

В. Г. Щербина

**ЗАВИСИМОСТЬ БИОМАССЫ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ
ОТ СТЕПЕНИ РЕКРЕАЦИОННОЙ УПЛОТНЕННОСТИ ПОЧВЫ
В СУБТРОПИЧЕСКИХ БУКОВЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ**

Сочинский научно-дослідний центр Російської академії наук

**ЗАЛЕЖНІСТЬ БІОМАСИ ЛІСОВОЇ ПІДСТИЛКИ ВІД СТУПЕНЯ РЕКРЕАЦІЙНОЇ
УЩІЛЬНЕНОСТІ ҐРУНТУ В СУБТРОПІЧНИХ БУКОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗАХ**

Зроблено аналіз впливу рекреаційно ущільненого ґрунту на швидкість розпаду лісової підстилки у букових біогеоценозах. Визначено, що у фонових та рекреаційно порушених умовах розпад лісової підстилки відбувається більшою мірою та швидше в угрупованнях з більшим різноманіттям деревостану.

Ключові слова: рекреація, субтропічні букові біогеоценози, ступінь деструкції, водопроникність, зволоженість ґрунту.

V. G. Scherbina

Sochi Scientific and Research of Russian Science Academy

**THE DEPENDENCE OF BIOMASS OF A FOREST BEDDING
UPON THE DEGREE OF RECREATIVE CONSOLIDATION OF THE GROUND AT THE
SUBTROPICAL BEECHEN BIOGEOTSENOZ**

The analyses was conducted with the purpose of evaluation of the influence of the recreationally condensed soil on the speed of the decay of the forest layer in beech biogeotsenoz with mono- and polydominating of the tree standing 720 metallic net containers with cells of 0,5 cm filled with 200 gram of sample from the sample area was extracted and weighed. As the result of the research the dynamics of the decay of the forest layer has been revealed. It is clear that in background and recreationally disturbed conditions the decay of the forest layer occurs to a greater extent and more quickly in the areas with great variety of trees.

Keywords: recreational area, subtropical beechen biogeocenoses, a degree of decomposition, forest layer, water penetration, humidity of ground.

По мнению многих исследователей, особую роль в защите почвенного покрова лесных биогеоценозов выполняет лесная подстилка. Так, И. П. Коваль и Н. А. Битюкова (2001) указывают, что она оказывает огромное влияние на защиту почв от энергетического воздействия ливней, на почвообразовательный процесс и физику почв, увеличивая их водопроницаемость и гидравлическую шероховатость. Тем самым подстилка способствует резкому замедлению скорости поверхностного стока и переводу его во внутрпочвенный, а также предохраняет структуру верхних горизонтов почвы от механического разрушения ливневыми осадками. Важным свойством лесной подстилки является также задержание ею выносимых стоком эродированных частиц почвы. При этом защитные свойства подстилки определяются ее мощностью, плотностью и фракционным составом.

На современном этапе развития лесного почвоведения лесная подстилка рассматривается с двух позиций: как самостоятельное тело природы и как почвенный горизонт. В. Н. Сукачев (1972) относит подстилку к переходному звену между компонентами органического мира и почвой. Другие исследователи (Шумаков, 1983) классифицируют подстилку как самостоятельное биогеоценозическое тело природы, но как система она складывается не только на основе внутренних взаимосвязей, но и в процессе взаимодействия с другими системами биогеоценоза (Рощин, 1938; Арнольди, 1956; Хуторцов, 1965).

© Щербина В. Г., 2005

Лесная подстилка находится в закономерной связи с теми условиями, в которых сформировался определенный тип леса, являясь регулятором гидротермического режима почв, определяя их питательный режим, особенности гумусообразования и других процессов (Рощин, 1938). Отмечая ее большое значение, И. И. Хуторцов (1965) указывал, что подстилка и удобряет, и улучшает физические свойства почвы; сбор подстилки или отсутствие ее всегда связано с обеднением и иссушением почв. Установлено, что удаление лесной подстилки приводит к более сильному промерзанию почв, заметно изменяет ее физические свойства и водный режим (Коваль, Битюков, 2001), способствует уменьшению содержания гумуса в ней (Воронков, 1999), а также ведет к изреживанию и более слабому развитию травостоя. Многократное удаление лесной подстилки из насаждений приводит к снижению их производительности на два-три класса бонитета (Ткаченко, 1952; Добрынин, 1990).

