

УДК 634.0.114.351

М. В. ВАЙЧИС, В. М. ОНЮНАС

**ТИПЫ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК И ИХ СВЯЗЬ С ПОЧВАМИ
И ЛЕСАМИ В ЮЖНОЙ ПРИБАЛТИКЕ**

На основе многолетних исследований, проведенных в Литовской ССР и Калининградской области, рассматриваются свойства лесных подстилок с учетом почв, условий местообитания и состава лесных формаций. Приведены данные по запасу, фракционному и биохимическому составу подстилок, содержанию зольных элементов и азота, физико-химическим свойствам, групповому и фракционному составу органического вещества, составу мезофауны и микрофлоры. Свойства лесных подстилок рассматриваются также в зависимости от плодородия, степени увлажнения почв и разложения самих подстилок.

Подстилка — неотделимый и исключительно важный компонент лесных биогеоценозов. Еще Морозов [4] писал о том, что весь химизм почв и подзолообразовательный процесс обусловлен свойствами лесных подстилок.

Подстилку обычно формирует лесной опад (хвоя, листья, ветви и др. органические части) и отмершие остатки живого напочвенного покрова.

Рассмотрим основные свойства лесных подстилок по данным многолетних исследований, проведенных в хвойных и лиственных лесах Южной Прибалтики.

Выяснено, что между запасом лесных подстилок и степенью увлажнения почв существует положительная связь. Наиболее ярко эта связь выражена на очень бедных и бедных подзолистых почвах. Так, если запас лесных подстилок на типично подзолистых почвах (тип условий местообитания A_2) составляет $22,7 \text{ т/га}$, то на типично подзолистых глееватых почвах (тип условий местообитания A_3) их запас в 3 раза больше, т. е. достигает $67,0 \text{ т/га}$. С увеличением плодородия почв не только уменьшаются запасы подстилок, но и не настолько великой становится разница между нормально увлажненными и глееватыми почвами (табл. 1).

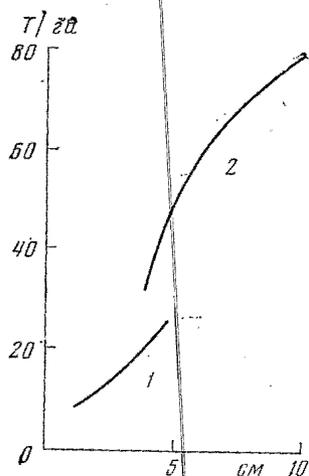
По данным Зонна [2], в ельниках запасы подстилок колеблются в следующих пределах: ельники-зеленомошники — 10—22, ельники-черничники — 13—23 и ельники сфагновые — 54 т/га . Запасы лесных подстилок в сосняках лишайниковых варьируют в широких пределах [3, 11]. В лесах Карельской АССР [5] запасы подстилок по отдельным типам леса почти аналогичны запасам их в Южной Прибалтике. Поздняковым [6] установлено, что наиболее отчетливо выражена связь между запасом подстилки и полнотой древостоя ($r=0,82$). Заметной связи запасов подстилок с возрастом, производительностью и составом древостоев им не обнаружено. По нашим наблюдениям, аналогичная тенденция отмечается и в лесах Южной Прибалтики. Что касается зависимости запасов лесных подстилок от плодородия почв, то в этом отношении выявляется связь такого характера: максимальные запасы подстилок накапливаются на подзолистых и подзолисто-глееватых почвах (B_2, B_3), несколько они уменьшаются в сторону типично подзолистых и типично подзолистых

Таблица 1
Запасы лесных подстилок, т/га абсолютно сухого вещества

Почвы	Типы условий местообитания	Запас подстилок
Типично-подзолистые	A ₂	22,7
Подзолистые	B ₂	35,9
Дерново-подзолистые, бурые лесные лессивированные	C ₂	20,1
Дерново-карбонатные, бурые лесные	D ₂	5,7
Типично подзолистые глееватые	A ₃	67,0
Подзолистые глееватые	B ₃	80,2
Дерново-подзолистые, глееватые, бурые лессивированные глееватые	C ₃	26,3
Дерново-глееватые, бурые лесные глееватые	D ₃	9,5

глееватых почв (A₂, A₃) и заметно уменьшаются на самых плодородных бурых лесных или дерново-карбонатных почвах (табл. 1).

