

РАЗЛОЖЕНИЕ СОЛОМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Б. П. БОИНЧАН, А. Д. ФОКИН, А. М. ЛЫКОВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела и кафедра почвоведения)

Органическое вещество, его содержание в почве и качественный состав во многом определяют агрономические свойства и плодородие почв. В настоящее время в результате сельскохозяйственного использования в почвах резко снизилось содержание гумуса. В связи с этим возникает необходимость найти пути регулирования содержания и прежде всего накопления органического вещества в почве.

Известно, что накопление гумусовых веществ определяется не только количеством поступающего в почву органического вещества и типом почвы, но и временем его поступления, дозой, характером распределения в пахотном горизонте и другими факторами [8, 11, 12]. Поскольку некоторые из перечисленных факторов могут регулироваться в полевых условиях, важно найти агротехнические приемы, способствующие накоплению в почве гумусовых веществ.

В связи с увеличением удельного веса зерновых культур в севообороте встает вопрос об использовании соломы в качестве органического удобрения [1—3, 8, 10].

Однако дозы и глубина заделки соломы обоснованы недостаточно с точки зрения их эффективного закрепления в виде органического вещества в почве.

Большинство исследователей считают, что внесение соломы (с компенсирующими дозами азота или без них) способствует повышению содержания гумуса [8]. Однако важно знать эффективность процесса гумификации, его количественные параметры в зависимости от доз

соломы и способов ее внесения. Одним из важнейших показателей при этом является коэффициент гумификации (K_r), который представляет собой долю (или процент) углерода органических остатков, включившегося в гумусовые вещества почвы при полном разложении [12]. Приводимые в литературе значения K_r [4—7], по мнению М. М. Кононовой, завышены. Поэтому важно установить значения данного показателя для органических остатков при разных агротехнических приемах возделывания растений.

В настоящей работе сделана попытка установить влияние доз соломы и глубины заделки на скорость ее минерализации и размеры включения продуктов разложения в гумусовые вещества в суглинистых дерново-подзолистых почвах. Полученные данные предполагается использовать для практических рекомендаций по выбору доз и способов оптимального распределения растительных остатков в пахотном горизонте, способствующих накоплению гумусовых веществ.

Объекты и методы исследования

Эксперимент проводили в полевых условиях в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области на микроплощадках размером 20×20 см, изолированных полиэтиленовой пленкой.

В 1-м варианте изучалась пахотная дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая почва, во 2-м — на том же поле пахотный горизонт был заменен дерновым горизонтом целинной дерново-слабоподзолистой почвы под луговой растительностью. В 3-м варианте пахотный горизонт был заменен дерновым горизонтом дерново-подзолистой почвы под лесной растительностью. Таким образом, разные варианты представляли дерново-подзолистые суглинистые почвы различной степени окультуренности, несколько различающиеся по основным агрохимическим показателям (таблица). На всех площадках мощность горизонта была равна 30 см.

Луговая дерново-слабоподзолистая почва отличалась от других почв повышенной кислотностью. В целях выравнивания вариантов все почвы были произвесткованы до закладки опыта по двойной гидролитической кислотности. Повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия, а также азота в целинных почвах по сравнению с окультуренной объясняется способом отбора проб почв, при котором в образце попадали корневые остатки и биофильные элементы.

Солому ячменя перемешивали с почвой и укладывали на глубину 0—10; 10—20 и 20—30 см. Солому totallyно метили изотопом углерода ^{14}C фотосинтетическим способом. Ячмень выращивали в герметической камере, в атмосферу которой вводился $^{14}CO_2$. Подробнее методика получения меченых органических остатков и их характеристика даны в работе [11].

Солому вносили в дозах из расчета 0,63, 1,25; 1,88 и 3,75 т воздушно-сухого вещества на 1 га. Все варианты опыта были заложены 1 сентября 1979 г. Микроплощадки поддерживались постоянно в чистом виде.

Для определения общей минерализации органических остатков отбирали стандартные пробы из зоны локализации соломы и измеряли относительную активность их на торцовом счетчике Гейгера — Мюллера Т-25 БФЛ. Такие измерения могли быть проведены только до начала вегетации 1980 г., так как в дальнейшем ввиду больших потерь за счет минерализации необходимо было использовать более точный метод — метод жидкостного сцинтилляционного счета на радиометре Марк II фирмы Nuclear Chichago с предварительным сжиганием органических остатков почвы и улавливанием образующейся меченой CO_2 на «Oxymate» (французская фирма Inter-technique).

