

УДК 504(476.7), 573.2

И.В. Бульская¹, А.П. Колбас², А.В. Кузьмицкий³, С.В. Зеркаль⁴¹аспирант каф. химии*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*²начальник Центра экологии, доц. каф. ботаники и экологии*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*³магистрант биологического факультета*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*⁴канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и экологии*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ МУХАВЕЦ В ГОРОДЕ БРЕСТЕ

В статье представлены результаты исследования сообществ макрофитов водной и прибрежной зоны р. Мухавец на территории г. Бреста. Результаты свидетельствуют о снижении видового разнообразия и продуктивности фитоценозов по ходу реки в урбоэкосистеме, что отражает нарастающую антропогенную нагрузку на реку. Существенным фактором, оказывающим влияние на экологическое состояние р. Мухавец, является поверхностный сток.

Введение

Пресноводные экосистемы в наибольшей степени подвержены нарушению под воздействием деятельности человека [1], в первую очередь за счет изменения ландшафта [2]. Как умышленные, так и неумышленные изменения в реках и бассейнах рек чаще всего вызваны возрастающей нагрузкой со стороны сельского хозяйства и урбанизацией [1]. Урбанизация напрямую влияет на гидрограф речных систем, уменьшая проницаемость поверхностей, снижая пополнение грунтовых вод и способствуя выносу загрязнителей [1; 3]. Источниками поступления веществ антропогенного характера в водоемы являются: промышленные предприятия, сельскохозяйственные объекты, территории населенных пунктов и объектов рекреации, промышленные площадки и свалки отходов, емкости для хранения нефтепродуктов и химических веществ, системы канализации, объекты коммуникаций (автодороги, стоянки) и т.д. Вещества могут поступать как в растворенной форме, так и в виде взвешенных частиц.

Антропогенные изменения не распространяются обычно на весь водосбор реки и сконцентрированы вдоль русла рек. Одним из наиболее существенных изменений является трансформация растительности в прибрежной зоне [4]. Прибрежная зона представляет собой пограничную область между наземной и водной экосистемами. Она характеризуется уникальными гидрологическими, почвенными и биотическими условиями, подвергается существенному влиянию речной воды и отвечает за множество функций, определяющих сохранение экологических и эстетических условий рек [5; 6].

Резко возросшая нагрузка на реки со стороны сельского хозяйства и коллекторных инженерных систем подвергает биоту водотоков постоянно возрастающему давлению, приводящему к последствиям для разнообразия макрофитов и состава экосистем [7]. Эвтрофикация водотоков соединениями азота и фосфора является причиной серьезного изменения в составе растительных сообществ водотоков, приводя к тому, что закрепленные в грунте макрофиты могут быть постепенно заменены зелеными водорослями или фитопланктоном в результате недостатка света [8].

Сложившаяся система контроля и мониторинга аквальных экосистем базируется на анализе водной среды. Однако водная среда характеризуется динамичностью, неустойчивостью концентрации и состава химических элементов во времени, что значи-

тельно снижает информативность и индикационную роль в мониторинговых исследованиях. В настоящее время в научных и прикладных исследованиях по эколого-геохимической оценке состояния водных объектов большее значение придается анализу депонирующих сред: высшей водной растительности и донным осадкам. Водные макрофиты часто используются как надежные индикаторы состояния экосистемы водотоков, т.к. разные виды растений чувствительны к изменениям в составе речной воды и/или гидрологических параметров [9]. В Беларуси и за рубежом появилось большое количество научных и прикладных разработок, посвященных индикаторной роли макрофитов и донных отложений в оценке степени загрязнения водных экосистем [10].

Река Мухавец, протекающая через город Брест, входит в бассейн реки Западный Буг и является одним из десяти наиболее загрязненных водоемов страны [11]. Поэтому мониторинг экосистем этой реки приобретает все большую актуальность.

Целью данной работы является оценка степени антропогенного воздействия на экосистему реки Мухавец на территории г. Бреста методами биоиндикации.