Запас лесных подстилок в первую очередь определяется их мощностью, что наглядно отражает составленное нами уравнение регрессии (рисунок). Характер этой связи на нормально увлажненных почвах (типы условий местообитания от A₂ до D₂) выражается в виде показательной (экспоненциальной) кривой, а во временно избыточно увлажненных почвах (A₃—D₃) она описывается кривой гиперболического типа.



Зависимость веса лесных подстилок от их мощности.

1 — почвы нормального увлажнения, 2 — почвы временно избыточного увлажнения (глееватые)

Примерно половину массы еловых, а по-видимому, и сосновых подстилок составляет хвоя, на втором месте обычно стоят ветви, а на дерново-подзолистых глееватых или бурых лессивированных глееватых почвах (C₃) — труха (табл. 2). Во фракционном составе подстилок лиственных насаждений доминируют ветви и листья. Следует отметить, что количество трухи как в подстилках хвойных насаждений, так и лиственных больше на всех глееватых почвах, чем на почвах нормального увлажнения, независимо от степени их плодородия.

Установлено, что в подстилках хвойных и лиственных лесов преобладают лигнин и клетчатка, третье место занимает целлюлоза (табл. 3). Лигнина несколько больше в хвойных насаждениях, а клетчатки и гемицеллюлозы — в лиственных. С повышением плодородия почв в подстилках несколько возрастает количество гемицеллюлозы, клетчатки и белковых веществ, но наблюдается уменьшение веществ, экстрагируе-

Таблица 2

Фракционный состав подстилок, %

Тип услов- ный место- обитания*	Хвоя	Листья	Ветви	Другие остатки	Труха	Тип усло- вый место- обитания	Хвоя	Листья	Ветви	Другие остатки	Труха
Еловые насаждения						Лиственные насаждения					
C ₂	48,4	2,7	26,0	11,1	11,8	C ₂	14,3	26,8	40,6	2,9	15,4
C ₃	38,1	0,3	17,6	5,4	38,6	D ₂	1,5	29,6	57,9	3,7	7,3
D ₂	56,6	4,4	27,1	2,2	9,7	D ₃	8,9	28,6	45,0	7,4	9,1
D ₃	47,0	5,6	22,8	9,1	15,5						

*В дальнейшем вместо названий почв приводятся индексы условий местообитаний.

Таблица 3

Биохимический состав органического вещества подстилок, % на сухое обеззоленное вещество

Типы условий местообитания	Воднорастворимые вещества	Вещества, экс- трагированные спирто-бензо- лом	Гемиллюлоза	Клетчатка	Лигнин	Белковые вещества	Сумма
Еловые насаждения							
C ₂	8,0	6,0	11,7	15,7	39,1	8,7	89,2
C ₃	7,3	5,9	11,6	13,9	41,8	10,0	90,5
D ₂	7,5	5,7	13,4	16,2	39,7	6,8	89,4
D ₃	7,8	5,9	12,0	15,2	37,0	7,9	85,8
Лиственные насаждения							
C ₂	6,8	6,0	14,9	17,6	36,3	7,1	88,7
C ₃	10,2	6,2	14,6	14,8	40,8	11,4	98,0
D ₂	6,7	5,4	15,9	18,0	34,0	6,8	85,8
D ₃	8,4	4,6	15,7	16,9	32,1	6,9	84,6

мых спирто-бензолом, и лигнина. В подстилках лиственных насаждений несколько уменьшается также и количество воднорастворимых веществ.

Можно отметить, что зольный состав лесных подстилок в значительной степени определяется породным составом фитоценозов, но большее влияние на него все же оказывают эдафические условия — плодородие и влажность почв. Зольность подстилок всех нормально увлажненных почв несколько меньше, чем временно переувлажненных, т. е. глееватых. Установлена также четкая связь между плодородием почв и зольностью подстилок, а также накоплением в них CaO, MgO, K₂O и MnO. За исключением MnO больше этих элементов в подстилках нормально увлажненных почв, чем глееватых. Содержание SiO₂ максимума достигает в подстилках подзолистых почв (B₂), подзолистоглееватых (B₃), дерново-подзолистых или бурых лесных лессивированных и их глееватых вариантах (C₂, C₃). Менее заметно содержание SiO₂ уменьшается в сторону бедных типично подзолистых и типично подзолистых глееватых (A₂, A₃) и значительно резко — в подстилках самых плодородных бурых лесных или дерново-карбонатных почв и их глееватых вариантов (D₂, D₃). По мере увеличения влажности почв их подстилки обогащаются SiO₂. В отношении других зольных элементов, как P₂O₅, Fe₂O₃ и Al₂O₃, особых закономерностей, связанных с плодородием почв, нами не выявлено. Характерным является лишь то, что P₂O₅ больше в подстилках нормально увлажненных почв, а Fe₂O₃ и Al₂O₃ — в подстилках всех глееватых почв.

