

ЛІСОВА ЕКОЛОГІЯ

УДК 577.486+574.4+631.427.5

А.В. Котович, В.С. Малыш, М.С. Якуба

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСНОВЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ВТОРОЙ ПЕСЧАНОЙ ТЕРРАСЫ ПРИСАМАРСКОГО МОНИТОРИНГА

О.В. Котович, В.С. Малиш, М.С. Якуба

Дніпропетровський національний університет

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОСНОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ДРУГОЇ ПІЩАНОЇ ТЕРАСИ ПРИСАМАРСЬКОГО МОНІТОРИНГУ

Наведені екологічні особливості соснових екосистем другої піщаної тераси Присамарського моніторингу. Особливу увагу приділено визначенню біологічної продуктивності, видового складу деревної рослинності та дослідженню характеристик гігротопу, підстилки та опадів. Визначені типи кругообігів речовин у біогеоценозах.

Ключові слова: продуктивність, деревостан, ґрунтові води, лісова підстилка, опад, кругообіг речовин.

O.V. Kotovich, V.S. Malush, M. S. Yakuba

Dnepropetrovsk National University

THE ECOLOGICAL PECULIARITIES OF THE PINE ECOSYSTEMS OF THE SECOND SAND TERRACE OF PRISAMARSKY MONITORING

The ecological peculiarities of the pine ecosystems of the second sand terrace of Prissamarsky monitoring are given. Great attention is devoted to biological productivity definition; species composition of trees vegetation; and investigation of gignotope characteristics. The characteristics of litter and litter fall were considered. The types of organic substances and chemicals circulation were determined.

Key words: productivity, species composition of wood plant, mineralization and level of soils water, forests litter, litter fall, types of substances circulation.

Известно, что характерным признаком степного ландшафта является безлесие, которое обусловлено географическим и часто экологическим несоответствием леса условиям обитания. Поэтому для выращивания ценных и долговечных лесных насаждений, оказывающих положительное средообразующее воздействие на окружающую среду, необходимы знания функционирования эталонных естественных лесных биогеоценозов и обобщение многовекового опыта степного лесоразведения. На территории подзоны разнотравно-типчаково-ковыльных степей площади естественных лесных биогеоценозов, как правило, приурочены к долинам рек и балкам.

При исследовании компонентов лесного сообщества особую роль играет изучение его автотрофного блока – фитоценоза, в частности биологической продуктивности лесов, позволяющей оценить лесные ресурсы и энергетический баланс в лесных экосистемах.

Важнейшим структурно-функциональным элементом лесных биогеоценозов является древостой. Видовой состав древостоя, плотность размещения его отдельных элементов на единицу площади, возрастная структура, сомкнутость полога крон определяют основные показатели круговорота веществ и превращения энергии в лесных биогеоценозах, обуславливают их организацию и структуру, направленность и интенсивность протекающих в них процессов. Биологическая продуктивность отдельных видов лесообразующих пород представляет результат фитогенной трансформации среды обитания, так как эдификаторами в сообществе, как правило, являются именно те виды, которые способны к накоплению наибольшей биомассы.

В тесной связи с типом леса, структурой древостоя и его биологической продуктивностью находится лесная подстилка. Подстилка представляет собой структурно-функциональный компонент лесного биогеоценоза, связывающий абиотические и биотические компоненты в целостную систему (Добровольский, 1986). Особенности подстилки зависят от типологических особенностей леса (Травлеев, 1961). В лесных сообществах засушливой степной зоны подстилка играет почвозащитную и противоэрозионную роль, умень-

шает поверхностный сток, предотвращает размыв, уменьшает поверхностное испарение почвенной влаги, сглаживает тепловой режим почв (Дубина, 1977). Лесные почвы с подстилочным горизонтом обладают большими запасами микроэлементов, чем пахотные почвы (Зонн, 1964). Подстилка аккумулирует значительную часть микроэлементов, возвращенных древесной растительностью с опадом (Зонн, 1964; Дубина, Цветкова, 1977; Цветкова, 1992). Лесная подстилка формируется за счёт механической, физико-химической и биологической деструкции растительного опада. Полученные данные запасов подстилки и опада позволяют определить индекс интенсивности биологического круговорота и его тип в системе растение – почва – растение.

