

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ И ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭФФЕКТИВНОЕ ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

И. Ю. МИШИНА, А. Д. ФОКИН

(Кафедра почвоведения)

Значительное и разностороннее влияние органического вещества на биопродуктивность и свойства почвы известно давно. Многосторонний характер действия органического вещества объясняется прежде всего участием его в различных по своей природе биологических и физико-химических процессах, в формировании различных свойств почвы, а также исключительным разнообразием качественного состава. Органические вещества почвы в целом образуют набор всевозможных классов веществ индивидуальных соединений, различающихся по структурным компонентам, молекулярным массам, биологической и физико-химической активности, растворимости, связи с минеральными компонентами и многим другим показателям. При изучении плодородия почв важно выяснить роль отдельных органических соединений, их сочетаний, а также групп соединений в почвенных процессах. Исследования в данном направлении особенно актуальны, поскольку в последнее время обострилась проблема органического вещества, что связано с интенсивной дегумификацией пахотных почв.

Настоящая работа посвящена выяснению влияния на урожайность сельскохозяйственных культур растительных остатков на начальной

стадии разложения и собственно гумусовых веществ как двух «крайних» компонентов нормального цикла превращения органического вещества в почве.

Характеристика почв и схема опытов

Микрополевые и вегетационные опыты проводились на дерново-подзолистых почвах песчаного и тяжелосуглинистого механического состава и на оподзоленных черноземных среднесуглинистых почвах. Краткая агрохимическая характеристика этих почв, приведенная в табл. 1, свидетельствует о том, что выбранные объекты достаточно типичны по своим показателям.

Согласно схеме опытов (табл. 2), контролем служили исходная почва (1-й вариант) и исходная почва без растительных остатков (2-й

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв на опытных участках

Почва, расположение участка, угодье	Гумус по Тю-рингу, %	pH _{вод}	pH _{сод}	N, г	P ₂ O ₅ по Кирсанову	K ₂ O по Масловой
Опыт 1						
Дерново-подзолистая песчаная на древнеаллювиальных отложениях. Талдомский р-н, Московская обл. Многолетние травы 2-го года пользования	1,0	6,0	5,6	5,1	7,8	6,3
Опыт 2						
Дерново-слабopодзолистая песчаная на древнеаллювиальных отложениях. Молого-Шекснинское междуречье (Вологодская обл.). Залежь	1,2	4,7	4,0	4,3	9,9	5,7
Опыт 3						
Дерново-слабopодзолистая тяжелосуглинистая на покровном суглинке. Раменский р-н, Московская обл. Залежь	1,9	7,0	6,6	10,8	8,5	13,1
Опыт 4						
Чернозем оподзоленный среднесуглинистый на лессовидном суглинке. Орловская обл. Пашня	4,3	6,2	5,9	12,0	20,2*	18,9

* По методу Труога.

Таблица 2

Схема опыта и содержание органического вещества (т/га) в пахотном слое (0—20 см)

Вариант	Опыт 1			Опыт 2			Опыт 3			Опыт 4**		
	общ. орг. вещ.-во	гумус	растительные остатки	общ. орг. вещ.-во	гумус	растительные остатки	общ. орг. вещ.-во	гумус	растительные остатки	общ. орг. вещ.-во	гумус	растительные остатки
1	38	30	8	41,6	36	5,6	64	57	7,0	350	300	50
2	30	30	0*	36	36	0*	57	57	0*	300	300	0*
3	60	60	0*	60	60	0*	87	87	0*	430	430	0*
4	60	60	0*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	60	30	30	60	36	24	87	57	30	430	300	130
6	—	—	—	41,6	36	5,6	64	57	7,0	350	300	50

* Условно, так как полный отбор растительных остатков практически невозможен.

