

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОКРОВНОГО СУГЛИНКА ПОД ВЛИЯНИЕМ КУЛЬТУРНОЙ И ЕСТЕСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

И. С. КАУРИЧЕВ, М. В. БАЗИЛИНСКАЯ

(Кафедра почвоведения)

Аккумулятивные процессы, развивающиеся под воздействием растительности, были известны очень давно. Так, основоположник русского почвоведения В. В. Докучаев отмечал ведущую роль в образовании черноземов степной травянистой растительности, корневая система которой является источником гумуса, азота и зольных элементов пищи. Позднее В. Р. Вильямс [3], разрабатывая учение о дерновом процессе, большое значение в накоплении перегноя, фосфора и калия в верхней части профиля подзолистых почв придавал луговой растительности. В дальнейшем интерес к накоплению питательных веществ в процессе почвообразования под влиянием как культурной, так и естественной растительности не ослабевал [15—18].

В настоящее время механизм образования дерново-подзолистых почв под лесом изучен более детально, чем под влиянием культурной растительности. Наиболее полные данные об изменении почвообразующих пород под влиянием различных видов растительности представлены в работах, посвященных рекультивации земель [6, 7, 13]. Как указывают Н. И. Горбунов и Г. Г. Зарубина [7], минералы почвообразующих пород, поднятые на поверхность, являются кладовыми зольных элементов, но, как правило, количество фосфора в них недостаточно. Растения способны использовать эти зольные элементы, переводя их в доступное состояние, а азот и органическое вещество, почти полностью отсутствующие в породах, в них быстро накапливаются под влиянием различных видов растительных сообществ. Таким образом породы становятся плодородными и их можно вновь вовлекать в культуру.

Нами сделана попытка проследить в модельном опыте изменения, происходящие с покровным суглинком при возделывании культурной растительности, а также при внесении лесного опада.

Методика и объекты исследования

Модельный опыт с насыпными лизиметрами был заложен в 1970 г. в 5-кратной повторности по следующей схеме: 1-й вариант — контроль (без растительности); 2-й — яровая рожь; 3-й — клевер; 4-й — опад березы из расчета 2,5 т/га; 5-й — хвоя ели из расчета 3 т/га.

Опад березы и хвою ели вносили ежегодно. В лизиметры высевали по 100 зерен ржи и 1 г семян клевера каждую весну, так как клевер не выдерживал перезимовки. Во 2-м

и 3-м вариантах после учета растительности в одни сосуды ее вновь возвращали (вариант без отчуждения), а в другие не возвращали (вариант с отчуждением).

Для лизиметров использовали винилпластовые трубы диаметром 23 см и высотой 50 см, вмещающие по 13 кг сухого покровного суглинка, взятого с глубины 140—150 см. Дно лизиметров сделано из оцинкованного железа, покрытого масляной краской, швы промазаны менделеевской за-

мазкой и пластилином. В качестве дренажа использовали битое стекло и песок, отмытые от железа. Промывные воды собирали в 10-литровые канистры, соединенные резиновыми шлангами с дном лизиметров.

Лизиметрические воды собирали весной, летом, осенью и определяли в них углерод по Тюрину в модификации Симакова, калий и магний — трилонометрически, калий — на пламенном фотометре, фосфор — по Малюгину и Хреновой, железо ионное и общее — с $\alpha\alpha$ -дипиридиллом.

В 1977 и 1978 гг. в воздушно-сухих растительных образцах определяли азот, фосфор и калий после озонения растений по Гинзбург с соавторами [5]. В дальнейшем азот определяли с реактивом Неслера, калий — на пламенном фотометре, фосфор — по Малюгину и Хреновой.

Начиная с 1973 г. осенью в 10 точках из каждого лизиметра отбирали образцы с глубины 0—5 см. В воздушно-сухих образцах устанавливали содержание углерода, подвижного калия и фосфора, нитратного и аммиачного азота.

