

УДК 631.43'445.2:631.811

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКИХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА СТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Р.Ф. БАЙБЕКОВ, Н.П. ПАНОВ, Е.Б. СКВОРЦОВА, Е.Б. ЕСИПОВА

(Кафедра почвоведения)

Изучалось влияние различных доз минеральных удобрений на фоне органических и без них на строение профиля и другие морфологические признаки дерново-подзолистой почвы длительного стационарного опыта. Установлены оптимальные дозы внесения удобрений, оказывающие положительное влияние на строение профиля на всех уровнях структурной организации почвенной массы.

Систематическое внесение высоких доз удобрений оказывает существенное влияние на почву, что сказывается прежде всего на строении профиля и других морфологических признаках почв [1, 4, 6].

Как известно, морфология почв — это концентрированное отражение ее генезиса, истории развития и особенностей освоения [2, 3, 5, 7]. Детальное исследование морфологических признаков почв на макро-, мезо- и микроуровнях дает ключ к познанию изменений, протекающих под влиянием естественного и культурного почвообразовательных процессов. Исключительная возможность для изучения влияния удобрений на

морфологические признаки почвы, особенно на ее строение, представляется в условиях длительных опытов.

На Долгопрудной агрохимической опытной станции им. Д.Н. Прянишникова (ДАОС) с 1937 г. в стационарном опыте изучается эффективность различных систем и доз удобрений. В опыте, где проводились наши исследования, применяется 5 возрастающих доз минеральных удобрений на фоне навоза и без него в 3-польном севообороте: кормовая свекла — ячмень — картофель. Варианты опытов: 1 — без удобрений (контроль), 2 — навоз, 40 т/га, 3 — 255N135P405K (1,5 дозы NPK), 4 — 1,5 дозы NPK + навоз, 5 —

340N130P540K (2 дозы NPK), 6 — 2 дозы NPK + навоз, 7 — 510N270P810K (3 дозы NPK), 8 — 3 дозы NPK + навоз. Все дозы приведены в расчете на ротацию севооборота. Размер опытной делянки — 42 м². Повторность вариантов 4-кратная.

Почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая на тяжелом покровном суглинке. Разрезы были заложены на всех делянках опыта. Таким образом, каждый вариант характеризовался средними данными по 4 разрезам.

Изучение профиля почв по вариантам опыта показало, что длительное применение удобрений изменяет морфологическое строение почвы на макро-, мезо- и микроуровнях, но наибольшие различия отмечены между почвами вариантов 1, 2, 4 и 7.

Изменение строения профиля почвы на макроуровне

Различия изучаемых почв по морфологическим признакам проявляются преимущественно в гумусовом пахотном, подпахотном и переходном (A₂B) горизонтах. Отмечено изменение мощности, окраски, структуры, плотности, пористости и трещиноватости этих горизонтов.

Варианты 2 и 4, в которых применялся навоз (соответственно — навоз и 1,5 дозы NPK + навоз) характеризуются повышенной мощностью гумусового горизонта (рис. 1), его более темной окраской и рыхлым сложением. По сравнению с почвами вариантов 1 и 7 (контроль и 3 дозы NPK) эти

почвы менее склонны к образованию глыб и крупных комков в пахотном горизонте. Прочность имеющихся комков и глыб понижена. Поверхность почвы в меньшей степени подвержена заплыванию.

Наиболее благоприятные морфологические признаки почв отмечены в варианте 4 (разрез 3). Гумусовый горизонт этих почв более мощный (около 30 см), по окраске наиболее темный, имеет преимущественно комковатую структуру. Почвенная масса верхних горизонтов профиля, включая горизонт В₁, уплотнена меньше, чем на других делянках, и имеет благоприятное для растений сложение. По всему профилю обильно встречаются корни растений. Возрастание мощности гумусового горизонта и создание лучших условий для растений в этом варианте, где наряду с применением 1,5 дозы NPK вносится 40 т навоза на 1 га за ротацию, объясняется прежде всего тем, что данная система удобрения способствует накоплению органического вещества в почве, активному развитию корневой системы растений, усилению дернового процесса.

