

УДК 631.423.3

ИЗМЕНЕНИЕ ВАЛОВОГО СОСТАВА АГРОСЕРЫХ ПОЧВ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

Д.Г. Кротов, В.П. Самсонова

Показано, что в результате сельскохозяйственного воздействия валовой состав пахотного горизонта серых лесных легкосуглинистых почв на лёссах обогащается окислами фосфора, кальция, стронция и молибдена. Для этих элементов не обнаружено различий между типами обработок. Для цинка и меди тренды при различных обработках противоположны.

Ключевые слова: валовой состав, сельскохозяйственная обработка.

Введение

Сельскохозяйственное воздействие на почву меняет многие ее параметры. Одни из них поддаются изменениям быстрее, другие, более консервативные, — медленнее. Валовой состав почв относится к последним, однако имеются сведения, что их обработка приводит к некоторым изменениям [7, 8, 11].

Поскольку определение валового состава весьма трудоемко, результаты, полученные для одного разреза, можно экстраполировать на обширные территории. При этом практически никогда не учитывается степень пространственной изменчивости его отдельных компонентов. В лучшем случае во внимание принимается аналитическая ошибка, характеризующая точность определения. Для многих почвенных свойств показано [10], что изменчивость на расстояниях, измеряемых метрами, может быть равна или даже превышать аналитическую погрешность. Это приводит к неопределенности результатов и затрудняет их содержательный анализ. В настоящей работе показана противоречивость результатов анализа валового состава близкорасположенных разрезов. Однако параллельный анализ данных позволяет получать адекватные выводы.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили на территории полевого опыта Брянской государственной сельскохозяйственной академии, заложенного в 1983 г. [6] и действующего по настоящее время. Достаточно подробное его описание приведено в [4]. Здесь лишь отметим, что изучаются разные варианты удобрений и обработок сельскохозяйственных культур в севообороте. Почвенный покров — агросерые почвы и агросерые со вторым гумусовым горизонтом, различающиеся мощностью гумусового горизонта и содержанием гумуса, развитые на лёссе. Гранулометрический состав — легкий суглинок. Среднее содержание гумуса — около 3%, pH_{KCl} — ~6.

Исследовали пахотные горизонты агросерых почв, в разной степени подвергающихся сельскохозяйственному воздействию. Первый вариант — отваль-

ная обработка с большой нагрузкой минеральных удобрений (ОТВ_ИНТ2) и отвальная обработка с органическими удобрениями (ОТВ_БИО); второй вариант — поверхностная обработка с большой нагрузкой минеральных удобрений (ПОВ_ИНТ2) и поверхностная с органическими удобрениями (ПОВ_БИО). Дополнительно отбирали пробу на технологической полосе, которую обрабатывали раз в 3–4 недели с целью уничтожения сорной растительности (ПАР). Для сравнения определяли валовой состав ненарушенной серой лесной почвы (разрез заложен в прилегающей к опытному полю роще). Образцы отбирали по генетическим горизонтам. Валовой состав определяли обычными методами, применяемыми для анализа минерального сырья. Микроэлементы определяли масс-спектральным методом с индуктивно связанной плазмой (MS) и атомно-эмиссионным методом с индуктивно связанной плазмой (AES) на масс-спектрометре Elan-6100 (Perkin Elmer, США) и атомно-эмиссионном спектрометре Optima-4300 (Perkin Elmer, США).

Аналитические ошибки соответствовали нормам погрешности при определении химического состава по III категории точности (рядовой химический анализ) ГОСТ 41–08–214–04. Поскольку *a priori* неодинаковость значений обусловлена не только аналитикой, но и пространственной изменчивостью по причине и разной сельскохозяйственной обработки, и неучтенных факторов, меняющихся в пространстве, точно разделить ее источники в рамках описываемого эксперимента невозможно. Для разных показателей относительные ошибки колебались в диапазоне от 5 до 10%, поэтому расхождения между значениями, меньшие 10%, рассматривались как незначимые.

Для выявления тенденций изменения содержания отдельных компонентов по профилю рассчитывали частные элювиально-аккумулятивные коэффициенты — K_i [9]:

$$K_i = (X_i - X_{\text{реп}}) / X_{\text{реп}} \cdot 100,$$

где X_i — содержание элемента (оксида) в анализируемой пробе; $X_{\text{реп}}$ — содержание элемента (оксида) в реперной пробе. В нашем случае в качестве ре-

перной была выбрана проба из гор. ВС ненарушенной почвы. Исходя из обобщенной ошибки определения 10%, считали, что изменение элювиально-аккумулятивных коэффициентов менее чем на 10% можно считать случайным. В противном случае оно признавалось как значимое.

