

обнажениям (*Coranus contrarius* Reut. (Reduviidae), *Bagrada stolata* Horv. (Pentatomiidae), *Polymerus asperulae* Fieb. (Miridae)).

Так как сохранению подлежат не столько редкие в данной местности виды, сколько природные комплексы, отражающие зональные природные условия и имеющие черты уникальности и своеобразия [Клинкова, 1997], то кальцефильные группировки в нашей местности относятся к данной группе.

Таким образом, меловые сообщества в настоящее время уже активно участвуют в сохранении биоразнообразия. А включение их в сеть ООПТ позволит увеличить баланс между естественными и искусственными биоценозами, что повысит устойчивость экосистем.

Список литературы

Воробьева О.В. Фауна наземных полужесткокрылых (Hemiptera) Белгородской области / О.В. Воробьева // Актуальные проблемы биологии. Сборник научных работ. Т.3. № 1 – Томск, 2004. – С. 163-168.

Кержнер И.М. Отряд Hemiptera – Полужесткокрылые, или Клопы / И.М. Кержнер, Т.Л. Ячевский // Определитель насекомых европейской части СССР. М.-Л.: Наука, 1964. – Т.1. – С. 657-845.

Клинкова Г.Ю. ООПТ и проблема сохранения биоразнообразия / Г.Ю. Клинкова // Принципы формирования сети ООПТ Белгородской области: Материалы научно-практической конференции. – Белгород: Везелица, 1997. – С. 15-17.

Негробов О.П. Проблемы региональной стратегии сохранения биоразнообразия / О.П. Негробов // Вестник ВГУ: Серия химия, биология. – Воронеж: Воронежский госуниверситет, 2000. – С. 112-117.

Присный А.В. Кальцефильные сообщества в сети ООПТ белгородской области / А.В. Присный // Принципы формирования сети ООПТ Белгородской области: Материалы науч.-практ. конф. – Белгород: Везелица, 1997. – С.58-59.

Присный А.В. Эколого-географическое районирование юга Среднерусской возвышенности / А.В. Присный // Науч. ведомости БелГУ. Сер. Экология. №3 (12).2000. – С.10-20.

Присный А.В. Экстразональные группировки в фауне наземных насекомых юга Среднерусской возвышенности / А.В. Присный. – Белгород: Белгородский государственный университет, 2003. – 296 с.

Решетников Ю.С. Биологическое разнообразие и изменение экосистем / Ю.С. Решетников // Биоразнообразие: степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. – С.77-85.

Степин В.В. Системный подход к сохранению разнообразия природы / В.В. Степин, В.И. Бирюков // Проблемы сохранения разнообразия природы степных и лесостепных регионов // Материалы российско-Украинской научной конференции, посвященной 60-летию Центрально-Черноземного заповедника. – М.: КМК Scientific Press Ltd., 1995. – С. 55-56.

Шепелева С.А. Анализ размещения особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в Тамбовской области / С.А. Шепелева // Экология ЦЧО РФ. №1, 1998. С. 75-79.

Putshkov V.G. Heteroptera of the Ukraine: check list and distribution / V.G. Putshkov, P.V. Putshkov. – St. Petersburg, 1996. – 110 p.

УДК 584.587:591.553 (740.324)

К ИЗУЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА СТОЯЧИХ ТЕРРАСНЫХ ВОДОЕМОВ УСМАНСКОГО БОРА.

А.А. Прокин, А.Е. Силина

г. Воронеж, Воронежский государственный университет

Исследования макрозообентоса террасных водоемов - болота «Клюквенное-1» и озера Маклок проводились с мая по сентябрь 1999 г. в рамках программы исследо-

ваний лаборатории биоразнообразия и мониторинга наземных и водных экосистем среднерусской лесостепи биоцентра ВГУ «Веневитиново».

