

УДК 574.586; 574.24

С. Н. Быкова, Э. В. Гарин

**ВЛИЯНИЕ STRATIOTES ALOIDES L. НА
ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОПЕРИФИТОННЫХ
СООБЩЕСТВ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

Исследовали влияние телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides* L., Hydrocharitaceae) на формирование микроперифитонных сообществ. Присутствие *S. aloides* более 33 сут сопровождается снижением общего количества видов в микроперифитоне и численности синезеленых водорослей. Влияние телореза на отдельные виды диатомовых и зеленых водорослей происходит избирательно и не зависит от их принадлежности к определенным экологическим группам.

Ключевые слова: водоросли, микроперифитон, *Stratiotes aloides*, обработка, формирование.

Прибрежная зона большинства пресноводных водоемов служит местом массового развития макрофитов. От видовой принадлежности последних, их возраста, площади разрастания зависит структура окружающих сообществ. Как показали предыдущие исследования, отдельные пресноводные прибрежные макрофиты становятся причиной структурных изменений в водных сообществах [1, 2, 5, 11]. *Stratiotes aloides* L. (телорез алоэвидный) — гидрофит из сем. Hydrocharitaceae порядка Alismatales класса Magnoliopsida [3], часто встречается в прибрежной части пресных водоемов и, быстро разрастаясь, может занимать обширные площади [9]. Ранее исследователями было отмечено его негативное влияние на некоторые фитопланктонные и перифитонные организмы [12, 14].

Целью настоящего исследования стало изучение влияния *S. aloides* на формирование микроперифитонных сообществ в экспериментальных экосистемах.

В задачи исследования входило получение и сравнение структурных характеристик микроперифитонных сообществ в период их формирования на предметных стеклах, в присутствии телореза и без него.

Материал и методика исследований. Исследование проводили 61 сут в период активной вегетации *S. aloides* — в июле и августе. Экспериментальные экосистемы создавали в пластиковых лотках объемом 300 л, залитых профильтрованной через газ (размер ячеек — 64 мкм) речной водой. Во избежание резкого суточного перепада температуры воды в лотках, их помеща-

© С. Н. Быкова, Э. В. Гарин, 2018

ли в один большой бассейн с водой. Телорез отбирали в одном из небольших заливов Рыбинского водохранилища, из мест его естественного обитания, за две недели до начала эксперимента. Чтобы исключить наличие эффекта резистентности водорослей к телорезу, использовали другую воду со свойственным ей составом организмов из р. Суноги, которая впадает в р. Сутку, а та, в свою очередь, — в Рыбинское водохранилище. Гидрохимический состав воды водохранилища и рек не имеет существенных различий. В течение двухнедельного периода макроритмы адаптировались к заданным условиям в речной воде. Погружали по 10 растений в каждый лоток-микркосм (10 экз/м²). Такая плотность приближена к плотности растений на участке, с которого их отбирали в водоеме, и характеризуется как умеренная [15]. Сверху лотки затягивали сеткой, для исключения случайного попадания организмов извне.

В начале эксперимента телорез находился в фазе цветения — начала плодоношения. Средняя сырая масса одного растения составляла 173 г. Контролем служили лотки без растений с той же речной водой. Каждый вариант опыта воспроизводился в трех повторностях, то есть три лотка контрольных и три лотка — со *S. aloides*.

Для исследования характера формирования микроперифитона, через двое суток после посадки телореза в каждый лоток-микркосм помещали в качестве субстратов для обрастаний предметные стекла, удерживаемые вертикально на пенопластовых поплавках. Один раз в неделю из каждого лотка изымали по стеклу для просмотра. Таксономический состав и численность водорослей на стеклах определяли методом прямого микрофотографирования неконцентрированных и нефиксированных проб с помощью микроскопа БИММ Р-13 при увеличении 7×40. Доминирующим видом считали тот, численность или биомасса которого составляли более 20% суммарных значений. Расчет биомассы организмов микроперифитона производили геометрическим методом или методом истинного объема. Удельный вес клетки считали равным единице. Для сравнения видового состава использовали индекс Серенсена. Результаты исследования статистически обработаны в программе MS Excel и в статье представлены как средние величины со стандартным отклонением.