Характеристики рекреационно нарушенной лесной подстилки многие авторы используют в качестве диагностических показателей для определения стадий дигрессии лесного сообщества (Гришина, Самойлова, 1971; Зонн, 1950; Полякова, Малышева, Флеров, 1983), что проявляется в увеличении площади оголенного почвенного покрова. Д. Казенс (1982) указывает, что запас и мощность лесной подстилки находятся в прямой зависимости от типов леса и стадий дигрессии.

Нарушенная подстилка коренным образом преобразует условия произрастания низших ярусов растительности (Воронков, 1988;), а также подлеска, подроста и древостоя за счет снижения плодородия почвы, ухудшения ее агрофизических и агрохимических свойств (Рощин, 1938; Ткаченко, 1955; Молчанов, 1960, 1961, 1973; Рахманов, 1962, 1975; Экспериментальные ..., 1968; Одум, 1975; Коваль, 1979; Побединский, 1979; Уиттекер, 1980; Сабан, 1982).

В условиях субтропического климата на сегодняшний день остаются открытыми вопросы рекреационной трансформации биомассы подстилки при различных показателях сомкнутости основного полога, объемной массе почвы и в различных типах лесных биогеоценозов, в том числе и буковых.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В наших исследованиях при учете лесной подстилки за основу бралась методика, предложенная Л. О. Карпачевским с соавторами (1980). Она основана на учете запасов подстилки по линии ствол дерева – ствол дерева. Определение запасов подстилки для каждого биогеоценоза при различной объемной массе почвы и различной сомкнутости древостоя проводили в трехкратной (август 1989–1995 гг.) и пятикратной (август 1997–1998, 2001–2002 гг.) повторности. Подстилка снималась вдоль склона между деревьями через каждые 20 см с помощью металлической рамки (20×20 см) с заостренными краями в 50-кратной повторности. Собранная подстилка по трансектам соединялась по десять проб. Суммирование средних проб в воздушно-сухом состоянии с пересчетом на 1 м² площади дало средние запасы лесной подстилки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали значительную неоднородность в ее распределении между анализируемыми биогеоценозами. Эта неоднородность наблюдается уже в фоновых условиях (I стадия рекреационной дигрессии) и связана в первую очередь со структурой входящих в сообщество древесных пород. Наибольшие показатели биомассы лесной подстилки характерны для такого типа буковых сообществ, как букняк рододендроновый на всем диапазоне сомкнутости древостоя (табл. 1), составляя в среднем 0,548 кг/м² при варьировании между биогеоценозами в пределах 4,5–7,3 %. Наименьшие средние значения характерны для букняка самшитового, составляя в среднем 0,439 кг/м² при варьировании в пределах от 4,8 до 7,4 %, т. е. на 20 % меньше.

В биогеоценозах с участием в древостое бука, дуба и граба биомасса лесной подстилки снижается по мере увеличения доли дуба в древостое и снижении доли

участия бука. В сообществах с участием бука и граба биомасса подстилки находится в обратной зависимости, т. е. снижается по мере увеличения доли бука (уменьшения доли сопутствующих пород – граба) в древостое.

