

УДК 631.417.1:631.811:631.51.012'013

**ГУМУСОВЫЙ БАЛАНС
ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ
И УРОЖАИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ
РАЗНОГЛУБИННОЙ ОБРАБОТКИ
И УДОБРЕНИЙ**

А. М. ЛЫКОВ, В. В. ГРИЦЕНКО, С. М. ВЬЮГИН
(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Радикальное повышение плодородия дерново-подзолистых почв является основным условием интенсификации земледелия Нечерноземья, поскольку только на хорошо окультуренных почвах можно эффективно применять большие дозы удобрений и современные способы обработки, обеспечивать высокую продуктивность специализированных севооборотов.

Установление обоснованного баланса органического вещества в пахотных дерново-подзолистых почвах невозможно без точной количественной характеристики роли основных факторов земледелия — растений, удобрений и обработки — в превращении органического вещества почвы. Если влияние растений, возделываемых в севообороте или бесчленно, а также органических и минеральных удобрений на динамику гумуса изучено достаточно, то этого нельзя сказать об обработке почвы. Имеющиеся в литературе данные чаще всего могут быть приняты лишь как весьма ориентировочные, а констатируемые исследователями факты в большинстве случаев не подкрепляются научной аргументацией. Это не соответствует той большой роли обработки почвы, традиционно считающейся одним из важных факторов гумусового баланса.

В настоящей работе с помощью условного показателя «фактора минерализации» мы попытались оценить действие разноглубинных приемов основной обработки и удобрений на направленность процессов минерализации — гумификации органического вещества дерново-подзолистой почвы [1, 6].

Методика

Работа проводилась в длительном стационарном опыте по окультуриванию старопахотных земель, заложенном В. В. Гриценко и В. Е. Егоровым на Опытной станции полеводства Тимирязевской академии в 1955 г.

Почва легкосуглинистая дерново-подзолистая старопахотная. Пахотный слой мощностью 22—25 см — песчанисто-пылеватый суглинок, содержание гумуса по И. В. Тюрину [2] 1,43 %. Мощность подзолистого горизонта 15 см. В опыте изучается действие разных способов обработки и удобрений на уровень урожайности культур в севообороте и плодородие почвы. Заложен он методом расщепленных делянок учетной площадью 100 м², повторность 3-кратная. Варианты обработок следующие: 1 — вспашка на 25 см; 2 — трехслойная вспашка на 40 см (один раз в ротацию плугом В. Б. Мосолова). На этом фоне сравниваются варианты: без удобрений и 30 т навоза + 100N75P100K (в дальнейшем изложении навоз + NPK). Остальные приемы агротехники полевых культур применялись согласно принятым рекомендациям для данной зоны.

Содержание углерода в почве определяли по И. В. Тюрину, азот нитратов — колориметрически в 0,05 % вытяжке K₂SO₄. О потенциальной биологической активности почвы судили по выделению ею CO₂ и поглощению O₂ при манометрирова-

нии почвы в приборе Варбурга [5]. При учете микрофлоры пользовались стерильными образцами почвы. Учитывали следующие физиологические группы микроорганизмов: гнилостные бактерии на мясо-пептонном агаре (МПА), споровые бактерии на смеси мясо-пептонного агара и сусло-агара (МПА+СА), микроорганизмы на крахмало-аммиачном агаре (КАА), грибы на подкисленном сусло-агаре (СА). Данные по урожайности полевых культур обработаны методом дисперсионного анализа [3].

Для определения влияния обработки на баланс органического вещества дерново-подзолистой почвы мы применили разработанную нами методику, сущность которой сводится к следующему: фактическое содержание гумуса сопоставляется с теоретически минимальным количеством гумуса, минерализация которого может покрыть вынос азота с урожаем культуры [1, 6]. Их отношение и названо нами «фактором минерализации». Одновременно учитывали возможное количество новообразованного гумуса исходя из наличия растительных остатков, определенных по уравнениям регрессии [4] и изогумусовым коэффициентам.

