

Особенности альгогруппировок подстилок лесных биогеоценозов степной зоны

Е. И. МАЛЫЦЕВ¹, А. Е. ПАХОМОВ², И. А. МАЛЫЦЕВА¹

¹ Мелитопольский государственный педагогический университет им. Б. Хмельницкого
72312, Мелитополь, ул. Ленина, 20
E-mail: mz_5@ukr.net

² Днепрпетровский национальный университет им. О. Гончара
49010, Днепрпетровск, просп. Гагарина, 72

Статья поступила 12.01.2016

Принята к печати 15.06.2016

АННОТАЦИЯ

Изучены особенности состава группировок водорослей лесных подстилок природных и искусственных лесных биогеоценозов в степной зоне. Установлено, что наибольшее сходство наблюдается между альгогруппировками, формирующимися в подстилках со схожим составом растительного опада (лиственным или хвойным). Комплекс доминантов и структура группировок водорослей изменяются по сезонам и подгоризонтам подстилки, что характеризует специфику подстилки как среды существования водорослей, отличающейся высокой динамичностью изменений мощности и физико-химических свойств в результате процессов абиотической и биотической деструкции растительных остатков. Для хвойной подстилки характерно преобладание как по числу видов, так и численности зеленых и желтозеленых водорослей, для лиственной – зеленых, желтозеленых и значительное участие цианопрокариот. При обогащении хвойной подстилки лиственным опадом в сообществах водорослей их разнообразие возрастает и они играют значительную роль при формировании состава водорослей почвенных горизонтов.

Ключевые слова: лесная подстилка, водоросли, степная зона, лесные биогеоценозы, биоразнообразие, Украина.

Переход от “ресурсной” к “биосферной” парадигме значения лесных экосистем делает все более актуальными работы по поддержанию их экологической стабильности на основе природных процессов, сохранения и увеличения их биоразнообразия. Лесные экосистемы в степной зоне занимают незначительные площади, вместе с тем они характеризуются многообразием функционального значения как в социальной, так и экологической и экономиче-

ческой сферах. Проблемы сохранения и возобновления лесов степной зоны, поддержание их устойчивости при постоянном интенсивном использовании требуют детальных исследований всех составляющих компонентов и элементов с биогеоценотической точки зрения.

Находясь в условиях географического, а часто и экологического несоответствия [Бельгард, 1971], степные леса характеризуются особым круговоротом веществ, приближаю-

щимся в наиболее благоприятных лесорастительных условиях к лесному и, наоборот, при удалении от оптимума – все более подчиняющемуся степному, что отражается на составе и структуре соответствующих им сообществ организмов.

Лесная подстилка – структурно-функциональный элемент лесного биогеоценоза, играющий важную роль при протекании обменных процессов, гумусонакоплении, обеспечении древостоя влагой, миграции элементов и соединений в профиле почв [Травлев, 1961; Сапожников, 1985; Дубина, 1987; Hobbie, 2006; Vesterdal, 2008; Kitikidou, 2012; Лоскутов, 2013; Болдескул, 2015], а также выполняющий и другие интегральные, системообразующие и биогеохимические функции [Богатырев, 1996]. Через подстилку и населяющие ее организмы проходит один из главных путей биогеоценологического регулирования круговорота веществ, что имеет решающее значение как для продуктивности леса, так и для эволюции почв [Зонн, 1963]. Подстилка – место активного развития микроскопических водорослей [Алексахина, Штина, 1984], которые наряду с другими организмами принимают участие во всех биогенных процессах, происходящих в ней, и представляют как теоретический, так и практический интерес при изучении структурно-функциональной организации биоценоза подстилки, оценке ее биологической активности и биодиагностики свойств. Информация о водорослях лесной подстилки ограничена и практически отсутствует для лесов степной зоны. В связи с этим цель нашей работы – изучение альгогруппировок подстилки лесных биогеоценозов в степной зоне Украины.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование водорослей подстилки осуществляли в лиственных и хвойных древесных насаждениях природного и искусственного происхождения. Образцы подстилки отбирали посезонно на протяжении 2011–2012 гг. на пробных площадях с дубовыми, сосновыми и белоакациевыми древостоями в различных типах местообитаний (пойма, надпойменные террасы, плакор). В качестве эта-

