

ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ ФИТОМАССЫ В МЕЛКОВОДНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЁМАХ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЁР ВЕРХОВИЙ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)

Новиков В.А.¹

¹ФГПБООУ ВПО Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия (394087, Воронеж, ул. Тимирязева, 8) e-mail: kaban_89@inbox.ru

В статье освещается актуальная на сегодняшний день проблема зарастания мелководных искусственных водоёмов и накопление в них избыточной фитомассы. Описаны процессы накопления донных отложений и оценено их влияние на кормовые условия ряда водоплавающих птиц. Отмечено также значение телореза обыкновенного, как индикаторного вида и как вида, крайне отрицательно влияющего на гнездовые условия для водоплавающей дичи. Приводится описание и обоснование метода учёта растительности на водоёмах, а также различных способов подсчёта растительной продукции. Приводятся расчёты запасов фитомассы и фитопродукции за последние годы и сравнение этих данных с материалами исследований прошлых лет. Данные сведены в таблицы и сопровождаются анализом. Дана информация о том, что темпы зарастания мелководных водоёмов за последнее время значительно усилились. Это способствует и накоплению органики и общему снижению пригодности водоёма для использования его в целях охотничьего хозяйства. По результатам исследований сделаны выводы и даны рекомендации

Ключевые слова: фитомасса, мелководные искусственные водоёмы, растительность, телорез алоэвидный, водохранилище

PROBLEM OF ACCUMULATION OF BIOMASS IN SHALLOW ARTIFICIAL RESERVOIRS (ON THE EXAMPLE OF LAKES OF UPPER COURSES OF THE VORONEZH WATER RESERVOIR)

Novikov V.A.¹

¹Voronezh State Academy of forestry engineering, Voronezh, Russia (394087, Voronezh, Timiryazeva Street, 8) e-mail: kaban_89@inbox.ru

In article the problem of a growing of shallow artificial reservoirs actual today and accumulation in them excess biomass is covered. Processes of accumulation of ground deposits are described and their influence on fodder conditions of a number of waterfowl is estimated. Value of stratiotes aloides ordinary as indicator look and as the look extremely negatively influencing nested conditions for a natatorial game is noted also. The description and justification of a method of the accounting of vegetation on reservoirs and also various ways of calculation of vegetable production is provided. Calculations of stocks of biomass and phytoproduction in recent years and comparison of these data with materials of researches of last years are given. Data are tabulated and are accompanied by the analysis. Information that rates of a growing of shallow reservoirs considerably amplified lately is given. It promotes both to accumulation of organic chemistry and the general decrease in suitability of a reservoir for its use for hunting economy. By results of researches conclusions are drawn and recommendations are made

Keywords: biomass, shallow artificial reservoir, vegetation, stratiotes aloides, water reservoir

Введение

В последнее десятилетие проблема зарастания мелководных искусственных водоёмов ощущается всё сильнее. Связано это, в первую очередь, с истечением срока эксплуатации большинства основных искусственных водоёмов – водохранилищ. Воронежское водохранилище исключением не является. Заполненное в 1972 году и не перенесшее никаких радикальных воздействий по очистке и углублению, оно к настоящему моменту имеет критический срок эксплуатации [1].

Объектом наших исследований, освещённых в данной статье, является не само водохранилище как таковое, а его верховья с озёрами и плёсами, расположенные севернее автодороги Москва-Ростов и наиболее сильно подверженное зарастанию. Изучалось и анализировалось нами также состояние водной, земноводной и погруженной растительности в озёрах.