Показатели сомкнутости древесного полога и биомассы лесной подстилки находятся в прямой линейной зависимости. Для всех биогеоценозов, при больших значениях сомкнутости полога древостоя, характерны и большие значения запаса лесной подстилки. Так, если показатели подстилки при сомкнутости 1,0 (0,9) принять за 100 %, то при наименьшей анализируемой сомкнутости полога (0,6–0,7) в биогеоценозах с участием дуба в древостое накапливается от 90,1 (букняк папоротниковый – 8Бк 1Дб 1Грб) до 95,2 % (букняк самшитовый – 6Бк 2Дб 2Грб) лесной подстилки. В биогеоценозах с содоминирующими породами в древостое буком и грабом накапливается от 92,7 (букняк рододендроновый – 6Бк 4Грб) до 96,4 % (букняк разнотравно-ежевичный – 9Бк 1Грб) лесной подстилки, а в сообществах с чистым древостоем – от 93,5 (букняк азалиевый – 10Бк) до 95,5 % (букняк рододендроновый – 10Бк). При сомкнутости крон 0,8 отличие снижается, составляя соответственно 95,6 (букняк самшитовый – 7Бк 2Дб 1Грб) – 98,1 (букняк лавровишневый – 7Бк 2Дб 1Грб), 95,1 (букняк овсяницевоый – 6Бк 4Грб) – 97,8 (букняк мертвопокровный – 6Бк 4Грб), 95,4 (букняк азалиевый – 10Бк) – 98,8 % (букняк папоротниковый – 10Бк). Иными словами, разница в биомассе подстилки между показателями сомкнутости 1,0 и 0,6 составляет в среднем 5,8 % при минимуме 3,6 % в букняке разнотравно-ежевичный (9Бк 1Грб) и максимуме 9,9% в букняке папоротниковом (8Бк 1Дб 1Грб). Сравнивая с сомкнутостью 0,8, соответственно получим среднее – 3,4 % при минимуме 1,2 % в букняке папоротниковом (10Бк) и максимуме 4,9 % в букняке овсяницевоом (6Бк 4Грб).

Таблица 1

Усредненные значения биомассы лесной подстилки (кг/м²) при различной сомкнутости древесного полога (усл. ед.) и объемной массе почвы (г/см³)

Тип букового биогео- ценоза	Сомкну- тость полога	Биомасса подстилки при объемной массе почвы				
		0,85–0,98	1,01–1,17	1,21–1,35	1,37–1,52	1,55–1,58
1	2	3	4	5	6	7
Букняк самши- товый	0,6	0,427±0,007	0,215±0,007	0,153±0,014	0,037±0,003	0,023±0,005
	0,8	0,438±0,002	0,223±0,005	0,157±0,018	0,038±0,007	0,024±0,007
	0,9	0,454±0,003	0,229±0,008	0,161±0,012	0,039±0,003	0,024 ±0,006
Букняк азалиевый	0,7	0,485±0,008	0,239±0,003	0,172±0,015	0,042±0,008	0,027±0,003
	0,8	0,493±0,007	0,245±0,004	0,177±0,011	0,042±0,004	0,027±0,007
	1,0	0,517±0,005	0,253±0,006	0,181±0,010	0,043±0,006	0,028±0,004
Букняк рододендро- новый	0,6	0,532±0,003	0,271±0,007	0,198±0,018	0,050±0,008	0,033±0,007
	0,8	0,547±0,006	0,280±0,002	0,203±0,012	0,051±0,005	0,034±0,005
	1,0	0,565±0,005	0,287±0,008	0,211±0,016	0,052±0,007	0,034 ±0,008
Букняк лавровиш- невый	0,6	0,441±0,007	0,222±0,003	0,157±0,013	0,038±0,003	0,024±0,002
	0,8	0,456±0,004	0,228±0,005	0,160±0,010	0,039±0,007	0,025±0,003
	1,0	0,469±0,008	0,235±0,007	0,165±0,009	0,040±0,003	0,025±0,005
Букняк папоротни- ковый	0,6	0,439±0,003	0,225±0,008	0,160±0,008	0,039±0,002	0,025±0,007
	0,8	0,460±0,006	0,232±0,003	0,164±0,015	0,040±0,005	0,025±0,007
	1,0	0,472±0,005	0,238±0,005	0,167±0,018	0,041±0,007	0,026±0,006
Букняк разнотравно- ежевичный	0,6	0,509±0,008	0,253±0,007	0,186±0,012	0,046±0,002	0,030±0,003
	0,8	0,517±0,007	0,260±0,007	0,190±0,012	0,046±0,007	0,030±0,007
	1,0	0,534±0,005	0,267±0,006	0,195±0,008	0,048±0,005	0,031±0,005