Задачи: 1) определение видового разнообразия водных и прибрежных фитоценозов; 2) оценка продуктивности фитоценозов; 3) выявление различий между отдельными участками р. Мухавец на территории г. Бреста и 4) оценка степени антропогенной нарушенности экосистемы.

Материалы и методы

Бассейн р. Мухавец расположен на западе Брестской области в верховье Прибужской равнины, в Брестском Полесье и занимает площадь 6 600 км². Наибольшая высота над уровнем моря 184 м, наименьшая – 143 м. Водный режим бассейна р. Мухавец формируется под воздействием умеренно-континентального климата, который определяется взаимодействием множества факторов, основными из которых являются солнечная радиация и циркуляционные процессы атмосферы. Бассейн р. Мухавец расположен в переходной зоне (от морского климата к континентальному), где ведущим климатообразующим фактором становится атмосферная циркуляция. По количеству выпадающих осадков водосбор р. Мухавец можно отнести к зоне достаточного увлажнения [12].

Для оценки антропогенной нагрузки на реку Мухавец нами было осуществлено детальное маршрутное обследование 4 участков (50 м × 2 м) реки Мухавец, где в период с июня по сентябрь 2015 года было выполнено геоботаническое описание прибрежно-водной растительности согласно стандартной методике [13]. На тех же участках проведена оценка продуктивности экосистемы на 4-х пробных площадках размером 1 × 1 м для каждого участка. Для этого были определены масса надземных частей макрофитов (сухая) и встречаемость зафиксированных видов в пределах экспериментальных участков.

В предыдущих исследованиях было отмечено ухудшение качества воды в р. Мухавец при прохождении территории города во время выпадения атмосферных осадков (таблица 1) [14], предположительно связанное со сбросом поверхностного стока системой городской ливневой канализации, не подвергающегося очистке. Для исключения влияния концентрированного поверхностного стока с территории города на изучаемые фитоценозы опытные стационары были определены следующим образом (рисунок 1):

а) стационар 1 (выше по течению реки, чем первый коллектор, осуществляющий сброс поверхностного стока);

б) стационары 2, 3 и 4 (на территории города, все на 500 м ниже одного или нескольких магистральных коллекторов, отводящих поверхностный сток с территории города).

Сходство видового состава опытных стационаров оценивалось с помощью коэффициента Жаккара [15]:

$$K_j = \frac{c}{(a + b - c)} \times 100\%$$

где a , b – число видов на опытных стационарах реки; c – число видов, встречающихся одновременно на обоих из пары стационаров.

Коэффициент K_j принимает значения от 0 до 100%. Нулевое значение показывает абсолютное несовпадение списков видов растений на сравниваемых участках; 100% означает полное совпадение списков.