На контрольной делянке и в варианте 7 (3 дозы NPK) гумусовый горизонт имеет светлую окраску (буровато-серую), низкую пористость, повышенную плотность сложения. Сразу после механической обработки на поверхности почвы образуются крупные (более 10-20 см) комки и глыбы, весьма устойчивые к разрушению. Вес-

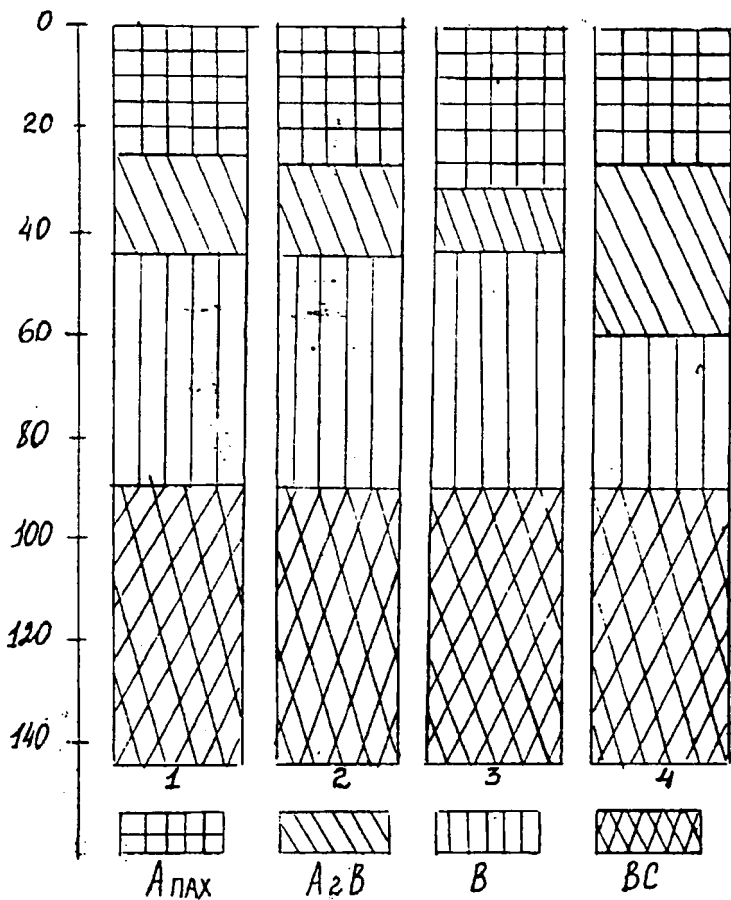


Рис. 1. Строение «среднего» профиля почв опытного участка.
 1 — контроль; 2 — навоз, 40 т/га; 3 — навоз, 40 т/га + 255N135P405K; 4 — 255N135P405K + навоз.

ной после снеготаяния и летом после обильных дождей поверхность почвы заплывает. Образование глыб и заплывание в наибольшей мере проявляются в посеве ячменя при 3 дозах NPK. В гумусовом горизонте на делянках

без органических удобрений проявляются все признаки, характеризующие их неблагоприятные агрономические свойства. Наибольшая степень деградации по внешним морфологическим признакам отмечена в почвах при

внесении высоких доз минеральных удобрений без навоза.

Помимо изменения гумусового горизонта, в варианте 7 происходит изменение переходного горизонта A_2B . Глубина его нижней границы опускается до 55—60 см, в то время как при оптимальных дозах NPK она не превышает 47 см. Окраска горизонта значительно светлее, чем на других делянках. Почвенная масса уплотнена, содержание пор и трещин понижено, живых и отмерших корней мало. Выявленные изменения морфологических признаков почв, возможно, связаны с усилением подзолообразования при внесении 3 доз NPK без навоза.

Изменение строения профиля почвы на мезоуровне

Полевой анализ с помощью микроскопа показал, что на мезоуровне также прослеживается влияние доз и видов удобрений на морфологию почв. Различия выявлены в основном по следующим признакам: агрегированности, пористости, расположению пор, пропитанности почвенной массы органическими затеками, наличию кутан и гомогенности горизонтов.

Приводим описание мезоморфологии горизонтов A_1 , A_2B и B_1 (ниже по профилю существенной разницы в мезостроении почвы не наблюдается).