Агрохимическая характеристика почв

Варианты	$pH_{вод}$	$pH_{сол}$	$C_{общ}$ %	$N_{общ}$ %	C:N	Подв. формы по Кирсанову		H_r	$H_{об}$
						P_2O_5	K_2O		
						мг/кг почвы		мг экв./100 г почвы	
1. Пахотная дерново-слабоподзолистая	6,56	5,31	0,87	0,095	9,16	51,5	89,0	2,62	0,08
2. Луговая дерново-слабоподзолистая	5,65	4,82	2,76	0,295	9,36	233,2	99,0	5,37	0,18
3. Лесная дерново-слабоподзолистая	6,04	5,23	3,13	—	—	486,4	147,0	4,14	0,11

Наблюдения за включением продуктов разложения в гумусовые вещества были начаты с весны 1980 г., т. е. спустя 8 мес после закладки опыта. Для этой цели образцы почвы из зоны локализации высушивали, растирали, отбирали корни и видимые растительные остатки, затем экстрагировали из почвы гумусовые вещества до отрицательной реакции на активность. Переходящие в экстракт меченые новообразованные гумусовые вещества определяли методом жидкостного сцинтилляционного счета.

Следует отметить, что поскольку щелочная пирофосфатная вытяжка может извлекать из органических остатков вещества не только гумусовой природы, данные о включении продуктов разложения в гумусовые

вещества могут оказаться несколько завышенными. В то же время это завышение может компенсироваться за счет тех неучитываемых гумусовых веществ, которые сорбируются и механически удерживаются растительными остатками, отобранными вручную. Все эти факторы, влияющие на точность результатов, имеют значение на начальных этапах эксперимента, когда в системе меченых органических остатков, за которыми ведется наблюдение, присутствуют вещества, в различной степени гумифицированные. Данные по кинетике разложения [12] показывают, что при выходе кинетических кривых на плато в системе преобладают гумусовые вещества, а всякого рода мешающие факторы существенной роли не играют.

Результаты и их обсуждение

Интенсивность минерализации соломы и включение продуктов разложения в гумусовые вещества на различных исследуемых почвах показана на рис. 1—3. Наиболее интенсивно разложение органических

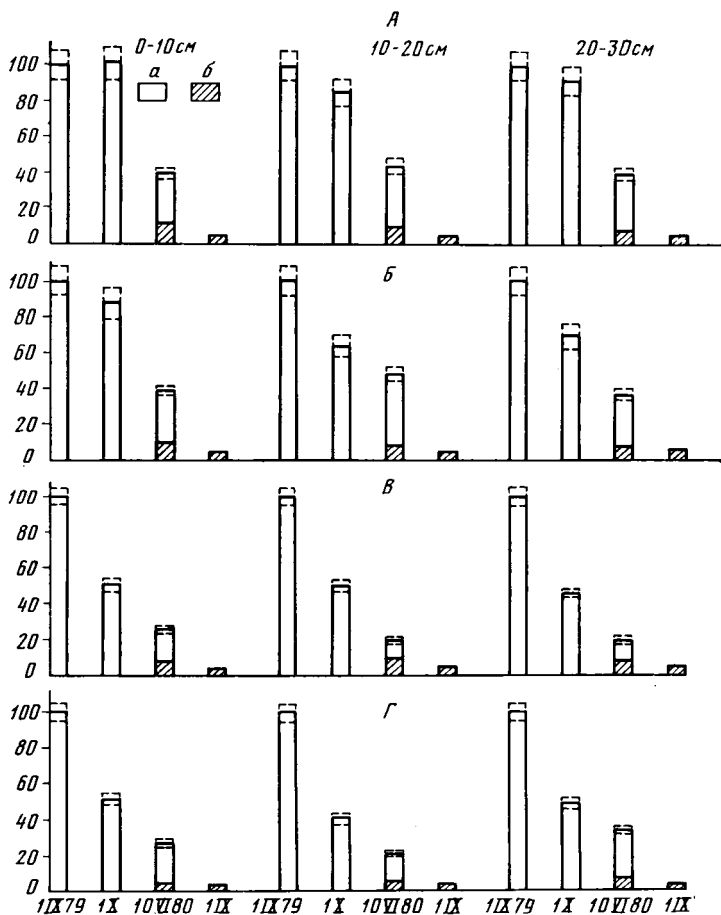


Рис. 1. Кинетика минерализации и включения продуктов разложения соломы в гумусовые вещества при различных ее дозах и глубине заделки в пахотном слое дерново-слабоподзолистой почвы.