Одним из источников существования того или иного биогеоценоза является гигротоп как основная часть экотопа (Бельгард, 1950, 1971). В степной зоне в условиях дефицита влаги гигротоп, а именно результирующее действие выпадающих осадков, испарение и увлажнение грунтовыми водами, выраженное локальным коэффициентом увлажнения (Травлеев, 1975), является главным лимитирующим фактором, препятствующим свободному развитию лесных биогеоценозов. Тип гигротоба тесно связан с определённым типом фитоценоза, зооценоза и генетическим типом почвы. Вся эта сложная экологическая система отличается признаками биологического круговорота веществ и потока энергии.

Данные о режиме грунтовых вод: колебания уровня, динамика химического состава по годам и сезонам – необходимы для расшифровки типов биологических круговоротов, присущих лесным биогеоценозам (Травлеев, 1975).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сухой бор (ПП 212) расположен на второй песчаной террасе долины р. Самары, на вершине дюнного всхолмления, представляет собой типичный бор. Тип лесорастительных условий – песок суховатый. Тип световой структуры – осветлённый, световое состояние – нормальное. Тип древостоя – 10 С. об. без кустарникового подлеска. Возраст сосны – 50-60 лет. Сомкнутость крон – 0,4. Участки с соснами, растущими группами, чередуются с открытыми местами, где господствуют ксерофильные злаки и песчаное разнотравье. В травяном покрове встречаются полынь песчаная, типчак Беккера, дрок красильный, цмин песчаный, ежа сборная и др. Покрытие под деревьями составляет 25-30 %, на полянах – 65-70 %.

Лесная подстилка – трёхслойная, цельная, рыхлая, труховидной структуры. Первый её горизонт состоит из свежеспавшей цельной хвои и шишек и легко отделяется от второго, более разложившегося горизонта. Третий труховидный слой сухой, смешан с почвой. Мощность подстилки – 3,6 см.

Почва – дерново-боровая, малогумусная, средневыщелоченная, песчаная, слабо-развитая на древнеаллювиальных отложениях. Механический состав дерново-боровых почв представлен связным мелкозернистым песком. Почвы арены бедны гумусом (0,4-2,7 %), обладают кислой реакцией (рН = 5,8-6,4) и малой ёмкостью поглощения (3,1-4,1 мг-экв/100г почвы), незначительным количеством поглощённых оснований (2,3-3,5 мг-экв/100 г почвы). Увлажнение – атмосферное. Грунтовые воды – на глубине 3,5 м.

Свежая суборь (ПП 211) находится в понижении рельефа на второй песчаной террасе р. Самары. Тип лесорастительных условий – супесь свежая. Световая структура – полусветлённая. В первом ярусе биогеоценоза представлена сосна обыкновенная, во втором – дуб обыкновенный, берёза повислая. В подлеске – клён остролистный, липа сердцелистная, бересклет обыкновенный, скумпия. Возраст сосны составляет 40 – 60 лет. Средняя высота насаждения – 30 м. Высота второго яруса – 6-7 м. Сомкнутость первого яруса – 0,3. Сомкнутость вместе с подлеском – 0,6. Неоднородность древостоя по плотности кроны создаёт парцеллярную структуру биогеоценоза. Основными парцеллами являются: дубово-ландышевая, дубово-сосново-купеновая, сосново-разнотравно-злаковая. Биогеоценоз – естественного происхождения, преимущественно семенного возобновления. Травяной покров состоит из купены аптечной, ландыша майского, вейника наземного и др. Общее покрытие – 35 %. Свежая суборь окружена берёзовым и осиновым колками в пониженных местообитаниях, сосновым бором – в повышенных. Уровень грунтовых вод – на глубине 1,4 – 1,6 м, увлажнение – атмосферно-грунтовое, почва –

дерново-боровая супесчаная. Подстилка цельная, сложена сухими листьями и хвоей, слабо дифференцирована по слоям, мощностью 4,9 см.

В основе работы лежит биогеоценотический подход, выражением которого является учение о биогеоценозах В.Н. Сукачёва. Руководящей научной идеей работы явились типологические принципы естественных лесов Украины, разработанные А.Л. Бельгардом (1971). Структура и тип лесорастительных условий, структура и состав травостоя, экоморфический анализ, особенности покрытия изучались по А.Л. Бельгарду (1950, 1971). Определение продуктивности стволовой древесины, встречаемость пород проводилось с помощью метода сплошного пересчета деревьев на пробных площадках по стандартным методикам, принятым в лесной таксации с использованием таблиц объёмов деревьев (Лесотаксационный справочник, 1980; Анучин, 1982; Ипатов, 1984). Определение общих запасов подстилки, опада, расчёт опадо-подстилочного коэффициента (ОПК) и определение типа биологического круговорота проводились по методикам Н.И. Базилевич и Л.Е. Родина (1965). Мощность подстилки измерялась по методу Скородумова (1940). Водная вытяжка для определения рН подстилки готовилась в соотношении 1 : 20 (Кравков, 1978).