Результаты и их обсуждение

Основные оксиды. Исследуемая почва характеризуется высоким содержанием оксида кремния, что обусловлено ее легким гранулометрическим составом [4]. Профиль слабо дифференцирован по содержанию кремнезема и полуторных окислов, однако закономерность уменьшения вниз по профилю содержания кремнезема и роста содержания полуторных окислов выражен весьма отчетливо, хотя

абсолютные величины изменений невелики (табл. 1). Содержание оксидов натрия, калия и титана меняются незначительно, а оксида магния возрастает вниз по профилю. Содержание оксида фосфора имеет два максимума — в горизонтах А1 и В1, а оксида кальция максимально в гор. А2В. В гор. С, который карбонатен, кальция будет существенно больше, однако мы не располагаем данными о составе этого горизонта. Пахотные горизонты близки к ненарушенной почве по всем параметрам, за исключением содержания оксидов кальция и фосфора (табл. 1).

Частные элювиально-аккумулятивные коэффициенты позволяют детализировать картину изменения валового состава. Небольшое относительное обогащение кремнеземом верхней толщи вполне укладывается в рамки возможных случайных ко-

Таблица 1

Валовой состав агросерых почв (расчет на прокаленную навеску) (А)
и частные элювиально-аккумулятивные коэффициенты (Б)

А

Разрез, горизонт, глубина, см	Код	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
Разр. 14 А1 15–20	РОЩА1	0,92	0,48	7,57	84,97	0,27	2,35	0,57	0,67	2,08
А1А2 28–33	РОЩА2	0,90	0,54	8,29	83,41	0,17	2,35	0,49	0,70	2,35
А2В 43–48	РОЩА3	0,95	0,62	8,65	82,88	0,18	2,38	0,83	0,65	2,55
В1 62–67	РОЩА4	0,95	0,65	8,53	82,98	0,21	2,40	0,57	0,70	2,91
ВС 122–150	РОЩА5	0,98	0,69	8,93	82,53	0,17	2,52	0,59	0,68	2,93
Разр. 3 А _{пах} 20–30	ОТВ_ИНТ2	0,85	0,51	7,62	84,20	0,36	2,41	0,86	0,74	2,24
Разр. 4 А _{пах} 16–26	ОТВ_БИО	0,94	0,51	7,72	84,07	0,37	2,42	0,77	0,72	2,17
Разр. 16 А _{пах} 0–26	ПОВ_ИНТ2	0,84	0,52	7,15	84,59	0,31	2,25	0,79	0,69	1,99
Разр. 19 А _{пах} 0–31	ПОВ_БИО	0,94	0,49	7,26	85,01	0,31	2,41	0,67	0,65	2,10
Разр. 5 А _{пах} 16–20	ПАР	0,82	0,59	8,37	83,60	0,32	2,44	0,68	0,72	2,51

Б

Разрез, горизонт, глубина, см	Код	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
Разр. 14 А1 15–20	РОЩА1	-6	-31	-15	3	61	-7	-2	-2	-29
А1А2 28–33	РОЩА2	-8	-22	-7	1	0	-6	-18	3	-20
А2В 43–48	РОЩА3	-3	-10	-3	0	7	-5	41	-4	-19
В1 62–67	РОЩА4	-4	-6	-4	1	24	-5	-4	2	-1
ВС 122–150	РОЩА5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Разр. 3 А _{пах} 20–30	ОТВ_ИНТ2	-13	-27	-15	2	115	-4	46	9	-24
Разр. 4 А _{пах} 16–26	ОТВ_БИО	-5	-26	-14	2	125	-4	30	6	-26
Разр. 16 А _{пах} 0–26	ПОВ_ИНТ2	-14	-25	-20	3	87	-11	34	2	-32
Разр. 19 А _{пах} 0–31	ПОВ_БИО	-5	-29	-19	3	87	-4	14	-5	-28
Разр. 5 А _{пах} 16–20	ПАР	-17	-15	-6	1	91	-3	16	6	-14