лонного избрали один из самых южных природных лесных массивов в степной зоне Украины – Самарский, произрастающий в долине р. Самара (Днепропетровская обл.) в пределах распространения разнотравно-типчаково-ковыльных степей. В пойме исследовали липово-ясеневую и берестово-ясеневую дубравы (48°39'28,87" с. ш., 35°38'46,19" в. д. и 48°39'12,85" с. ш., 35°39'54,3" в. д.), на песчаной (боровой) террасе – сосновый бор (48°38'09,09" с. ш., 35°40'45,46" в. д.), а в плакорных условиях – искусственное белоакациевое насаждение (48°45'23,92" с. ш., 35°27'39,61" в. д.). В подзоне типчаково-ковыльных степей изучали водоросли подстилки искусственных лесных массивов: Старо-Бердянского в долине р. Молочная и Алтагирского на берегу Молочного лимана (Запорожская обл.). Большая часть насаждений Старо-Бердянского леса создана незначительным числом древесных пород. Изучали водоросли подстилки под наиболее распространенными древесными породами: дубом обыкновенным (*Quercus robur* L.) (в пойме 46°54'23,04" с. ш., 35°29'55,83" в. д.), сосной обыкновенной и крымской (*Pinus sylvestris* L., *P. pallasiana* D. Don) (на песчаной террасе 46°56'15,24" с. ш., 35°29'27,67" в. д.) и белой акацией (*Robinia pseudoacacia* L.) (на третьей надпойменной террасе 46°55'20,92" с. ш., 35°30'01,34" в. д.). В Алтагирском лесу в пределах надлиманной террасы подстилку отбирали в белоакациевом (46°37'19,6" с. ш., 35°17'09,29" в. д.), дубовом (46°37'19,93" с. ш., 35°17'15,84" в. д.) и сосновом насаждениях с примесью лиственных пород (46°37'14,9" с. ш., 35°17'01,74" в. д.).

Лесную подстилку собирали на расстоянии 1–1,5 м от ствола дерева в местах, где отсутствовали крупные ветви и скопление коры, по подгоризонтам: А0¹ – свежий опад, А0² – уже подвергшийся разрушению, но отдельные компоненты еще сохранили первичную структуру; А0³ – сильно разложившийся. Подстилку характеризовали по морфологическим (структура, состав, мощность) и химическим показателям (рН_{водн}, зольность) [Травлев, 1961; Дубина, 1987].

Видовой состав водорослей подстилки изучали с помощью культур со стеклами обростания и агаровых на среде Болда (1 N ВВМ,

Распределение числа видов по различным отделам водорослей лиственной подстилки, ед. (%)

Отдел	Дубовая подстилка			Белоакациевая подстилка		
	подгоризонты подстилки		всего	подгоризонты подстилки		всего
	A0 ¹	A0 ²		A0 ¹	A0 ²	
Суанопрокариота	5	6	8 (12,1)	3	3	3 (10,0)
Eustigmatophyta	3	3	3 (4,5)	1	–	1 (3,3)
Xanthophyta	8	11	13 (19,7)	2	1	3 (10,0)
Bacillariophyta	3	3	3 (4,5)	1	1	1 (3,3)
Charophyta	2	1	2 (3,1)	1	1	1 (3,3)
Chlorophyta	27	24	37 (56,1)	13	14	21 (70,1)
Всего	48	48	66 (100)	21	20	30 (100)
Часть от общего числа видов, %	72,7	72,7	100	70,0	66,7	100

3 N ВВМ), Громова, Дрю [Голлербах, Штина, 1969; Гайсина и др., 2008]. На основе культур со стеклами обрастания, которые считаются наиболее приближенными к естественным условиям, с помощью семибалльной шкалы обилия выделяли доминанты. К ним относили виды, имеющие высокие показатели обилия, оцененные в 7 и 6 баллов, к субдоминантам – 5 и 4. Численность клеток водорослей определяли методом прямого счета [Голлербах, Штина, 1969]. В работе использовали систему таксонов синезеленых водорослей (цианопрокариот) в соответствии со сводками И. Комарека и А. Анагностидиса [Komárek, Anagnostidis, 2005; Komárek, 2013], остальных групп – согласно “Algae of Ukraine” [Tsarenko et al., 2006, 2009, 2011, 2014].