Ежедневно в утренние часы (9⁰⁰—10⁰⁰) регистрировали температуру. Ежедекадно определяли рН, концентрации O₂, основных катионов (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), БПК₅. Каждые пять суток измеряли концентрацию ортофосфатов. Три раза за эксперимент определяли содержание нитратного и аммиачного азота. Ранее при проведении аналогичных исследований неоднократно отмечали, что за одинаковый промежуток времени концентрация минерального азота снижается быстрее, чем фосфора. Поэтому для устранения недостатка биогенных веществ в оба варианта два раза (на 1-е и на 38-е сутки) вносили азотные соединения (в форме NH₄NO₃), доводя соотношение с фосфатами до 30 : 1, при этом количество фосфатов не изменяли. Подобное соотношение биогенных веществ считается оптимальным для мезотрофных вод [4]. Первоначальная концентрация (до внесения) N-NO₃ составляла 0,009 мг/л, N-NH₄ — 0,14 мг/л, P-PO₄ — 0,017 мг/л.

1. Химические параметры воды во время эксперимента

Параметры	Контроль		В присутствии <i>S. aloides</i>	
	в начале эксперимента (12-е, 19-е сутки)	в конце эксперимента (61-е сутки)	в начале эксперимента (12-е, 19-е сутки)	в конце эксперимента (61-е сутки)
pH	8,3	9,3	7,5	8,2
O ₂ , мг/л	6,3	12,1	5,0	9,9
БПК ₅ , мг/л	1,3	3,5	2,2	2,6
Mg ²⁺ , мг/л	8,0	8,0	8,0	6,2
Ca ²⁺ , мг/л	41,3	24,0	47,5	34,3
K ⁺ , мг/л	1,9	2,8	0,2	0,9
Na ⁺ , мг/л	3,8	6,2	1,0	1,0

Результаты исследований и их обсуждение

В начале эксперимента температура воды была 19°C, затем к 33-м суткам повысилась до 24,8°C, а к концу исследования (на 61-е сут) снизилась до 13°C.

Химический состав воды в контрольном варианте и в варианте со *S. aloides* был идентичен в начале исследования, однако в ходе эксперимента довольно значительно изменялся (табл. 1).

Структура сообществ микроперифитона. В сообществах микроперифитона были обнаружены водоросли, относящиеся к нескольким отделам: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta и Chrysophyta. Водоросли, входившие в состав сообщества микроперифитона, относились к перифитонным, планктонным и бентосным формам. В обоих вариантах на протяжении эксперимента общее количество таксонов водорослей микроперифитона было невысоким (4—15) (табл. 2).

В варианте с *S. aloides* период с 33-х по 47-е сутки отличался низким количеством таксонов автотрофных организмов. К 61-м суткам этот показатель увеличился до 14, в основном это были диатомовые и зеленые водоросли (см. табл. 2).

Индекс видового сходства водорослей в перифитоне контроля и варианта с *S. aloides* до 33-х суток был достаточно высок: на 12-е сутки — 62%, на 19-е — 77%, на 26-е — 92%. В период с 33-х по 61-е сутки показатель не превышал 38%, ввиду общего снижения количества видов в варианте с гидрофитом и смены доминирующих видов.