** Вегетационный опыт; содержание органического вещества — г/сосуд.

Характеристика почв и торфа, используемых для регулирования уровня гумусированности опытных участков

Почва	Гумус по Тюри-ну, %	pH _{вод}	pH _{сол}	N _{л. г}	P ₂ O ₅ по Кирсанову	K ₂ O по Масловой
Опыт 1						
Дерново-глеявая песчаная, естественный луг	3,2	5,1	4,3	9,4	7,3	5,7
Опыт 2						
Торф низинный, осушенный, сильно разложившийся	64*	6,4	5,9	2,1*	0,5*	0,11*
Опыт 3						
Дерново-глеявая песчаная, естественный луг	2,4	4,9	4,0	6,3	8,8	3,5
Опыт 4						
Пойменная дерновая среднесуглинистая	3,5	6,1	5,3	7,7	9,3	19
Опыт 5						
Чернозем оподзоленный среднесуглинистый, естественный луг	5,3	6,3	5,8	14,4	24,1*	20,7

* Потеря от прокаливания.

** Валовое содержание в %.

*** По методу Труога.

вариант). В других вариантах было искусственно увеличено содержание органических веществ в почве на 0,8—1,0 %: в 3-м варианте за счет добавления к исходной почве более гумусированной почвы без растительных остатков, которая по основным агрохимическим показателям близка к ней; в 4-м варианте в результате внесения низинного хорошо разложившегося торфа с высокой зольностью (36 %); в 5-м варианте за счет растительных остатков (корневых и пожнивных — смесь клевера и тимофеевки 2-го года пользования на начальной стадии разложения) в дозе 30 т/га. В 6-м варианте использовали минеральные удобрения 40N40P40K (нитроаммофоску), норма которых соответствовала в первом

Таблица 4

Урожайность ячменя и картофеля (ц/га)

Вариант	Опыт 1, ячмень, 1979	Опыт 2			Опыт 3				Опыт 4, ячмень, 1983
		картофель		ячмень, 1983	картофель		ячмень		
		1982	1983		1982	1983	1982	1983	
1	29±3	186±15	246±20	23±2	143±40	166±40	19±3	20±2	10,1±0,9*
2	24±2	107±30	128±15	13±2	121±26	126±12	18±2	16±1	5,2±1,5
3	27±3	148±36	184±13	20±3	201±30	217±18	20±3	19±2	4,9±1,0
4	21±2	—	—	—	—	—	—	—	—
5	44±4	258±25	387±26	39±5	244±31	295±15	33±2	33±2	16,0±1,0
6	—	185±18	225±40	14±2	212±25	215±20	22±4	22±2	10,2±0,9
P, %	3	3	3,5	3	3	3	3	2	1,9
HCP ₀₅	2	17	28	2	19	16	2	1,5	0,6

* Урожай в г/сосуд.

приближении запасам минеральных элементов в растительных остатках, поступающих в почву в дозах 5—8 т/га (1-й вариант).

Характеристика почв, используемых для повышения количества гумуса на опытных площадках в соответствующих вариантах, представлена в табл. 3. Они отличаются от почв опытных участков последних главным образом содержанием гумуса. Лишь в случае черноземных почв в условиях вегетационного опыта в 3-м варианте для регулирования уровня гумуса была взята другая почва, близкая по основным агрохимическим показателям к исходной, но содержащая на 1 % больше гумуса (менее выпаханый аналог).

На опытных участках в микрополевых опытах и в вегетационных сосудах Купермана на черноземных почвах выращивали ячмень. Натурные эксперименты включали также выращивание картофеля.

Повторность опытов 3-кратная. Опыт 1 проводили в 1979 г., опыты 2 и 3 — в 1982—1983, опыт 4 — в 1983 г.

Результаты исследований

Наиболее эффективным оказалось обогащение дерново-подзолистых и черноземных почв растительными остатками (30 т/га). В этом варианте по сравнению со 2-м, урожай ячменя и картофеля возросли в 2 раза (табл. 4). Однако столь экстремально высокие дозы растительных остатков практически исключены даже при использовании сидератов. Поэтому представляет интерес оценка эффективности обычных доз растительных остатков, порядка 5—8 т/га (1-й вариант). Так, прибавка урожая ячменя и картофеля на черноземах и легких дерново-подзолистых почвах при внесении растительных остатков в дозе 5—8 т/га гораздо больше, чем при обогащении почвы гумусовыми веществами в количестве 30 т/га (3-й вариант).