В сентябре 1978 г. в одной повторности опыта была размонтирована передняя стен-

ка лизиметров, весь профиль сфотографирован и описан. Полуразложившаяся растительность была снята с лизиметров, в которые вносили опад березы и хвой ели, а все монолиты разобраны по слоям: 0—5 см; 5—10; 10—15 и 15—20 см. Во влажных образцах определяли содержание закисного, окисного и общего железа, извлекаемого 0,1 н. H_2SO_4 при 5-минутном взбалтывании с $\alpha\alpha$ -дипиридиллом, в воздушно-сухих образцах — все подвижные питательные элементы, углерод, а также $pH_{0,01}$ (потенциометрически); обменные основания, извлекаемые 1 н. CH_3COONH_4 , с дальнейшим определением Ca и Mg трилонометрически, а K — на пламенном фотометре; необменный калий — по методу Пчелкина; «резервный» калий — по методу Гедройду; фосфаты, извлекаемые по Хейфец, а также фракционный состав гумуса — по методу Пономоревой и Плотниковой.

Растительность, снятую с лизиметров, анализировали по схеме, предложенной Кизелем, в модификации Кононовой и Бельчиковой [10]. Кроме того, определяли новообразованные гумусовые вещества, извлекаемые 0,1 н. NaOH, как описано в нашей предыдущей работе [2].

Результаты и их обсуждение

За период эксперимента покровный суглинок осел на 15—19 см. В вариантах с посевом ржи и особенно в контроле вырос мох (*Tupagia hygrometrica*). При внесении хвой ели глубина подстилки была равна 6 см, состав однородный. Иная картина наблюдалась при внесении опада березы: малоразложившийся верхний слой подстилки глубиной 0—3 см сохранил свой первоначальный вид, а нижний глубиной 3—6 см представлял собой однородную полуразложившуюся массу.

Результаты химического анализа растительной массы, взятой из лизиметров, показывают (табл. 1), что содержание веществ, извлекаемых водой, в хвое ели уменьшилось почти в 2 раза по сравнению с исходным, и если в свежей хвое эта фракция содержала 30 % углерода, то после

Таблица 1
Химический состав исходного и разложившегося растительного опада
(% на сухое вещество)

Растительный опад	Протеины (N X 6,25)	Вещества, извлека- емые водой	С фракции, извлекае- мой водой	Вещества, извлека- емые спир- тобензолом	Крах- мал	Геми- цел- лю- лоза	Клет- чатка	Лигнин- ный ос- таток
Ель								
Хвоя ели:								
исходная	5,25	35,76	12,12	24,29	1,96	13,11	14,83	16,92
из лизиметра	6,98	18,27	2,88	4,30	0	3,44	3,47	24,54
Береза								
Опад березы:								
исходный	8,06	20,51	3,92	17,94	1,74	10,73	22,65	21,66
из лизиметра с глубины, см:								
0—3	7,37	15,01	1,32	5,13	0	8,09	6,62	33,73
3—6	6,21	12,39	0,72	4,90	0	9,17	3,92	43,95

Содержание веществ, извлекаемых из растительного опада 0,1 н. NaOH

Растительный опад	Вещества, извлекаемые 0,1 н. NaOH, мг/г	С фракции, извлекаемой 0,1 н. NaOH, мг/г	Содержание С			Е _с , мг/мл	
			% от веществ, извлекаемых 0,1 н. NaOH	фракции, осаждаемой 1,0 н. H ₂ SO ₄ , мг/г	фракции, осаждаемой 1,0 н. H ₂ SO ₄ , % от общего С	фракции, осаждаемой 1,0 н. H ₂ SO ₄	фракции, не осаждаемой 1,0 н. H ₂ SO ₄
Ель							
Хвоя ели:							
исходная	427,8	176,9	41,10	21,70	12,3	7,21	0,81
из лизиметра	421,2	64,5	15,31	18,32	38,4	7,77	3,10
Береза							
Опад березы:							
исходный	438,7	175,8	40,50	34,20	19,5	4,56	1,14
из лизиметра с глубины, см:							
0—3	410,2	106,8	26,04	42,95	40,21	7,31	5,46
3—6	476,6	135,1	28,34	55,70	41,2	7,25	5,46

разложения — всего 15 %. Отмеченная закономерность характерна и для опада березы, при этом содержание углерода уменьшалось с 19 % в исходном материале до 9—5 % во взятом из лизиметров. Количество веществ, извлекаемых спиртобензолом, весьма значительно в исходной хвое ели, а после разложения оно снижается почти на 80 %. За этот же период в опаде березы содержание фракции, извлекаемой спиртобензолом, уменьшилось приблизительно на 70 % (табл. 1). Гемицеллюлоза разложилась приблизительно на 75 %, а в опаде березы — только 10—12 %, что не совпадает с данными, полученными нами ранее [2]. По всей вероятности, сказываются различия в условиях разложения растительного опада. В модельном опыте [2] были оптимальные условия увлажнения и постоянная температура. В лизиметрах же поддерживались естественные условия увлажнения и температура.