А — доза соломы 0,63 т/га; Б — 1,25; В — 1,88; Г — 3,75 т/га; а — общее количество ¹⁴С в образце, % от внесенного; б — ¹⁴С, включившийся в гумусовые вещества, % от внесенного.

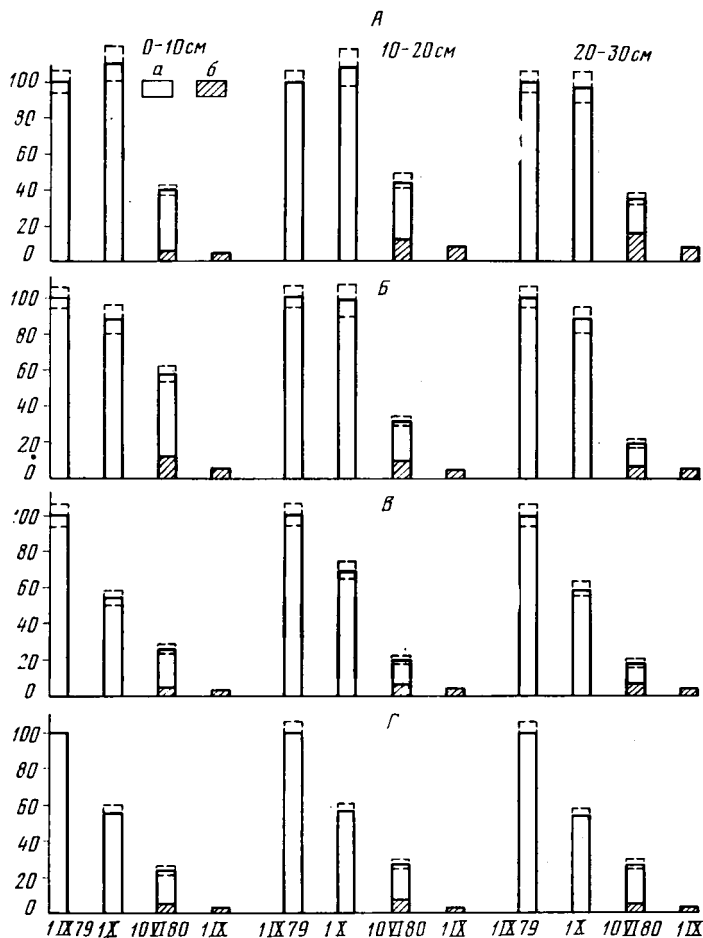


Рис. 2. Кинетика минерализации и включения продуктов разложения соломы в гумусовые вещества при различных ее дозах и глубине заделки в луговой дерново-слабоподзолистой почве.

Обозначения те же, что на рис. 1.

остатков протекало в первый месяц после их поступления в почву (сентябрь) при внесении их в дозе 1,88 т/га и более высокой. При снижении доз до 0,63 и 1,25 т/га минерализация заметно ослаблялась, что, вероятно, связано с невысокой микробиологической активностью из-за недостатка энергетического материала. На рис. 4 представлены данные об относительном количестве минерализованного вещества за осенне-весенний период и включения ^{14}C растительных остатков в гумусовые вещества за тот же период, а также за год в зависимости от глубины заделки соломы.