Для изучения характеристик грунтовых вод указанных биогеоценозов в начале 1970-х гг. была заложена сеть наблюдательных гидрологических скважин. Они располагались в наиболее типичных природных условиях, отражающих особенности залегания, питания, расхода и движения грунтовых вод. Замеры уровня проводились рулеткой, имеющей на конце специально сконструированный поплавко-хлопушку, позволяющий проводить замер с точностью 0,5 см.

Наблюдения за грунтовыми водами с начала 2002 года проводились подекадно, ежесуточно (с 10 по 25 июля), почасово (каждые четыре часа 16-18 июля). Параллельно с замерами уровней раз в месяц отбирались пробы воды для определения минерализации. Данные, полученные в течение 2002 года, позволяют проследить изменения общей минерализации в зависимости от колебаний зеркала грунтовых вод.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В составе древостоя субори (ПП 211) представлены сосна, дуб, берёза (табл. 1). В подлеске встречаются скуппия, бересклет, подрост берёзы и т. д. В данном фитоценозе доминирующим видом является сосна, образующая первый ярус древостоя. Встречаемость сосны – 750 деревьев/га. При относительно небольшой плотности благодаря высоким таксационным показателям (диаметр – более 40 см, высота – около 30 м) запасы стволовой древесины сосны в данном биогеоценозе составляют более 99 % от общего запаса. Деревья сосны обыкновенной в исследуемой субори относятся к высоким классам бонитета (II, иногда I), древесина – деловая. Второй ярус субори гораздо ниже первого. Он представлен берёзой и дубом (средние высоты – 5 и 3 м соответственно). В травостое присутствуют лесные, луговые, изредка сорные виды, в наиболее пониженных местах иногда встречаются представители болотной флоры.

Таблица 1

Характеристика древостоев лесных биогеоценозов второй песчаной террасы

Тип биогеоценоза	Порода	Кол-во деревьев на 1 га	Диаметр, см	Высота, м	Объём среднего дерева, м ³	Запас стволовой древесины, м ³ /га
Свежая суборь (ПП 211)	Сосна	750	43 ± 1	30 ± 1	1,909 ± 0,068	1430
	Дуб	200	10 ± 0,5	3 ± 0,5	0,010 ± 0,002	2
	Берёза	350	11 ± 1	5 ± 0,5	0,023 ± 0,004	8
	Общее	1300				1440
Сухой бор (ПП 212)	Сосна	2500	17 ± 2	18 ± 1	0,244 ± 0,054	610

Древостой бора (ПП 212) представлен исключительно сосной. Средняя высота древостоя гораздо ниже, чем в субори, и составляет 18 м. Чёткой ярусной дифференциации не отмечено, хотя встречаются более молодые и низкие деревья сосны обыкновенной. Плотность составляет 2500 деревьев на гектар, что значительно превосходит плотность сосны в субори. Однако из-за более низких таксационных показателей (табл. 1) общий запас стволовой древесины сосны в бору ниже, чем в субори, и составляет 610 м³/га.

Изучение характера трансформации органического вещества подстилки и определение её участия в общем энергетическом балансе биогеоценоза, а также факторов, его определяющих, имеет большое теоретическое и практическое значение. Строение подстилки является функцией её генезиса, функцией образования, следовательно, функцией разложения опада. Формирование подстилки определяется характером и количеством поступающего материала, условиями разложения (Карпачевский, 1981).

Результаты исследования запасов подстилки и опада в 2002 году свидетельствуют о достаточно больших величинах запаса подстилки в сухом бору ($252,5 \pm 19,6$ ц/га, что в 1,39 раза больше, чем в свежей субори) (табл. 2). Запас опада в свежей субори составляет $34,8 \pm 3,2$ ц/га. Более высокие значения запаса подстилки в сухом бору при меньшем поступлении опада, относительно запасов в свежей субори, можно объяснить тем, что скорость распада органических остатков в исследуемых биогеоценозах различна и зависит от ряда факторов. Так, обогащённость подстилки лигнинами, таннидами, полифенолами, которые в большом количестве содержатся в хвое сосны, может тормозить минерализацию растительных остатков. Фракционный состав лесной подстилки сосновых биогеоценозов второй песчаной террасы Присамарского мониторинга представлен в табл. 3.