Содержание клетчатки резко снижалось как в хвое ели (на 77 %), так и в опаде березы (на 72—83 %). Увеличение количества протеинов в хвое ели, по-видимому, связано с иммобилизацией минеральных и легкодоступных форм азота микроорганизмами. В процессе минерализации растительного опада значительно возрастает количество лигнина: на 45 % в хвое ели и на 55—100 % в опаде березы.

Количество гумусоподобных веществ, извлекаемых 0,1 н. NaOH, в процессе разложения растительности мало возрастало (табл. 2), что может быть объяснено следующим. Поскольку в 0,1 н. NaOH вытяжку переходят не только собственно гумусовые вещества, но и часть воскоsmол и водорастворимых соединений [17] и их количество в процессе минерализации значительно снижается, то становится меньше и количество веществ, извлекаемых 0,1 н. NaOH. Одновременно уменьшается и содержание углерода в этой фракции. Однако в опаде березы, особенно в хорошо разложившемся нижнем слое, заметно увеличивается количество веществ, осаждаемых 1,0 н. H₂SO₄ и условно относимых к гуминовым кислотам. Оптическая плотность как осаждаемых, так и не осаждаемых 1,0 н. H₂SO₄ веществ повышается как в экстрактах из опада березы, так и из хвои ели (табл. 2).

Данные об урожае за все годы наблюдения представлены в табл. 3.

В первые годы наблюдений различий в урожае между вариантами с отчуждением и без отчуждения растительных остатков не обнаружено. Но начиная с 1973 г. при посеве клевера без отчуждения урожай зеле-

Урожайность растений (г/лизиเมตร)

Вариант	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Рожь:									
без отчуждения	7,5	11,9	12,7	36,1	32,6	26,1	36,1	28,0	13,6
с отчуждением	7,6	11,4	13,0	30,9	31,7	29,7	36,3	25,8	15,7
Клевер:									
без отчуждения	13,6	32,3	—	189,8	98,7	172,9	138,2	177,9	81,6
с отчуждением	12,5	33,9	—	120,9	75,2	149,8	128,0	119,3	36,9
НСР ₀₁ (для клевера)	—	—		48,8	7,2	12,3	7,7	22,8	22,0

ной массы во все годы был в 1,2—2 раза выше (разница статистически достоверна). В вариантах с рожью такой закономерности не установлено. Значительно больший урожай зеленой массы клевера в вариантах без отчуждения следует связать с большим накоплением питательных веществ в покровном суглинке, что видно из данных табл. 5 и 8 и приводимых нами ранее результатов [1]. И если при отчуждении зеленой массы клевера содержание углерода увеличилось только в верхнем горизонте (0—5 см), то в варианте без отчуждения оно возросло до 0,67—0,21 % по всему профилю.

Химический состав растительности значительно различался по годам наблюдений, что, по всей вероятности, связано с метеорологическими условиями и разным содержанием питательных веществ в покровном суглинке. Как известно, вегетационный период 1978 г. отличался крайне неблагоприятными погодными условиями, и зерно, полученное в этом году, было щуплым и недозрелым, а следовательно, в нем содержалось больше белка, чем в вызревшем зерне [14]. Отсюда вполне закономерно, что в зерне ржи в 1978 г. по сравнению с 1977 г. содержалось больше азота. Пониженный уровень азота и калия в вегетативной массе клевера в 1977 г., по-видимому, объясняется тем, что в этом году получен значительно больший урожай, чем в 1978 г., а обеспеченность покровного суглинка подвижными формами питательных веществ была практически одинаковой (табл. 3). О большем накоплении фосфора и калия в зерне яровой ржи в более сухой 1977 г. по сравнению с 1978 г. сообщают другие исследователи [14].