Как видно из рисунков, в осенне-весенний период, непосредственно после внесения органических остатков в почву, скорость их разложения и включение разложившихся остатков в гумусовые вещества хотя и зависели от характера локализации органических остатков, но в разных вариантах опыта и на разных почвах это проявлялось неодинаково и в большинстве случаев не очень сильно. Можно предположить, что отсутствие четкой зависимости интенсивности разложения и гумификации остатков от их размещения по глубине связано со значительным пространственным варьированием факторов, определяющих интенсивность микробиологической деятельности, прежде всего температуры и осо-

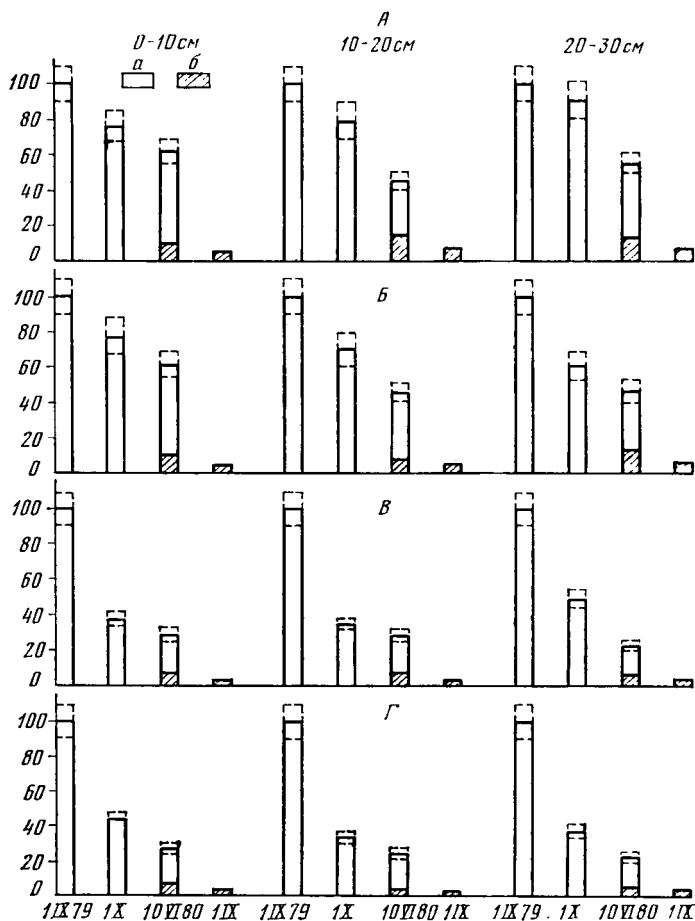


Рис. 3. Кинетика минерализации и включения продуктов разложения соломы в гумусовые вещества при различных ее дозах и глубине заделки в лесной дерново-слабоподзолистой почве.

Обозначения те же, что на рис. 1.

бенно влажности. В большинстве случаев различия значений рассматриваемых параметров в зависимости от глубины заделки растительного материала по вариантам не превышали 20—30 %, что соответствует пространственному варьированию свойств почвы.

Таким образом, полученные данные позволяют считать, что на начальных этапах разложения растительных остатков в осенне-весенний период интенсивность минерализации и включения продуктов разложения в гумусовые вещества не очень существенна и неоднозначно зависит от глубины размещения органических остатков в пределах пахотного горизонта.

За летний период произошло значительное снижение (в 2—3 раза) содержания меченого углерода растительных остатков, включившегося в гумусовые вещества на начальных фазах разложения. Это свидетельствует о том, что образующиеся первичные продукты гумификации в условиях повышенной микробиологической активности в летний период в значительной степени подвергаются минерализации. Поскольку «молодые» гумусовые вещества более интенсивно минерализовались в верхних слоях почвы, к концу лета, т. е. через год после внесения раститель-