Таблица 2

Характеристика интенсивности круговоротов веществ в сосновых биогеоценозах песчаной террасы Присамарья Днепроовского

Биогеоценоз	Компонент	Запасы, ц/га	Зольность, %	pH	ОПК
Свежая суборь (ПП 211)	Подстилка	$180,9 \pm 12,7$	14,6	6,26	$5,19 \pm 1,5$
	Опад	$34,8 \pm 3,2$	9,8	5,82	
Сухой бор (ПП 212)	Подстилка	$252,5 \pm 19,6$	17,7	5,26	$9,16 \pm 2,3$
	Опад	$28,0 \pm 2,8$	11,3	4,61	

Таблица 3

Фракционный состав лесной подстилки сосновых биогеоценозов второй песчаной террасы Присамарья Днепроовского

Биогеоценоз	Содержание фракционных частей подстилки, % от общей массы						
	Хвоя	Листья	Ветки	Кора	Плоды	Травянистые остатки	Труха
Свежая суборь (ПП 211)	30,9	11,3	17,9	11,4	7,9	0,8	18,6
Сухой бор (ПП 212)	59,8	0,003	12,4	9,7	5,6	0,06	10,4

Содержание хвойной и листовой фракций опада в исследуемых экосистемах существенно отличается и составляет 30,9 и 11,3 % – для свежей субори, 59,8 и 0,003 % – для сухого бора. При этом следует отметить, что в смеси с листьями дуба и берёзы хвоя сосны в свежей субори разрушается быстрее, чем чисто хвойный опад сосны обыкновенной в сухом бору. На скорость разложения подстилки оказывают влияние и такие свойства листьев, как их жёсткость, содержание дубильных веществ, смол, сезонные изменения

химического состава растений, видовой состав подстилки, деятельность почвенно-подстилочных животных и микроорганизмов (Гришина и др., 1990).

Зольность подстилки на двух пробных площадях выше зольности опада. Для свежей субори она составляет 14,6 и 9,8 %, для сухого бора – 17,7 и 11,3 % соответственно. Увеличение зольности при разложении опада и переходе его в подстилку можно объяснить уменьшением углеродсодержащих веществ в опаде и, как следствие, относительным увеличением зольных соединений (Гришина, Самойлова, 1971; Дубина, 1972; Чернова, 1977). По данным абсолютно сухого веса подстилки и опада был рассчитан опадо-подстилочный коэффициент, отражающий интенсивность круговорота органико-минеральных веществ в исследованных биогеоценозах. Круговорот веществ в свежей субори заторможенный, в сухом бору – сильно заторможенный, индексы интенсивности – 5,2 (балл 6) и 9,2 (балл 5) соответственно.

Гидрологическая скважина № 212 расположена в сухом бору. Её глубина составляет 9 м. Зеркало грунтовых вод начинается с глубины 3,61 м. Первоначальное положение уровня грунтовых вод в данной скважине было зафиксировано Л.П. Травлеевым в июне 1969 г. Оно было на отметке 3,92 м. В течение 2002 года максимальный уровень наблюдался 17 апреля (3,61 м), а минимальный – 2 октября (4,06 м). Годовая амплитуда составила 0,45 м (рис. 1).