Таблица 4

Содержание азота, фосфора и калия (%) в воздушно-сухой растительной массе в 1977 г. (числитель) и 1978 г. (знаменатель)

Вариант	N		K ₂ O		P ₂ O ₅	
	зерно	солома, масса клевера	зерно	солома, масса клевера	зерно	солома, масса клевера
Рожь:						
без отчуждения	$\frac{1,43}{1,95}$	$\frac{0,71}{0,85}$	$\frac{0,40}{0,30}$	$\frac{0,73}{0,60}$	$\frac{1,06}{0,78}$	$\frac{0,25}{0,21}$
с отчуждением	$\frac{1,67}{2,16}$	$\frac{0,78}{0,91}$	$\frac{0,44}{0,30}$	$\frac{0,67}{0,70}$	$\frac{1,16}{0,98}$	$\frac{0,24}{0,18}$
Клевер:						
без отчуждения	—	$\frac{1,68}{3,18}$	—	$\frac{0,99}{1,24}$	—	$\frac{0,63}{0,41}$
с отчуждением	—	$\frac{1,77}{3,48}$	—	$\frac{0,75}{1,26}$	—	$\frac{0,63}{0,41}$

Для рассмотрения вопроса о влиянии столь различных по своему составу растительных остатков на химические свойства покровного суглинка проанализируем данные табл. 5—9.

При высеве растений и внесении растительного опада содержание органического вещества было выше, чем в контроле. В посевах клевера четко выражена разница между вариантами без отчуждения и с отчуждением вегетативной массы, а в посевах ржи эта разница незначительна (табл. 5). Именно в вариантах с клевером наблюдался наибольший вынос водорастворимого органического вещества с лизиметрическими водами (табл. 9). При внесении лесного опада в покровном суглинке возрастало содержание органического вещества, вынос его в этом варианте был наивысшим (табл. 5). Отмеченные особенности накопления органического вещества и способность его к миграции связаны как с величиной вегетативной массы, так и с биохимическим ее составом.

В большей степени зависел от состава поступающих растительных остатков фракционный состав вновь образованного гумуса (табл. 5). Так, вновь образованные гуминовые кислоты из остатков ржи равномерно распределялись по всем фракциям, а при посеве клевера и внесении опада березы эти кислоты связаны в основном с Са и R₂O₃. При внесении культурной растительности (ржи и клевера) увеличивалось как абсолютное, так и относительное (% к общему С) содержание негидролизуемого остатка, что, очевидно, можно объяснить неполной гумификацией. В вариантах с лесной растительностью возрастало только абсолютное содержание негидролизуемого остатка. Отношение С_{г.к}:С_{ф.к} практически не изменялось во всех вариантах, кроме вариантов с клевером без отчуждения и опадом березы.

Таблица 5
Фракционный состав гумуса в горизонте 0—5 см
(в числителе — % к почве, в знаменателе — % к общему углероду)

Фракции	Конт- роль	Рожь		Клевер		Опад березы	Хвоя ели
		без от- чуждения	с отчуж- дением	без отчуж- дения	с отчуж- дением		
С, %	0,29	0,42	0,37	0,65	0,47	0,49	0,45
ГК:							
1	0,007 2,41	0,009 2,26	0,011 2,97	0,038 5,85	0,014 2,98	0,019 3,26	0,021 4,67
2	0,026 8,96	0,033 7,86	0,041 11,08	0,059 3,08	0,038 8,08	0,040 8,16	0,029 6,44
3	0,017 5,86	0,023 5,48	0,020 5,40	0,057 8,77	0,030 6,38	0,049 10,00	0,039 8,67
сумма	0,050 17,24	0,065 15,48	0,072 19,45	0,154 23,69	0,082 17,44	0,105 21,42	0,089 19,78
ФК:							
1а	0,048 16,55	0,051 12,14	0,042 11,35	0,056 8,61	0,053 11,28	0,061 12,44	0,070 15,55
1	0,017 5,86	0,041 9,76	0,030 8,11	0,095 14,61	0,098 20,85	0,073 14,89	0,081 18,00
2	0,074 25,52	0,041 9,76	0,037 10,00	0 0	0,050 13,51	0,066 13,46	0,074 16,44
3	0,050 17,24	0,065 15,48	0,072 19,49	0,154 23,69	0,082 17,44	0,105 21,42	0,089 19,78
сумма	0,179 61,72	0,190 45,24	0,188 50,81	0,248 38,15	0,271 60,53	0,264 53,83	0,275 61,11
Негидролизу- емый остаток	0,061 21,04	0,165 39,28	0,110 29,72	0,248 38,16	0,117 22,03	0,275 61,11	0,086 19,12
С _{г.к} :С _{ф.к}	0,28	0,34	0,38	0,62	0,30	0,40	0,32