Болото «Клюквенное – 1» - одно из самых крупных сфагновых болот Усманского бора, располагающееся на I правобережной надпойменной террасе р. Усмань. Оно имеет округлую форму, площадь 1.5 га, относится к сплавинному типу. Болото охраняется как памятник природы с 1969 г. по решению Воронежского облисполкома и внесено в Перспективный список Рамсарской конвенции (как «Клюквенное болото») (Водно-болотные угодья..., 2000). Реакция воды кислая (рН = 4.81 – 5.96). Более подробное описание болота, в том числе его гидрохимического режима, можно найти в ряде работ [Дроздов, Хмелев, 1973; Силина, 2002; Силина, Прокин, 2002; Животова, Коротева, 2002].

Наши исследования проводились в 5 различных биоценозах по периферии болота: 2 у склона с южной экспозицией (сукцессионно более молодые биоценозы тростниковой стадии – тростниковый и тростниково-кувшинковый); 2 – у склона с северной экспозицией в поясе сфагновых ценозов (осоково-сфагновый, сфагново-тростниковый); 1 - в западной части болота, в вейниковом биоценозе.

Озеро-пруд Маклок примыкает с севера к эвтрофному болотному массиву Маклок (30 га), который расположен на уступе I правобережной надпойменной террасы р. Усмань в окрестностях хут. Маклок. Болото имеет водоохранное и научное значение, внесено в список “Телма” ЮНЕСКО [Боч, Мазинг, 1973]. По гидрохимическим показателям и цветности воды озеро можно отнести к малым полигумузным озерам гидрокарбонатного класса с нейтральной реакцией среды (рН = 6.16 – 7.12) [Животова, Коротева, 2002]. Исследования проводились в 6 биоценозах литоральной зоны озера Маклок, 2 из которых (манниковый (пелопсаммофитофильный) и элодеевый (пелопсаммофитофильный)) расположены с восточной стороны озера; 1 (телорезовый (пелофитофильный)) – у северного края, ограниченного насыпью автомобильной дороги; псаммофилный (пляж) и 2 на территории перехода болота в озеро (тростниково-разнотравный (пелопсаммофитофильный) и

ирисово-разнотравный (пелофитофильный)) – с западной стороны.

Количественные пробы отбирали ковшевым дночерпателем с площадью захвата дна $1/40 \text{ м}^2$ (по два отбора в каждом биоценозе на 1 пробу) ежемесячно, всего 52 пробы. Камеральная обработка проводилась в лабораторных условиях по общепринятой методике (Жадин, 1960).

Для анализа структуры и устойчивости сообществ были проанализированы следующие показатели: n – число видов; $H \pm m$ – индекс информационного разнообразия Шеннона (бит/экз) со стандартной ошибкой; H_{\min} – H_{\max} – минимальное и максимальное значения индекса Шеннона при данном наборе видов, бит/экз; V – показатель выровненности; α – показатель видового разнообразия Маргалефа; C_6 – показатель доминирования Симпсона по биомассе; Bx (%) – доля биомассы хищников; N – общая численность сообщества, экз/ м^2 ; B – общая биомасса сообщества, г/ м^2 ; A – показатель устойчивости [Алимов, 2000]; F – параметр организации системы Фон Фёрстера [Селезнев, Силина, 2002].

По результатам обследований 1999 г. в фауне болота выявлено 76 видов беспозвоночных и 134 – в фауне озера. Фаунистическое сходство макрозообентоса водоемов, по индексу Чекановского-Сьеренсена, невелико ($I_{cs} = 29,52\%$). В болотных сообществах более значимую роль играют амфибионты – стрекозы и нехируномидные двукрылые, тогда как в макрозообентосе озера более значимы гидробионты - моллюски, пиявки и жесткокрылые. Значительную таксономическую обедненность болотного макрозообентоса можно объяснить различной реакцией среды, так как ацидификация приводит к обеднению разнообразия сообществ зообентоса из-за исчезновения ряда чувствительных к увеличению концентрации ионов водорода отдельных видов и групп донных животных [Ильяшук, 1998 и др.].

Средняя численность макрозообентоса в изучаемых водоемах сходна – 2146,8 экз/ м^2 в болоте и 2099,7 экз/ м^2 в озере. Средняя биомасса в болотных сообществах

в 2 раза ниже, чем в озерных – 5,89 г/м² и 11,92 г/м² соответственно.