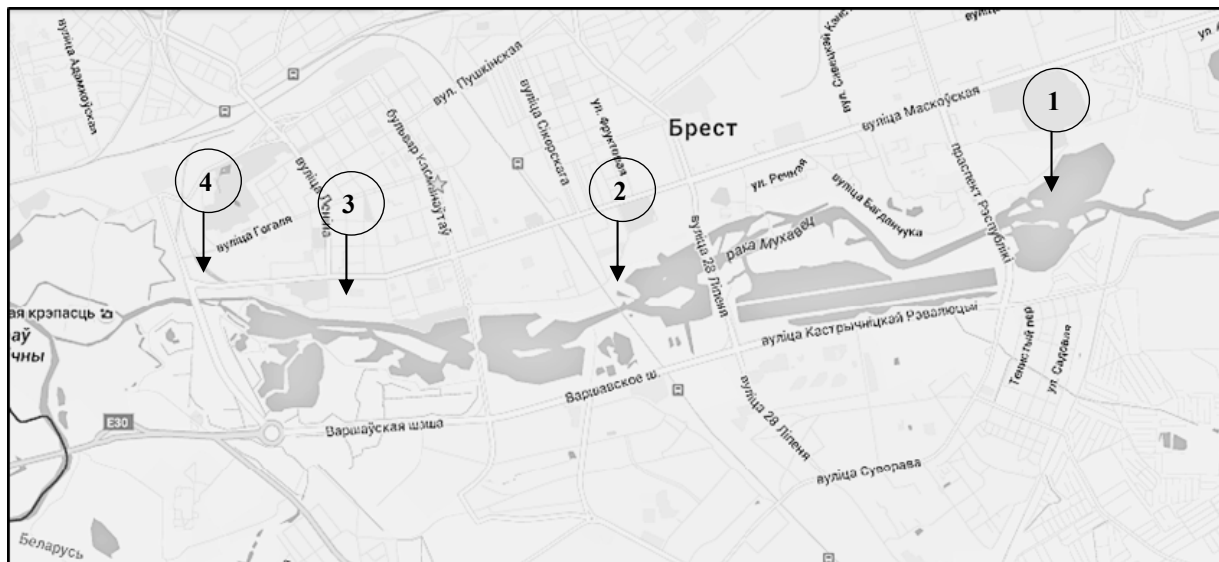


Рисунок 1. – Расположение пробных стационаров на р. Мухавец в г. Бресте

Таблица 1. – Химический состав воды в р. Мухавец в черте г. Бреста [14]

Створ	Показатель					
	pH	СГ, мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	Нефтепродукты
Выше города по течению	8,16	21,73	2,72	2,97	0,54	0,14
Ниже города по течению	7,94	30,94	2,85	3,1	0,63	0,16
Разница, %	2,70	29,77	4,59	4,19	14,29	12,50

Результаты и обсуждение

Всего на опытных стационарах было обнаружено 42 вида высших растений (таблица 2). По биоразнообразию стационары распределялись в следующем порядке: стационар 1 (30 видов) > стационар 2 (19 видов) > стационар 4 (18 видов) > стационар 3 (14 видов).

Значительное снижение биоразнообразия (на 37%) наблюдается уже после первого ливневого коллектора на стационаре 2. Минимальное биоразнообразие на стационаре 3 может быть объяснено значительным техногенным прессингом в районе городского порта. Оценка сходства видового состава фитоценозов на опытных стационарах показала наличие существенных различий между выбранными участками (таблица 3). Наибольшие различия наблюдаются между 1 и 3 стационарами (т.е. между стационарами с наименьшим и наибольшим видовым разнообразием) – сходство составляет 19,44%. Наиболее сходными являются 1 и 4 стационары (40%).

По продуктивности стационары распределялись в следующем порядке: стационар 1 (926,35 г/м²) > стационар 4 (603,88 г/м²) > стационар 2 (179,7 г/м²) > стационар 3 (120,65 г/м²) (рисунок 2).

Стационары 1 и 4 статистически значимо (по критерию Стьюдента) отличаются от стационаров 2 и 3. Повышение продуктивности на четвертом стационаре происходило в первую очередь за счет прибрежных, а не водных видов растений (манника большого, зюзника европейского, мяты, осоки).

Таблица 2. – Разнообразие видов макрофитов на пробных стационарах (названия приводятся по [16])