Достоверность различий между экспериментальными данными оценивали с помощью критерия Стьюдента. При экспериментальных исследованиях использовали трехкратную и более повторность, которая обеспечивала p не более 0,05 или 95%-й уровень значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В подстилке исследованных природных и искусственных лиственных и хвойных лесных биогеоценозов идентифицировали 119 видов водорослей: Суанопрокариота – 17 (14,3 %),

Eustigmatophyta – 3 (2,5 %), Xanthophyta – 21 (17,7 %), Bacillariophyta – 7 (5,9 %), Chlorophyta – 68 (57,1 %) и Charophyta – 3 (2,5 %).

Сообщества водорослей подстилки различных лесных биогеоценозов отличаются по видовому составу и таксономической структуре. Наибольшие черты сходства наблюдаются между альгогруппировками, формирующимися в подстилках со схожим составом растительного опада (лиственным или хвойным) (табл. 1, 2).

Лесная подстилка лиственных (дубовых и белоакациевых) насаждений имеет мощность 5–6,5 см, структурирована на два подгоризонта. Для лиственной подстилки характерны меньшие в сравнении с хвойной значения pH и большая зольность (табл. 3). Сообщества водорослей подстилки лиственных насаждений формируют 80 видов водорослей, распределенных по отделам следующим образом: Суанопрокариота – 10 (12,5 %), Eustigmatophyta – 3 (3,75 %), Xanthophyta – 14 (17,5 %), Bacillariophyta – 3 (3,75 %), Chlorophyta – 48 (60,0 %) и Charophyta – 2 (2,5 %). Наибольшим числом видов представлены отделы Chlorophyta, Xanthophyta и Суанопрокариота. Ведущую роль в сообществах водорослей лиственной подстилки играют семейства: Chlorococcaceae – 10 видов, Chlamydomonadaceae – 9, Pleurochloridaceae – 7, Nostocaceae, Trebouxiaceae – по 5, Chlorosarcinaceae, Choricystidaceae, Gloeobotrydaceae, Phormidiaceae, Prasiolaceae – по 3.

Т а б л и ц а 2

Распределение числа видов по различным отделам водорослей хвойной подстилки, ед. (%)

Отдел	Подгоризонты лесной подстилки			Всего
	A0 ¹	A0 ²	A0 ³	
Цианопрокaryota	5	5	3	7 (10,6)
Eustigmatophyta	1	2	2	2 (3,0)
Xanthophyta	5	14	5	14 (21,2)
Bacillariophyta	3	5	3	6 (9,1)
Charophyta	2	2	2	2 (3,0)
Chlorophyta	12	25	16	35 (53,1)
Всего	28	53	31	66 (100)
Часть от общего числа видов, %	42,4	80,3	46,9	100

Дубовая подстилка характеризуется комковато-лиственной структурой с рыхлым расположением листьев, что не затрудняет доступ влаги и воздуха в ее толщу и создает более благоприятные условия для водорослей. Видовое богатство ее водорослей значительно выше белоакациевой (см. табл. 1). Белоакациевая подстилка имеет труховидную структуру с рассыпчатым налеганием листьев. Это снижает ее термоизоляционное влияние и средообразующую роль и сопровождается обеднением видового состава водорослей. В альгогруппировках преобладают виды *Chlorophyta*, составляющие от

69,2 до 77,8 % всего видового богатства водорослей в различных белоакациевых насаждениях.