Таблица 2

Валовое содержание микроэлементов, мг/кг

Элемент	ОТВ_ИНТ2	ОТВ_БИО	ПОВ_ИНТ2	ПОВ_БИО	ПАР	РОЩА1	РОЩА2	РОЩА3	РОЩА4	РОЩА5
Литий	16	16	16	15	16	15	17	17	17	20
Бериллий	1,1	1,1	1,1	1	1,2	1	1,2	1,1	1,6	1,3
Скандий	5,4	5,5	5,4	5,1	6	5,5	6,2	6	6,5	7
Ванадий	30	33	36	35	41	34	45	45	47	49
Хром	26	26	29	28	35	30	35	36	36	39
Кобальт	6,7	7,2	6,5	6,3	7,3	7,1	7,3	7,3	6,8	7,6
Никель	34	31	34	27	30	31	18	21	18	21
Медь	21	22	16	16	18	22	15	12	12	12
Цинк	40	45	32	32	40	48	42	35	35	37
Галлий	9,8	9,9	9,5	9,6	11	9,5	11	11	11	12
Мышьяк	2,5	2,4	2,9	3	2,7	2,8	3,2	3,4	3,3	3,3
Рубидий	70	71	74	71	73	69	76	75	77	82
Стронций	100	97	100	99	92	81	85	82	84	86
Иттрий	16	16	17	17	18	16	18	18	19	19
Цирконий	200	210	230	210	230	210	220	250	210	240
Ниобий	8,5	9	9,6	9	9,8	9,2	9,5	10	9,8	10
Молибден	0,38	0,38	0,39	0,33	0,38	0,32	0,31	0,28	0,24	0,32
Кадмий	0,18	0,16	0,14	0,14	0,19	0,15	0,11	0,09	0,09	0,1
Олово	1,4	1,5	1,4	1,4	1,7	1,7	1,7	1,4	1,5	1,6
Сурьма	0,31	0,29	0,27	0,25	0,31	0,31	0,29	0,29	0,28	0,3
Цезий	1,9	1,9	2	2	2,3	1,9	2,4	2,5	2,6	2,8
Барий	390	390	390	390	400	380	400	370	380	390
Лантан	29	30	32	30	31	28	29	30	32	31
Церий	53	53	58	55	58	57	63	60	60	62
Празеодим	7	7,2	7,9	7,7	7,9	7	7,4	7,6	8,1	8,2
Неодим	27	28	30	29	29	27	28	29	31	31
Самарий	5,3	5,5	5,7	5,5	5,9	5,2	5,5	5,9	6,1	6,3
Европий	1	1	1,1	1,1	1,1	1	1,1	1,1	1,2	1,2
Гадолиний	4,8	4,8	5,3	4,9	5,3	4,8	5	5,3	5,6	5,6
Тербий	0,71	0,73	0,78	0,74	0,78	0,7	0,77	0,79	0,85	0,87
Диспрозий	3,7	3,8	4,1	4	4,2	3,8	4,1	4,3	4,6	4,6
Гольмий	0,72	0,71	0,76	0,73	0,77	0,71	0,79	0,79	0,86	0,85
Эрбий	2,6	2,7	2,8	2,8	3	2,8	3	3	3,1	3,3
Тулий	0,3	0,3	0,31	0,3	0,33	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37
Иттербий	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3	2,1	2,3	2,4	2,4	2,5
Лютеций	0,33	0,32	0,34	0,35	0,35	0,34	0,35	0,37	0,38	0,4
Гафний	5,8	5,7	6,6	6,1	6,3	5,9	6,1	7,3	6	6,8
Тантал	0,73	0,65	0,74	0,69	0,72	0,57	0,62	0,78	0,62	0,64
Вольфрам	0,95	1,2	1,2	1,4	1,5	1,2	1,3	2,5	2,1	1,2

лебаний, хотя тот факт, что изменения имеют одинаковый знак, может служить подтверждением их неслучайности. Однако по имеющимся данным нельзя однозначно утверждать, что обработка приводит к относительному обогащению кремнеземом.

Становится более заметно обеднение верхней полуметровой толщи ненарушенной почвы полуторными оксидами и оксидом магния, накопление фосфора в горизонтах А1 и В1, слабая изменчивость содержания оксида титана и слабое, но отчетливое уменьшение содержания оксида натрия (табл. 1).

