

УДК 631.46:631.51.014:631.84

## ПРОДУЦИРОВАНИЕ УГЛЕКИСЛОТЫ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЫХЛЕНИЯ

В. В. КИДИН, М. Р. БА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

В модельных лабораторных опытах изучалось влияние аммонийной и нитратной форм азотных удобрений на биологическую активность дерново-подзолистой почвы при периодическом ее рыхлении. Установлено, что внесение сульфата аммония увеличивало продуцирование  $\text{CO}_2$  средне- и хорошо окультуренной почвой и практически не оказывало влияния на биологическую активность слабоокультуренной почвы. Внесение кальциевой селитры повышало выделение  $\text{CO}_2$  всеми почвами. Периодическое рыхление вызывало более интенсивную минерализацию органического вещества почвы, нежели внесение азотных удобрений.

Азотные удобрения и механическая обработка почвы оказывают существенное влияние на напряженность и направленность протекающих в ней биологических процессов. Однако действие этих агротехнических приемов на почву неоднозначно. Систематическая интенсивная обработка почвы приводит, как правило, к деградации гумуса и снижению почвенного плодородия вследствие ухудшения ее агрофизических и агрохимических свойств [3, 6].

Действие азотных удобрений на гумусированность почв зависит от их нормы и способа внесения, погодных условий, биологических особенностей возделываемых культур и может быть как положительным, так и негативным [1, 4, 5]. По данным исследований, проведенных с использованием  $^{15}\text{N}$  [1, 2, 4, 5], внесение азотных удобрений значительно активизирует микробиологические процессы и минерализацию гумуса почвы, о чем свиде-

тельствует дополнительная мобилизация азота почвы растениями. В зависимости от погодных условий и нормы азотных удобрений размер ежегодной дополнительной мобилизации растениями азота дерново-подзолистой почвы может колебаться в пределах 20—50 кг/га, что соответствует минерализации 0,4—1 т гумуса на 1 га. Не рассматривая других аспектов применения азотных удобрений, авторы [5, 6] приходят к заключению, что эти удобрения отрицательно воздействуют на плодородие почвы. В то же время результаты, полученные в длительных полевых опытах в различных регионах страны, показывают, что азотные удобрения в большинстве случаев не только не снижают содержания органического вещества в почве, а, наоборот, стабилизируют или улучшают гумусное состояние дерново-подзолистых почв вследствие увеличения массы пожнивно-корневых остатков и их гумификации [1, 3, 4].

Таким образом, несмотря на многочисленные опыты, посвященные изучению влияния азотных удобрений на плодородие почв, данная проблема остается дискуссионной и приобретает в последние годы особую актуальность в связи с увеличением количества применяемых удобрений и осложнением экологической обстановки. Все это свидетельствует о необходимости всестороннего исследования процессов трансформации гумуса в условиях интенсивной химизации земледелия, без знания которых невозможны прогнозирование гумусного состояния почв и разработка путей снижения их деградации.

Нами изучалось влияние разных форм азотных удобрений и рыхления на биологическую активность дерново-подзолистой почвы при разной степени окультуренности.

#### Методика

Объектом исследований служила дерново-подзолистая среднесуглинистая почва, взятая с 3 различающихся по плодородию смежных полей длительного стационарного опыта экспериментальной базы учхоза «Михайловское» Московской области. При выборе почв критерием служили содержание в них гумуса и азота, актуальная и потенциальная кислотность и степень насыщенности основаниями (табл. 1). Столь существенные различия агрохимических свойств почв являются следствием неодинаковой предшествующей удобрённости. На малопло-

дородной почве полевые культуры 7-польного севооборота возделывались с 1967 г. без применения удобрений и извести; в средне- и хорошо окультуренные почвы систематически вносили известь и удобрения в расчете на определенный уровень урожайности.

Опыт проводили в стеклянных герметичных сосудах емкостью 0,75 л, снабженных устройством для периодического отбора почвенного воздуха и полной смены атмосферы сосудов. В каждый сосуд помещали 500 г почвы, просеянной через сито 1 мм. Азотные удобрения —  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — вносили в почву в виде раствора из расчета 50 мг азота на сосуд, в почву контрольных вариантов азот не вносили. После тщательного перемешивания и увлажнения почвы в сосудах ее уплотняли (до объема 420 см<sup>3</sup>) с целью доведения объемной массы до 1,2 г/см<sup>3</sup>. Почву инкубировали в термостате в течение 30 сут при температуре 22 °С и влажности 70 % ППВ. Повторность опыта 3-кратная.