В подстилке дубовых насаждений в состав ведущих семейств вошли: Chlorococcaceae – 8 видов, Pleurochloridaceae – 7, Chlamydomonadaceae – 6, Nostocaceae, Trebouxiaceae – по 4, Prasiolaceae – 3, в белоакациевых: Chlamydomonadaceae – 5 видов, Chlorosarcinaceae – 3, Chlorococcaceae, Trebouxiaceae, Phormidiaceae, Prasiolaceae – по 2 вида. Специфической чертой таксономической структуры альгогруппировок дубовой подстилки является наличие азотфиксиру-

Т а б л и ц а 3

Основные свойства лиственной и хвойной подстилки различных насаждений Самарского, Старо-Бердянского и Алтагирского лесов (диапазон колебания по сезонам и годам исследования)

Подгоризонты подстилки	Мощность, см	Сухая масса органического вещества, кг/м ²	pH	Зольность, %
Дубовая подстилка				
A0 ¹	0,5–2	0,217–1,125	4,71–6,26	14,8–46,9
A0 ²	2–6	0,500–2,888	5,23–6,21	28,0–93,7
Белоакациевая подстилка				
A0 ¹	0,5–2	0,156–0,817	5,5–6,82	18,2–36,7
A0 ²	1–3	0,731–2,575	5,91–6,83	58,13–83,9
Сосновая подстилка				
A0 ¹	0,5–2	0,269–1,158	3,91–4,71	7,11–19,76
A0 ²	1–4	0,463–2,252	4,21–4,97	19,0–52,71
A0 ³	0–4	1,088–1,575	4,3–4,98	62,63–84,94

ющих видов из Nostocaceae, а белоакациевой – нитчатых ксерофитных представителей Phormidiaceae.

В вертикальной структуре листовенной подстилки преобладает подгоризонт A0², который сочетает в себе процессы ферментации и гумификации растительного опада (см. табл. 3). В сравнении с верхним он богаче зольными элементами и имеет меньшую кислотность, что в целом характерно для подстилки лесов степной зоны [Дубина, 1987]. По числу видов водорослей разные подгоризонты листовенной подстилки схожи. В дубовой подстилке отмечается слабо выраженное перераспределение разнообразия водорослей некоторых отделов по ее подгоризонтам: незначительное уменьшение числа видов зеленых и увеличение желтозеленых в детритном подгоризонте A0², обогащенном продуктами распада органики. Увеличение содержания гумуса в почве под лесными биогеоценозами в степной зоне также способствует увеличению разнообразия желтозеленых [Мальцева, 2009].

Комплекс доминантов листовенной подстилки изменяется как по подгоризонтам, так и по сезонам, что согласуется с изменчивостью экологических условий, характеризующих подстилку как среду обитания. В результате процессов абиотической и биотической деструкции растительных остатков состав и физико-химические свойства подстилки изменяются, что одновременно с сезонными изменениями температуры и влажности создает специфические условия существования водорослей. Рассчитанный коэффициент общности Жаккара для состава доминантов и субдоминантов подстилки сформированной дубовым опадом, лежит в диапазоне 19,4–38,1 %, белоакациевым – 20–30 %.

Общими для дубовой и белоакациевой подстилки являлись виды: *Phormidium* cf. *autumnale* (C. Agardh) Gomont, *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow in Cleve et Grunow, *Klebsormidium flaccidum* (Kütz.) P. C. Silva et al., *Stichococcus bacillaris* Nägeli, *Myrmecia incisa* Reisl. В подстилке природных и искусственных дубовых насаждений среди доминантов также отмечены: *Ellipsoidion oocystoides* Pascher, cf. *Mychonastes homosphaera* (Skuja) Kalina et Punčoch., *Chlorella vulgaris*

Beij., *Desmococcus olivaceus* (Pers. ex Ach.) I. R. Laundon, *Trichromus variabilis* (Kütz. ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagn. В природных дубравах: *Schizochlamydeella* cf. *delicatula* (G. S. West) Korschikov, *Nephrodiella phaseolus* Pascher, *Gloeobotrys sphagnophilus* Ettl, *Chloromonas* cf. *rosae* (H. Ettl et O. Ettl) H. Ettl, *Spongiochloris excentrica* R. C. Starr, *Nostoc calcicola* Breb. ex Bornet et Flahault, в искусственных – *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott, “*Chlorella*” *mirabilis* V. Andr., *Desmococcus olivaceus*, *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenh. ex Gomont) Anagn. et Komárek, *Nostoc paludosum* Kütz. ex Bornet et Flahault. Специфические доминанты белоакациевой подстилки: *Coenochloris signiensis* (Broady) Hindák, *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová, “*Fottea*” *stichococcoides* Hindák, *Coccomyxa cofluens* (Kütz.) Fott, *Desmonostoc muscorum* (C. Agardh ex Bornet et Flahault) Hrouzek et Ventura.