№ п/ п	Вид		Семейство		стационар			
	Русское название	Латинское название*	Русское название	Латинское название*	1	2	3	4
1	Аир болотный	<i>Acorus calamus</i> L.	Ароидные	<i>Araceae</i> Juss.	+	+	+	+
2	Альдранда пузырчатая	<i>Aldrovanda vesiculosa</i> L.	Рослянковые	<i>Droseraceae</i> SalisB.	+			
3	Буквица лекарственная	<i>Betonica officinalis</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.		+		
4	Вейник наземный	<i>Calamagrostis epigeios</i> L.	Злаки	<i>Poaceae</i> Barnhart.			+	
5	Вербейник иволистный	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Первоцветные	<i>Primulaceae</i> Vent.		+		
5	Вех ядовитый	<i>Cicuta virosa</i> L.	Зонтичные	<i>Apiaceae</i> Lindl.	+	+		
6	Водокрас лягушачий	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	Водокрасовые	<i>Hydrocharitaceae</i> Juss.	+			+
7	Горец земноводный	<i>Persicaria amphibia</i> L.	Гречишные	<i>Polygonaceae</i> J.	+			
8	Дербенник иволистный	<i>Lythrum salicaria</i> L.	Дербенниковые	<i>Lythraceae</i> Jaume.			+	
9	Донник лекарственный	<i>Melilotus officinalis</i> L.	Бобовые	<i>Fabaceae</i> Lindl.			+	
10	Зюзник европейский	<i>Lycopus europaeus</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	+			+
11	Ирис ложноаирный	<i>Iris pseudacorus</i> L.	Касатиковые	<i>Iridaceae</i> Juss.	+			
12	Схеноплектусозерный	<i>Schoenoplectus lacustris</i> L.	Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.	+	+		
13	Кубышка желтая	<i>Nuphar lutea</i> L.	Кувшинковые	<i>Nymphaeaceae</i> Salisb.	+	+	+	+
14	Кувшинка белая	<i>Nymphaea alba</i> L.	Кувшинковые	<i>Nymphaeaceae</i> SalisB.	+			
15	Манник большой	<i>Glyceria maxima</i> R. Br.	Мятликовые	<i>Gramineae</i> Juss.	+	+	+	+
16	Манник тростниковый	<i>Glyceria arundinacea</i> L.	Злаки	<i>Poaceae</i> Barnhart.				+
17	Мята водная	<i>Mentha aquatica</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	+	+		+
18	Мята перечная	<i>Mentha piperita</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	+			+
19	Окопник лекарственный	<i>Symphytum officinale</i> L.	Бурачниковые	<i>Boraginaceae</i> J.		+		
20	Осока береговая	<i>Carex riparia</i> L.	Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.	+			
21	Осока пузырчатая	<i>Carex vesicaria</i> L.	Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.			+	+
22	Осока черная	<i>Carex nigra</i> L.	Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.	+	+		+
23	Паслен сладкогорький	<i>Solanum dulcamara</i> L.	Пасленовые	<i>Solanaceae</i> Juss.	+			+

Продолжение таблицы 2

24	Паслен черный	<i>Solanum nigrum</i> L.	Пасленовые	<i>Solanaceae</i> Juss.	+			+
25	Рдест блестящий	<i>Potamogeton lucens</i> L.	Рдестовые	<i>Potamogetona- ceae</i> Dumort.	+		+	
26	Рдест курчавый	<i>Potamogeton crispus</i> L.	Рдестовые	<i>Potamogetona- ceae</i> Dumort.	+	+	+	
27	Рдест плавающий	<i>Potamogeton natans</i> L.	Рдестовые	<i>Potamogetona- ceae</i> Dumort.	+			+
28	Рогоз узколистный	<i>Typha angustifolia</i> L.	Рогозовые	<i>Typhaceae</i> Juss.	+	+	+	+
29	Рогоз широколистный	<i>Typha latifolia</i> L.	Рогозовые	<i>Typhaceae</i> Juss.	+			
30	Роголистник погруженный	<i>Ceratophyllum de- mersum</i> L.	Роголистни- ковые	<i>Ceratophyllaceae</i> S, F, Gray.				+
31	Ряска трехдольная	<i>Lemna trisulca</i> L.	Рясковые	<i>Lemnaceae</i> S,F,Gray	+	+		+
32	Сальвиния плавающая	<i>Salvinia natans</i> L.	Сальвиниевые	<i>Salviniaceae</i> Dumort.	+			
33	Стрелолист обыкновенный	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	Частуховые	<i>Alismataceae</i> V.	+	+	+	+
34	Сусак зонтичный	<i>Butomus umbellatus</i> L.	Сусаковые	<i>Butomaceae</i> Rich.		+		+
35	Тростник южный	<i>Phragmites australis</i> Cav.	Злаки	<i>Poaceae</i> B.	+			
36	Тысячелистник хрящеватый	<i>Achillea cartilaginea</i> L.	Астровые	<i>Asteraceae</i> Du- mort.		+		
37	Частуха подорожниковая	<i>Alisma plantago – aquatica</i> L.	Частуховые	<i>Alismataceae</i> V.	+			
38	Черда трехраздельная	<i>Bidens tripartita</i> L.	Астровые	<i>Asteraceae</i> Du- mort.	+	+	+	
39	Чистец болотный	<i>Stachys palustris</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	+			
40	Щавель водный	<i>Rumex aquaticus</i> L.	Гречиховые	<i>Polygonaceae</i> Juss.	+	+		
41	Щавель конский	<i>Rumex convertus</i> Juss.	Гречиховые	<i>Polygonaceae</i> Juss.			+	