Анализ проблемы

Такой внушительный срок эксплуатации водоёма не мог не оказать влияние на связанную с ним растительность. Мелководные искусственные водоёмы зарастают под влиянием целого ряда абиотических факторов, таких как глубина водоёма, степень его прозрачности, скорость течения и т.д. Влияние всех этих факторов в различных типах водоёмов неодинаково. Нас интересует только влияние их на зарастание озёр и плёсов. Всегда выделяется несколько главенствующих факторов, от которых в значительной степени зависит и влияние других. Проблема же заключается не только в накоплении фитомассы и увеличении площади зарастания, но и в накоплении органических донных отложений и бентоса на дне мелководий, а также в проникновении в естественные укрытия водоплавающих птиц – заросли тростника и рогоза, телореза обыкновенного [2]. Телорез делает заросли тростника и рогоза непригодными для гнездования и является одним из факторов снижения численности водоплавающих птиц. Необходимо выделить из всех лимитирующих факторов влияние именно накопления фитомассы и увеличения площади зарастания на кормовые условия и условия для гнездования. Необходимо также оценить степень этого влияния.

Методика учёта запасов растительности и их проведение

Для ответа на поставленный вопрос и оценки влияния, в первую очередь, нужно было провести учёт растительности, чтобы оценить современное состояние зарастания, а также сравнить полученные данные с исследованиями прошлых лет. Необходимые нам учёты запасов фитомассы проводились по общепринятому методу пробных площадей. Закладывались пробные площадки размером 1×1 м. Полученные данные впоследствии переводились на всю площадь озёр и плёсов.

Нами использовалась следующая последовательность расчётов: вычисление площадей, занятых определённым типом растительности (S), вычисление средней величины фитомассы (\mathbf{b}) основных ассоциаций растений (г/м^2 воздушно-сухой массы), вычислений величины надземной фитомассы (\mathbf{B} , $\mathbf{г}$) – пользуемся формулой И.Л. Кореляковой (1975), где \mathbf{B} – запас фитомассы, \mathbf{b} – фитомасса на 1 м^2 , \mathbf{S} – площадь участка. При расчётах величин надземной фитомассы растений учитываются следующие параметры и характер распределения зарослей в озере: диффузное сложение зарослей в водоёме $\mathbf{B} = \mathbf{b} \times \mathbf{S}$,

раздельно-групповое сложение, при котором заросли образованы одним видом растения $V = b \times S \times S \times \% \text{ зарастания} / 100$, раздельно-групповое сложение, при котором заросли образованы двумя и более количеством видов $V = (b \times S \times S \times \% \text{ зарастания} / 100) + \dots + v_n (S \times S \times \% \text{ зарастания} / 100)$. После проведения расчётов по данным формулам необходимо было осуществить перевод всех полученных показателей на единицу площади для каждого исследуемого озера, не единицу площади мелководий, так как основным объектом исследования в данном случае являются мелководные озёра, и на единицу объёма. Сбор и определение растений производится по общепринятой методике [6]

Помимо собственно запасов фитомассы необходимо было рассчитать фитопродукцию по некоторым индикаторным растительным сообществам, чтобы получить представление о дальнейшем развитии растительности и об изменении площадей зарастания.

Фитопродукция общая вычислялась по формулам И.М. Распопова (1973):

$$P = 1,2B - \text{ для погруженных и водно-воздушных растений;}$$

$$P = 1,2B + W_n - \text{ для растений с плавающими листьями, где } W - \text{ масса листа, } n - \text{ число мутовок без листьев.}$$

Общая продуктивность абсолютно сухой растительности (P_1, t) вычислялась с использованием коэффициента И.Л. Кореляковой (1977):

$$P_1 = 0,93P$$

Общая продуктивность органического вещества (P_2, t) вычисляется также с использованием коэффициента И.Л. Кореляковой (1977):

$$P_2 = 0,9P_1$$

Общая продукция углерода (P_3, t) вычисляется с использованием коэффициента И.М. Распопова (1973):

$$P_3 = 0,464P_2$$

Общая продукция с учётом энергетических показателей ($P_4, \text{кДж}$) вычисляется с использованием коэффициента Лита (Lieth, 1965): $P_4 = 41,9P_3$

Анализ полученных данных

Полученные данные по запасам надземной фитомассы сравнивались нами с данными Н.Ю. Хлызовой (1989) и были сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Распределение запасов надземной фитомассы верховий водохранилища ($B, t (x' \pm 2m)$, воздушно-сухая масса