Таблица 4

Изменение содержания (%) зольных элементов и азота в подгоризонтах лесных подстилок

Подгоризонты	Зола	SiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	N
Местообитания А ₂										
АО'	2,90	1,09	0,72	0,25	0,42	0,18	0,09	0,69	0,10	0,73
АО"	3,67	1,36	0,65	0,25	0,60	0,15	0,11	0,94	0,03	1,13
Местообитания В ₂										
АО'	3,17	1,30	0,89	0,26	0,23	0,25	0,16	0,44	0,09	0,94
АО"	3,90	1,45	0,55	0,22	0,35	0,15	0,25	0,56	0,08	1,30
Местообитания В ₃										
АО'	2,28	1,20	0,77	0,26	0,16	0,21	0,21	0,16	0,04	1,14
АО"	3,27	1,77	0,45	0,22	0,19	0,15	0,22	0,35	0,02	1,36
Местообитания С ₂										
АО'	3,80	0,37	1,30	0,24	0,23	0,23	0,17	0,15	0,12	1,56
АО"	4,37	0,60	0,92	0,23	0,27	0,17	0,19	0,17	0,11	1,90
Местообитания С ₃										
АО'	6,40	1,90	1,85	0,40	0,24	0,20	0,35	0,24	0,21	1,69
АО"	6,83	2,65	1,05	0,15	0,26	0,18	0,46	0,44	0,19	1,87

Существенные изменения в лесных подстилках обнаруживаются по мере нарастания степени их разложения. Во всех нами изученных подгоризонтах, независимо от генезиса почв, в нижних более разложившихся слоях подстилок отмечается повышенное содержание золы, SiO₂, P₂O₅, Fe₂O₃, Al₂O₃ и азота (табл. 4). Уменьшается в этих слоях лишь содержание CaO, MgO, K₂O и MnO. Наиболее существенно разложение подстилок сказывается на увеличении содержания золы, SiO₂ и азота.

Степанов [7] указывает, что быстрота разложения лесной подстилки — важнейший критерий для суждения о направленности протекающих в лесу процессов. Чем большую долю в подстилках составляют листья, особенно ясени, липы, лещины, богатые азотом и основаниями, тем быстрее происходит разложение самих подстилок.

Бредфит и Пир (Broadfoot, Pierre [12]) отмечали, что в начальной стадии интенсивность разложения подстилок зависит от содержания в них легко растворимых веществ, а в дальнейшем от содержания оснований. Жесткость листьев и наличие в них дубильных веществ отрицательно влияют на интенсивность их разложения [9]. Большую роль в интенсификации разложения лесных подстилок Терешенкова [8] придает травяному покрову. Например, примесь сныти может в 2 раза увеличить интенсивность разложения опада подстилки.

Плодородие и степень увлажнения почв оказывают существенное влияние на физико-химические свойства лесных подстилок. Так, с увеличением плодородия почв отмечается уменьшение кислотности подстилок (табл. 5). Установлено, что подстилки оглеенных почв более кислые, чем нормально увлажненных. Характерным является то, что гидролитическая кислотность подстилок закономерно увеличивается от типично подзолистых (А₂) к подзолистым почвам (В₂), а затем она довольно резко уменьшается и минимума (38,7 мг-экв) достигает в дерново-карбонатных или бурых лесных почвах. С увеличением степени увлажнения почв гидролитическая кислотность подстилок возрастает и максимум ее