Численность водорослей в контроле колебалась в пределах 18—585 тыс. кл/см² и в среднем за время наблюдений составила 285 тыс. кл/см². В микрокосмах с телорезом численность водорослей изменялась от 50 до 265 тыс. кл/см² (средняя — 156 тыс. кл/см²) (табл. 3). Во второй половине эк-

2. Виды водорослей обрастаний в контроле и в варианте со *Stratiotes aloides* с указанием принадлежности к экологическим группам (ЭГ) и доминантов по численности и биомассе

Отделы, виды водорослей	ЭГ	Продолжительность эксперимента, сут														
		контроль							<i>S. aloides</i>							
		12	19	26	33	41	47	61	12	19	26	33	41	47	61	
Bacillariophyta																
<i>Cymbella cistula</i> (Hemp.) Grun	0	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	—	—
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	0	—	—	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	+	+	<i>d_b</i>	+	+	—	—	—	+
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Breb.	0	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fragillaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> Kütz.	0	—	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	—	—	+	+
<i>F. construens</i> f. <i>venter</i> (Ehr.) Hust	0	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
<i>Navicula pupula</i> Kütz.	♂	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_n</i>	+	+	—	+	—	+	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_{n,b}</i>	+
<i>N. viridula</i> (Kütz.) Ehr.	♂	—	+	—	—	—	—	+	—	+	+	—	—	—	—	+
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	0	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	+	+	+	+	+	<i>d_b</i>	+	+	+	—	—	—	+
Chlorophyta																
<i>Coleochaetescutata</i> Brebisson	0	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	<i>d_b</i>	+	<i>d_b</i>	<i>d_{n,b}</i>
<i>Cosmarium</i> sp.	II	+	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehr.	II	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+
<i>Hormidium</i> sp.	0	<i>d_{n,b}</i>	<i>d_n</i>	<i>d_n</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 2

Отделы, виды водорослей	ЭГ	Продолжительность эксперимента, сут													
		контроль							S. aloides						
		12	19	26	33	41	47	61	12	19	26	33	41	47	61
<i>Mougeotia</i> sp.	II	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+
<i>Scenedesmus</i> sp.	II	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stigeoclonium</i> sp.	O	+	—	<i>d_b</i>	+	—	—	+	<i>d_n</i>	<i>d_{n, b}</i>	+	—	+	—	—
<i>Pediastrum biradiatum</i> Meyen	II	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ulothrix</i> sp.	O	+	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—
<i>Anabaena planctonica</i> Bruntn	II	+	+	+	+	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—
<i>Aphanizomenon</i> <i>flos-aquae</i> (L.) Ralfs	II	<i>d_n</i>	<i>d_n</i>	<i>d_n</i>	+	—	—	+	<i>d_n</i>	<i>d_n</i>	+	—	—	—	—
<i>Merismopedia minima</i> G. Beck	II	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eucapsis minor</i> (Skuja) Hollerb.	II	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—
<i>Rivularia</i> sp.	O	—	—	—	—	—	—	—	<i>d_{n, b}</i>	<i>d_{n, b}</i>	<i>d_{n, b}</i>	—	—	—	—
<i>Dinobryon</i> sp.	II	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Итого видов:		14	12	12	9	13	7	15	12	12	12	6	5	4	14

Примечание. ЭГ — экологические группы: о — перифитонная (обрастания), п — планктонная, б — бентосная; «—» — отсутствие вида, «+» — присутствие вида. «*d_n*» — доминирование вида по численности, «*d_p*» — доминирование вида по биомассе, «*d_{n, b}*» — доминирование вида по численности и биомассе.

сперимента (с 41-х по 61-е сутки) количество клеток водорослей в варианте с телорезом было вдвое ниже по сравнению с контролем.

В начальной стадии формирования экспериментальных сообществ (12-е сутки) в контроле по численности преобладали прикрепленные зеленые водоросли, особенно *Coleochaete scutata* Brebisson, *Hormidium* sp. (см. табл. 2, 3). Из синезеленых преобладали планктонные водоросли *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs ex Born. et Flah, из диатомовых — бентосные формы *Navicula pupula* Kütz.