Состав растительности	Верховья водохранилища	
	1989 год	2013 год
Погруженная растительность	409,37±23,45	1146,24±22,0

Растительность с плавающими листьями	208,40±26,12	583,52±26,10
Земноводная растительность	3734,88±520,59	10457,66±522,72
Всего	4352,65±570,16	12187,42±570,82

Анализируя и сравнивая данные таблицы 1, делаем вывод, что за рассматриваемый период общие запасы по всем видам растительности увеличились и составили 12187,42 т на 2013 год против 4352,65 т по данным 1989 года. Наибольшие запасы приходятся на земноводную растительность и увеличение её запасов на данный период произошло на 6722,78 т.

Как известно, основой всех энергетических процессов в водоёме является растительная продукция. Фитомасса, в свою очередь, является важнейшим показателем продуцирования органического вещества, что непосредственно затрагивает нашу проблему накопления донных отложений и бентоса в зависимости от величины фитомассы. Последняя представляет собой совокупность всех растений, произрастающих на определённой единице площади с определённой массой, калорийностью, химизмом и объёмом [6].

Величины фитомассы основных растительных сообществ в исследуемых водоёмах приведены в таблице 2, причём данные приводятся без учёта подземных частей растений.

Таблица 2

Фитомасса основных растительных сообществ исследуемых водоёмов

Состав растительности	Фитомасса (воздушно-сухая масса, г/м ²)	
	данные на 1989 год (Хлызова, 1989)	данные на 2013 год
Элодея канадская – <i>Elodea canadensis</i>	309,8±14,7	406,12±14,0
Роголистник погруженный – <i>Ceratophylla demersi</i>	201,7±10,1	564,76±10,3
Рдест блестящий – <i>Potamogeton lucens</i>	299,5±23,3	838,6±23,0
Рдест пронзеннолистный – <i>Potamogeton perfoliatus</i>	269,9±25,4	755,72±24,0
Телорез алоэвидный – <i>Stratioteta aloides</i>	805,5±30,7	2255,4±30,1
Кубышка жёлтая – <i>Nuphara lutea</i>	116,1±15,7	325,08±15,0
Рдест плавающий – <i>Potamogeton natans</i>	101,2±29,4	283,36±29,2
Манник большой – <i>Glyceria maxima</i>	671,2±22,5	1879,36±22,5
Камыш озёрный – <i>Scirpus lacustris</i>	657,4±90,1	1840,72±90,0
Рогоз узколистный – <i>Typha angustifolia</i>	727,4±12,8	2036,72±12,5
Тростник южный – <i>Phragmites australis</i>	1150,5±96,9	3221,40±97,0
Ежеголовник прямой – <i>Sparganium erectum</i>	699,7±11,05	1959,16±11,0
Осока береговая – <i>Caricetum ripariae</i>	615,7±70,7	1723,96±70,2

Анализируя данные таблицы, делаем вывод, что чистые сомкнутые заросли тростника южного по данным на 1989 год обладают наибольшей фитомассой – 1150,5 г/м². Достаточно высокими показателями характеризуется также сообщество рогоза узколистного – 727 г/м², а

среди настоящих водных растений – интересующий нас телорез алоэвидный: 805,5 г/м², широко распространённый на территории верховий водохранилища (Хлызова, 1989). Запасы этих трёх видов по нашим расчётам на 2013 год значительно возросли и составили соответственно 3221,4; 2036,72; 2255,4 г/м². Особенности современного этапа зарастания Воронежского водохранилища заключаются в том, что в настоящее время прослеживается увеличение площадей заболачивания. На таких участках наблюдается разрастание площадей зарослей тростника южного, рогоза узколистного, камыша озёрного. Телорез является мощным конкурентом в потреблении питательных веществ. При этом наблюдается увеличение площадей, занятых зарослями водно-воздушной растительности и общее повышение запасов фитомассы, так как именно эти растения являются её основными продуцентами. За счёт увеличения площадей зарастания процессы заболачивания усиливаются.