Таблица 5

Физико-химические свойства лесных подстилок

Тип условный местообитания	рН (солевой)	Гидролитическая кислотность	Обменные				Насыщенность основаниями	Общий N	Подвижные формы		
			Ca	Mg	N	Al			N гидр.	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг-экв/100 г				%		мг/100 г		
A ₂	3,14	72,6	22,3	7,0	15,9	1,7	26,3	0,94	45,1	14,3	61,0
B ₂	3,29	89,1	24,9	7,3	19,4	1,6	33,1	1,13	51,1	13,9	75,5
B ₃	3,10	111,3	14,5	5,8	19,1	3,3	29,2	1,16	56,5	18,5	67,3
C ₂	4,41	52,9	56,1	20,6	8,6	0,9	63,8	1,56	80,3	37,1	144,2
C ₃	3,86	122,7	42,3	15,7	16,0	2,8	32,0	1,70	60,7	28,5	114,4
D ₂	5,45	38,7	59,5	26,1	3,0	0,8	60,4	1,36	63,0	33,3	299,6
D ₃	5,04	44,3	60,6	23,8	4,5	1,6	61,0	1,56	59,4	20,6	230,6

отмечается в дерново-подзолистых или бурых лессивированных глееватых почвах (C₃). Содержание обменных Ca и Mg закономерно возрастает по мере повышения плодородия почв, а количество обменных N и Al — уменьшается. Последних обычно больше в подстилках переувлажненных — глееватых почв по сравнению с почвами нормально увлажненными. Подстилки плодородных почв обладают высшей степенью насыщенности основаниями, причем переувлажнение почв приводит к некоторому уменьшению насыщенности основаниями, особенно в среднеплодородных почвах. Содержание общего азота постепенно увеличивается до типа условий местообитания C₂, а затем уменьшается, что связано с интенсивной минерализацией лесных подстилок и резким изменением их фракционного состава (увеличивается доля ветвей и прочих фракций, менее богатых азотом). То же самое явление наблюдается и в подстилках всех глееватых почв. Характер изменения содержания гидролизующего азота в лесных подстилках совершенно аналогичен, как и общего азота. Наиболее богатыми подвижным P₂O₅ оказались подстилки типов условий местообитания C₂, среди переувлажненных почв — C₃. С уменьшением или увеличением торфности того же гидротона содержание P₂O₅ уменьшается. Содержание подвижного K₂O в подстилках положительно коррелирует с трофностью как нормально, так и временно избыточно увлажненных почв. Подстилки переувлажненных почв тех же тротопов обычно менее богаты подвижным K₂O по сравнению с подстилками, формирующимися в условиях нормального увлажнения.

Несмотря на состав подстилки из двух или трех слоев, отличающихся между собой по степени разложения, их физико-химические свойства подчиняются одним и тем же закономерностям, а именно: с повышением степени разложения подстилок увеличивается актуальная и гидролитическая кислотность, содержание обменных N и Al, общего азота. Кроме того, наблюдается уменьшение содержания обменных Ca и Mg, подвижных форм K₂O и P₂O₅, насыщенности основаниями.

В подстилках еловых и лиственных насаждений фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами. С повышением плодородия почв количество гуминовых и фульвокислот уменьшается. Отношение C_{гк} и C_{фк} во всех подстилках меньше единицы (в еловых насаждениях 0,63—0,72, в лиственных 0,70—0,72). Несколько более широкие они в подстилках лиственных насаждений. Коэффициент гумификации несколько меньше в подстилках лиственных насаждений (26—33) нежели хвойных (32—37), что объясняется наличием значительного количества ветвей в лиственных подстилках.

Оптическая плотность гуминовых кислот после декальцирования подстилок еловых и лиственных насаждений очень низкая и варьирует в пределах от 3,3 до 4,0. По этому показателю они очень близки к фульвокислотам. Если сравнить коэффициент оптической плотности подстилок таких кислот с почвой чернозема, то получится, что в подстилках

он не выходит из значений, характерных для фульвокислот. Согласно данным Вилька [1] и Шакирова [10], гуминовые кислоты подстилок обладают слабой конденсированностью ароматического ядра.

Подстилки еловых насаждений более гумифицированы, чем лиственных, поэтому их оптическая плотность выше. Величина оптической плотности хорошо коррелирует с коэффициентом гумификации.