На основании ранжирования видов по индексу плотности [Арабина и др., 1988] в бол. «Клюквенное-1» выделено 5 видов сообществ, в большинстве из которых доминирует либо содоминирует *Lumbriculus variegatus*. В оз. Маклок, где выявлено 6 видов сообществ, в трех доминируют *Eprobodella octoculata* и *Limnodrilus hoffmeisteri*, в двух – *Segmentina nitida*.

Для болотных сообществ, за исключением сообщества *L. variegatus* + *Chironomus parathummi* сфагново-тростникового биоценоза, характерно понижение степени структурированности и возрастание устойчивости (оптимизация значений H , α , H_{\max} , n) в течение сезона, хотя рост показателей сопровождается колебаниями. В некоторых случаях можно выделить период резкого падения значений показателей. В сообществах *L. variegatus* + *C. parathummi* осоково-сфагнового и *L. variegatus* + *Libellula quadrimaculata* тростникового биоценозов такой спад выражен наиболее отчетливо и приходится на июнь, что в первом случае определяется массовым вылетом имаго I генерации хирономид *C. parathummi*, во втором – исчезновением олигохет, возможно, вследствие выедания хищниками. Эти сообщества наиболее типичных и стабильных на болоте растительных ассоциаций характеризуются максимальными показателями видового и информационного разнообразия. Здесь же отмечались и самые высокие значения B_x (до 95,7% в сообществе тростникового биоценоза). Необходимо отметить, что в этих наиболее устойчивых сообществах закономерно возрастание H в течение сезона, причем значения H последующего месяца близки значениям H_{\max} предыдущего, что иллюстрирует процессы самоорганизации и фактической реализации экологических ниш в течение сезона. Некоторый спад информационного разнообразия происходит лишь к сентябрю за счет массового размножения в осоково-сфагновом биоценозе хирономид *Natarsia punctata*, а в тростниковом – мокрецов *Bezzia leucogaster*. Сообщество *Polypedilum* gr. *convictum* + *L. variegatus* + *Helochaeres obscurus* вейникового биоценоза

занимает по степени структурированности промежуточное положение, имеет наиболее своеобразный видовой состав, а типичные для болота доминанты (*C. parathummi* и *L. variegatus*) не играют здесь ведущих ролей. Сообщество характеризуется минимальным значением ВДБ и в течение всего сезона сохраняет устойчивую структуру, дестабилизация которой в сентябре до критического уровня объясняется снижением видового разнообразия при массовом развитии личинок мелкого вида хирономид *P. gr. convictum* (что обычно наблюдается при эвтрофикации воды, и может быть следствием воздействия на биотоп диких копытных – кабанов, часто использующих его для устройства купален). Жестче других организованы сообщества сфагново-тростникового (*Lumbriculus variegatus*+*Cyphon* sp) и тростниково-кувшинкового (*C. parathummi* + *Chaoborus crystallinus*) биоценозов. Показатели разнообразия и выровненности здесь ниже, чем в других сообществах, заметны сильные сезонные флуктуации. В сообществе сфагново-тростникового биоценоза ВДБ достигает максимальных для болота значений. Доля хищников здесь невелика, S_6 в августе достигает значений 0,71 – 0,68 за счет доминантов *C. parathummi* и *L. variegatus*, среднесезонные значения показателя доминирования биомассы также высоки при низкой выровненности, что для сообщества тростниково-кувшинкового биоценоза предположительно можно объяснить сильной обводненностью биотопа при её значительных многолетних колебаниях. Доминантами здесь становятся самые эвритопные виды в пределах болотной экосистемы, наряду с которыми присутствуют и совсем нетипичные для болот, скорее озерные, виды: *Cryptochironomus* sp., *Chironomus* sp. (aff. *dorsalis*), *Psammoryctides barbatus* и др. Неустойчивая структура сообщества сфагново-тростникового биоценоза (табл.) объясняется прямо противоположными изменениями среды. Биотоп представляет собой залежь разжиженного сфагнового торфа, слегка покрытую водой и практически лишённую водно-болотной растительности. На наш взгляд, данное сообщество является частью деградирующего

гидроценоза.