Таблица 3. – Сходство видового разнообразия стационаров по коэффициенту Жакара (K_j)

Стационар	1	2	3	4
1		37,14%	19,44%	40,00%
2			29,00%	32,14%
3				23,08%

Таблица 4. – Изменение биомассы, плотности и встречаемости по стационарам на примере манника большого

	Стационар			
Параметры	1	2	3	4
биомасса, г/м ²	120,53	38,33	66,63	254,25
плотность, шт/м ²	13,5	8,25	20,75	43,75
встречаемость, %	16,22	18,75	28,33	35,64

Виды, зафиксированные на всех стационарах (5 видов): манник большой, аир болотный, кубышка желтая, стрелолист обыкновенный, рогоз узколистый, – обладают значительной устойчивостью и являются потенциальными индикаторами для мониторинга на организменном, популяционном и фитоценотическом уровне – их биомасса, численность и встречаемость может служить индикаторным признаком при определении экологического статуса выбранного участка реки (таблица 4). Так, биомасса манника большого повторяет тенденцию общей продуктивности фитоценозов. Повышенная плотность при незначительной продуктивности в популяции этого вида на стационаре 3 объясняется уменьшением размеров растений и замедлением в их развитии.

Виды, обнаруженные на нескольких стационарах: мята водная, осока черная, рдест курчавый, ряска трехдольная, череда трехраздельная, – могут служить индикаторами на биоценотическом уровне. Такие высокочувствительные, зачастую редкие, виды, как альдрованда пузырчатая, водокрас лягушачий, горец земноводный, ирис ложно-айровый, кувшинка белая, осока береговая, рдест плавающий, окопник лекарственный, сальвиния плавающая, трос-тник южный, чистец болотный, зафиксированы только на первом и втором стационарах. Большинство этих видов являются погруженными и напрямую контактируют с водной средой. Элиминация этих видов отражает возрастание антропогенной нагрузки и, в первую очередь, повышение концентрации ионов (таблица 1).

Таксономический анализ обнаруженных видов показал, что на стационарах происходит изменение количества семейств (17, 15, 11 и 13 семейств соответственно). Отмечено также и изменение представительства семейств с увеличением антропогенной нагрузки, причем в первую очередь это происходит за счет увеличения доли яснотковых, злаковых, рдестовых и пасленовых (рисунок 3, 3). Практически на постоянном уровне сохраняется представительство осоковых.

Видовой состав водных растительных сообществ позволяет довольно точно охарактеризовать экологическое состояние экосистемы [17]. Причиной снижения видового разнообразия макрофитов в водотоках в значительной мере является загрязнение вод, в частности, возрастающая нагрузка по нутриентам. Появление на четвертом стационаре роголистника погруженного и увеличение продуктивности аира болотного также подтверждают возрастающую степень эвтрофикации [9; 17]. Такие виды растений, как аир болотный, роголистник погруженный, манник большой и рдест курчавый, могут также выступать индикаторами органического загрязнения водоема [9; 17; 18].