Состав атмосферы сосудов ( $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ) контролировали в динамике методом газоадсорбционной хроматографии с использованием детектора теплопроводности. О биологической активности почвенной микрофлоры судили по интенсивности образования  $\text{CO}_2$  в течение опыта. Отбор проб и смену атмосферы сосудов в первые 10 сут проводили ежедневно, в следующие

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв

Степень окультуренности почвы	pH <sub>сол</sub>	Гумус по Тюрину, %	N общий, %	H <sub>r</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	V, %
				м-экв/100 г		мг/кг		
Низкая	4,1	1,4	0,07	5,2	5,1	38	50	49
Средняя	5,8	2,2	0,10	2,2	14,0	80	90	86
Хорошая	6,6	2,9	0,13	1,3	18,0	200	220	93

20 сут — через день. Каждые 10 дней почву в части сосудов перемешивали и вновь уплотняли до объемной массы 1,2 г/см<sup>3</sup>.

### Результаты

Наиболее важным интегральным показателем биологической активности сапрофитной микрофлоры почв является продуцирование CO<sub>2</sub>, на основании которого можно составить представление о размере минерализации (убыли) органического вещества и условиях аэрации.

В наших опытах интенсивность биологических процессов в почве зависела от степени ее окультуренности, формы азотных удобрений и рыхления почвы (рис. 1). Ежесуточный отбор проб для хроматографического анализа и полная за-

мена атмосферы сосудов позволили проследить за динамикой почвенного «дыхания» и постоянно поддерживать аэробные условия в почве.

Как и следовало ожидать, наиболее высоким было продуцирование CO<sub>2</sub> в хорошо окультуренной почве, наименее — в малогумусированной слабоокультуренной, среднеокультуренная почва занимала по этому показателю промежуточное положение (рис. 1). В среднем ежесуточное выделение CO<sub>2</sub> из окультуренной почвы в 1,5—2,5 раза превышало таковое из слабоокультуренной почвы.

Однако независимо от степени окультуренности почв наблюдалась общая закономерность в динамике продуцирования ими CO<sub>2</sub>: напряженность биологических процессов

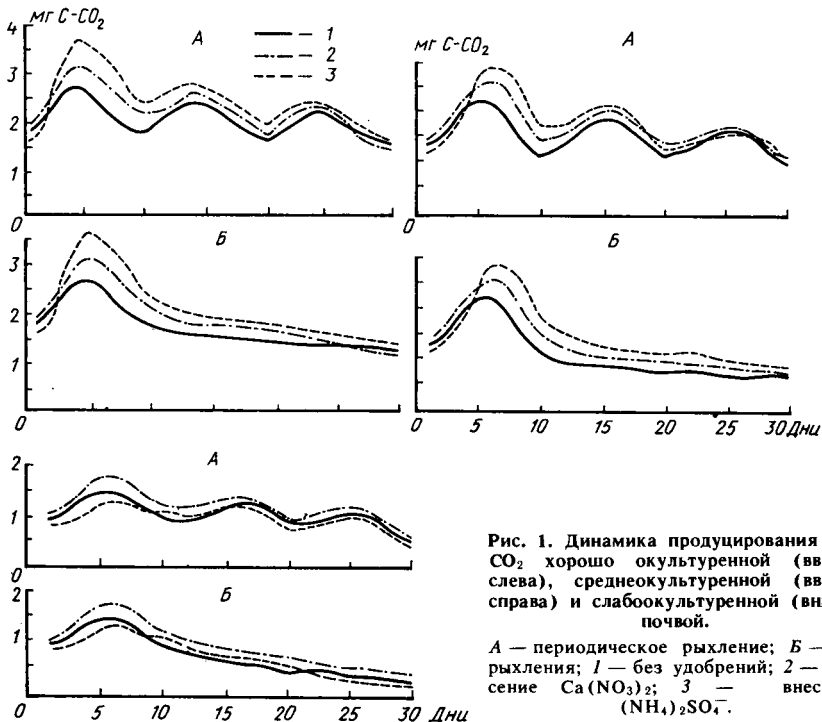


Рис. 1. Динамика продуцирования С—СО<sub>2</sub> хорошо окультуренной (вверху слева), среднеокультуренной (вверху справа) и слабоокультуренной (внизу) почвой.