В контроле (разрез 1) *гумусовый горизонт* характеризуется светло-серой с белесым оттенком окраской. Сложение плотное, зер-

на скелета в основном покрыты глинисто-гумусовыми кутанами, стенки пор лишены натечных образований, почвенная масса гомогенная.

Переходный горизонт — неоднородный по цвету, с коричневыми и осветленными зонами, по периферии пор и вблизи межагрегатных трещин, где располагаются тонкие корни, скопления гумусовых веществ отсутствуют.

Пллювиальный горизонт — буровато-светло-коричневый, плотный, по межагрегатным трещинам имеются участки с отмытыми зернами первичных минералов, грани структурных отдельных покрыты тонкими кутанами, во внутриведных порах натечные образования отсутствуют, межагрегатные трещины тонкие, много мелких пор.

В варианте 2 (40 т навоза на 1 га за севооборот, разрез 2) *гумусовый горизонт* имеет светло-серую однородную окраску, пористый, по агрегатным порам отмечается формирование серых кутан, поверхность минеральных зерен без блеска, покрыта матовыми пленками.

Переходный горизонт — неоднородный по окраске, светло-коричневый с осветленными зонами, отмытых минеральных зерен больше, чем в A_1 , много пор округлой формы, встречаются тонкие межагрегатные трещины, в основной массе отмечаются отдельные зоны серой пропитки, по граням структурных отдельных в темных зонах имеются тонкие глинисто-гумусовые кутаны.

Иллювиальный горизонт — буровато-коричневый, однородный по окраске, плотный, трещиноватый, зерна первичных минералов покрыты кутанами, в межагрегатных трещинах некоторые зерна отмыты до блеска, по граням структурных отдельностей тонкие глинисто-гумусовые кутаны, отмечается проникновение гумусовых веществ по порам.

В варианте 4 (1,5 дозы NPK + навоз, разрез 3) *гумусовый горизонт* однородный по окраске, серый, зерна скелета покрыты глинисто-гумусовыми пленками или слабо отмыты, почвенная масса хорошо агрегирована, много растительных остатков, встречаются ковролиты, пористость высокая, есть зоогенные поры.

Переходный горизонт — неоднородный по окраске, буровато-коричневый с осветленными участками, в основной массе имеются черные вкрапления органо-минеральных соединений, пористый, трещиноватый, по межагрегатным трещинам и порам появляются железистые пленки, по трещинам отмечается проникновение гумусовых веществ.

Иллювиальный горизонт — буровато-коричневый, однородный по окраске, зерна скелета покрыты кутанами, встречаются железистые пленки, горизонт более плотный и трещиноватый, чем предыдущий.

В варианте 7 (3 дозы NPK, разрез 4) *гумусовый горизонт* — пепельно-серый, самый светлый по сравнению с гумусовыми горизонтами почв на других делянках опыта, довольно гомогенный, зерна скелета отмыты от пленок,

поры и трещины редкие, материал уплотнен, корней мало.

Переходный горизонт — неоднородный по цвету, буровато-светловато-коричневые участки чередуются с белесыми зонами, плотный, поры мелкие, округлой формы, по стенкам пор выстилаянная отсутствует, значительная часть зерен скелета отмыта от пленок.

Иллювиальный горизонт — буровато-светло-коричневый, однородный, зерна скелета покрыты тонкими кутанами, внутриведные поры лишены натексов, проникновение гумусовых веществ по порам и в основной массе не выражено.

Обобщая макро- и мезоморфологическую характеристику изучаемых почв, можно сделать следующие краткие выводы.

1. Длительное внесение органических и минеральных удобрений из расчета 255N135P40K и 40 т навоза на 1 га за севооборот (вариант 4) обеспечивает наиболее благоприятное сочетание морфологических признаков почвы. Гумусовый горизонт имеет наибольшую мощность (около 30 см), более темный по окраске, хорошо оструктурен, по граням структурных отдельностей распространены тонкие кутаны. Агрегаты в основном округлой формы, пронизаны ветвящейся сетью мелких трещин. Пористость высокая, имеется много крупных пор. Отмечается проникновение гумусовых веществ по порам и в глубину профиля.