Лесная подстилка сосновых насаждений в пределах Самарского, Старо-Бердянского и Алтагирского лесов достигает толщины 6,5 см, состоит из трех подгоризонтов, среди которых наибольшую мощность имеют подгоризонты ферментации (A0²) и гумификации (A0³). Сосновая подстилка характеризуется комковато-лиственной структурой и по степени механической связи между отдельными частями является рыхлой. Ее зольность и pH в направлении от верхних слоев к нижним возрастает (см. табл. 3). В целом, сосновая подстилка характеризуется меньшим, в сравнении с листовенной, количеством минеральных веществ и большей кислотностью.

Сообщества водорослей подстилки сосновых насаждений Самарского и Старо-Бердянского лесов, где в подлеске отсутствуют листовенные породы, формирует 41 вид водорослей: Цианопрокариота – 1 (2,4 %), Евстигматопхита – 2 (4,9 %), Хантофита – 8 (19,5 %), Вациллариопхита – 5 (12,2 %), Хлорофита – 23 (56,1 %), Шаропхита – 2 (4,9 %). Преобладают виды Хлорофита.

При обогащении хвойной подстилки листовенным опадом, как это отмечено на примере соснового насаждения с примесью дуба обыкновенного и каркаса западного (*Celtis occidentalis* L.) в Алтагирском лесу, в соста-

ве альгогруппировок увеличивается разнообразие цианопрокариот до 15,0 % от общего видового богатства. Они не характерны и для сообществ водорослей почвенных горизонтов хвойных лесов [Алексахина, Штина, 1984] и постоянно присутствуют в почвах под листовыми лесами [Мальцева, 2009].

В подстилке смешанного состава расширяется спектр экологических ниш, что сопровождается увеличением разнообразия водорослей. Всего в подстилке соснового насаждения с примесью лиственных пород в Алтагирском лесу идентифицировано 40 видов водорослей: Цианопрокариота – 6 (15,0 %), Xanthophyta – 9 (22,5 %), Bacillariophyta – 3 (7,5 %), Chlorophyta – 21 (52,5 %), Charophyta – 1 (2,5 %). В подстилке чистых сосновых древостоев разнообразие водорослей изменяется в диапазоне 26–27 видов и сопоставимо с таковым дубовых насаждений – 29–31 вид. Исключением является дубняк в пойме р. Молочная Старо-Бердянского леса, где сообщество водорослей формировали 14 видов водорослей. Искусственные белоакациевые насаждения также отличались невысоким видовым богатством водорослей – 9–17 видов. В целом, подстилка по данным О. И. Винниковой [2002], характеризуется более благоприятными условиями существования водорослей: до 30 % видов водорослей лесных биогеоценозов встречается исключительно в подстилке.

В разных сосновых насаждениях отмечено 66 видов водорослей: Цианопрокариота – 7 (10,6 %), Eustigmatophyta – 2 (3,0 %), Xanthophyta – 14 (21,2 %), Bacillariophyta – 6 (9,1 %), Chlorophyta – 35 (53,1 %), Charophyta – 2 (3,0 %).

Ведущую роль в альгогруппировках подстилки чистых сосновых насаждений играют виды следующих семейств: Pleurochloridaceae – 7 видов, Chlamydomonadaceae, Chlorococcaceae, Prasiolaceae – по 4, а при наличии примеси лиственных пород: Pleurochloridaceae, Trebouxiaceae – по 5 видов, Chlamydomonadaceae – 4, Prasiolaceae – 3, Chlorococcaceae, Centritractaceae, Phormidiaceae, Pseudanabaenaceae, Nostocaceae – по 2. Основное отличие альгогруппировок хвойной подстилки, обогащенной листовым опа-

дом, – включение в состав ведущих семейств цианопрокариот.