Отличие пахотных горизонтов от ненарушенной почвы становится более заметным. Наиболее сильно изменяется валовое содержание фосфора и кальция. По этому показателю обработки различаются и между собой.

Интенсивная система возделывания сельскохозяйственных культур, похоже, приводит к большей по сравнению с ненарушенной почвой потере оксида натрия и накоплению оксида кальция.

Вместе с тем имеются некоторые «несыковки» в изменении валового состава, позволяющие предположить, что его пространственная изменчивость может превышать аналитические ошибки. Так непонятно, с чем может быть связано уменьшение коэффициента для валового алюминия в паровом варианте, в то время как для всех остальных обработок он приблизительно равен таковому в ненарушенном варианте; с чем может быть связано отрицательное значение коэффициента для титана при поверхностной биологической обработке (по знаку и величине близкое к ненарушенной почве), в то время как для остальных обработок наблюдаются небольшие, но положительные коэффициенты; почему по содержанию калия выделяется поверхностная интенсивная обработка, а все остальные близки к естественному аналогу. Для решения этих вопросов необходим более подробный эксперимент.

Окончание табл. 2

Элемент	ОТВ_ИНТ2	ОТВ_БИО	ПОВ_ИНТ2	ПОВ_БИО	ПАР	РОЩА1	РОЩА2	РОЩА3	РОЩА4	РОЩА5
Галлий	0,41	0,43	0,44	0,43	0,45	0,43	0,47	0,48	0,47	0,51
Свинец	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17
Висмут	0,12	0,13	0,15	0,12	0,18	0,14	0,13	0,13	0,15	0,15
Торий	9,1	9,1	10	9,5	9,9	9,2	10	11	11	11
Уран	1,9	2	2,2	2	2,2	2	2	2,2	2,1	2,2

Микроэлементы. Ни в ненарушенной почве, ни в пахотных горизонтах превышения ПДК [3] практически для всех тяжелых металлов не отмечается. Содержание мышьяка несколько превышает ПДК для песчаных почв, однако существенно меньше ПДК для глинистых. Поскольку максимальные количества этого элемента содержатся в гор. ВС, можно рассматривать это как фоновый уровень.

Из табл. 2 видно, что микроэлементы можно разделить следующим образом:

- имеющие максимум содержания в гумусированных горизонтах (Ni, Cu, Zn, Cd, Sn и Sb);
- слабо меняющиеся в пределах профиля (Sr, Ba, Ce, Pb и U);
- имеющие минимум в средней части профиля (Mo);
- имеющие минимум содержания в гумусированных горизонтах и увеличивающиеся вниз по профилю — к этой группе можно отнести все остальные микроэлементы.

Наибольшая контрастность обрабатываемых и необрабатываемых вариантов наблюдается для стронция и молибдена. Для них значения в пахотных горизонтах заметно увеличены, однако отдельные варианты обработки и пар практически не различаются.

Поверхностная обработка почв приводит к уменьшению содержания кобальта, меди и цинка в пахотном горизонте, причем это наблюдается как для варианта с высокой нагрузкой минеральными удобрениями, так и для варианта с органическими удобрениями (табл. 2, 3).

Постоянная обработка почвы (ПАР) занимает промежуточное положение между обрабатываемыми и необрабатываемыми

вариантами по содержанию стронция. Для остальных элементов отчетливых закономерностей не наблюдается.

Редкоземельные элементы. Содержание редкоземельных элементов редко является предметом почвенных исследований. Отчасти это связано с трудностями определения, однако современные методы позволяют достаточно быстро получать обширную информацию относительно их состояния в при-