На тяжелоуглинистых дерново-подзолистых почвах действие растительных остатков (7 т/га) на урожай ячменя оказалось приблизительно таким же, как и в 3-м варианте. Только при выращивании на тяжелоуглинистых почвах картофеля действие прибавки гумуса было эффективнее действия низких доз растительных остатков. Однако и в этом случае наилучшие результаты получены при внесении в почву высоких доз растительных остатков, эквивалентных увеличению содержания гумусовых веществ.

На 2-й год исследования (ячмень выращивали после картофеля, а картофель — после ячменя) в опытах 2 и 3 (1983 г.) подтвердились результаты, полученные в 1-й год. Примененные в опытах добавки оказывали последствие, которое, однако, проявилось в разной степени. Согласно данным табл. 5, на фоне общего увеличения урожая картофеля на 2-й год опытов (что, вероятно, связано с благоприят-

Т а б л и ц а 6

Значения коэффициентов использования Ca и Zn (% от общего количества) из различных источников

Источник поступления	Почва			
	Дерново-подзолистая песчаная		Дерново-подзолистая тяжелоуглинистая	
	Zn	Ca	Zn	Ca
Растительные остатки клевера	17,3	18,9	12,5	13,5
Растительные остатки ячменя	9,8	8,4	8,6	5,1
ZnCO ₃	2,5	—	1,9	—
CaCO ₃	—	2,7	—	2,3
Ca ²⁺	—	3,4	—	2,8

Т а б л и ц а 5

Прирост урожая картофеля на 2-й год исследований по вариантам микрополевых опытов (% к урожаю 1-го года)

Вариант	Опыт 2	Опыт 3
1	32,3	16,0
2	20,6	4,1
3	24,3	8,0
4	50,0	20,9
6	21,6	1,4

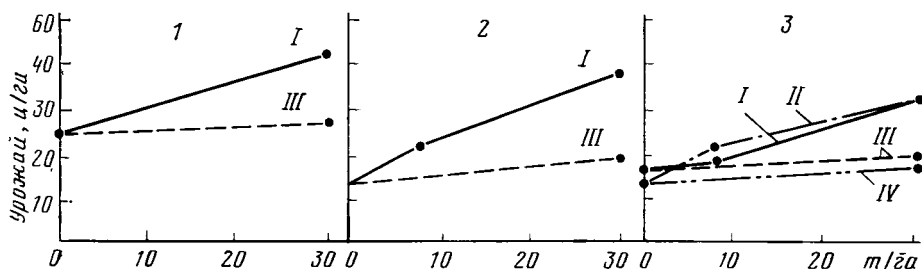


Рис. 1. Влияние растительных остатков и гумусовых веществ на урожайность ячменя.

I и *II* — при внесении растительных остатков соответственно в 1-й и 2-й годы опыта; *III* и *IV* — при увеличении массы гумусовых веществ соответственно в 1-й и 2-й годы опыта; *1*—*3* — соответственно номера опытов.

ными погодными условиями) растительные остатки в дозе 30 т/га были наиболее эффективны, последствие гумусовых веществ (30 т/га) значительно ниже, чем растительных остатков в количестве 5—8 т/га. На длительное последствие растительных остатков указывается в работах [7, 12].

Урожайность ячменя на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах (на 2-й год опыта) существенно не изменилась.

В целом полученные данные убедительно доказывают более высокую эффективность действия растительных остатков по сравнению с действием гумусовых веществ на урожайность ячменя и картофеля (рис. 1, 2).

Низкие дозы минеральных удобрений также оказались эффективнее, чем увеличение содержания в почве гумуса на 1 %.