На 19-е сутки в большом количестве были обнаружены диатомовые водоросли того же вида, что и на 12-е, и это привело к увеличению общей численности автотрофных организмов. Далее количество клеток *N. pupula* и водорослей из других отделов снизилось и к 26—33-м суткам общие значения этого показателя были минимальными. Во второй половине эксперимента, с 41-х по 61-е сутки доминировали прикрепленные синезеленые водоросли *Rivularia* sp.

В варианте с телорезом на 12-е сутки преобладали зеленые водоросли *Coleochaete scutata*, *Stigeoclonium* sp. и синезеленые *A. flos-aquae*. К 19-м суткам численность зеленых водорослей указанных видов увеличилась, синезеленых — снизилась. С 26-х суток стала нарастать численность диатомовых водорослей, особенно *N. pupula*. Этот вид доминировал до 47-х суток. Следует отметить развитие именно диатомовых водорослей в варианте с телорезом в этот период времени, в контроле данная группа водорослей не преобладала. К 41-м суткам синезеленые водоросли полностью исчезли из сообщества. С 33-х до 47-х суток в сообществах микроперифитона в варианте с гидрофитом значительно сократился не только таксономический состав, но и количество ранее доминировавших зеленых водорослей. Их численность вновь увеличилась только на 61-е сутки.

В контроле масса водорослей колебалась в пределах 0,11—1,36 мг/см² (рисунок). В присутствии телореза на протяжении 41 сут масса изменялась от 0,42 до 0,69 мг/см², к 61-м суткам она возросла до 1,92 мг/см².

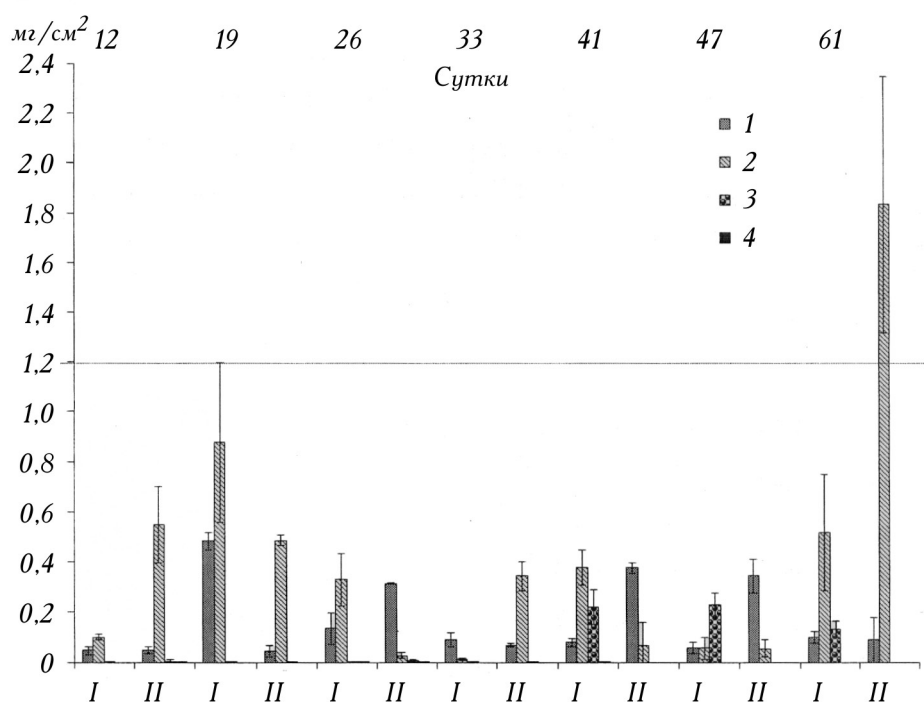
Во время первого измерения (на 12-е сутки) в контроле биомасса зеленых водорослей *Coleochaete scutata* в сообществе была наибольшей (см. табл. 2). К 19-м численность и биомасса клеток этого вида еще более увеличились. Также возросла биомасса диатомовых водорослей, среди которых доминировали *N. pupula* и *Synedra ulna*. С 26-х суток в доминирующую группу по биомассе вошли диатомовые водоросли *Cocconeis placentula* Ehrenberg. К 33-м суткам на фоне снижения численности клеток доминирующих автотрофов произошло и снижение общей биомассы (см. рисунок). К 41-м суткам частично изменился состав доминирующего комплекса по численности, одновременно немного возросла биомасса водорослей в сообществе. По биомассе стали преобладать зеленые водоросли — *Coleochaete scutata* и синезеленые *Rivularia* sp. Последний вид сохранил свое превосходство в своей экологической группе по численности и биомассе над другими водорослями до конца эксперимента. Биомасса зеленых водорослей к 47-м суткам заметно снизилась, а затем (к 61-м) возросла. Биомасса синезеленых водорослей до конца исследования оставалась примерно на одном уровне.