Таблица 3

Частные коэффициенты элювирования-аккумуляции для микроэлементов

Элемент	ОТВ_ИНТ2	ОТВ_БИО	ПОВ_ИНТ2	ПОВ_БИО	ПАР	РОЩА1	РОЩА2	РОЩА3	РОЩА4	РОЩА5
Литий	-20	-20	-20	-25	-20	-25	-15	-15	-15	0
Бериллий	-15	-15	-15	-23	-8	-23	-8	-15	23	0
Скандий	-23	-21	-23	-27	-14	-21	-11	-14	-7	0
Ванадий	-39	-33	-27	-29	-16	-31	-8	-8	-4	0
Хром	-33	-33	-26	-28	-10	-23	-10	-8	-8	0
Кобальт	-12	-5	-14	-17	-4	-7	-4	-4	-11	0
Никель	62	48	62	29	43	48	-14	0	-14	0
Медь	75	83	33	33	50	83	25	0	0	0
Цинк	8	22	-14	-14	8	30	14	-5	-5	0
Галлий	-18	-18	-21	-20	-8	-21	-8	-8	-8	0
Мышьяк	-24	-27	-12	-9	-18	-15	-3	3	0	0
Рубидий	-15	-13	-10	-13	-11	-16	-7	-9	-6	0
Стронций	16	13	16	15	7	-6	-1	-5	-2	0
Иттрий	-16	-16	-11	-11	-5	-16	-5	-5	0	0
Цирконий	-17	-13	-4	-13	-4	-13	-8	4	-13	0
Ниобий	-15	-10	-4	-10	-2	-8	-5	0	-2	0
Молибден	19	19	22	3	19	0	-3	-13	-25	0
Кадмий	80	60	40	40	90	50	10	-10	-9	0
Олово	-13	-6	-13	-13	6	6	6	-13	-6	0
Сурьма	3	-3	-10	-17	3	3	-3	-3	-7	0
Цезий	-32	-32	-29	-29	-18	-32	-14	-11	-7	0
Барий	0	0	0	0	3	-3	3	-5	-3	0
Лантан	-6	-3	3	-3	0	-10	-6	-3	3	0
Церий	-15	-15	-6	-11	-6	-8	2	-3	-3	0
Празеодим	-15	-12	-4	-6	-4	-15	-10	-7	-1	0
Неодим	-13	-10	-3	-6	-6	-13	-10	-6	0	0
Самарий	-16	-13	-10	-13	-6	-17	-13	-6	-3	0
Европий	-17	-17	-8	-8	-8	-17	-8	-8	0	0

Окончание табл. 3

Элемент	ОТВ_ИНТ2	ОТВ_БИО	ПОВ_ИНТ2	ПОВ_БИО	ПАР	РОЩА1	РОЩА2	РОЩА3	РОЩА4	РОЩА5
Гадолиний	-14	-14	-5	-13	-5	-14	-11	-5	0	0
Тербий	-18	-16	-10	-15	-10	-20	-11	-9	-2	0
Диспрозий	-20	-17	-11	-13	-9	-17	-11	-7	0	0
Гольмий	-15	-16	-11	-14	-9	-16	-7	-7	1	0
Эрбий	-21	-18	-15	-15	-9	-15	-9	-9	-6	0
Тулий	-19	-19	-16	-19	-11	-16	-14	-8	-3	0
Иттербий	-16	-16	-16	-12	-8	-16	-8	-4	-4	0
Лютеций	-18	-20	-15	-13	-13	-15	-13	-8	-5	0
Гафний	-15	-16	-3	-10	-7	-13	-10	7	-12	0
Тантал	14	2	16	8	13	-11	-3	22	-3	0
Вольфрам	-21	0	0	17	25	0	8	108	75	0
Таллий	-20	-16	-14	-16	-12	-16	-8	-6	-8	0
Свинец	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	0
Висмут	-20	-13	0	-20	20	-7	-13	-13	0	0
Торий	-17	-17	-9	-14	-10	-16	-9	0	0	0
Уран	-14	-9	0	-9	0	-9	-9	0	-5	0

лантанидов с глубиной. Особенно заметно это для элювиально-иллювиальных коэффициентов данных элементов (табл. 2, 3).

Заключение

Серые лесные почвы Брянского ополья отличаются от аналогов в других опольях более высоким содержанием кремния и меньшим полуторных окислов, меньшей контрастностью отдельных горизонтов по количеству железа, более высокими значениями содержания калия, но меньшими щелочных и щелочно-земельных металлов. Аналитический профиль близкой по составу почвы, классифицированной как серая лесостепная, приведен в работе Б.П. Ахтырцева [1]. В работе О.А. Макеева [5] представлены близкие по вещественному составу профили почв, расположенные в Стародубском и Трубчевском опольях. На основании слабой текстурной дифференциации автор считает неправомерным отнесение этих почв к серым лесным и предлагает относить их к дерновым, а почвы со вторым гумусовым горизонтом — к черноземовидным.

родных объектах. В последнее время наблюдается все возрастающий интерес к этим элементам [13].