Доминантами хвойной подстилки природных и искусственных насаждений оказались *Klebsormidium flaccidum*, *Pseudococcomyxa simplex*, *Hantzschia amphioxys*, *Bracteacoccus minor*, *Stichococcus bacillaris*, *Myrmecia incisa*, *Eustigmatos magnus* (J. B. Petersen) Hibberd. Особенностью комплекса доминантов подстилки природного сосняка является высокая роль видов рода *Chlorococcum* Menegh.: *Chlorococcum* cf. *echinozygotum* R. C. Starr, *Chlorococcum ellipsoideum* Deason et H. C. Bold, *Chlorococcum* sp. 3. В подстилке искусственного смешанного соснового насаждения в составе доминантов отмечены виды Цианопрокариота: *Phormidium jadinianum* Gomont, *Nostoc punctiforme* (Kütz. ex Hariot) Hariot, *Nostoc paludosum*. Коэффициент общности Жаккара между составом комплекса доминантов различных сосновых насаждений лежит в диапазоне 26,7–52,2 %. Максимальная схожесть установлена между комплексом доминантов насаждений, где отсутствует примесь листового опада в составе хвойной подстилки.

Вертикальная стратификация хвойной подстилки создает разные условия для существования водорослей, что отображается на пространственной структуре альгогруппировок. Наиболее богатым на виды является средний слой подстилки. Особенно заметно в нем возрастает разнообразие желтозеленых, а также зеленых водорослей (см. табл. 2).

Видовое богатство водорослей в подстилке изменяется по сезонам и максимальных показателей в большинстве исследованных лесных биогеоценозах достигает в весенне-осенний период. Характер сезонных изменений видового богатства водорослей связан с сезонными изменениями температуры и влажности, а также с особенностями биогеоценологических процессов, происходящих в лесных биогеоценозах в целом и подстилке в частности. В альгогруппировках лесной подстилки биогеоценозов, произрастающих в сходных условиях местообитания (в пойме или за ее пределами) наблюдаются общие закономерности сезонной динамики видового богатства водорослей. Также значитель-

Количество клеток водорослей в лесной подстилке различных насаждений

Древесная порода	Сезон *	Количество клеток, тыс./г подстилки											
		Суанорокаруота			Chlorophyta***			Vacillariophyta			Всего		
		M	m _M	M ± tm _M **	M	m _M	M ± tm _M	M	m _M	M ± tm _M	M	m _M	M ± tm _M
<i>Quercus robur</i>	В	82,0	3,6	82,0 ± 9,3	90,4	2,7	90,4 ± 6,9	6,5	0,2	6,5 ± 0,6	178,9	5,6	178,9 ± 14,4
	Л	1,7	0,2	1,7 ± 0,5	25,0	2,1	25,0 ± 5,4	—	—	—	26,7	2,2	26,7 ± 5,7
	О	182,5	8,7	182,5 ± 22,4	150,4	7,1	150,4 ± 18,3	—	—	—	332,9	15,1	332,9 ± 38,8
<i>Pinus pallasiana</i>	В	—	—	—	145,0	11,8	145,0 ± 30,3	5,9	0,5	5,9 ± 1,3	151,9	11,7	151,9 ± 30,1
	Л	—	—	—	22,4	1,7	22,4 ± 4,4	—	—	—	22,4	1,7	22,4 ± 4,4
<i>Robinia pseudoacacia</i>	О	19,9	1,8	19,9 ± 4,6	124,3	10,8	124,3 ± 27,8	58,0	5,1	58,0 ± 13,1	202,2	17,6	202,2 ± 45,2
	В	107,8	7,1	107,8 ± 18,3	120,5	6,7	120,5 ± 17,2	5,6	0,3	5,6 ± 0,8	233,9	13,8	233,9 ± 35,5
	Л	24,5	1,5	24,5 ± 3,9	10,8	0,7	10,8 ± 1,8	—	—	—	35,3	2,3	35,3 ± 5,9
	О	202,7	12,4	202,7 ± 31,9	219,0	8,5	219,0 ± 21,9	12,4	0,3	12,4 ± 0,8	434,1	18,9	434,1 ± 48,6

* В — весна, Л — лето, О — осень.