1	2	3	4	5	6	7
Букняк ясенни- ковый	0,6	0,504±0,007	0,250±0,003	0,183±0,009	0,044±0,004	0,029±0,007
	0,8	0,514±0,002	0,257±0,005	0,187±0,016	0,045±0,008	0,029±0,007
	1,0	0,537±0,003	0,265±0,008	0,192±0,017	0,046±0,003	0,030±0,006
Букняк овсяни- цевый	0,8	0,513±0,008	0,255±0,005	0,186±0,008	0,046±0,008	0,030±0,003
	0,8	0,523±0,005	0,263±0,007	0,190±0,018	0,047±0,008	0,030±0,008
	1,0	0,544±0,007	0,271±0,006	0,197±0,012	0,048±0,007	0,031±0,004
Букняк мертво- покровный	0,6	0,512±0,004	0,250±0,004	0,187±0,014	0,046±0,002	0,030±0,003
	0,8	0,521±0,006	0,259±0,002	0,192±0,012	0,047±0,006	0,030±0,007
	1,0	0,539±0,007	0,266±0,007	0,197±0,011	0,048±0,003	0,031±0,005

Сравнивая значения биомассы подстилки с объемной массой почвы при I стадии дигрессии, получаем следующие результаты. В биогеоценозах с участием бука, дуба и граба при увеличении объемной массы почвы на каждые $0,01 \text{ г/см}^3$ наблюдается уменьшение объемной массы лесной подстилки в среднем на $0,033 \text{ кг/м}^2$ ($r = -0,95 \dots -0,98$; $p = 0,003$) при диапазоне варьирования от $0,023$ (букняк самшитовый; 8Бк 1Дб 1Грб) до $0,044$ (букняк папоротниковый; 6Бк 3Дб 1Грб) кг/м^2 . В биогеоценозах с участием бука и граба среднее снижение биомассы составляет $0,013 \text{ кг/м}^2$ ($r = -0,96 \dots -0,98$; $p = 0,002$) при варьировании от $0,006$ (букняк ясенниковый; 9Бк 1Грб) до $0,021$ (букняк рододендроновый; 6Бк 4Грб) кг/м^2 . В биогеоценозах с чистым древостоем средний показатель снижения биомассы лесной подстилки составляет при варьировании от $0,002$ (букняк овсяницевый; 10Бк) до $0,005$ (букняк папоротниковый; 10Бк) кг/м^2 . Следовательно, при I стадии дигрессии к рекреационному воздействию показатель лесной подстилки более стабилен в букняке овсяницевом (со структурой древостоя 10Бк) и менее – в букняке папоротниковом (со структурой древостоя 6Бк 3Дб 1Грб).

Опираясь на результаты других исследователей (Карпачевский, 1981), можно заключить, что при незначительных рекреационных нагрузках (объемная масса почвы до $1,35 \text{ г/см}^3$) в основном происходит уплотнение и измельчение подстилки. При возрастании нагрузки ($1,37 \text{ г/см}^3$ и более) больше проявляется фактор выноса. В рассматриваемых буковых сообществах лесная подстилка при горизонтальном расчленении распределяется неравномерно. На пологих и покатых склонах ее мощность составляет от $2,5$ до $5,7 \text{ см}$ с запасом до $4,4$ – $5,4 \text{ т/га}$. На крутых склонах (более 20°) количество подстилки уменьшается, особенно в чистых букняках: толщина слоя всего 1 – 2 см , а запас – $1,6$ – $1,8 \text{ т/га}$. На нижних частях крутых склонов, днищах балок и ложбин подстилки накапливается до $8,5 \text{ т/га}$. На накопление подстилки оказывают влияние травяной покров, кустарники и подрост, которые задерживают ее на склонах. На участках леса, где проводится пастьба и прогоны скота, трелевка древесины или которые подвержены неорганизованной форме рекреации, подстилка сохраняется в небольших по площади размерах и, как правило, у основания стволов деревьев, основаниях склонов и оврагов.

Анализируя показатель биомассы лесной подстилки на диапазоне нагрузок со II по V стадию дигрессии и в среднем по всем биогеоценозам, можно прийти к заключению, что минимальный показатель ($0,110 \text{ кг/м}^3$) характерен для букняка самшитового, а максимальный ($0,142 \text{ кг/м}^3$) – для букняка рододендронового. Большой запас подстилки на всем диапазоне нагрузок характерен при больших показателях сомкнутости древостоя ($r = -0,619 \dots -0,726$; $P = 0,03$). Иными словами, закономерность фоновых условий сохраняется и в рекреационных.