3. Численность клеток водорослей разных отделов в контроле (1) и в варианте со *S. aloides* (2)

Сутки	Варианты опыта	Bacillariophyta, тыс. кл/см ²	Chlorophyta, тыс. кл/см ²	Chrysophyta, тыс. кл/см ²	Цианопхита, тыс. кл/см ²
12	1	13,4 ± 5,7	35,6 ± 1,9	—	15,2 ± 9,18
	2	2,5 ± 1,4	25,7 ± 7,31	0,4 ± 0,25	21,0 ± 6,6
19	1	339,4 ± 61,8	27,2 ± 18,5	—	43,5 ± 20,6
	2	3,5 ± 1,6	115,3 ± 89,09	—	0,3 ± 0,2
26	1	13,0 ± 8,9	31,4 ± 14,6	—	1,7 ± 0,18
	2	164,3 ± 100,1	24,2 ± 5,42	—	69,3 ± 26,11
33	1	7,5 ± 3,6	6,9 ± 3,5	—	3,7 ± 1,26
	2	53,0 ± 3,82	7,3 ± 3,11	—	3,4 ± 1,83
41	1	5,9 ± 2,5	64,5 ± 31,9	0,2 ± 0,06	514,7 ± 157,2
	2	198,7 ± 125,8	4,0 ± 0,9	—	—
47	1	3,1 ± 0,92	1,1 ± 0,6	—	527,9 ± 110,4
	2	262,2 ± 51,9	2,7 ± 1,1	—	—
61	1	4,2 ± 1,96	13,0 ± 0,01	—	323,3 ± 102,8
	2	262,2 ± 64,9	2,7 ± 0,9	—	—

В варианте с телорезом на протяжении 47 сут, не было отмечено резких скачков в сторону увеличения или уменьшения массы водорослей в сообществе. До 19-х суток, на 33-и и в конце исследования (61-е) в сообществе масса зеленых водорослей *C. scutata* была наибольшей. С 26-х по 47-е сутки основную массу диатомовых водорослей составляли клетки *N. pupula*.

При значительной разнице численности клеток в контроле и варианте с телорезом, что ярко выражено во второй половине эксперимента, и более низком количестве таксонов в эксперименте, биомасса водорослей в обоих вариантах оставалась приблизительно на одном уровне. Исключением стали 19-е сутки в контроле, когда были отмечены высокие значения биомассы — 1,36 мг/см², и 61-е в варианте со *S. aloides* — 1,92 мг/см² (см. рисунок). Небольшие различия в биомассе двух вариантов стали результатом достаточно равномерного освоения водорослями доступной поверхности стекла-субстрата, и в данном случае численность клеток не определяла биомассу. То есть, в сообществах варианта со *S. aloides* произошли изменения в разнообразии и численности, но при этом биомасса сообщества в целом не изменилась и не контрастировала с общими значениями биомассы водорослей в контроле. В варианте со *S. aloides* с 33-х суток исследования в сообществе перифитона не были более обнаружены некоторые виды диатомовых — *Cocconeis placentula* Ehr., *Synedra ulna*, синезеленых водорослей — *A. flos-aquae*, *Anabaena planctonica* Bruntn, значительно сократилась численность клеток и биомасса зеленых водорослей *Stigeoclonium* sp.