Среди озерных сообществ наиболее устойчивой структурой отличается сообщество манникового биоценоза. Хотя по числу видов и, следовательно, значению H_{\max} оно уступает сообществу ирисово-разнотравного биоценоза, здесь наблюдаются минимальные значения ВДБ, высокие значения H и B_x и максимальное значение α , при минимальном значении C_6 . В сообществах телорезового, элодеевого и тростниково-разнотравного биоценозов одинаково высокое видовое разнообразие ($n = 45$) и информационный потенциал ($H_{\max} = 5,49$). Однако, структурные возможности сообществ реализуются по-разному. В сообществах телорезового и тростниково-разнотравного биоценозов выше разнообразие и выровнен-

ность, тогда как в сообществе элодеевого ниже вариабельность динамики биомассы и выше доля биомассы хищников. В сообществе ирисово-разнотравного биоценоза отмечено наибольшее число видов. Однако, судя по относительно низкой выровненности и доли хищной биомассы при максимальной вариабельности динамики общей биомассы, структурные возможности реализуются не полностью. Сообщество псаммофильного биоценоза организовано жестче других и имеет более упрощенную структуру (табл.), что связано с молодостью его сукцессионной стадии и меньшим количеством экологических ниш по сравнению с другими сообществами.

Таблица

Структурные характеристики донных сообществ бол. «Клюквенное-1» и оз. Маклок по усредненным данным вегетационного сезона 1999 г.

Биоценозы	Бол. «Клюквенное-1»					
	Осоково - сфагновый	Сфагнуво - тростниковый	Вейниковый	Тростниковый	Тростниково - кувшинковый	
Вид сообщества	<i>L. variegatus</i> + <i>C. parathummi</i>	<i>L. variegatus</i> + <i>Cyphon</i> spp.	<i>P. gr. convictum</i> + <i>L. variegatus</i> + <i>H. obscurus</i>	<i>L. variegatus</i> + <i>L. quadrimaculata</i>	<i>C. parathummi</i> + <i>C. crystallinus</i>	
n	33	30	23	29	17	
$H \pm m$	3,02 ± 0,05	2,00 ± 0,03	0,56 ± 0,03	3,24 ± 0,05	2,18 ± 0,08	
$H_{\min} - H_{\max}$	0,21 - 5,04	0,11 - 4,91	0,07 - 4,52	0,21 - 4,86	0,26 - 4,09	
V	0,58	0,39	0,11	0,65	0,50	
α	4,25	3,55	2,64	3,79	2,46	
C_6	0,19	0,52	0,17	0,19	0,33	
B_x (%)	23,54	5,62	17,38	69,48	51,66	
N/V	1860/4,91	3492/14,85	4100/1,68	1606/6,37	676/1,64	
ВДБ	20,2	2572,5	1,61	3,45	27,44	
A	0,23	0,12	0,04	0,23	0,13	
F	0,40	0,59	0,88	0,63	0,45	
Биоценозы	Оз. Маклок					
Показатели	Телорезовый	Манниковый	Элодеевый	Псаммофильный	Тростниково-разнотравный	Ирисово-разнотравный
Вид сообщества	<i>E. octoculata</i> + <i>A. scaldiana</i>	<i>E. octoculata</i> + <i>L. hoffmeisteri</i>	<i>L. hoffmeisteri</i> + <i>E. octoculata</i>	<i>L. hoffmeisteri</i> + <i>M. gr. pedellus</i>	<i>L. udekemianus</i> + <i>S. nitida</i>	<i>S. nitida</i> + <i>L. variegatus</i>
l	2	3	4	5	6	7
n	45	55	45	27	45	59
$H \pm m$	4,61 ± 0,05	4,26 ± 0,04	3,65 ± 0,04	3,22 ± 0,05	3,83 ± 0,06	3,34 ± 0,04
$H_{\min} - H_{\max}$	0,45-5,49	0,33-5,78	0,24-5,49	0,22-4,75	0,41-5,49	0,18-5,88
V	0,82	0,72	0,65	0,66	0,67	0,55
α	6,25	7,10	5,68	3,58	6,18	6,90
C_6	0,14	0,10	0,17	0,13	0,17	0,14

