих водоемов и, как следствие, нестабильным состоянием их экосистем. В литорали Новосибирского водохранилища основная масса органического вещества продуцируется фито- и бактериопланктоном. Однако на отдельных участках (заливах и защищаемых мелководьях) большая роль в образовании органического вещества принадлежит макрофитам. Создаваемое водной растительностью органическое вещество, так же, как и в наземных сообществах, является основой дня жизнедеятельности всех гетеротрофных организмов.

Первые исследования продуктивности макрофитов Новосибирского водохранилища были проведены в июле 1971–1972 гг. Л. В. Березиной (1976). С 2007 г. по настоящее время исследованием продукции высшей водной и прибрежно-водной растительности Новосибирского водохранилища занимаются сотрудники Института водных и экологических проблем (Зарубина, Ермолаева, 2014; Зарубина, 2015; Зарубина и др., 2014, 2017).

Цель работы – определить современный состав доминирующих сообществ макрофитов и оценить их вклад в образовании органического вещества в 2022 г.

Материалы и методы. Материалом для данной работы послужили исследования продуктивности фитоценозов Новосибирского водохранилища, проведенные с 16 по 19 августа 2022 г. Исследования проводили на ключевых участках: Крутихинское мелководье (в верховьях водохранилища), Чингисский и Шарапский заливы (в средней части), Караканский, Ирменский, Бурмистровский и Бердский заливы (в нижней части водохранилища). Исследовали биомассу воздушно-водных (гелофитов), плавающих (плейстофитов) и погруженных (гидатофитов) растений.

Уровень продуктивности водных фитоценозов определяли по их биомассе на укосных площадках размером 0,25 м² в 2–3-кратной повторности (Папченков, 2003). Каждый укос разбирали по видам, подсчитывали число побегов, измеряли высоту и сырую массу с точностью до 5 г. В камеральных условиях укосы досушивали при t = 85 °С до абсолютно-сухого веса. Всего было выполнено 72 укоса в шести видах растительных сообществ. Для выражения продукции в органическом веществе применен коэффициент: для гелофитов – 0,92, для плейстофитов – 0,90, для гидатофитов – 0,85 (Белавская, 1979; Катанская, Распопов, 1983). Доля углерода в органическом веществе водных растений принята равной 46,4 % (Lieth, 1965).

Результаты. Основную роль в формировании растительного покрова водохранилища играют: гелофиты – рогоз узколистый (*Typha angustifolia* L.), тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.); гидатофиты – рдесты пронзеннолистный и блестящий (*Potamogeton perfoliatus* L., *Potamogeton lucens* L.), гидриллы мутовчатая (*Hydrilla verticillata* (L. fil.) Royle); плейстофиты – болотноцветник щитовидный (*Nymphoides peltata* S. G. Gmel.). Характер и степень зарастания различных участков водохранилища значительно отличаются. Наиболее сильно зарастает верхняя мелководная часть водохранилища, а также Бердский залив. В средней части растительность распространена преимущественно в речных заливах, на открытых участках мелководья встречаются только разреженные заросли тростника и рдестов. В нижней глубоководной озеровидной части основные заросли расположены вокруг многочисленных островов и в затишной от волн заостровной литорали (Зарубина и др., 2014).

Видовой состав основных продуцентов в разные годы может различаться, что связано с гидрологическим режимом водохранилища. В 2022 г. максимальную биомассу на всех исследованных участках водохранилища создавали воздушно-водные растения – гелофиты (рис.).

Среди доминирующих гелофитов в 2022 г. наиболее продуктивны были сообщества рогоза узколистного (*Typha angustifolia*) и тростника южного (*Phragmites australis*). Рогозовые и тростниковые ценозы были распространены на всех исследуемых участках водохранилища. Средняя высота растений рогоза и тростника составляла 235 ± 6 см и 177 ± 7 см, плотность зарослей – 20–40 экз./м² и 40–308 экз./м², соответственно. Максимальная фитомасса рогоза узколистного была отмечена в Бурмистровском заливе – 2288 г/м², что эквивалентно 2105 г/м² органического вещества или 1061,6 г углерода. Максимальная фитомасса тростника была на Крутихинском мелководье – 1796 г/м², что эквивалентно 1795,9 г/м² органического вещества или 905,7 г углерода. В среднем на водохранилище сообщества рогоза узколистного и тростника южного продуцируют за год органического вещества 899 ± 116 г/м² и 843 ± 99 г/м², соответственно и по классификации Р. Уиттекера (1980), относятся к умеренно продуктивным сообществам. Величина органического вещества, продуцируемого рогозом и тростником на 1 м² литорали Новосибирского водохранилища в 2022 г., была близка по значению с тем, которое продуцируется в Куйбышевском водохранилище (Папченков, 2001).