Культурная растительность и внесение лесного опада влияют на реакцию среды покровного суглинка (табл. 6). Так, клевер, особенно в вариантах с отчуждением, оказывает небольшое подкисляющее действие на покровный суглинок, что, по всей вероятности, связано со значительным поглощением кальция и магния растениями, а также с дальнейшим вымыванием этих элементов (табл. 9). При посеве клевера выщелачивается почти на 25 % больше кальция и на 10 % больше магния, чем в контроле. Однако количество поглощенного кальция и магния в этих вариантах практически не изменяется (табл. 6). Заметно уменьшается только количество поглощенного калия во всех вариантах с посевом растительности, очевидно, за счет использования его корневой системой растений.

Иная картина наблюдается при внесении опада лесной растительности. Так, в варианте с опадом березы значительно подщелачивается покровный суглинок, особенно в 5-сантиметровом горизонте, одновременно в нем увеличивается содержание поглощенных кальция, магния и калия (табл. 6). В это же время в варианте с опадом березы лизиметрические воды наиболее богаты кальцием и магнием (табл. 9). Следовательно, эти элементы, содержащиеся в большом количестве в опаде березы [12], вымываясь из него, частично входят в состав поглощающего комплекса, а частично выносятся с лизиметрическими водами (табл. 6 и 9).

Хвоя ели не оказывает подщелачивающего действия на покровный суглинок и не обогащает его поглощенными кальцием и магнием, но способствует увеличению количества поглощенного калия (табл. 6). Однако выщелачивание кальция и магния из хвои ели происходит довольно интенсивно, что видно при анализе данных о химическом составе лизиметрических вод (табл. 9).

По современным представлениям, все формы почвенного калия участвуют в питании растений, но в различной степени [4]. Доля необменного калия в питании растений тем выше, чем меньше почва обеспечена

Таблица 6

Состав поглощенных оснований и реакция среды покровного суглинка

Горизонт, см	рН _{KCl}	Ca	Mg	K	рН _{KCl}	Ca	Mg	K	
		мг-экв/100 г				мг-экв/100 г			
Контроль					Клевер с отчуждением				
0—5	4,03	12,69	11,43	0,53	3,65	12,80	13,05	0,25	
5—10	4,02	12,60	13,55	0,53	3,78	13,24	11,90	0,25	
10—15	4,00	12,26	12,67	0,42	3,70	11,72	13,50	0,25	
15—20	4,00	12,92	12,92	0,45	3,70	12,26	13,00	0,25	
Рожь без отчуждения					Опад березы				
0—5	4,00	13,03	11,87	0,42	4,65	20,23	19,21	0,92	
5—10	3,92	13,87	10,13	0,30	4,19	16,17	12,24	0,47	
10—15	3,99	14,61	11,39	0,24	4,14	14,48	13,72	0,38	
15—20	4,03	Не определяли			3,98	12,65	12,67	0,38	
Рожь с отчуждением					Хвоя ели				
0—5	4,03	13,14	12,81	0,36	3,92	8,61	13,55	0,77	
5—10	4,05	14,38	12,46	0,29	4,01	11,18	13,46	0,53	
10—15	4,05	13,80	14,61	0,45	4,00	11,42	12,62	0,57	
15—20	4,01	Не определяли			4,10	13,65	12,72	0,34	
Клевер без отчуждения									
0—5	3,92	11,68	14,16	0,47	—	—	—	—	
5—10	3,88	12,80	9,72	0,39	—	—	—	—	
10—15	3,92	13,56	11,53	0,20	—	—	—	—	
15—20	3,85	12,85	13,42	0,27	—	—	—	—	