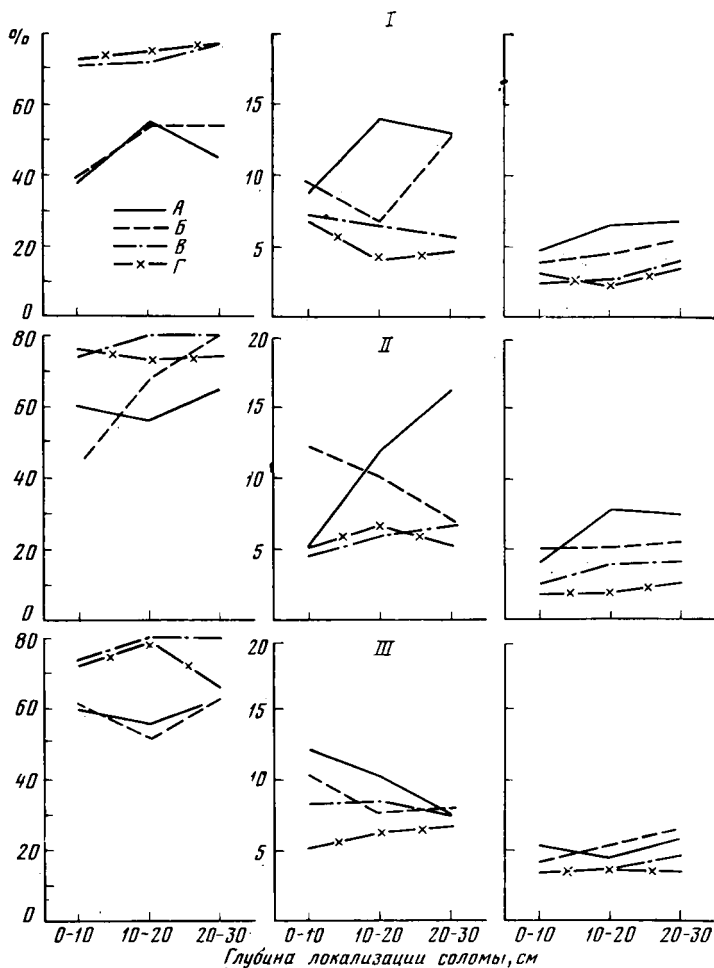


Рис. 4. Влияние доз и способов заделки на минерализацию за 8 мес (слева), гумификацию соломы ячменя за 8 (в середине) и за 12 мес (справа).

I—пахотная дерново-слабоподзолистая почва; II—луговая дерново-слабоподзолистая почва; III—лесная дерново-слабоподзолистая почва. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

ного материала, общее количество новообразованных гумусовых веществ возрастало с глубиной. Однако, судя по полученным данным, это возрастание связано не с более интенсивными процессами включения продуктов разложения в гумусовые вещества в нижних слоях пахотного горизонта, а с более медленной минерализацией и обновлением гумуса на глубине 20—30 см, чем в поверхностном слое. Следует также отметить, что в большинстве случаев различия во включении ^{14}C в гумусовые вещества по глубине через год после внесения не очень существенные, однако во всех почвах и почти при всех дозах растительных остатков намечается четко выраженная тенденция увеличения содержания ^{14}C в составе гумусовых веществ с глубиной.

Характерно, что размеры включения ^{14}C в гумусовые вещества, которые можно рассматривать как коэффициент гумификации, при всех сроках наблюдения не превышали 15%, а через год после внесения — 7% общего количества углерода в разлагающемся материале. В большинстве же случаев через год после внесения включение продуктов разложения в гумусовые вещества не превышало 4—5%. Эти числа, по-ви-

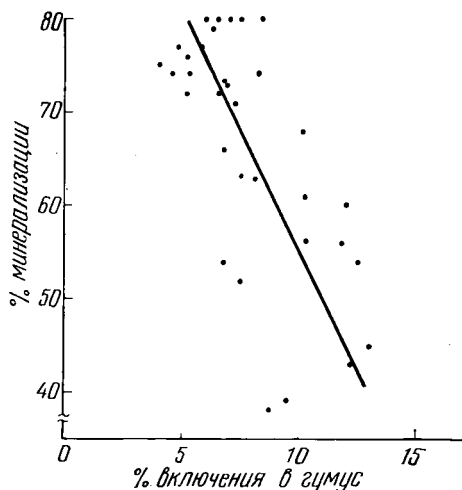


Рис. 5. Зависимость между скоростью минерализации растительных остатков и включением продуктов разложения в гумусовые вещества.

Зависимость относительных размеров включения в гумусовые вещества от дозы растительных остатков проявляется и при годовых сроках их трансформации: они везде были в 1,5—2 раза выше при дозах более низких (до 1,25 т/га).

Таким образом, исследования показали, что более высокий относительный «выход» гумусовых веществ в пахотных дерново-подзолистых почвах был при дозах соломы менее 1,2—1,5 т/га. Увеличение доз приводит к снижению коэффициентов гумификации. Возможно, при повышенных дозах соломы целесообразно более равномерно распределять ее в пахотном горизонте, поскольку глубина заделки не оказывает существенного влияния на коэффициент гумификации, а основным фактором является, судя по полученным данным, соотношение соломы и минеральной части почвы. Если сделать пересчет принятых доз и мощности слоев, в которые была внесена меченая солома, то получим, что при равномерном смешении соломы в пахотном слое мощностью 20 см ее дозы можно увеличить до 2,5—5 т/га.