** Истинное значение средней арифметической для генеральной совокупности (n) при вероятности 0,95 и p = 0,05 будет находиться в диапазоне M ± tm_M, где M — средняя арифметическая, критерий Стьюдента t = 2,571 для v = 5, m_M — ошибка средней арифметической.

*** Учтены вместе с Charophyta, Xanthophyta, Eustigmatophyta.

ное влияние на нее имеет средопреобразующая способность древесной породы и подстилки. Наиболее резко выраженное изменение числа видов по сезонам наблюдается в лиственных насаждениях по сравнению с хвойными. Во все сезоны более высоким разнообразием характеризуются зеленые водоросли. Для желтозеленых установлено увеличение числа видов осенью, для диатомовых — весной.

Во всех исследованных насаждениях в летний, достаточно сухой период, численность водорослей ниже на порядок в сравнении с весной и осенью (табл. 4). Наиболее стабильно на протяжении всех сезонов отмечены представители Chlorophyta, которые согласно использованной методике учитывали совместно с Charophyta, Xanthophyta и Eustigmatophyta. Развитие диатомовых водорослей активизировалось во влажные периоды — весной и осенью.

В целом хвойная подстилка характеризовалась высокой численностью зеленых и диатомовых водорослей, лиственная — цианопрокариот и зеленых. Считается, что численность водорослей в подстилке значительно выше (в 2–4 раза) в сравнении с почвенными горизонтами [Алексахина, Штина, 1984; Чорневич, Никорич, 2008].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесная подстилка как среда обитания водорослей имеет ряд специфических черт, отличающих ее от почвы: преобладание органического вещества над неорганическим, высокая изменчивость состава, структуры, толщины и плотности на протяжении года. Кроме того, лесные подстилки характеризуются значительным динамизмом и разнообразием химических соединений, которые образуются в процессе абиотической и биотической деструкции растительных остатков. Все это отображается на видовом разнообразии водорослей, распределении по подгорizontам подстилки, сезонной динамике. Состав и структура альгогруппировок лесной подстилки достаточно специфична в различных насаждениях и отображает весь комплекс взаимодействия экологических факторов соответствующего лесного биогеоце-

ноза. Альгогруппировки подстилки характеризуются полидоминантностью и высокой специфичностью. Состав доминантов изменяется по сезонам и подгоризонтам подстилки.

Для хвойной подстилки характерно преобладание как по числу видов, так и по численности зеленых и желтозеленых водорослей, для лиственной – зеленых, желтозеленых и значительное участие цианопрокариот. При обогащении хвойной подстилки листовым опадом в сообществах водорослей возрастает разнообразие цианопрокариот.