А — периодическое рыхление; Б — без рыхления; 1 — без удобрений; 2 — внесение Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 3 — внесение (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

в почвах в начале опыта быстро возрастала, достигая максимального значения на 5—6 сут, а затем постепенно снижалась (рис. 1 и 2). В сумме за 30 дней опыта слабоокультуренная почва продуцировала 23 мг С—СО<sub>2</sub>, а средне- и хорошо

окультуренная — соответственно 34 и 49 мг С—СО<sub>2</sub> на 1 кг (рис. 2). Внесение азотных удобрений существенно повышало биологическую активность окультуренных почв лишь в первые 10—12 дней опыта. В дальнейшем различие в

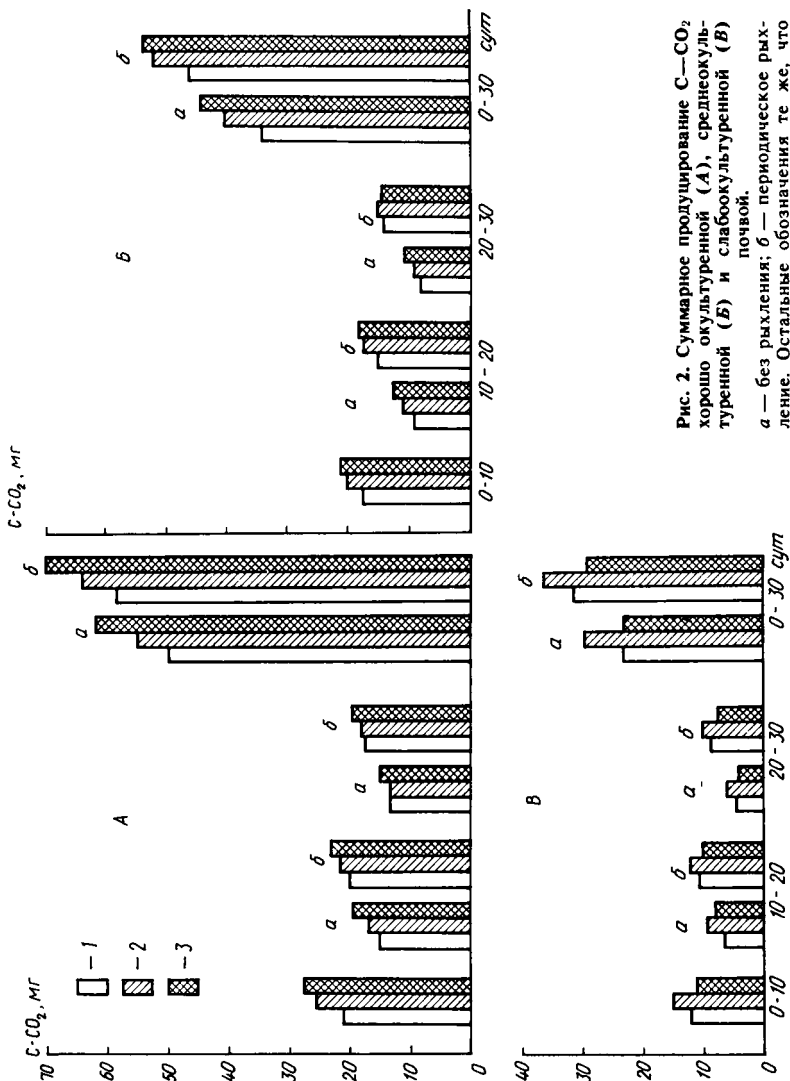


Рис. 2. Суммарное продуцирование С—СО<sub>2</sub> хорошо окультуренной (А), среднеокультуренной (В) и слабоокультуренной (В) почвой. а — без рыхления; б — периодическое рыхление. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

продуцировании  $\text{CO}_2$  удобренной и неудобренной почвой быстро уменьшалось и к концу опыта было незначительным.

Действие разных форм азотных удобрений на интенсивность микробиологических процессов зависело от плодородия почв. Скорость минерализации органического вещества и выделение  $\text{CO}_2$  в средне- и хорошо окультуренной почве при внесении аммонийного азота были выше, чем в варианте с нитратным азотом. В слабоокультуренной почве, наоборот, в варианте с кальциевой селитрой продуцирование  $\text{CO}_2$  было выше по сравнению с контролем, а в варианте с сульфатом аммония этот процесс оставался практически на уровне контроля (рис. 1 и 2).

В сумме за 30 дней опыта из хорошо окультуренной почвы при внесении кальциевой селитры выделилось 55 мг  $\text{C}-\text{CO}_2$ , а в варианте с сульфатом аммония — 62 мг  $\text{C}-\text{CO}_2$  на 1 кг, что было соответственно на 12,0 и 25,0 % выше, чем в контроле. За этот же период слабоокультуренная почва без удобрения и в варианте с сульфатом аммония продуцировала 22,9 мг, а в варианте с кальциевой селитрой — 29,5 мг  $\text{C}-\text{CO}_2$  на 1 кг (табл. 2). Такое различие в действии разных форм азотных удобрений можно объяснить неодинаковой их физиологической реакцией.