Таким образом, «механическое» увеличение содержания в почве гумусовых веществ мало эффективно или вообще не оказывает положительного действия на урожай. В литературе [4—6, 11] тоже отмечается отсутствие положительного влияния различных источников обогащения почвы гумусом (низинных торфов и др.) на урожайность сельскохозяйственных культур. Наиболее эффективны, по-видимому, лишь те органические вещества, которые могут пройти в почве свойственный ей цикл минерализации — гумификации с освобождением макро- и микроэлементов.

В заключение остановимся на причинах повышенной эффективности действия растительных остатков на урожайность тех или иных культур.

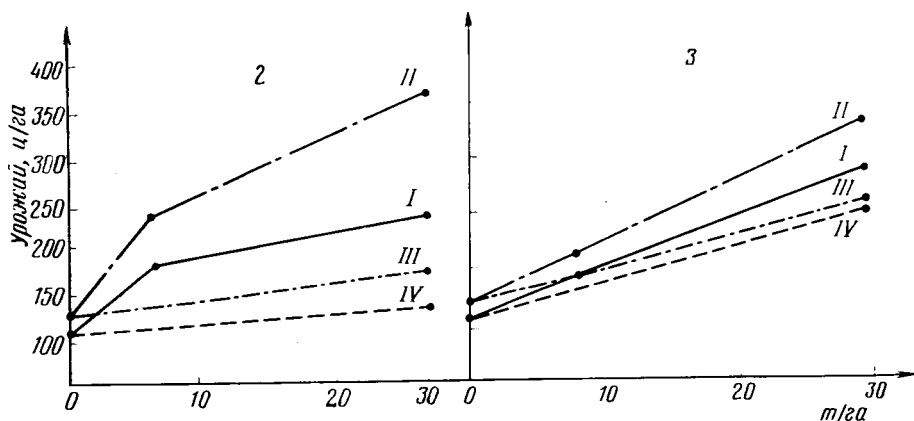


Рис. 2. Влияние растительных остатков и гумусовых веществ на урожайность картофеля.

Обозначения те же, что на рис. 1.

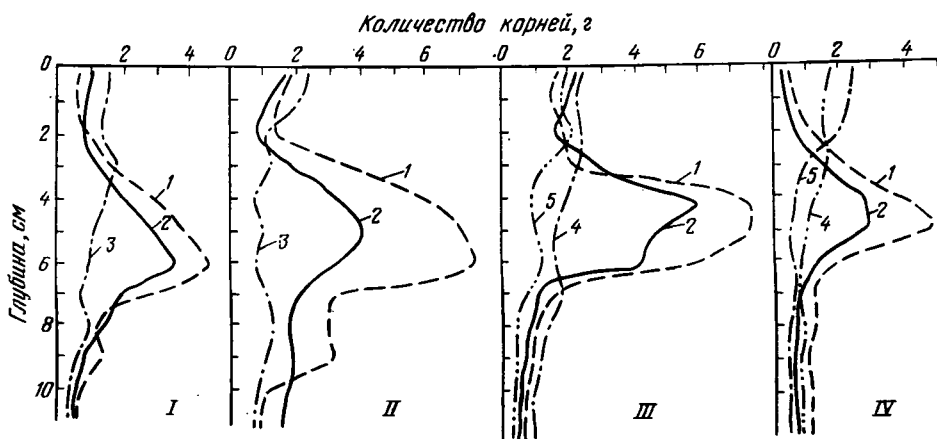


Рис. 3. Распределение корней в вегетационных сосудах по вариантам опыта.
1 и 2 — растительные остатки соответственно клевера и ячменя; 3 — $ZnCO_3$; 4 — $CaCO_3$; 5 — Ca^{2+} ;
I, IV — дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва; II, III — дерново-подзолистая песчаная почва.

В литературе [1, 2, 9, 10, 16] отмечается повышение урожайности сельскохозяйственных культур под действием растительных остатков.