Подстилка обладает высоким биологическим разнообразием водорослей, которые могут играть значительную роль при формировании состава водорослей почвенных горизонтов.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексахина Т. И., Штина Э. А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 150 с.
- Бельгард А. Л. Степное лесоведение. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 336 с.
- Богатырев Л. Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. 1996. № 4. С. 501–511.
- Болдескул А. Г., Кудрявцева Е. П., Аржанова В. С. Роль древесных видов в процессах функционирования ландшафтов чернопихтово-широколиственных лесов Южного Приморья // Сиб. экол. журн. 2015. № 3. С. 355–362 [Boldeskul A. G., Kudryavtseva E. P., Arzhanova V. S. The role of arboreal species in the functioning of needle-fir broad-leaved forest landscapes of the Southern Primorye // Contemporary Problems of Ecology. 2015. N 3. P. 355–362].
- Віннікова О. І. Характеристика видового складу ґрунтових міксоміцетів та водоростей соснових насаджень борової тераси р. Северський Донець // Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. 2002. Т. 1, № 9. С. 90–95.
- Гайсина Л. А., Фазлутдинова А. И., Кабиров Р. Р. Современные методы выделения и культивирования водорослей. Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. 152 с.
- Голлербах М. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.
- Дубина А. А. Классификационные особенности подстилки естественных лесных биогеоценозов юго-востока Украины // Охрана и рациональное использование защитных лесов степной зоны: Днепропетровск, 1987. С. 62–67.
- Зонн С. В. Принципы классификации лесных почв и методы их изучения в СССР // Почвоведение. 1963. № 2. С. 1–6.
- Лоскутов С. Р., Шапченкова О. А., Ведрова Э. Ф., Анискина А. А., Мухортова Л. В. Гигроскопические свойства подстилки хвойных и лиственных насаждений Средней Сибири // Сиб. экол. журн. 2013. № 5. С. 695–702 [Loskutov S. R., Shapchenkova O. A., Vedrova E. F., Aniskina A. A., Mukhortova L. V. Hygroscopic properties of forest floor in coniferous and deciduous plantations in Middle Siberia // Contemporary Problems of Ecology. 2013. N 5. P. 695–702].
- Мальцева І. А. Ґрунтові водорості лісів степної зони України. Мелітополь: Люкс, 2009. 312 с.
- Сапожников А. П. Морфологические параметры лесной подстилки и ее диагностическое значение // Вопросы степного лесоведения и научные основы лесной рекультивации земель. Днепропетровск, 1985. С. 54–63.
- Травлев А. П. Лесная подстилка как структурный элемент искусственного лесного сообщества в степи: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Харьков, 1961. 20 с.
- Чорневич Т. М., Нікорич В. А. Структурно-функціональна організація альгоценозу бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття // Ґрунтознавство. 2008. Т. 9, № 3-4. С. 108–118.
- Hobbie S. E., Reich P. B., Oleksyn J., Ogdahl M., Zytковиак R., Hale C., Karolewski P. Tree species effects on decomposition and forest floor dynamics in a common garden // Ecology. 2006. N 9. P. 2288–2297.
- Kitikidou K. Forest floor nutrient dynamics in chestnut plantation ecosystems // J. Agricultural Sci. 2012. N 4. P. 51–54.
- Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Heidelberg: Elsevier, Spektrum, 2005. Pd. 19/2. 759 S.
- Komárek J. Cyanoprokaryota. 3. Teil: Heterocytous Genera // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Berlin; Heidelberg: Springer Spektrum, 2013. Pd. 19/3. 1130 S.
- Tsarenko P. M., Wasser S., Nevo E. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 1: Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophora and Rhodophyta. A. R. G. Rugell: Gantner Verlag K. G., 2006. 713 p.
- Tsarenko P. M., Wasser S., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2: Bacillariophyta. A. R. G. Rugell: Gantner Verlag K. G. 2009. 413 p.
- Tsarenko P. M., Wasser S., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 3: Chlorophyta. A. R. G. Rugell: Gantner Verlag K. G., 2011. 513 p.

Tsarenko P. M., Wasser S., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 4: Charophyta. Koeltz scientific books, 2014. 703 p.

Vesterdal L., Schmidt I. K., Callesen I., Nilsson L. O., Gundersen P. Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species // Forest Ecol. Management. 2008. Vol. 255. P. 35–48.

Features of Algal Communities in Forest Biogeocoenosis Litters of the Steppe Zone

Ye. I. MALTSEV¹, A. Ye. PAKHOMOV², I. A. MALTSEVA¹

¹ *Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University
72312, Melitopol, Lenin str., 20
E-mail: mz_5@ukr.net*

² *Oles Honchar Dnepropetrovsk National University
49010, Dnepropetrovsk, Gagarin ave., 72*

We studied features of algal communities in forest litters of natural and artificial forest biogeocoenoses in the steppe zone. The greatest resemblance was observed between algal communities formed in the litters with a similar composition (leaf or needle litter). The complex of dominants and the structure of algal groups varied by seasons and subhorizons of the forest litter, which characterized the specifics of the forest litter as a medium of existence of algae with high dynamics of changes in thickness, chemical and physical properties as a result of processes of abiotic and biotic degradation of plant residues. Needle forest litter was characterized by the predominance of green and yellow-green algae, both in the number of species and its percentage in the total number while leaf litter – by green and yellow-green algae with significant contribution from Cyanoprokaryota. When some leaf litter was added to the needle one, it resulted in the increased diversity of algae.

Key words: forest litter, algae, steppe zone, forest biogeocoenoses, biodiversity, Ukraine.