подвижными его формами [20]. В первую очередь используется калий почвенного раствора и обменный, что четко прослеживалось в нашем опыте. При возделывании растений на покровном суглинке без внесения удобрений калий интенсивно поглощается из всего профиля. Особенно резко его количество уменьшалось в вариантах с отчуждением растительной массы, поскольку при возвращении растений в лизиметры часть калия, очевидно, выщелачивается из них в процессе разложения и дефицит калия частично возмещается. Именно этим следует объяснить, что в вариантах с высевом клевера без отчуждения в горизонте 0—5 см содержание подвижного калия то же, что и в контроле, а с глубиной количество его уменьшалось (табл. 7).

Таблица 7

Изменение содержания форм калия и фосфора (мг/100 г)

Вариант и горизонт, см	K ₂ O			подвижный по Кирсанову	P ₂ O ₅		
	обменный по Масловой	необменный	резервный по Гедройцу		по Хейфец		
					общий	минеральный	связанный с органическим веществом
Контроль							
0—5	27,0	40,5	102,0	6,12	65,00	59,37	5,63
5—10	20,0	47,5	99,0	8,75	70,00	68,75	1,25
10—15	20,0	40,0	99,0	9,25	73,75	73,12	0,63
15—20	20,0	47,5	92,0	11,25	73,75	73,75	0
Рожь без отчуждения							
0—5	22,0	53,0	105,0	5,31	86,25	65,62	20,63
5—10	16,0	52,5	90,0	7,25	95,25	65,62	29,63
10—15	18,0	59,0	93,0	9,25	73,75	71,87	1,88
15—20	18,0	49,5	94,0	11,50	72,50	71,87	0,63
Рожь с отчуждением							
0—5	17,0	43,0	96,0	6,00	73,75	65,00	8,75
5—10	15,0	47,5	88,0	9,00	78,74	70,00	8,74
10—15	16,0	46,5	78,0	7,50	75,00	74,37	0,63
15—20	18,0	49,5	102,0	8,50	71,25	71,25	0
Клевер без отчуждения							
0—5	27,0	53,0	106,0	5,65	92,50	81,87	10,63
5—10	15,0	52,5	96,0	9,00	92,50	76,25	16,25
10—15	14,0	46,0	82,0	7,50	73,50	70,37	3,13
15—20	11,0	46,5	95,0	7,50	71,25	71,25	0
Клевер с отчуждением							
0—5	11,0	56,5	91,0	3,84	87,50	83,75	3,75
5—10	11,0	54,0	73,0	6,75	90,00	78,12	11,88
10—15	12,0	43,0	88,0	6,25	70,00	66,87	3,13
15—20	10,0	45,0	97,0	6,75	70,00	70,00	0
Опад березы							
0—5	48,0	67,0	138,0	10,62	162,50	136,25	26,25
5—10	22,0	53,0	106,0	11,25	127,50	100,00	27,50
10—15	21,0	54,0	92,0	8,00	82,50	71,25	11,25
15—20	22,0	50,5	101,0	6,75	70,00	65,00	5,00
Хвоя ели							
0—5	44,0	58,0	115,0	8,08	125,00	100,00	25,00
5—10	27,0	55,5	88,0	11,25	133,75	105,00	28,75
10—15	22,0	55,5	96,0	15,75	76,25	67,50	8,75
15—20	18,0	57,0	80,0	20,00	71,25	67,50	3,75

Содержание калия в покровном суглинке при внесении опада березы и хвой ели значительно увеличилось в верхнем (0—5 см) горизонте, по-видимому, за счет вымывания этого элемента из растительности, богатой калием [12]. В лизиметрических водах калий обнаружен не во все сроки и в крайне малых количествах, так как, с одной стороны, он является элементом органоменом и используется растениями, а с другой, интенсивно поглощается покровным суглинком (табл. 9).

Под действием культурной растительности изменялось содержание и других форм почвенного калия. Так, несколько увеличивалось количество необменного калия и одновременно уменьшался уровень «резервного» (табл. 7). При внесении лесного опада возрастало содержание как необменного, так и «резервного» калия, очевидно, в результате его вымывания из растительности (табл. 7).