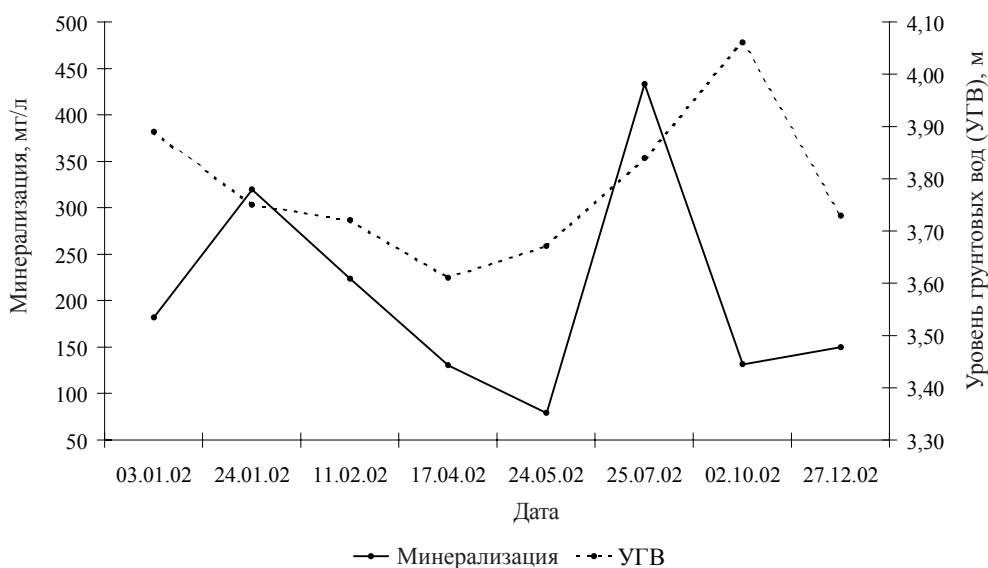


Рис. 1. Характеристика режима грунтовых вод сухого бора (ПП 212)

Скважина № 211 находится в понижении свежей субори вблизи скважины № 212. Максимальный подъем уровня был отмечен 17 апреля и составил 1,22 м, а минимальный – в начале октября на отметке 1,68 м. Таким образом, годовая амплитуда уровня вод составила 0,46 м (рис. 2). При проведении почасовых замеров колебаний уровня грунтовых вод не наблюдалось. Учитывая разрешающую способность мерной рулетки (0,5 см), можно предположить небольшую величину транспирации сосновых насаждений.

Сопоставляя кривые уровня и минерализации грунтовых вод анализируемых пробных площадей, необходимо отметить их синхронность, что свидетельствует о схожести протекающих здесь процессов, влияющих на формирование ионного состава, – конденсации, жизнедеятельности микроорганизмов, поглощения и выделения газов, ионного обмена и т. д., а также о большой фильтрующей способности водоносного горизонта. Из имеющегося материала следует, что химический состав грунтовых вод существенно изменяется летом. Это связано с падением их уровня, что обусловлено дефицитом влаги

и возрастанием концентрации главных ионов в грунтовых водах пробной площади 212 в 6 раз (в мае – 79 мг/л, в июле – 480 мг/л) (рис. 1). На площади 211 величина сухого остатка грунтовых вод возрастает в указанный выше период более чем в 4 раза (от 102 мг/л до 469 мг/л) (рис. 2). Зимой, во время промерзания верхних горизонтов почв, отсутствие инфильтрации приводит к увеличению сухого остатка. Так, минерализация на ПП 212 в январе достигала 322 мг/л, а на ПП 211 – 305 мг/л. Наибольшее изменение химического макросостава воды наблюдалось по ионам SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ . Менее всего на снижение уровня грунтовых вод «реагируют» ионы Mg^{2+} и K^+ , которые в данных условиях, по-видимому, дают труднорастворимые соединения. Интересно отметить, что рост минерализации в летний период осуществляется за счёт накопления содержания ионов HCO_3^- , а зимой – ионов SO_4^{2-} .