Выводы

1. На начальных стадиях разложения соломы в почве (первые месяцы) скорость минерализации и эффективность гумификации в пределах пахотного слоя мало и неоднозначно зависят от глубины внесения растительного материала и от степени окультуренности исследуемых почв. Через год компостирования проявляется заметная тенденция увеличения содержания ^{14}C в составе гумусовых веществ с глубиной заделки растительных остатков.

2. Максимальное включение продуктов разложения соломы в гумусовые вещества (15—16 %) отмечено в период осенне-весеннего разложения (средние его значения около 7—8 %). Однако включившиеся в гумусовые вещества органические фрагменты за летний период в значительной степени минерализуются, и в среднем включение ^{14}C в гумусовые вещества за год разложения составляло 4—5 %, что, по-видимому, наиболее близко к реальным значениям коэффициентов гумификации соломы в пахотных суглинистых дерново-подзолистых почвах.

3. Наиболее четкое влияние на минерализацию и гумификацию соломы оказывает доза вносимого материала. При дозах до 1,25 т/га и заделке соломы в 10-сантиметровом слое получается наибольший выход гумусовых веществ при замедленной минерализации. При возрастании дозы соломы до 1,88 т/га в этом же слое относительный выход гумусовых веществ значительно уменьшается.

4. Отмечена четкая обратная зависимость для всех почв, доз и глубин заделки между скоростью разложения и коэффициентом гумификации растительных остатков.

5. В целях оптимизации гумусового режима пахотных дерново-подзолистых почв можно рекомендовать при заделке соломы в верхний десятисантиметровый слой почвы ее дозу не выше 1,2—2,5 т/га. При смешении соломы во всем пахотном слое мощностью 20 см дозы можно увеличивать до 2,5—5 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верниченко Л. Ю., Мишустин Е. Н. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур. — В кн.: Использование соломы как органического удобрения. М., 1980, с. 3—33. — 2. Доспехов Б. А., Васильева Д. В., Усманов Р. Р. Действие систематического применения соломы на плодородие дерново-подзолистой почвы при разных системах ее обработки. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 3, с. 25—33. — 3. Доспехов Б. А., Кузякина Т. И., Лапыгина В. А. Действие соломы на урожай зерновых культур и картофеля при разных системах обработки почвы в севообороте. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 3, с. 33—40. — 4. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 5. Кононова М. М. Процессы превращения органического вещества и их связь с плодородием почвы. — Почвоведение, 1968, № 8, с. 17—26. — 6. Кононова М. М. Формирование гумуса в почве и его разложение. — В кн.: Успехи микробиологии. М., 1976, № 11, с. 134—151. — 7. Кононова М. М., Мишустин Е. Н., Штина Э. А. Микроорганизмы и трансформация органического вещества почвы (Итоги и задачи исследований). — Почвоведение, 1972, № 3, с. 95—105. — 8. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. / Пер. с нем. А. Н. Кулюкина. М.: Колос, 1972. — 9. Лыков А. М. Основные итоги исследований по проблеме органического вещества дерново-подзолистой почвы в интенсивном земледелии. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 2, с. 8—20. — 10. Мишустин Е. Н., Верниченко Л. Ю., Миллер Ю. М. Влияние соломы на источники азотного питания сельскохозяйственных культур. — Изв. АН СССР, Сер. биол., 1977, № 2, с. 176—185. — 11. Фокин А. Д. Исследование процессов трансформации взаимодействия и переноса органических веществ, железа и фосфора в подзолистой почве. — Автореф. докт. дис. М., 1975. — 12. Фокин А. Д. Динамическая характеристика гумусового профиля подзолистой почвы. — Изв. ТСХА, вып. 4, 1975, с. 80—89. — 13. Jenkinson D. S. — Soil Sci., 1971, N 1, p. 64—70.

Статья поступила 15 октября 1981 г.

SUMMARY

The aim of the work is to find how the straw doses and the depth of its covering affect the rate of its mineralization and the incorporation of decomposition products into humic substances on soddy-podzolic loams. The data obtained make the grounds for practical recommendation on choosing the doses and ways of optimal distribution of plant residues which encourage the accumulation of humic substances in the arable layer.