В верховьях водохранилища (Крутихинское мелководье) широко распространен еще один гелофит – сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.), который образует на мелководье вдоль островов обширные заросли. Высота растений достигает в среднем 112 ± 3 см, плотность фитоценозов 40 экз./м². Сообщества сусака продуцируют в год в среднем 655 ± 29 г/м² органического вещества и относятся, по классификации Р. Уиттекера (1980), к умеренно продуктивным. В 1959 г. в Шарапский залив была осуществлена интродукция гелофита – цицании широколистной (*Zizania latifolia* Turcz.) (Гусева,

1973). Распространение цицании широколистной дальше по водохранилищу не произошло и в настоящее время ограничивается только Шарапским заливом. Высота растений достигает в среднем 132 ± 5 см, плотность фитоценозов 40–80 экз./м². Сообщества цицании водной продуцируют в год в среднем $231,84 \pm 18$ г/м² органического вещества и относятся, по классификации Р. Уиттекера (1980), к малопродуктивным.

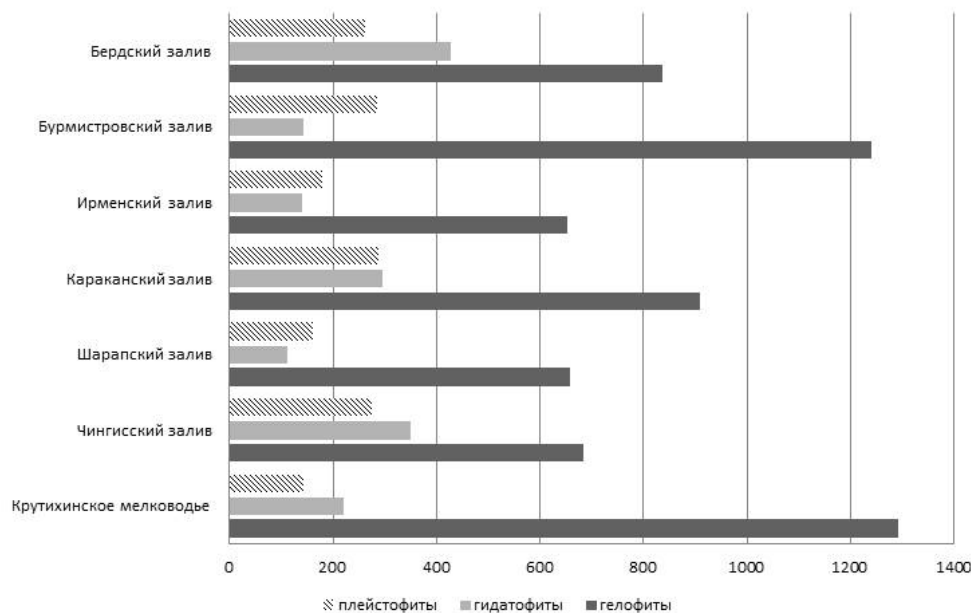


Рис. Биомасса макрофитов Новосибирского водохранилища 2022 г., г/м².

Значительный вклад в общую первичную продукцию водоема вносят гидатофиты, или полностью погруженные в воду растения. Среди них ведущую роль играют представители семейства рдестовых (Potamogetonaceae). Они встречаются на всех исследованных участках водохранилища и доминируют как по площади распространения, так и по биомассе. Наибольшая биомасса, образуемая рдестами, была отмечена в Чингисском (в сообществах рдеста блестящего) и Бердском заливах (в сообществах рдеста пронзеннолистного). В среднем по водохранилищу фитомасса рдестовых фитоценозов составляла – 271 ± 45 г/м², что эквивалентно 231 ± 38 г/м² органического вещества или 126 ± 21 г углерода. Среди сообществ погруженных растений в 2022 году наиболее продуктивны были сообщества гидриллы мутовчатой (*Hydrilla verticillatum*), широко распространенной в Чингисском и Бердском заливах. Максимальная фитомасса гидриллы отмечена в Бердском заливе – 680 г/м². В целом по водохранилищу среднее значение фитомассы гидриллы составило 560 ± 69 г/м², что эквивалентно 476 ± 59 г/м² органического вещества или углерода – 260 ± 32 г. По величине образуемой первичной продукции рдестовые и гидрилловые сообщества Новосибирского водохранилища можно отнести, по классификации Р. Уиттекера (1980), к мало- и умеренно продуктивным сообществам, соответственно.

К числу доминирующих по распространению на акватории водохранилища относятся сообщества плейстофита – болотноцветника щитолистного (*Nymphoides peltata*). Несмотря на то, что эти сообщества встречаются на всех исследованных участках водохранилища, они вносят незначительный вклад в образование первичной продукции водоема, Наибольшая фитомасса болотноцветника была отмечена в Бердском заливе (376 г/м²). В среднем по водохранилищу фитомасса болотноцветника не превысила 234 ± 19 г/м², что эквивалентно 210 ± 17 г/м² органического вещества и 108 ± 9 г углерода. По классификации Р. Уиттекера (1980) эти сообщества являются малопродуктивными.