Гуминовые кислоты подстилок еловых и лиственных насаждений представлены главным образом 3 и 1 фракциями, а гуматов в них очень мало. Это указывает на то, что гуминовые кислоты в подстилках во всех условиях местообитания в основном связаны с относительно устойчивыми гидратами полутораокислов (фракция 3) и с подвижными полутораокислами (фракция 1). Группа фульвокислот, как и гуминовые кислоты, в основном представлена фракциями 1 и 3. Сумма этих двух фракций составляет около 80—90%. Фульваты и наиболее агрессивная фракция 1а почти равномерно распределяются в подстилках всех местообитаний как под хвойными, так и лиственными насаждениями.

По мере увеличения плодородия почв под всеми насаждениями несколько уменьшается содержание гуминовых и фульвокислот, в основном за счет 1 и 2 фракций гуминовых кислот и 1а, 1 фракций фульвокислот. 3 фракция гуминовых кислот, 2 и 3 фракции фульвокислот, наоборот, увеличиваются. Некоторое исключение в этом отношении составляют 2 и 3 фракции гуминовых и 2 фракция фульвокислот подстилок лиственных насаждений. С нарастанием степени увлажнения почв общая сумма гуминовых и фульвокислот в лесных подстилках увеличивается.

Общее количество мезофауны в грубой подстилке хвойных пород почти в 2 раза меньше, чем в мягкой лиственных насаждений. В мягкой подстилке обитает в 8 раз больше дождевых червей, чем в грубой. Муравьи предпочитают подстилки переходных и грубых форм. Как видно, во всех подстилках преобладают представители Campodeidae, Arachnoidea и дождевые черви.

В мягких подстилках лиственных насаждений почти в 8 раз больше микроорганизмов по сравнению с грубыми подстилками хвойных насаждений. Аналогичная закономерность обнаружена и в отношении бактерий, не образующих спор. Количество микроскопических грибов резко возрастает в грубой подстилке, а в мягкой подстилке в 96 раз больше бактерий, разрушающих целлюлозу по сравнению с грубой подстилкой.

Большие различия между подстилками лиственных и хвойных насаждений отмечаются в отношении активности каталазы и сахаразы. Так, если активность каталазы (количество O_2 $см^3$ из 1 г абсолютно сухой подстилки за 5 мин.) в подстилках лиственных насаждений составляет в среднем 23,6, то хвойных лишь 19,8, а активность сахаразы (мг инвертированного сахара на 1 г абсолютно сухой подстилки) соответственно 615 и 468. Активность каталазы и сахаразы возрастает по мере увеличения плодородия почв. Влажность почв на активность каталазы и сахаразы в подстилках особенного влияния не оказывает.

Лесные подстилки оказывают большое влияние на лесорастительные свойства почв, но в некоторой степени качество самих подстилок определяется почвенно-грунтовыми условиями. С улучшением свойств подстилок повышается не только плодородие почв, но и бонитет насаждений. Так, например, если спелые сосновые насаждения в условиях Литовской ССР на типично подзолистых песчаных почвах (A_2) в среднем достигают лишь III 7 класса бонитета, то на дерново-подзолистых, бурых лесных или бурых лесных лессивированных почвах (C_2) он повышается до 1,8 [13]. Аналогичная тенденция отмечается для еловых, березовых, осиновых, дубовых и других насаждений, произрастающих как на почвах нормального, так и временно избыточного увлажнения, т. е. глееватых.

Выводы

1. Повышение степени увлажнения почв и снижение их плодородия способствуют увеличению запасов лесных подстилок. Максимальные запасы подстилок отмечаются на почвах ниже среднего плодородия. На высокоплодородных почвах различия в запасах подстилок между нормально увлажненными и временно переувлажненными (глееватыми) почвами значительно меньше, чем на низкоплодородных.

2. Около половины массы подстилок в хвойных насаждениях составляет хвоя, на втором месте ветви, а в условиях избыточного увлажнения — труха. В подстилках лиственных насаждений на всех почвах доминируют ветви и листья.

3. В подстилках хвойных и лиственных насаждений, независимо от почвенных условий, преобладают лигнин и клетчатка и в меньшей степени целлюлоза. Лигнином более богаты подстилки хвойных насаждений, а клетчаткой и гемицеллюлозой — лиственных.