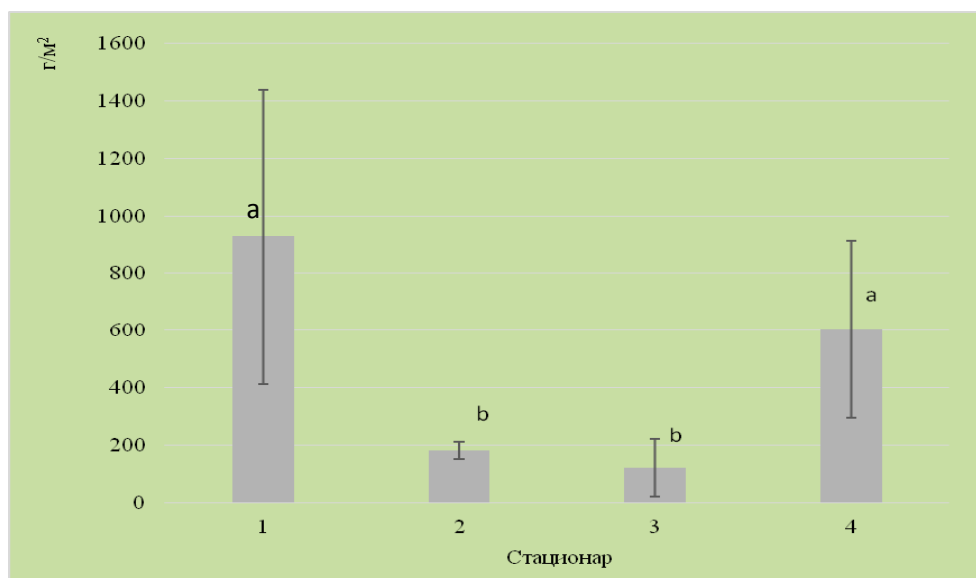


Рисунок 2. – Средняя продуктивность биоценозов на опытных стационарах

* буквы a, b указывают на наличие статистически значимых отличий

Снижение структурного разнообразия речного русла также является одной из причин снижения видового разнообразия макрофитов [9]. В г. Бресте данный эффект хорошо заметен в стационаре 3, расположенном в непосредственной близости от речного порта. Береговая линия в данном стационаре претерпела наибольшие антропогенные изменения в сравнении с другими стационарами, поэтому снижение видового разнообразия и разнообразия семейств растений в стационаре 3 выражено наиболее резко. Благоустройство и укрепление речных берегов ведет к возрастанию скорости течения, создавая условия для преобладания видов с большим процентом плотных тканей и более высокой механической устойчивостью [9]. Это может служить объяснением относительного возрастания доли злаковых растений в растительных сообществах от первого к четвертому стационару (таблица 4, рисунок 3).