Заключение. В целом, Новосибирское водохранилище, имеющее большую акваторию, по интенсивности зарастания, согласно классификации В. Г. Папченкова (2001), относится к слабо зарастающим водоемам. Зарастание водоема неравномерное. В наименьшей степени зарастают глубокие прибрежные участки вдоль обрывистых берегов и приплотинный участок.

Состав доминантов водной и прибрежно-водной растительности значительно зависит от гидрологического режима водохранилища: сроков и интенсивности достижения НПУ. По данным ГИС-портала Центра регистра и кадастра (URL: <http://gis.vodinfo.ru>), исследуемый 2022 г. характеризовался длительным периодом наполнения водохранилища, что привело к достижению НПУ только к середине июня. В таких условиях литораль поздно залилась водой, что негативно сказалось на продуктивности водной растительности. Наиболее продуктивны были сообщества воздушно – водных растений, их вклад в образовании органического вещества водохранилища составил $829,5 \pm 70$ г/м² органического вещества или $418,4 \pm 35$ г углерода в год. Значительно менее продуктивны были сообщества гидато- и плейстофитов, общая годовая продукция которых составила в среднем по водохранилищу 235 ± 21 г/м² органического вещества или 125 ± 11 г углерода.

По величине образуемой в 2022 г. первичной продукции, сообщества высшей водной и прибрежно-водной растительности Новосибирского водохранилища можно отнести к мало- и умеренно продуктивным сообществам.

Благодарности. Выражаем благодарность за помощь в сборе материала м. н. с. НФ ИВЭП СО РАН Г. В. Феттер, за консультации по гидрологическому режиму Новосибирского водохранилища м. н. с. НФ ИВЭП СО РАН О. В. Кондаковой.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН по проекту 0306-2021-0001.

ЛИТЕРАТУРА

- Белавская А. П.** К методике изучения водной растительности // Бот. журн., 1979. – Т. 64, № 1. – С. 32.
- Березина Л. В.** Высшая водная растительность // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. – Новосибирск: Зап. Сиб. кн. изд-во, 1976. – С. 36–50.
- ГИС-портал Центра регистра и кадастра.* Информационная система по водным ресурсам и водному хозяйству бассейнов рек России. URL: <http://gis.vodinfo.ru> (дата обращения 10.05.2023).
- Гусева В. Н.** Цицания широколистная – *Zizania latifolia* Turcz. в мелководье Новосибирского водохранилища // Растительность Приобья и ее хозяйственное использование. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. – С. 191–199.
- Зарубина Е. Ю.** Влияние уровневого режима Новосибирского водохранилища на продукцию водных и прибрежно-водных фитоценозов // Гидробиотаника 2015: материалы VIII Всеросс. конф. с междунар. участием по водным макрофитам. – Ярославль: Филигрань, 2015. – С. 14–16.
- Зарубина Е. Ю., Ермолаева Н. И.** Сезонная динамика макрофитов и зоопланктона литоральной зоны Новосибирского водохранилища в 2013 г. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2014. – № 11-2. – С. 216–220.
- Зарубина Е. Ю., Ермолаева Н. И., Котовщиков А. В., Яныгина Л. В.** Литоральная зона как важнейшая составляющая мониторинга крупного равнинного водохранилища (на примере новосибирского водохранилища) // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения: Сб. науч. тр.: посвящается Году экологии в России и 50-летию Института водных проблем РАН. – Новочеркасск: Лик, 2017. – С. 566–571.
- Зарубина Е. Ю., Соколова М. И., Киприянова Л. М.** Первичная продукция высшей водной растительности Новосибирского водохранилища // Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища / В. М. Савкин, С. Я. Двуреченская, Н. И. Ермолаева и др. – Новосибирск Изд-во СО РАН, 2014. – С. 159–166.
- Катанская В. М., Распов И. М.** Методы изучения высшей гидрофильной растительности // Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – С. 129–175, 187–219.
- Папченко В. Г.** Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья: Монография. – Ярославль: ЦБП МУБиНТ, 2001. – 200 с.
- Папченко В. Г.** Продукция макрофитов вод и методы ее изучения // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). – Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. – С. 137–145.
- Савкин В. М., Двуреченская С. Я., Ермолаева Н. И., Киприянова Л. М., Кириллов В. В., Романов Р. Е. и др.** Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища // Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт водных и экол. проблем СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 393 с.
- Уиттекер Р.** Сообщества и экосистемы. – М.: Мир, 1980. – 328 с.
- Lieth H.** Ökologische Fragestellungen bei der Untersuchung der biologischen Stoffproduktion. 1 Einführung, Definitionen und Wachstumsanalysen // Qualit. Planter. Et Mater. Vegetab., 1965. – Vol. 2, No. 3. – P. 241–261.