2. При внесении одного навоза (40 т/га) мощность гумусового горизонта несколько меньше

(26 см), но по агрегированности и порозности почвы этот вариант не уступает варианту 4.

3. Применение 3 доз NPK (510N270P810K за севооборот) оказывает отрицательное действие на строение и другие морфологические признаки дерново-подзолистых почв. Мощность гумусового горизонта невысокая (не более 25 см), его окраска светлая. Почвенная масса представлена в основном неагрегированным материалом. По порам возможна миграция тонкодисперсного вещества, почва склонна к заплыванию. В верхних горизонтах почвенного профиля, включая В₁, снижена пористость и увеличена плотность почвенной массы. При повышенных дозах минеральных удобрений усиливаются морфологические признаки проявления подзолаобразования. В гумусовом горизонте зерна скелета преимущественно отмыты от пленок. По сравнению с другими вариантами опыта увеличена мощность горизонта А₂В, ярче выражена отбеленность его почвенной массы.

Изменение строения профиля почвы на микроуровне

Для получения более полной характеристики внутрипочвенных процессов применяется микроморфологический метод, который не только дополняет макроморфологическое исследование, но и помогает во многом правильно объяснить изменение таких важных физических свойств почвы, как агрегированность, водопрочность, плотность, порозность.

Были исследованы вертикально ориентированные шлифы почвы из пахотного горизонта (по 5 шлифов с каждого варианта опыта). Просмотр образцов под биноклем и микроморфологический анализ шлифов показали, что внесение навоза и минеральных удобрений по-разному влияли на микростроение почв.

Из табл. 1 и рис. 2 видно, что большие дозы NPK без навоза (вариант 7) ухудшили агрегированность почвы и снизили степень ее биогенной переработки. Угнетение почвенной фауны и диспергирование сопровождалось изменением пористости. При морфометрическом анализе шлифов на оптико-электронном анализаторе изображения Квантимет 720 установлено, что средняя видимая макропористость почвы в этом варианте составляет 9% общей площади шлифа. Это несколько больше, чем в контроле, за счет отдельных грубых макропор. Сравнение внутрипедной пористости показало, что почва данного варианта уплотнена сильнее, чем в контроле.

Т а б л и ц а 1

Видимая макропористость в шлифах из пахотного горизонта (общая площадь пор более 0,05 мм в % к площади шлифа, n — количество измеренных шлифов)

Показатель	Вариант опыта			
	1	2	7	4
X	5,6	10,5	9,1	13,1
σ	3,2	7,2	5,9	8,5
V, %	58	68	61	65
m	2,3	3,2	2,6	3,5
n	3	5	5	6