1	2	3	4	5	6	7
Б _x (%)	31,10	54,53	63,55	33,72	10,91	11,28
N/B	1140/13,63	2012/7,27	2324/9,08	1432/3,44	1240/8,64	4450/ 29,43
ВДБ	18,45	5,16	5,46	23,67	6,61	43,36
A	0,65	0,52	0,35	0,26	0,40	0,28
F	0,15	0,26	0,33	0,32	0,30	0,43

Значения структурных показателей изучаемых озерных сообществ возрастали в течение вегетационного сезона, хотя можно отметить повышение жесткости структуры, при её упрощении в июне для всех сообществ типично озерных фитофильных биоценозов (*E. octoculata* + *A. scaldiana*; *E. octoculata* + *L. hoffmeisteri*; *L. hoffmeisteri* + *E. octoculata*), или в июле - в псаммофильном биоценозе (*L. hoffmeisteri* + *Microtendipes* gr. *pedellus*). В переходных к болотным биоценозах ситуация иная: в сообществе *Limnodrilus udekemianus* + *S. nitida* тростниково-разнотравного биоценоза уменьшение видового разнообразия и обеднение информационной структуры происходит в сентябре, что связано с пересыханием биотопа, в сообществе *S. nitida* + *L. variegatus* ирисово-разнотравного биоценоза оптимизация структурных характеристик происходит постоянно в течение сезона, как и в устойчивых болотных сообществах.

В донных сообществах бол. «Клюквенное-1» выделено 8 трофических группировок и 7 – в оз. Маклок, среди которых по биомассе в озерных доминируют хищники (34,2%) и сестоно-фитодетритофаги фильтраторы+собиратели (21,3%), в болотных – хищники (33,5%) и детритофаги глотатели (36,5%). «Хищная» биомасса в болотных сообществах сконцентрирована, в основном, в биоценозах тростниковой стадии (51,7-69,5%), в озере – в манниковом и элодеевом биоценозах (54,5-63,5%). Судя по соотношению трофических групп, круговорот веществ в донных зооценозах изучаемых водоемов осуществляется преимущественно по детритным цепям питания. Прслеживается тенденция, заключающаяся в высокой представленности хищников в устойчивых разнообразных сообществах; фито-детритофагов-собираателей и всеядных в сообществах уже деградирующих или близких к этому состоянию гидробиоценозов,

где из-за пересыхания биотопов наблюдается концентрирование организмов бентоса в мочажинах.

Сравнительный анализ структуры сообществ исследуемых водоемов демонстрирует реализацию различных сценариев их формирования. Макрозообентос болота формировался на основе длительного отбора видов под усиливавшимся действием специфических гидрохимических и микроклиматических факторов. при образовании его из озера. После прохождения фазы отбора по отношению к абиотическим факторам макрозообентос болота состоит из относительно небольшого числа видов хорошо приспособленных к условиям болот, в том числе высокоспецифичных к сфагновой формации.

Видовое разнообразие, более широкий спектр пищевой специализации видов на озере и, как дополнительный фактор, пресс рыб-бентофагов (карась) создают здесь дополнительные экологические ниши, а, следовательно, более разнообразные и сложные сообщества.

Видовое и информационное разнообразие озерных сообществ гораздо выше, при этом в озере потенциально возможные показатели коэффициента Шеннона и реальные значения индекса Маргалефа максимальны для всех изученных водоемов ЦЧР. В болотных сообществах реализованное информационное разнообразие в значительно меньшей степени приближено к потенциально возможному при данном наборе видов, что свидетельствует о большей степени недоиспользования информационного ресурса в условиях закисления. Концентрация доминирования биомассы и биомасса хищников колеблются на водоемах в примерно одинаковых пределах, так как в каждом из них существуют сообщества в различной степени устойчивые и стабильные, о чем свидетельствуют и различия

в амплитуде колебаний биомассы сообществ. Оптимальной структурой отличаются сообщества, доминантами которых являются наиболее обильные и широко распространенные виды водоема.