Биомасса водорослей разных отделов в контроле (I) и в варианте со *Stratiotes aloides* (II): 1 — Bacillariophyta; 2 — Chlorophyta; 3 — Cyanophyta; 4 — Chrysophyta.

Таким образом очевидно, что *S. aloides* оказывает воздействие на автотрофов микроперифитона, независимо от того, к какой экологической группе они относятся. Однако природа его влияния к настоящему времени не совсем ясна. Ранее была обнаружена способность этого макрофита оказывать ингибирующее влияние на развитие синезеленых водорослей, которая объяснялась вероятным аллелопатическим воздействием и возникновением конкурентных отношений за питательные вещества [13]. В ходе анализа литературных данных и результатов проведенного исследования выяснилось, что интенсивность влияния выделений телореза зависит от расстояния между макрофитом и организмами. Вероятно поэтому, структурные характеристики его эпифитона и микроперифитона, формировавшегося на субстратах лишь в присутствии телореза, различаются [6].

Во время эксперимента изменились многие параметры воды, в том числе состав макроэлементов. В варианте с макрофитом заметно снизилось содержание калия и магния, причем сразу после посадки растений. Известно, что *S. aloides* способен активно потреблять калий [8]. Активное поглощение гидрофитами основных макроэлементов из воды сразу после посадки, возможно, послужило причиной исчезновения из сообществ некоторых диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей и общего снижения количества таксонов. Учитывая то, что в варианте с гидрофитом питательные вещества вносились дважды, наиболее вероятной представляется гипотеза аллелопатического влияния *S. aloides* на формирование микроперифитонных сообществ.

ществ. Возможно, развитие отдельных автотрофов в микроперифитоне связано с устойчивостью к действию его выделений. Ранее исследователями была установлена подобная устойчивость у некоторых организмов фитопланктона [7, 10].

Ввиду небольшого объема лотков происходило накопление выделяемых *S. aloides* веществ в воде, поэтому в начале эксперимента различия с контролем в структуре были незначительными, а к концу — увеличились. К 61-м суткам многие показатели вновь возросли как в контроле, так и в варианте с телорезом, что, скорее всего, связано с внутренними циклами в сообществах, но при этом в опытном варианте синезеленые водоросли не развивались. Таким образом, в ходе исследования установлено, что *S. aloides* оказывает ингибирующее действие на развитие синезеленых и зеленых водорослей в микроперифитоне и не оказывает заметного влияния на развитие диатомовых водорослей.

Заключение

Проведенное исследование показало, что телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides* L.) оказывает опосредованное через изменение характеристик среды влияние на микроперифитонные сообщества. В начальный период исследования (до 33-х суток) в структуре перифитона в присутствии и отсутствии телореза значимых отличий не обнаружено. В последующем, в экспериментальных экосистемах с телорезом отмечено снижение количества видов в обрастаниях. Наиболее чувствительными оказались синезеленые водоросли, менее — зеленые и диатомовые. Реакции отдельных видов не зависели от их принадлежности к определенным экологическим группам. Основную долю численности составляли диатомовые водоросли, доминировала *Navicula pupula*, численность клеток зеленых водорослей снизилась, а синезеленые водоросли во второй половине эксперимента отсутствовали. Не обнаружено зависимости показателей общей биомассы водорослей на субстратах от наличия телореза.

**

Вивчено вплив водяного різака (Stratiotes aloides L., Hydrocharitaceae) на формування мікроперифітонних угруповань. Присутність S. aloides поряд із мікроперифітоном протягом 33 діб і більше супроводжується зниженням загальної кількості видів і чисельності синьозелених водоростей в останньому. Вплив різака на окремі види діатомових і зелених водоростей, які входять до складу мікроперифітону, відбувається вибірково і не залежить від їхньої належності до певних екологічних груп.