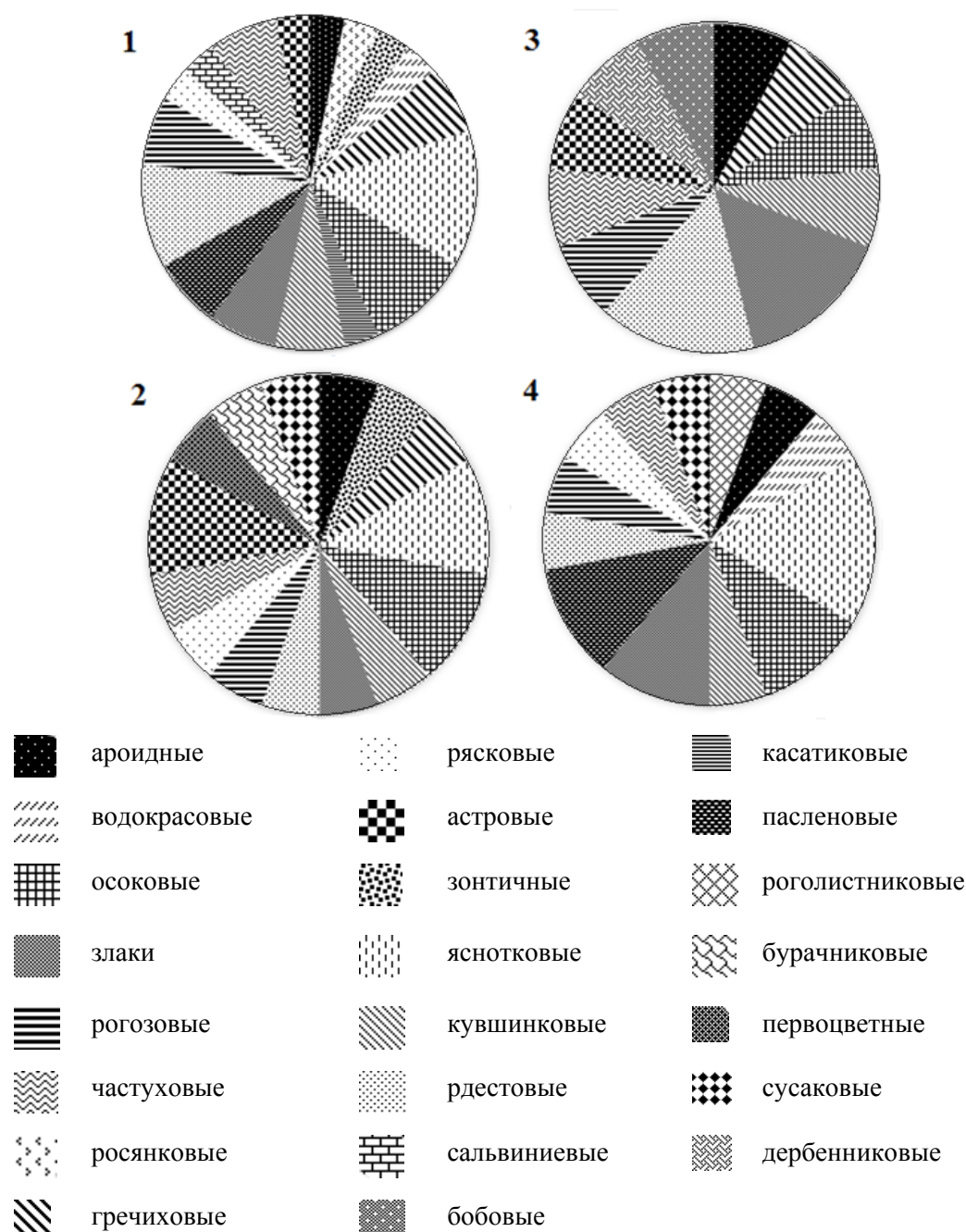


Рисунок 3. – Встречаемость представителей различных семейств на опытных стационарах (1, 2, 3 и 4 соответственно)

Относительное улучшение показателей на стационаре 4 можно объяснить тем, что на промежутке от стационара 3 до стационара 4 река Мухавец протекает мимо водоохранной территории водозабора и по мемориальному комплексу «Брестская крепость», представляющими собой благополучные в экологическом плане территории [19], и, таким образом, создаются условия для самоочистки и улучшения качества воды. На этих участках минимизирована также и антропогенная трансформация берега. Однако влияние городской среды все же остается существенным и на данном участке: наблюдается значимое снижение разнообразия видов.

Важнейшие источники поступления нутриентов в реку Мухавец в урбоэкосистеме: диффузный сток с прибрежных территорий, поверхностный сток, сбрасываемый через систему городской ливневой канализации, атмосферные осадки [14]. Коммунальные сточные воды практически не попадают в р. Мухавец, так как после очистных сооружений отводятся в р. Западный Буг. Данные, полученные биоиндикационными методами, подтверждают тенденцию к ухудшению состояния водной экосистемы р. Мухавец при протекании по территории г. Бреста, обнаруженную ранее с помощью физико-химических методов (таблица 1) [14].

Интерес представляет дальнейшее более детальное изучение экологических условий и растительных сообществ (характера и состава донных отложений, динамики химического состава вод и растительности).

Заключение

В ходе данного исследования в пределах городской территории нами было обнаружено 42 вида водных и прибрежных растений, относящихся к 23 семействам. По ходу течения реки в пределах территории г. Бреста зафиксировано снижение видового разнообразия и продуктивности водных и прибрежных фитоценозов. Основными причинами данных изменений следует считать антропогенную трансформацию речного русла и загрязнение речных вод на территории города, в первую очередь за счет поверхностного стока. Проведенная нами оценка показала существенные различия в экологическом состоянии между участками реки на территории города. Результаты исследования доказывают наличие существенной антропогенной нагрузки на р. Мухавец на территории г. Бреста. Рекомендовано использовать данный метод и выявленные виды-индикаторы высшей водной растительности в рутинных биомониторинговых исследованиях водоемов в урбоэкосистемах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gaudi, A. The human impact on the natural environment. Past, present and future sixth ed. / A. Gaudi. – Blackwell Publishing, 2005. – 376 p.
2. Allan, J. D. Biodiversity conservation in running waters / J. D. Allan, S. A. Flecker // *BioScience*. – 1993. – № 43 (1). – P. 32–443.
3. Chin, A. Urban transformation of river landscapes in a global context / A. Chin // *Geomorphology*. – 2006. – № 79 (3–4). – P. 460–487.
4. Davies, B. Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape / B. Davies [et al.] // *Agric. Ecosyst. Environ.* – 2008. – № 125 (1–4). – P. 1–8.
5. Richardson, J. S. Aquatic arthropods and forestry: large-scale land-use effects on aquatic systems in nearctic temperate regions / J. S. Richardson // *Can. Entomol.* – 2008. – № 140 (4). – P. 495–509.
6. Kopec, D. The impact of land use and water quality on the flora of ecotones along a small lowland river (Central Poland) / D. Kopec [et al.] // *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*. – 2014. – Vol. 43, Is. 2. – P. 138–146.