Фактор минерализации показывает, насколько производительно расходуется гумусовый фонд почвы. Уменьшение его значения свидетельствует о более рациональном использовании органического вещества при той или иной обработке почвы.

Результаты исследований

Исследования показали, что изучаемые в длительном опыте способы обработки и применяемые удобрения оказывают значительное влияние на абсолютные запасы органического вещества (табл. 1).

Трехслойная вспашка по сравнению с обычной (на 25 см) способствовала увеличению содержания гумуса в слое 0—40 см на 11,1 %, а в слое 20—40 см — на 40,3 %. Наоборот, в слое 0—20 см оно в этом варианте оказалось несколько ниже (на 3,3 %), что связано с перемещением и перемешиванием почвенных слоев при глубокой обработке.

Длительное совместное применение органических и минеральных

Т а б л и ц а 1

Содержание и абсолютные запасы органического вещества в почве длительного опыта в 1977 г.

Варианты удобрения	Содержание гумуса (С), %		Абсолютные запасы гумуса, т/га			С, % к его запасам в варианте со вспашкой без удобрений на 15 см		
	слой, см							
	0—20	20—40	0—20	20—40	0—40	0—20	20—40	0—40
Вспашка на 25 см								
Без удобрений	1,34	0,59	36,80	18,00	54,88	100,0	100,0	100,0
Навоз + NPK	1,50	0,67	41,40	20,64	62,04	112,5	114,7	113,2
Трехслойная вспашка на 40 см								
Без удобрений	1,29	0,82	35,60	25,26	60,86	96,7	140,3	111,1
Навоз + NPK	1,53	0,98	42,23	30,18	72,41	114,8	167,7	132,1

Динамика органического вещества (С, кг/га) дерново-подзолистой почвы
(в среднем за 1957—1977 гг.)

Вариант удобрения	Ежегодная минерализация гумуса почвы (расчет по выносу азота урожаем)	Фактическая динамика гумуса	Новообразование гумусовых веществ	Суммарная минерализация гумусовых веществ	Фактор минерализации
Вспашка на 25 см					
Без удобрений	693	—217	725	942	1,36
Навоз + NPK	523	+200	873	673	1,28
Трехслойная вспашка на 40 см					
Без удобрений	843	—326	845	1171	1,39
Навоз + NPK	642	+276	1070	794	1,24

удобрений определило увеличение гумусированности почвы: в вариантах со вспашкой на 25 см и трехслойной обработкой на 40 см содержание органического вещества в слое почвы 0—20 см повысилось соответственно на 12,5 и 14,8 %, в слое 20—40 см — на 14,7 и 67,7 %.

Таким образом, в подпахотном слое при трехслойной вспашке идет накопление органического вещества. В этом слое относительно сильнее, чем в подпахотном, выражены процессы гумификации органических остатков, поскольку гумифицированных остатков здесь больше, чем живых корней растений. В пахотном слое, наоборот, неразложившихся растительных остатков в несколько раз больше, чем гумифицированных, поэтому преобладают процессы минерализации.

Из табл. 2 видно, что уровень фактора минерализации в значительной мере соответствует уровню гумусированности дерново-подзолистой почвы в разных вариантах обработки. Так, в слое 0—20 см в рассматриваемых вариантах содержалось примерно одинаковое количество гумуса и значения фактора минерализации также оказались примерно одинаковыми (1,36 и 1,39). Наоборот, при внесении удобрений последние снизились соответственно до 1,28 и 1,24, что указывает на более рациональное использование органического вещества почвы полевыми культурами в этом варианте.

Анализ табл. 2 позволяет утверждать, что ежегодные абсолютные размеры баланса гумуса почвы возрастают по мере повышения плодородия и окультуривания почвы. Более гумусированные почвы, следовательно, для поддержания бездефицитного баланса гумуса нуждаются в большем ежегодном поступлении в почву органического вещества.