Итак, азотные удобрения оказывают лишь кратковременное влияние на микробиологическую активность дерново-подзолистой почвы и не являются основным фактором, определяющим размер минерализации органического вещества почвы в течение вегетационного периода. Значительно большее влияние на продуцирование почвой  $\text{CO}_2$ , а следовательно, и деструкцию гумуса оказывало периодическое ее рыхление.

Т а б л и ц а 2  
Продуцирование  $\text{C}-\text{CO}_2$  дерново-подзолистой почвой за 30 дней

Вариант опыта	Без рыхления	При рыхлении	Прибавка от рыхления, % почвы
	мг/кг		
<i>Слабоокультуренная почва</i>			
Без удобрения	22,9	31,1	35,8
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	29,5	36,2	22,7
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	22,7	28,7	25,9
<i>Среднеокультуренная почва</i>			
Без удобрения	34,1	46,1	35,2
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	40,1	52,1	30,0
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	43,8	53,4	22,0
<i>Хорошо окультуренная почва</i>			
Без удобрения	49,4	58,4	18,2
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	55,1	63,9	16,0
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	61,8	69,8	12,9

Результаты наших исследований подтверждают литературные данные об ускорении разложения гумуса под влиянием интенсивной обработки почвы [3, 6]. Однако в отличие от существующего мнения, согласно которому действие рыхления почвы связывалось в основном с улучшением ее аэрации, мы считаем, что рыхление оказывает влияние прежде всего на пищевую режим и микробиологическую активность, как следствие расселения микроорганизмов. Так, перемешивание различных по окультуренности почв при закладке опыта, а также через 10 и 20 дней компостирования их в строго аэробных условиях (ежедневная смена почвенного воздуха) вызывало вспышку микробиологической активности, проявляющуюся через почвенное «дыхание» (рис. 1 и 2).

В целом за опыт при рыхлении слабо- и среднеокультуренной почвы в вариантах без внесения азотных удобрений продуцирование  $\text{CO}_2$  увеличилось на 35 %, хорошо окультуренной почвы — на 18 %. В ре-

зультате периодического рыхления удобренных азотом почв выделение ими  $\text{CO}_2$  возрастало на 13—30 %, при этом полного аддитивного действия азотных удобрений и рыхления на продуцирование почвой  $\text{CO}_2$  не наблюдалось.

### Заключение

Микробиологическая активность дерново-подзолистой почвы прежде всего зависит от содержания гумуса и проведения периодического рыхления. В целом за опыт окультуренные почвы продуцировали в 1,5—2,5 раза больше  $\text{CO}_2$ , чем неокультуренная.

Различные формы азотных удобрений оказывали неодинаковое влияние на интенсивность почвенного «дыхания». Продуцирование  $\text{CO}_2$  в средне- и хорошо окультуренной почве при внесении сульфата аммония было на 9—12 % выше, чем в варианте с кальциевой селитрой. Выделение  $\text{CO}_2$  в слабокуль-

туренной почве заметно возрастало по сравнению с контролем лишь при внесении кальциевой селитры.

Периодическое рыхление почвы в хорошо аэрируемых условиях вызывало кратковременное повышение интенсивности минерализации органического вещества и выделение  $\text{CO}_2$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кореньков Д. А. Агрохимия азотных удобрений.— М.: Наука, 1976.—
2. Макаров Б. Н. Газовый режим почвы.— М.: Агропромиздат, 1988.—
3. Рудай М. Д. Агроэкономические проблемы повышения плодородия почв.— М.: Россельхозиздат, 1985.—
4. Смирнов П. М. Вопросы агрохимии азота.— М.: ТСХА, 1982.—
5. Туев Н. А. Микробиологические процессы гумусообразования.— М.: Агропромиздат, 1989.—
6. Шикун Н. К., Назаренко Г. В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия.— М.: Агропромиздат, 1990.

Статья поступила 15 мая 1991 г.

### SUMMARY

The effect of ammonium and nitrate nitrogenous fertilizers on biological activity of periodically loosened soddy-podzolic soil was studied in model laboratory experiments. It has been found that application of ammonium sulfate increased  $\text{CO}_2$  production by mid- and well-cultivated soil and produced practically no effect on biological activity of poorly cultivated soil. Application of calcium salt-peter increased  $\text{CO}_2$  production by all kinds of soils. Periodic loosening resulted in more intensive mineralization of soil organic matter than application of nitrogenous fertilizers.