Растения энергично используют фосфор, содержащийся в покровном суглинке, поэтому под действием культурной растительности содержание подвижного фосфора интенсивно уменьшается, особенно при выращивании клевера, требующего большого количества этого элемента на построение вегетативной массы (табл. 7). При внесении лесного опада покровный суглинок обогащается подвижным фосфором за счет его вымывания из растительности. Происходит также изменение форм фосфора, определяемых по методу Хейфец. Так, под влиянием культурной растительности в верхних горизонтах возрастало общее содержание фосфатов, извлекаемых этим методом, в основном за счет связанных с органическим веществом форм (табл. 7). Под действием водорастворимого органического вещества, вымываемого из растительных остатков, и одновременного усиления микробиологической деятельности в покровном суглинке неорганический фосфор, очевидно, иммобилизуется в органический [8, 21]. Аналогичная картина отмечалась и при внесении лесного опада (табл. 7).

За весь период наблюдений ни в одном варианте опыта фосфор не был обнаружен в лизиметрических водах, поскольку, с одной стороны,

Таблица 8:

Содержание в покровном суглинке железа, извлекаемого 0,1 н. H_2SO_4 (мг/100 г)

Горизонт, см	FeO	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃
	Контроль		Клевер с отчуждением	
0—5	2,54	13,38	5,80	22,01
5—10	3,17	17,61	6,35	23,25
10—15	3,15	12,58	6,36	17,61
15—20	5,67	6,28	4,41	17,47
	Рожь без отчуждения		Опад березы	
0—5	6,35	21,14	7,09	11,45
5—10	3,78	18,18	7,62	20,43
10—15	3,78	29,37	6,40	17,75
15—20	5,67	13,98	6,25	14,56
	Рожь с отчуждением		Хвоя ели	
0—5	4,69	23,04	8,84	17,35
5—10	5,62	21,50	9,54	9,15
10—15	6,20	13,06	8,25	14,09
15—20	6,30	20,27	8,25	14,79
	Клевер без отчуждения			
0—5	5,76	34,80	—	—
5—10	6,35	19,02	—	—
10—15	6,40	12,07	—	—
15—20	4,41	16,78	—	—

Вымывание углерода, кальция, магния, калия и железа (мг/лизиметр)
с лизиметрическими водами

Вариант	C	CaO	MgO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃
Контроль	134,1	1370,5	1115,0	220,7	410,1
Рожь:					
без отчуждения	668,1	1318,6	856,0	207,3	459,7
с отчуждением	606,6	1117,6	825,0	249,2	518,8
Клевер:					
без отчуждения	1066,6	1764,8	1210,3	215,5	458,7
с отчуждением	1090,6	1189,2	962,0	193,7	528,9
Опад березы	1168,2	2108,3	1527,5	261,5	728,4
Хвоя ели	850,9	2160,3	1572,5	227,8	699,7

он активно поглощается покровным суглинком, а с другой, как элемент органоген энергично используется растениями.

При посеве культурной растительности и внесении остатков лесного опада возрастало содержание подвижных форм железа, извлекаемых 0,1 н. H₂SO₄ (табл. 8). Железо, прочно связанное с органическим веществом, ни в одном из вариантов опыта не было обнаружено. Как известно [11], в децинормальную сернокислотную вытяжку переходят наиболее подвижные формы железа, способные передвигаться по профилю главным образом в виде органо-железистых соединений. Образовывать подвижные металлоорганические соединения способны как собственно гумусовые вещества — гуминовые кислоты и фульвокислоты, так и вещества неспецифической природы [9]. В связи с этим увеличение в покровном суглинке содержания органического вещества приводит к увеличению в нем подвижных форм железа (табл. 5 и 8).

Большая роль в переводе железа в подвижное состояние принадлежит экстрактам из древесной растительности [19], отсюда понятно высокое содержание закисного железа, переходящего децинормальную сернокислотную вытяжку, при внесении опада березы и особенно хвои ели (табл. 8). Увеличение количества подвижных форм железа в этих вариантах приводит к повышению миграции железа и выноса его с лизиметрическими водами, что подтверждается данными табл. 9.

Выводы

1. Под действием культурной растительности и лесного опада в покровном суглинке возрастает содержание органического вещества, что тесно связано с количественным и качественным составом поступающих в почву растительных остатков.