Использование показателя устойчивости сообществ Алимова и энтропийного показателя Фон Фёрстера четко показывает различия уровней устойчивости болотной и озерной экосистем (табл.). При повышении энтропийного показателя, в нашей трактовке показывающего степень нереализованности информационного ценотического ресурса, устойчивость сообществ в большинстве случаев снижается (табл.). При максимальной энтропии ($F = 0,88$) в вейниковом биоценозе устойчивость минимальна ($A = 0,04$). В других болотных сообществах устойчивость принимает значения от 0,12 до 0,23, при этом наиболее устойчивыми, как и по другим структурным показателям, являлись сообщества осоково-сфагнового и тростникового биоценозов. Озерные сообщества отличаются более низкими энтропийными показателями, варьирующими в более узких пределах – от 0,15 до 0,43. Устойчивость в большинстве случаев в 1,2 – 4,3 раза превышает таковую болотных сообществ, изменяясь от 0,26 – 0,28 в наиболее неблагоприятных по структурным показателям сообществах ирисово-разнотравного и псаммофильного биоценозов до 0,65 в телорезовом. По нашему мнению, эти два показателя являются весьма удобными в использовании и перспективными для оценки устойчивости водных экосистем.

Список литературы

- Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем / А.Ф. Алимов. – СПб: Наука, 2000. – 147 с.
- Арабина И.П. Бентос мелиоративных каналов Полесья / И.П. Арабина, Б.П. Савицкий, С.А. Рыдний. – Минск: Ураджай, 1988. – 40 с.
- Водно-болотные угодья угодья России. Том 3. Водно-болотные угодья, внесенные в Перспективный список Рамсарской конвенции под. общ. ред. В.Г. Кривенко. – М.: Wetlands International Global Series. № 3, 2000. – 490 с.
- Боч М.С. Список болот Европейской части СССР, требующих охраны / М.с. Боч, В.В. Мазинг // Бот. журн. – 1973. № 8. – С. 1184 – 1196.
- Дроздов К.А. Усманский бор / К.А. Дроздов, К.Ф. Хмелев // Подворонежье. – Воронеж, 1973. – С. 23 – 43.
- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования / В.И. Жадин. – М., 1960. – 192с.
- Животова Е.Н. К изучению гидрохимического режима некоторых водоемов Усманского бора / Е.Н. Животова О.А. Коротеева // Гидробиологические исследования водоемов Среднерусской лесостепи / Тр. лаб. биоразнообразия и мониторинга назем. и водн. экосистем Среднерусской лесостепи: сект. гидробиол. монит. Т. 1. – Воронеж: ВГУ, 2002. – С. 221 – 228.
- Ильящук Б.П. Влияние активной реакции воды на структуру макрозообентоса малых лесных озер Юго-Запада Карелии / Б.П. Ильящук // Гидробиол. журн. – 1998. Т.34. № 1 – С. 49 – 56.
- Селезнев Д.Г. Описание программы статистической обработки данных и расчетов биотических индексов для гидробиологических мониторинговых исследований / Д.Г.Селезнев, А.Е. Силина // Гидробиологические исследования водоемов Среднерусской лесостепи / Тр. лаб. биоразнообразия и мониторинга назем. и водн. экосистем Среднерусской лесостепи: сект. гидробиол. монит. Т. 1. – Воронеж: ВГУ, 2002. – С. 229 – 235.
- Силина А.Е. Предварительные результаты изучения зоофитоса болота Клюквенное-1 в Усманском бору / А.Е. Силина // Там же. – С. 67 – 150.
- Силина А. Е. Донная макрофауна болота Клюквенное-1 в Усманском бору А.Е. Силина, А.А. Прокин // Там же. – С. 151 – 220.
- Хмелёв К.Ф. Закономерности развития болотных экосистем Центрального Черноземья / К.Ф. Хмелев. – Воронеж, 1985. – 168 с.

Работа поддержана грантом Минобразования России А.04 – 2.12 – 890.