7. Kozłowski, G. Eutrophication and endangered aquatic plants: an experimental study on *Baldellia ranunculoides* (L.) Parl. (Alismataceae) / G. Kozłowski, S. Vallelian // *Hydrobiologia*. – 2009. – № 635. – P. 181–187.
8. Marques, J. C. Impact of eutrophication and river management within a framework of ecosystem theories / J. C. Marques [et al.] // *Ecological Modelling*. – 2003. – № 166. – P. 147–168.
9. Steffen, K. Diversity loss in the macrophyte vegetation of northwest German streams and rivers between the 1950s and 2010 / K. Steffen [et al.] // *Hydrobiologia*. – 2013. – Vol. 706. – P. 1–19.
10. Власов, Б. П. Содержание тяжелых металлов в водных растениях водоемов и водотоков Беларуси по данным мониторинга / Б. П. Власов, Н. Д. Грищенкова // *Вест. БГУ. Сер. 2*. – 2011. – № 3. – С. 117–121.
11. Названы самые чистые и самые грязные водоемы и водотоки в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.tut.by/society/453104.html>. – Дата доступа: 11.09.2015.
12. Мухавец: энциклопедия малой реки / А. А. Волчек [и др.]. – Брест : Академия. – 2006. – 344 с.
13. Катанская, В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: методы изучения / В. М. Катанская ; АН СССР, Ин-т озераведения. – Л. : Наука, 1981. – 187 с.
14. Bulskaya, I. Pollution of surface runoff from the territory of Brest, Belarus / I. Bulskaya, A. Volchek // *Water Science & Technology: Water Supply* – 2015. – № 15.2. – P. 256–262.
15. Нешатаев, Ю. Н. Методы анализа геоботанических материалов / Ю. Н. Нешатаев. – Изд. Ленингр. ун-та, 1987. – 188 с.
16. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
17. Власов, Б. П. Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды : метод. рекомендации / Б. П. Власов, Г. С. Гигевич. – Минск : БГУ, 2002. – 84 с.
18. Савицкая, К. Л. Оценка экологического состояния малых рек на основе биологического индекса макрофитов / К. Л. Савицкая // *Вестн. БГУ*. – 2014. – Сер. 2. – № 3. – С. 22–27.
19. Колбас, А. П. Использование показателей стабильности развития древесных растений для оценки качества среды городских территорий (на примере г. Бреста) / А. П. Колбас, Н. Ю. Колбас // *Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац : у 2 т. / НАН Беларусі, Палескі аграрна-экалагічны інстытут ; рэдкал.: М. В. Міхальчук (адк. рэд.) [і інш.]. – Брест : Альтернатива, 2010. – Т. 1, вып. 3. – С. 60–63.*

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 18.06.2015

Bulskaya I.V., Kolbas A.P., Kuzmitski A.V., Zerkal S.V. Evaluation of Ecological State of the Mukhavets in Brest City

The article presents the results of the research on water and coastal zone macrophytes communities of the river Mukhavets in the city of Brest. The results show a decrease in species diversity and productivity of phytocenoses along the river in urban ecosystems reflecting the increasing human impact on the river. A significant factor influencing the ecological state of the river Mukhavets is surface runoff.