Ранее были установлены [13—15] повышенные коэффициенты использования фосфора из растительных остатков. Предполагая, что это характерно и для ряда других макро- и микроэлементов, мы в условиях радиовегетационных опытов определяли коэффициенты использования Ca и Zn ячменем из пожнивно-корневых остатков клевера, зерновых и других источников. Меченую растительную массу и соответствующие растворы, тщательно перемешав с почвой, помещали на глубину 5—6 см от поверхности вегетационных сосудов.

Полученные данные (табл. 6) подтвердили наши предположения.

Активные корни вегетирующих растений были локализованы в зонах, содержащих отмершие растительные остатки (рис. 3). По-видимому, повышенное использование элементов минерального питания из растительных остатков связано не столько с их более высокой растворимостью и доступностью растениям, сколько с повышением концентрации активных корней в зонах, содержащих отмершие растительные остатки.

Таблица 7

Физические свойства почв в микрополевых опытах

Вариант	Опыт 2 (1983)				Опыт 3 (1983)			
	плотность	плотность твердой фазы	общая пористость, %	пористость аэрации ($V_a = 20,2\%$), %	плотность	плотность твердой фазы	общая пористость, %	пористость аэрации ($V_a = 28,5\%$), %
	г/см ³				г/см ³			
Ячмень								
1	1,01	2,52	59,9	39,5	1,24	2,59	52,1	16,8
2	1,21	2,59	53,3	28,9	1,34	2,64	50,8	12,6
3	1,24	2,47	49,8	24,8	1,31	2,67	50,9	13,6
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0,92	2,50	63,2	44,6	1,19	2,59	54,1	20,2
6	1,04	2,53	58,9	37,9	1,30	2,62	50,4	13,3
Картофель								
1	1,03	2,54	59,4	38,6	1,26	2,55	50,6	14,7
2	1,19	2,51	52,6	28,6	1,30	2,60	50,0	12,9
3	1,22	2,50	51,2	26,6	1,32	2,63	49,8	12,2
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	1,00	2,55	60,8	40,6	1,18	2,51	53,0	19,4
6	1,15	2,52	54,4	31,2	1,28	2,58	50,4	13,9

Кроме того, растительные остатки способствуют улучшению ряда физических свойств почвы. Наши исследования (табл. 7) подтверждают мнение о том, что растительные остатки, разрыхляя почву, способствуют улучшению аэрации, а, следовательно, водно-воздушного режима и других свойств почвы [8].

Работами других авторов [3] установлено, что в зонах отмерших растительных остатков корни живых растений находят не только полноценную, сбалансированную по элементам минерального питания пищу, но и среду с повышенной микробиологической активностью, обеспечивающую их продуктами микробного и грибного синтеза.

Таким образом, действие растительных остатков, как и собственно гумусовых веществ, имеет комплексный характер и заслуживает дальнейшего пристального внимания и изучения.

Выводы

1. Внесение растительных остатков клевера и тимофеевки (30 т/га) в дерново-подзолистые и черноземные почвы оказалось наиболее эффективным. Урожай ячменя и картофеля в этом варианте был значительно выше, чем при внесении эквивалентного количества гумусовых веществ, и в два с лишним раза больше, чем в варианте без растительных остатков.

2. В большинстве случаев при внесении растительных остатков в дозе 5—8 т/га урожайность ячменя и картофеля повышалась сильнее, чем в варианте с гумусовыми веществами в дозе 30 т/га.

3. Двухлетние опыты на дерново-подзолистых почвах показали, что и последствие растительных остатков в дозах 5—8 и 30 т/га гораздо больше, чем гумусовых веществ.

4. При увеличении содержания в дерново-подзолистых и черноземных почвах гумуса на 1 % урожайность ячменя и картофеля возрастала менее значительно, чем в варианте с минеральными удобрениями.

5. Повышенное использование макро- и микроэлементов из пожнивных корневых остатков вегетирующими растениями связано с локализацией живых корней в зонах, содержащих отмершие растительные остатки.