2. Фракционный состав вновь образующегося гумуса зависит от вида разлагающихся растительных остатков. В его составе особенно возрастает негидролизующий остаток.

3. Содержание подвижного калия и фосфора под воздействием культурной растительности уменьшается по всему профилю, а при внесении лесного опада увеличивается в верхних горизонтах.

4. Под влиянием всех видов растительных остатков в покровном суглинке возрастает содержание необменного калия и фосфатов, связанных с органическим веществом.

5. Под действием растительных остатков в покровном суглинке увеличивается содержание переходящего в 0,1 н. H₂SO₄ подвижного железа как в окисной, так и в закисной формах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базилинская М. В., Заболотнова Л. А. Вынос и накопление некоторых элементов в насыпных лизиметрах с естественной и культурной растительностью. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 1, с. 110—116. — 2. Базилинская М. В. Изменение биохимического состава растительных остатков в процессе минерализации. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 6, с. 102—109. — 3. Вильямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М., Сельхозгиз, 1939. — 4. Возбуцкая Е. А. Химия почв. М., «Высшая школа», 1968. — 5. Гинзбург К. Е., Щеглова Г. В., Вульфийус Е. В. Ускоренный метод сжигания почв и растений. — Почвоведение, 1963, № 5, с. 89—95. — 6. Гладкова Л. И. Использование рекультивированных земель в сельс. хоз-ве (обзор). М., ВИНИТЭИСХ, 1977. — 7. Горбунов Н. И., Зарубина Г. Г. Эффективность рекультивации земель. — Вест. с.-х. науки, 1978, № 6, с. 60—70. — 8. Илларионова Э. С. Органический фосфор почвы и его минерализация. — Изв. АН СССР, сер. биол., 1978, № 3, с. 282—289. — 9. Кауричев И. С. Особенности генезиса почв временного избыточного увлажнения. — Автореф. докт. дис., ТСХА, 1965. — 10. Кононова М. М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М., Изд-во АН СССР, 1963. — 11. Коптева З. Ф. Определение закисного и окисного железа при совместном его присутствии в вытяжках из почв. — Реф. докл. ТСХА, 1953, вып. 17, с. 112—115. — 12. Мананов К. Н. Поступление азота и зольных элементов в лесях Кольского полуострова. — Почвоведение, 1962, № 4, с. 55—61. — 13. Моторина Л. А., Овчинников В. А. Промышленность и рекультивация земель. М., «Мысль», 1975. — 14. Плешков Б. П. Биохимия с.-х. растений. М., «Колос», 1965. — 15. Пономарева В. В. К вопросу о роли растительности в подзолообразовании. — Почвоведение, 1955, № 8, с. 1—12. — 16. Роде А. А. Подзолообразовательный процесс. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1937. — 17. Тюрин И. В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии. М.—Л., Сельхозгиз, 1937. — 18. Яркоков С. П. Почвы лесолуговой зоны. М., Изд-во АН СССР, 1961. — 19. Bloomfield C. — Exptl. Pedol., Butter Worths, 1965, p. 257—266. — 20. Brar S., Senhon G. S. — J. Res., 1977, vol. 14, N 3, p. 252—260. — 21. Dalal R. S. — Adv. Agron., 1977, N.-Y., vol. 29, p. 53—85, p. 112—117.

Статья поступила 9 июля 1979 г.

SUMMARY

In 1970—1978 in filled-in lysimeters on cover loam taken from the depth of 140—150 cm, spring rye and clover were grown without fertilizers, birch litter-fall and spruce needle being added. Under the effect of cultivated plants and forest litter-fall the content of organic matter in the cover loam increased, its amount and qualitative composition being dependent on the coming plant residues. The increase in the amount of non-hydrolyzable residue in the composition of the newly formed organic matter was especially noticeable. The amount of mobile potassium and phosphorus decreased along the whole profile under plant cultivation and it increased in the upper horizons under the application of forest litter-fall. Under the effect of all kinds of plant residues, the amount of non-exchangeable potassium and phosphates connected with organic matter was growing in the cover loam. In the presence of plant residues, the amount of mobile iron (both as oxides and protoxides) turning into 0,1 n. H₂SO₄ increased in the cover loam.