**

The effect of Stratiotes aloides L. (Hydrocharitaceae) on the formation of microperiphyton communities was investigated. The presence of Stratiotes aloides in the same aquarium with microperiphyton during more than 33 days caused a decrease of total number of algae species as well as an abundance of Cyanobacteria. The influence of Stratiotes aloides on certain species of diatoms and Chlorophyta occurs selectively and does not depend on ecological group of the algae.

**

1. Быкова С. Н., Борисовская Е. В., Виноградов Г. А. Влияние некоторых макрофитов и нитчатых зеленых водорослей на сукцессию микроперифитонных сообществ // Поволжский экол. журн. — 2010. — № 3. — С. 241—253.
2. Быкова С. Н., Курбатова С. А., Ершов И. Ю. Микроперифитон и зоопланктон в экспериментальных экосистемах с гидрофитами // Биология внутр. вод. — 2012. — № 4. — С. 53—60.
3. Гарин Э. В. Структура флоры сосудистых растений Ярославской области // Междунар. журн. прикл. и фундамент. иссл. — 2016. — № 8 (Часть 2). — С. 188—193.
4. Даценко Ю. С. Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты. — М.: ГЕОС, 2007. — 252 с.
5. Курпенко Н. И., Усенко О. М. Влияние высших водных растений на микроводоросли (обзор) // Гидробиол. журн. — 2012. — Т. 48, № 6. — С. 66—88.
6. Клоченко П. Д., Харченко Г. В., Шевченко Т. Ф. Особенности распределения водорослей эпифитона в водоемах г. Киева // Там же. — № 1. — С. 43—56.
7. Al-Shehri A. M. Differential sensitivities of different *Scenedesmus obliquus* strains to the allelopathic activity of the macrophytes *Stratiotes aloides* // J. Appl. Sci. — 2010. — Vol. 10. — P. 1769—1774.
8. Brammer E. S., Wetzel R. G. Uptake and release of K^+ , Na^+ and Ca^{2+} by the water soldier, *Stratiotes aloides* L. // Aquat. Botany. — 1984. — Vol. 19. — P. 119—130.
9. Geus-Kruyt M. De, Segal S. Notes on the productivity of *Stratiotes aloides* in two lakes in the Netherlands // Pol. Arch. Hydrobiol. — 1973. — Vol. 20. — P. 195—205.
10. Körner S., Nicklisch A. Allelopathic growth inhibition of selected phytoplankton species by submerged macrophytes // J. Phycol. — 2002. — N 38. — P. 862—871.
11. Kurbatova S., Lapteva N., Bykova S. et al. Effect of aquatic plants upon planktonic and periphytic organisms: a microcosm-based approach // Intern. J. Aquat. Biol. — 2016. — Vol. 4, N 3. — P. 189—201.
12. Mohamed Z. A., Al-Shehri A. M. Differential responses of epiphytic and planktonic toxic cyanobacteria to allelopathic substances of the submerged macrophyte *Stratiotes aloides* // Intern. Rev. Hydrobiol. — 2010. — Vol. 95, N 3. — P. 224—234.
13. Mulderij G., Mau B., Smolders A.J.P., Van Donk E. Allelopathic effect of the aquatic macrophyte, *Stratiotes aloides*, on natural phytoplankton // Freshwater Biol. — 2006. — Vol. 51, № 3. — P. 554—561.
14. Mulderij G., Mooij W. M., Smolders A.J.P., Van Donk E. Allelopathic inhibition of phytoplankton by exudates from *Stratiotes aloides* // Aquat. Botany. — 2005. — Vol. 82, N 4. — P. 284—296.
15. Strzalek M. A green warrior on the offensive, or *Stratiotes* in water ecosystems // Wiadomości ecologiczne. — 2004. — Vol. 50, N 2. — P. 81—107.