Тенденция в разрушении лесной подстилки при II–V стадиях рекреационной дигрессии во всех буковых биогеоценозах проходит в общей закономерности. Так, если принять за 100% биомассу подстилки при I стадии, то при II стадии в биогеоценозах остается от $49,1$ до $51,8 \%$ подстилки ($\bar{x} = 50,2 \%$); при III стадии –

34,3–37,5 % ($\bar{x} = 36,0$ %); при IV стадии – 8,2–9,5 % ($\bar{x} = 8,7$ %); при V – 5,2–6,2 % ($\bar{x} = 5,6$ %). Отсюда следует, что наибольший диапазон варьирования характерен при III стадии рекреационной дигрессии, а с дальнейшим увеличением нагрузки расхождения снижаются. Это указывает на нивелирование различий между биогеоценозами при значительных рекреационных нагрузках.

При сравнении по интенсивности разрушения наибольшую величину она составляет при II стадии в букняке азалиевом (50,8 %), при III–V стадиях – в букняке лавровишневом (соответственно 64,7; 91,5 и 94,6 %).

* * *

Таким образом, биомасса лесной подстилки находится в зависимости от типа букового биогеоценоза, структуры его древостоя, а также в обратной параболической зависимости от стадий рекреационной дигрессии и прямой линейной зависимости от сомкнутости древесного полога. Показатель биомассы лесной подстилки может выступать в роли верного индикатора степени рекреационной нарушенности на всем диапазоне варьирования объемной массы почвы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Арнольди К. В. Очерк энтомофауны и характеристика энтомокомплексов лесной подстилки в районе Деркула // Тр. Ин-та леса АН СССР. – 1956. – Т. 30. – С. 297-302.
- Битюков Н. А., Коваль И. П. О режимах влажности и температуры горно-лесных почв под буковыми лесами // Почвоведение. – 1967. – № 3. – С. 97-109.
- Битюков Н. А. Влияние буковых насаждений на дождевые осадки // Тр. СочНИЛОС. – 1971. – Вып. 6. – Сочи. – С. 33-40.
- Битюков Н. А. Исследование водного и теплового режимов буковых лесов Черноморского побережья Кавказа: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 1972. – 24 с.
- Битюков Н. А., Коваль И. П. Гидроклиматическая роль буковых лесов // Лесн. хоз-во. – 1972. – № 8. – С. 19-22.
- Битюков Н. А., Коваль И. П. О водно-физических свойствах бурых лесных почв под буковыми лесами // Науч. работы по лесному почвоведению // Сб. науч. тр. ВНИИЛМ. – 1973. – С. 29-35.
- Битюков Н. А. Гидрологическая роль горных лесов Северо-Западного Кавказа // Лесоведение. – 1996. – № 4. – С. 39-50.
- Воронков Н. А. Роль лесов в охране вод. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. – 286 с.
- Воронков Н. А. Экология общая, социальная, прикладная. – М.: Агар, 1999. – 424 с.
- Зонн С. В. Горно-лесные почвы Северо-Западного Кавказа. – М.; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1950. – 336 с.
- Казенс Д. Введение в лесную экологию: Пер. с англ. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 144 с.
- Коваль И. П. Гидрологическая и почвозащитная роль горных лесов // Горные леса. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – С. 41-55.
- Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 485 с.
- Молчанов А. А. Лес и климат. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 386 с.
- Молчанов А. А. Влияние леса на окружающую среду. – М.: Наука, 1973. – 410 с.
- Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
- Побединский А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 174 с.
- Полякова Г. А., Малышева Т. В., Флеров А. А. Антропогенные изменения широколиственных лесов Подмосковья. – М.: Наука, 1983. – 137 с.
- Роцин Н. И. Влияние лесной подстилки на предупреждение смыва почв // Борьба с эрозией почв в СССР. – М.; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1938. – Т. 55. – С. 62-84.
- Сабан Я. А. Экология горных лесов. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 169 с.
- Сукачев В. Н. Дендрология с основами геоботаники. – Ленинград: Гослестехиздат, 1972. – 614 с.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. – М.; Ленинград: Гослесбумиздат, 1952. – 600 с.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
- Шумаков В. С. Место лесных подстилок в мире растительных войлоков // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. – М., 1983. – С. 222-223.

Надійшла до редколегії 09.01.05