Гумусированность почвы в изучаемых вариантах соответствует биологической активности и содержанию форм азотистых соединений. Так, манометрирование почвы показало, что при трехслойной вспашке более гумусированная почва слоя 0—20 см «дышит» значительно интенсивнее, чем подпахотный слой этого же варианта, а также пахотный и подпахотный слои в варианте со вспашкой на 25 см (табл. 3).

Значение дыхательного коэффициента почвы при глубокой обработке несколько иное, чем при менее глубокой обработке, что может быть связано с некоторым изменением природы «дыхания» почвы. Длительное систематическое применение минеральных удобрений существенным образом сказывается на интенсивности газообмена. Применение удобрений увеличивало продуцирование почвой углекислого газа и поглощение кислорода. Максимум интенсивности дыхания отмечен по трехслойной вспашке на удобренном фоне. Условия азотного питания растений в соответствующих вариантах обработки были примерно

Таблица 3

Биологическая активность дерново-подзолистой почвы
(среднее из 9 определений за 1975—1977 гг.)

Вариант удобрения	Продукцирование поч- вой CO ₂ , мкл.г/ч		Поглощение почвой O ₂ , мкл.г/ч		Дыхательный коэф- фициент, XCO ₂ :XO ₂	
	слой, см					
	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
Вспашка на 25 см						
Без удобрений	3,71	2,53	3,41	2,33	1,08	1,08
Навоз + NPK	4,41	3,47	3,48	2,60	1,26	1,33
Трехслойная вспашка на 40 см						
Без удобрений	3,98	4,95	3,88	4,49	1,02	1,10
Навоз + NPK	5,49	5,11	4,49	4,39	1,22	1,16

равными. Применение удобрений способствовало накоплению нитратного и легкогидролизуемого азота в почве.

Для дополнительной характеристики биологической активности почвы в опыте проводился количественный и качественный учет почвенных микроорганизмов (табл. 4). Земледельчески важные аэробные микроорганизмы нуждаются в интенсивной аэрации почвы, увеличивающейся при обработке. Систематическая трехслойная обработка почвы обеспечивала увеличение численности микроорганизмов почвы, но самой высокой она была в слое 0—20 см в варианте навоз + NPK. Это относится к микроорганизмам как усваивающим органические формы азота (развивающимся на МПА), так и потребляющим минеральные формы азота (на КАА). Таким образом, более гумусированной почве соответствовала в целом самая высокая численность микроорганизмов всех четырех групп микроорганизмов, выделенных при данной методике микробиологического анализа [7].

Динамика численности микроорганизмов в подпахотном слое (20—40 см) почвы зависит, по-видимому, прежде всего от степени аэрации и, конечно, от гумусированности почвы. Наибольшее количество микроорганизмов было в этом слое почвы при трехслойной вспашке на 40 см по удобренному фону, наименьшее — при вспашке на 25 см на неудобренных делянках.

Прежде чем перейти к анализу урожайных данных, необходимо предварительно уточнить, что никакая обработка почвы не должна

Таблица 4

Динамика численности микрофлоры (тыс. шт. на 1 г абсолютно сухой почвы). 1975 г.

Удобрения	0—20 см					20—40 см				
	Аэробы на МПА	Микроорга- низмы на КАА	Бациллы на МПА+СА	Грибы на СА	Всего	Аэробы на МПА	Микроорга- низмы на КАА	Бациллы на С1+МПА	Грибы на СА	Всего
Вспашка на 25 см										
Без удобрений	901	1097	37	25	2060	205	359	26	19	609
Навоз + NPK	1103	2057	44	33	3237	384	943	37	22	1386
Трехслойная вспашка на 40 см										
Без удобрений	1004	1847	39	32	2922	524	614	31	23	1192
Навоз + NPK	2177	2723	59	47	5006	1013	1829	47	35	2324