6. Растительные остатки существенно улучшают физические свойства почвы, повышают ее биологическую активность, оказывая комплексное влияние на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакун А. И., Любинецкий Н. Н., Панасюк Я. Я. Эффективность азота растительных остатков клевера в паровом звене севооборота на легких почвах полей УССР. — *Агрохимия*, 1979, № 1, с. 31—36. — 2. Василенко М. Г. Корневые остатки в поукосных посевах — источник биологического азота в почве. — *Агрохимия*, 1976, № 4, с. 28—31. — 3. Голловко Э. А., Логвинова М. М. Влияние растительных остатков на биологические свойства почвы. — В кн.: *Хим. взаимодействие растений*. Киев: Наукова думка, 1981, с. 123—135. — 4. Добровольская Н. Ф. Влияние торфа и совместного внесения торфа и минеральных удобрений на урожай картофеля на выщелоченном черноземе Кемеровской области. — В кн.: *Вопр. применения удобрений*. Новосибирск: Новосиб. СХИ, 1970, с. 98—105. — 5. Ильин С. С. Влияние торфяных удобрений на плодородие почв и урожай. — В сб.: *Удобрения и гербициды*. Сб. IV. Казань: Каз. гос. пед. ин-т, 1968, с. 171—190. — 6. Капустенко В. И. К вопросу применения торфо-минеральных смесей и компостов на пойменных почвах и минеральных удобрений на осушенном торфянике под овощные культуры в совхозе «Обской» Новосибирской области. — В сб.: *Вопр. применения удобрений в Зап. Сибири*. Новосибирск; Новосиб. СХИ, 1970, с. 118—125. — 7. Кенлейн И., Феттер Х. Поживные остатки важнейших культурных растений. — *Сельск. хоз-во за рубежом*, 1957, № 10, с. 94—96. — 8. Сидоров И. С. Влияние растительных остатков на плодородие почвы. — *Вестн. с.-х. науки*, 1958, № 8, с. 40—47. — 9. Суков А. А. Имобилизация и использование азота минеральных удобрений при внесении с растительными остатками. — *Агрохимия*, 1975, № 5, с. 13—15. — 10. Суков А. А. Усвоение растениями, закрепление в почве и потери азота растительных остатков. — *Агрохимия*, 1979, № 6, с. 12—17. — 11. Феттер Х. Влияние поживных остатков на плодородие почвы. — *Сельск. хоз-во*

за рубежом, 1957, № 10, с. 88—94. — 12. Фокин А. Д., Черникова И. Л., Ибрагимов К. Ш., Сюняев Х. Х. Роль растительных остатков в обеспечении растений зольными элементами на подзолистых почвах. — Почвоведение, 1979, № 6, с. 53. — 13. Фокин А. Д., Черникова И. Л., Черняков Н. Е. Использование фосфора из растительных остатков и минеральных удобрений в некоторых звеньях севооборота. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 3, с. 69—75. — 14. Фокин А. Д., Черникова И. Л. Изуче-

ние роли различных источников фосфора в питании некоторых сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах. — В сб.: Научн. основы и практические приемы повышения плодородия почв Южного Урала и Поволжья. Уфа, 1982, с. 163—164. — 15. Черепков Н. И. Об усвоении растениями азота из различных источников. — Агрохимия, 1969, № 2, с. 11—17.

Статья поступила 13 января 1984 г.

SUMMARY

Under conditions of microfield and vegetation experiments soil enrichment with plant residues at the rate of 5—8 and 30 t/ha resulted in considerable increase in barley and potato yields. Application of humus substances in soddy podzolic and chernozem soil was of little effectiveness.

Aftereffect of plant residues was much more considerable than that of humus substances in the soil.

Plant residues exert complex influence on soil fertility and farm crops yielding capacity, considerably improving soil physical properties and biologic activity. Roots of living plants localized in the zones of dead plant residues absorb higher amount of macro- and micro-elements.