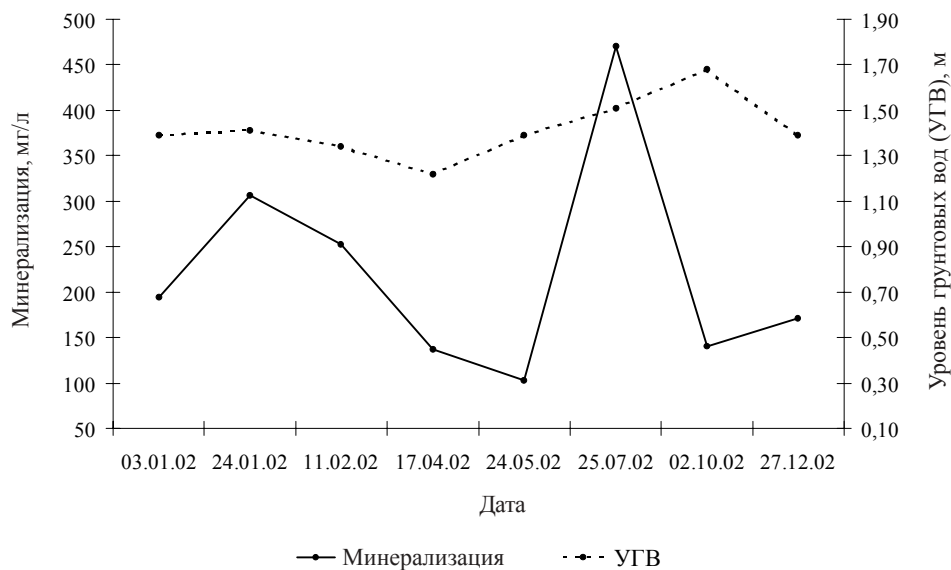


Рис. 2. Характеристика режима грунтовых вод свежей субори (ПП 211)

Увеличение содержания карбонатных ионов летом Л.Г. Раменский объяснял следующим механизмом. Попадающие на поверхность почвы маломинерализованные воды осадков просачиваются вглубь и поглощают углекислоту, которую выделяют корни растений и организмы, живущие в почве. Этим повышается растворимость карбонатов, вследствие чего происходит карбонатное насыщение грунтовых вод. Причины, вызывающие увеличение содержания сульфат-ионов, будут изучены нами в предстоящей работе. Сравнивая кривые минерализации и уровня грунтовых вод, можно сказать, что изменение минерализации связано с изменением уровня грунтовых вод.

ВЫВОДЫ

1. Общий запас стволовой древесины сосны в бору (610 м³/га) ниже, чем в субори (1430 м³/га). Плотность древостоя сосны в сухом бору значительно превосходит аналогичный показатель для субори.

2. Запасы подстилки в исследуемых биогеоценозах изменяются в пределах 180,9 – 252,5 ц/га. Большой запас подстилки наблюдается в сухом бору. Запасы опада составляют 34,8 – 28,0 ц/га, его максимальное количество отмечено в свежей субори, минимальное – в сухом бору.

3. Уровень грунтовых вод в свежей субори и суховатом бору Присамарья Днепро-вского характеризуется незначительной амплитудой колебаний, в то время как химический

состав грунтовых вод варьирует в широких пределах, увеличиваясь зимой и уменьшаясь более чем в пять раз летом. При этом наблюдается зависимость между колебаниями уровня грунтовых вод и общей минерализацией.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть., 1982. – 552 с.
Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – К.: Наук. думка, 1950. – 263 с.
Бельгард А.Л. Степное лесоведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 335 с.
Гришина Л.А., Копчик Г.Н., Макаров М.И. Трансформация органического вещества почв. – М.: МГУ, 1990. – 88 с.
Гришина Л.А., Самойлова Е.М. Учёт биомассы и химический анализ растений. – М.: МГУ, 1971. – 99 с.
Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Высш. шк., 1998. – 413 с.
Дубина А.А. Лесная подстилка как показатель биологической продуктивности лесных биогеоценозов Присамарья // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – С. 12-21
Дубина А.А. Роль подстилки в жизни степного леса // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1977. – С. 46-49
Дубина А.А., Цветкова Н.Н. Микроэлементы лесной подстилки естественных биогеоценозов Присамарья // Там же. – 1977. – С. 21-25
Зонн С.В. Почва как компонент лесного биогеоценоза // Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – С. 372 – 457
Ипатов Л.Ф. Таксация древесного ствола и лесной продукции. – Ленинград: Изд-во ЛТА, 1984. – 48 с.
Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – С. 76 – 90.
Кравков С.П. Биохимия и агрохимия почвенных процессов (Избранные произведения к 100-летию со дня рождения). – Ленинград: Наука, 1978. – 291 с.
Лесотаксационный справочник. / Под ред. Б.И. Громова – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 288 с.
Морозов Г.Ф. Учение о лесе. – М.; Ленинград: Гослесбумиздат, 1949. – 455 с.
Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Наука, 1961. – 168 с.
Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. – М.; Ленинград: Наука, 1965. – 169 с.
Скородумов А.С. К методике изучения лесной подстилки // Докл. АН СССР. – 1940. – Сб. 10. – 138 с.
Травлеев А.П. Некоторые черты разложения органического опада древесных пород и взаимодействие продуктов их разложения с почвой // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1968. – Вып. 1. – С. 15-30
Травлеев Л.П. Материалы по изучению режима грунтовых вод Присамарья // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1975. – С. 51- 62.

Надійшла до редколегії 27.02.03