Урожайность полевых культур
(ц корм. ед. на 1 га) в среднем за ряд лет

Вариант удобрения	1974 — 1976 гг.	1955 — 1976 гг.
Вспашка на 25 см		
Без удобрений	31,1	30,0
Навоз + NPK	43,2	40,3
Трехслойная вспашка на 40 см		
Без удобрений	35,1	33,4
Навоз + NPK	48,1	43,9
НСП ₀₅ по обра- ботке	6,7	5,1
НСП ₀₅ по удобре- нию	4,6	3,2

иметь своей целью полное исключение процессов минерализации гумуса. Получение высоких урожаев в интенсивном земледелии связано с неизбежным расходом органического вещества почвы. Окисление необходимого количества гумуса и должно обеспечиваться за счет обработки почвы.

Анализ табл. 5 показывает, что уровни урожайности полевых культур как за 22 года проведения опыта, так и за последние 3 года достоверно не изменялись по вариантам обработки почвы, т. е. последние были равнозначны по своей эффективности, хотя и наблюдалась тенденция повышения урожаев в результате многолетнего проведения трехслойной вспашки на 40 см.

Отсутствие достоверных различий урожаев культур в указанных вариантах свидетельствует о возможности улучшения гумусового баланса интенсивно используемой дерново-подзолистой почвы на основе совершенствования (минимализации) механической обработки почвы.

Анализируя данные об урожаях в этом длительном опыте, следует подчеркнуть факт роста продуктивности культур во времени, что свидетельствует о повышении эффективного плодородия почвы при принятых севообороте, системе удобрения и обработке почвы.

Выводы

1. Длительное применение различающихся по глубине способов основной обработки легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы оказывает неодинаковое воздействие на динамику содержания гумуса и его баланс. Менее интенсивная обработка способствует более рациональному использованию гумусовых веществ почвы.
2. Длительное систематическое применение органических и минеральных удобрений снижает непродуцируемые потери органического вещества почвы.
3. Состояние биологической активности интенсивно используемой дерново-подзолистой почвы в течение вегетационного периода полностью соответствует направлению и темпам минерализации почвенного органического вещества.
4. Одинаковые урожаи полевых культур в разных вариантах обработки почвы свидетельствуют о равной эффективности этих обработок. Применение удобрений способствовало существенному увеличению урожайности полевых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вьюгин С. М. Обработка как фактор гумусового баланса и производительности дерново-подзолистой почвы. — Автореф. канд. дис. М., 1978. — 2. Гречин И. П. Почвы Опытной станции полеводства ТСХА. — Изв. ТСХА, 1955, вып. 1, с. 127—144. — 3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. — 4. Лыков А. М. К методике расчетного определения гумусового баланса почвы в интенсивном земледелии. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 6, с. 14—20. — 5. Лыков А. М., Вьюгин С. М. К методике манометрического определения биологической активности почвы с применением аппарата Варбурга. — Изв. ТСХА, 1973, вып. 4, с. 196—199. — 6. Лыков А. М., Гриценко В. В., Вьюгин С. М. Влияние обработки на гумусовый баланс дерново-подзолистых почв в интенсивном земледелии. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 4, с. 3—11. — 7. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии (для агроном. специальн.): Уч. пособие. М.: Колос, 1972.

Статья поступила 11 марта 1981 г.

SUMMARY

In a long-term experiment established at the Field Experimental Station in 1955 the effect of moldboard plowing up to 25 cm and stage plowing up to 40 cm on the balance of humus in medium loam soddy-podzolic soil has been studied.

Mineralization of humus was higher with the stage plowing to the depth of 40 cm. Application of both organic and mineral fertilizers resulted in more rational utilization of humus supply of the soil.

Biological activity of the soil is in correlation with the trend and rate of mineralization of soil organic matter. The yields of field crops were practically the same under different versions of tillage, which shows equal efficiency of the latter.