Усиление процессов заболачивания приводит к ухудшению гнездовых условий водоплавающих [5], а телорез алоэвидный со своими острыми листьями полностью заполняет пространство в зарослях рогоза и тростника и делает их непроходимыми для птиц. Опускаясь на дно, телорез способствует накоплению органики, водоёмы ещё больше мелеют, слой органики препятствует добыче корма птицами.

Статистическая обработка данных показывает, что величины фитомассы нами определены с допустимой погрешностью до 10%. Исключение составляют только камыш озёрный, кубышка жёлтая и осока береговая – до 15%. Данные по погрешностям приведены сведены нами в таблицу 3.

Таблица 3

Погрешность и точность определения (р) величины фитомассы в зависимости от количества проб (n)

Ассоциация	Полученные данные на 1989 год (воздушно-сухая масса)	
	n	р,%
<i>Elodeetum Canadensis</i>	48	4,7
<i>Ceratophylletum demersi</i>	39	5,1
<i>Potamogetetum lucentis</i>	54	7,7
<i>Potamogetetum perfoliati</i>	49	9,4
<i>Statiotetum aloides</i>	55	3,8
<i>Nupharetum lutei</i>	10	13,5
<i>Glycerietum maximae</i>	31	3,4
<i>Scirpeta lacustris</i>	15	13,7
<i>Typhetum angustifoliae</i>	120	1,8
<i>Phragmitetum australis</i>	120	8,4
<i>Caricetum ripariae</i>	24	11,4
Всего проб	565	-

После расчётов запасов фитомассы основных растительных сообществ исследуемых водоёмов и распределения запасов надземной фитомассы проводим расчёты фитопродукции за год в воздушно-сухой (P), абсолютно-сухой массе (P₁), а также годовой продукции органического вещества (P₂), углерода (P₃) и энергии (P₄). Рассчитанные показатели были сравнены с данными Н.Ю. Хлызовой (1989) и проведён анализ ситуации. Показатели рассчитывались для погруженной, земноводной и растительности с плавающими листьями. Данные были сведены нами в таблицы 4 и 5.

Таблица 4

Годовая фитопродукция водохранилища (P, т, воздушно-сухая масса; P₁, т, абсолютно-сухая масса)

Состав растительности	Водохранилище			
	1989		2013	
	P	P ₁	P	P ₁
Погруженная растительность	491,24	456,85	1375,47	1279,18
Растительность с плавающими листьями	279,40	259,82	782,32	727,50
Земноводная растительность	4481,86	4168,12	12549,21	11670,74
Всего	5252,50	4884,79	14707,0	13677,42

Таблица 5

Годовая растительная продукция органического вещества (P₂, т), углерода (P₃, т), и энергии (P₄, 1,10⁹ кДж) водохранилища

Состав растительности	Водохранилище					
	1989			2013		
	P ₂	P ₃	P ₄	P ₂	P ₃	P ₄
1	2	3	4	5	6	7
Погруженная растительность	442,12	205,11	8,59	1237,94	574,31	24,05
Растительность с плавающими листьями	250,40	116,18	4,87	701,12	325,30	13,64
Земноводная растительность	3751,3	1740,61	72,92	10503,67	4873,71	204,18
Всего	4443,8	2061,90	86,38	12442,73	5773,32	241,87

По результатам анализа таблиц делаем вывод, что исследуемые нами объекты соответствуют эвтрофному и мезотрофному уровням. При этом в зоне зарослей и мелководий степень эвтрофикации за счёт органического вещества, которое создаёт водная растительность, особенно велика. Все, измеренные нами показатели увеличились. По нашему мнению увеличение значений основных показателей фитопродукции и фитомассы индикаторных видов растительности также свидетельствует о том, что исследуемые объекты находятся в стадии сильного заболачивания [4]. Высшая водная растительность в

Воронежском водохранилище является одним из источников поступления органического вещества, наряду с фитопланктоном, что является ещё одним фактором, ограничивающим численность и распространение водоплавающих птиц [7].