Для геохимических целей часто используется нормированный по хондриту спектр лантанидов, что позволяет сравнивать разные породы. Может также представлять интерес нормирование по осадочным породам, поскольку помогает выявлять более тонкие особенности примесного состава. Нормирование на хондрит [2] показывает обогащение почв лантанидами и обнаруживает аномалии по содержанию тербия и лютеция, что совпадает с закономерностями, выявленными для почв, развитых на китайских лёссах [12].

Содержание редкоземельных элементов не обнаруживает каких-либо заметных отличий от усредненного спектра лантанидов осадочных пород. Вместе с тем обращает на себя внимание закономерное практически линейное увеличение количества

Хотя вопрос о классификации не является предметом данной статьи, отметим, что классификационное положение почв Брянского ополья требует уточнения.

Обработка серых лесных легкосуглинистых почв в течение более 25 лет приводит к изменению валового состава пахотного слоя. Это изменение выражается в первую очередь в увеличении содержания оксидов фосфора и кальция, что может быть связано с внесением минеральных удобрений и известкованием.

Содержание некоторых микроэлементов также претерпевает изменения, которые могут быть однозначно связаны с воздействием сельскохозяйственных обработок. Можно отметить накопление стронция и молибдена при любых обработках, накопление цинка и меди при отвальной обработке и их уменьшение в случае поверхностной обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахтырцев Б.П. Серые лесные почвы Центральной России. Воронеж, 1979.
 2. Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г. Справочник по геохимии. М., 1990.
 3. ГН 2.1.7.2041—06. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М., 2006.
 4. Кротов Д.Г., Самсонова В.П. Пространственная изменчивость гранулометрического состава агросерых почв

и агросерых со вторым гумусовым горизонтом // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2009. № 2.
 5. Макеев А.О. Поверхностные палеопочвы лёссовых водоразделов Русской равнины // Доклады по экологическому почвоведению. 2007. Вып. 4, № 3 (http://jess.msu.ru/index.php?option=com_scibibliography&Itemid=121).
 6. Мальцев В.Ф., Наумкин В.Н., Зверев В.А. Исследованиям в земледелии — системный подход // Земледелие. 1986. № 9.

7. *Панов В.И., Иванова А.Н., Донских И.Н.* Влияние приемов основной обработки почвы на свойства дерново-подзолистых почв и урожайность культур в севообороте // Изв. Санкт-Петерб. гос. аграр. ун-та. 2008. № 7.

8. *Полякова Н.В.* Валовой химический состав целинных и окультуренных серых лесных почв // Изменение почвенных процессов и факторов плодородия при земледельческом использовании почв. Горький, 1986.

9. *Роде А.А.* Подзолообразовательный процесс. М.; Л., 1937.

10. *Самсонова В.П.* Пространственная изменчивость почвенных свойств (на примере дерново-подзолистых почв). М., 2008.

11. *Цытрон Г.С., Матыченков Д.В.* Изменение валового химического состава дерново-подзолистых почв, развивающихся на лёссовидном суглинке, в процессе окультуривания // Почвы и их плодородие на рубеже столетий. Кн. 1. Теоретические и прикладные проблемы почвоведения. Минск, 2001.

12. *Чжан Шэн, Ван Юй-ци, Сун Цзин-син.* Закономерности распределения редкоземельных элементов в почвах Китая // Науч. докл. высшей школы. Биол. науки. 1990. № 12.

13. *Zhengyi Hu, Haneklaus S., Sparovek G., Schnug E.* Rare earth elements in soils // Communications in soil Sci. and plant analysis. 2006. Vol. 37. Iss. 9/10.

Поступила в редакцию
09.06.2009

DYNAMICS OF BULK COMPOSITION OF GRAY FOREST SOIL UNDER DIFFERENT TYPES OF SOIL TREATMENT

D.G. Krotov, V.P. Samsonova

Bulk composition of arable horizons of gray forest soil formed on loess under different types of soil treatment was studied. It was discovered that arable horizons of all treatments were enriched by phosphorus, calcium, strontium and molybdenum. Changes of zinc and cuprum contents were divergent.

Key words: bulk composition, soil treatment.

Сведения об авторах. **Кротов Дмитрий Геннадиевич**, канд. биол. наук, профессор Брянской государственной сельскохозяйственной академии. **Самсонова Вера Петровна**, докт. биол. наук, доцент каф. общего земледелия ф-та почвоведения МГУ.