4. Зольность всех подстилок увеличивается с повышением плодородия лесных почв, максимальное содержание кремнезема отмечается в почвах среднего плодородия, независимо от степени их увлажнения, хотя в переувлажненных почвах его больше, чем в подстилках нормально увлажненных почв.

5. При разложении подстилок возрастает в них гидролитическая кислотность, содержание золы, SiO_2 , P_2O_5 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и азота и уменьшается количество CaO , MgO , K_2O , MnO , обменных Ca и Mg , снижается насыщенность основаниями.

6. По мере увеличения степени увлажнения подстилок повышается их кислотность, накапливается больше обменных H и Al , увеличивается гидролитическая кислотность, снижается степень насыщенности основаниями и содержание обменных Ca и Mg .

7. Подстилки хвойных насаждений более гумифицированы. С нарастанием степени увлажнения подстилок общая сумма гуминовых и фульвокислот в них повышается.

8. В мягких подстилках под лиственными насаждениями в 2 раза больше общей мезофауны, в 8 раз больше дождевых червей и микроорганизмов, во много раз больше микроорганизмов, разлагающих целлюлозу, чем в грубых подстилках хвойных насаждений.

9. Грубые лесные подстилки формируются на типично подзолистых и подзолистых почвах как нормально увлажненных, так и глееватых. Мягкие или муллевые подстилки характерны для бурых лесных и дерново-карбонатных почв и их глееватых вариантов. На бурых лесных лессивированных и дерново-подзолистых почвах обычно формируются подстилки переходного типа. Большую роль в формировании подстилок играет состав фитоценоза.

Литература

1. Вильк К. К. Природа гумуса горно-таежных ожелезненных почв западного Забайкалья. Почвоведение, 1962, № 12.
2. Зонн С. В. Влияние леса на почвы. Изд. АН СССР, 1954.
3. Корнев В. П. Биологическая и ферментативная активность подстилок сосновых насаждений. Почвоведение, 1962, № 11.
4. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. Гослесбумиздат, М.—Л., 1949.
5. Морозова Р. М. Запас и зольный состав лесных подстилок в еловых насаждениях. В сб.: Почвенные исследования в Карелии. Петрозаводск, 1974.
6. Поздняков Л. К. О накоплении лесных подстилок в сосновых лесах. Докл. АН СССР, 1953, т. 93, № 6.
7. Степанов Н. Н. Химические свойства лесной подстилки. Тр. по лесному опытному делу ЦЛОС, вып. 2. М., 1929.
8. Терешенкова И. А. Влияние напочвенного покрова на разложение лесной подстилки в дубовом лесу. Вестн. ЛГУ, № 3, 1973.
9. Утенкова А. П. Результаты изучения разложения опада в дубовом лесу. Тр. Воронежск. гос. заповед., вып. 8, 1959.

10. Шакиров К. Ш. Влияние разных лесных насаждений на групповой состав гумуса дерново-подзолистых почв. В сб.: Вопросы генезиса и плодородия почв. Изд. Казанск. ун-та, 1968.
11. Юркевич И. Д., Ярошевич Э. П. Биологическая продуктивность типов и ассоциаций сосновых лесов. «Наука и техника», 1974.
12. Broadfoot W., Pierre W. Forest soil studies I. Relation of rate of decomposition of leaves to their acidbase balance and other chemical properties. Soil Sci., v. 28, 1939.
13. Labanauskas B. Įvairiose augimvietėse augančių medynų palyginamasis našumas ir produktyvumas. Girios, № 10, 1970.
14. Vaičius M., Oniūnas V., Raguotis A. Miško pakločių formos ir jų įtaka dirvožemiams. Mokslinės-techninės informacijos biuletėnis. Kaunas, «Sviesa», 1966.

Литовский НИИ
лесного хозяйства

Дата поступления
18.III.1976 г.

M. V. VAICHIS, V. M. ONYUNAS

PROPERTIES AND AN INDICATIVE ROLE OF FOREST LITTERS

Basing on a many year study, carried out in Lithuanian SSR and Kaliningrad region of the RSFSR, properties of forest litters are considered with regard for soils, site conditions and the composition of forest formations. Data are presented on fractional and biochemical composition, ash elements and nitrogen contents, physico-chemical properties, group and fractional composition of meso- and microflora. The properties of litters are also considered depending on the fertility and moistening of soils and on the decomposition of the litters.