При увеличении общей степени зарастания происходит изменение соотношения площадей, занятых воздушно-водной и погружённой растительностью. За счёт снижения площадей, занятых воздушно-водной растительностью и увеличения площадей погруженной растительности, изменения состояния их жизненности, происходит ухудшение условий гнездования водоплавающих птиц [3].

Выводы

По результатам работы нами были сделаны выводы.

1. Фитомасса в верховьях водохранилища, несомненно, накапливается. За период исследования общие средние запасы растительности на территории верховий водохранилища увеличились примерно на 180%!
2. Зарастание и накопление фитомассы происходит высокими темпами. Надземная фитомасса только земноводной растительности за исследуемый период увеличилась на 6722,78 т.
3. Зарастание и заболачивание озёр и плёсов является мощным лимитирующим фактором в отношении изменения численности охотничьих видов птиц.
3. Исследуемые объекты в силу невысокой глубины и слабой проточности подвержены достаточно высокой степени заболачивания и зарастания, происходит накопление органики и увеличение мощности донных отложений. В частности, увеличиваются площади распространения телореза алоэвидного.
4. Фитопродукция некоторых растительных сообществ также сильно выросла. Показатели воздушно-сухой массы выросли за исследуемый период с 5252,50 т в 1989 году до 14707,0 т в 2013 году. Следовательно, при отсутствии каких-либо воздействий извне темпы зарастания будут неуклонно расти, что, несомненно, будет способствовать дальнейшему заболачиванию исследуемых водоёмов.

Рекомендацией же может служить систематическое улучшение проточности исследуемых водоёмов механическим способом, хотя это и является довольно затратным предприятием.

Список литературы

1. Кудрин А.М. Трансформация водно-болотных угодий Воронежского водохранилища при ускоренной эвтрофикации мелководий // Материалы юбил. научн.-технич. конф. молодых учёных в ВГЛТА: Лес и молодёжь. – Воронеж, 2000. – 8 с.
2. Кудрин А. М. Условия обитания водоплавающей дичи в верховьях Воронежского водохранилища // Материалы Всерос. научн.-технич. конф.: Рациональное использование ресурсного потенциала в агропромышленном комплексе. – Воронеж, 1998. – С. 114-114. (в соавт. с Н. А. Харченко, В.В. Царалунга).
3. Кудрин А. М. Изменение гнездовых условий для водоплавающей дичи в верховьях Воронежского водохранилища // Рукопись деп. В ВИНТИ, 28.11.97, №3486-В97 ВГЛТА: Воронеж, 1997. – 4 с. (в соавт. с В.В. Царалунга).
4. Новиков В.А. Охотпользование и мелководные искусственные водоёмы. Проблемы, связанные с их эвтрофикацией [Текст] / В. А. Новиков, В. В. Царалунга ; В. А. Новиков, В. В. Царалунга // Лесотехнический журнал. - 2013. - № 1 (9). - С. 178-181.
5. Смиренский А. А. Водные кормовые и защитные растения в охотничье-промысловых хозяйствах [Текст] / А. А. Смиренский. – М. : Заготиздат, 1950. – 132 с.
6. Хлызова Н. Ю. Экологические особенности высшей водной растительности водоёмов бассейна реки Воронеж [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. Ю. Хлызова. – Днепропетровск, 1989. – 24 с.
7. Хлызова Н.Ю. Учебно-методическое пособие (ботаника с основами геоботаники) / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Н.Ю. Хлызова, А.И. Кирик. — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006. — 23 с.: ил. — Библиогр.: с. 17 - 18.

Рецензенты:

Гапонов С.П., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой зоологии и паразитологии Воронежского государственного университета, г.Воронеж.

Негробов О.П., д.б.н., профессор кафедры экологии и систематики беспозвоночных животных Воронежского государственного университета, г.Воронеж.