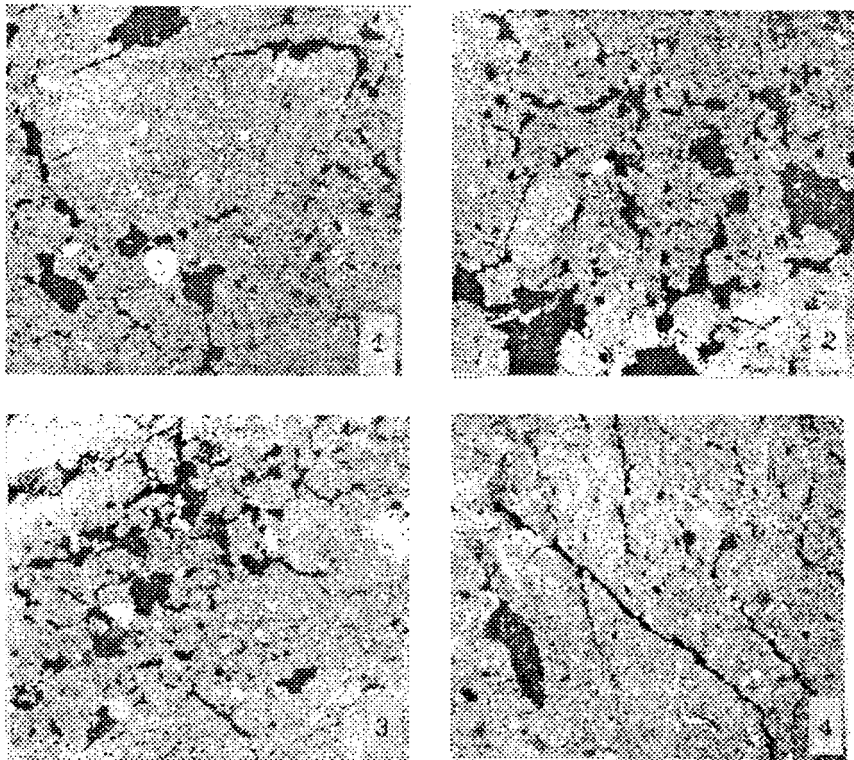


Рис. 2. Фотограммы пористости почв опытного участка. Обозначения те же, что на рис. 1.

Уплотнение почвы и ухудшение ее аэрации сопровождается повышением содержания орпштейнов. Так, количество железистых новообразований в шлифах превышает контроль в 2—3 раза.

Под влиянием высоких доз минеральных удобрений ухудшились агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы.

Внесение 1,5 дозы НРК и 40 т навоза на 1 га улучшило агрегированность почвенной массы, уве-

личило разнообразие пор по форме и размерам, обеспечило более рыхлое сложение.

Благодаря более совершенной агрегированности почвенной массы в поровом пространстве почвы возрасла доля сложно организованных пор упаковки комков и агрегатов. Общая видимая пористость почвы в 2,5 раза превышала контроль и в 1,5 раза — соответствующий показатель в варианте с высокими дозами минеральных удобрений.

На делянках с навозом видимая пористость была почти в 2 раза выше, чем в контроле. Форма агрегатов и пор существенно не отличалась от варианта 4.

Таким образом, навозно-минеральная система удобрения варианта 4 способствовала улучшению структурного состояния почвы и повышению пористости по сравнению с теми же показателями в контроле и варианте 7 (3 дозы NPK).

Обобщая рассмотренные морфологические характеристики почв опытного участка, отметим, что их профиль достаточно типичен для дерново-подзолистых почв, отличающихся слабой гумусированностью, низкой агрегированностью пахотного горизонта, резкой дифференциацией профиля по содержанию илтистой фракции. В почвах контроля скоагулированность тонкодисперсной части слабая, сложение почвенной массы плотное, пористость низкая. Генетические свойства почвы обуславливают ее высокую чувствительность к негативному влиянию минеральных удобрений. Однако следует отметить, что длительное применение умеренных доз NPK на фоне органических удобрений приводит к благоприятному изменению почвенной массы на всех уровнях ее организации.

Выводы

1. Длительное применение органических удобрений, особенно при использовании оптимальной навозно-минеральной системы (1,5 дозы + 40 т навоза на 1 га за ротацию) увеличивает мощность

и гумусированность пахотного горизонта. В этом варианте за 3-польный севооборот мощность гумусового горизонта почвы увеличилась на 5 см по сравнению с контролем. Высокие дозы минеральных удобрений не способствовали увеличению мощности гумусового горизонта

2. При высоких дозах NPK агрегированность твердой фазы почвы была на 30—40% меньше, чем при внесении одного навоза или 1,5 дозы NPK и навоза.

3. Видимая макропористость почвы в шлифах при внесении навоза увеличивается в 2 раза, при оптимальной навозно-минеральной системе — в 2,5 раза, а при 3 дозах NPK — лишь в 1,6 раза по сравнению с контролем.

4. При внесении 3 доз NPK в почве усиливается процесс подзолообразования, о чем свидетельствует совокупность признаков, характерных для этого процесса, а из морфологических признаков наблюдается осветление и некоторое увеличение мощности переходного горизонта A_2 по сравнению с контролем и другими вариантами опыта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байбеков Р.Ф. Влияние длительного применения удобрений на физические и биологические свойства дерново-подзолистых почв. — Автореф. канд. дис. М., 1985. — 2. Герасимова М.И. Интегральная микроморфологическая характеристика почв (микроморфотипы горизонтов и морфонов). — Почвоведение, № 1, 1994, с. 96—103. — 3. Добровольский Г.В. Микроморфологический

контроль процесса освоения и окультуривания дерново-подзолистых почв. — В сб.: Микроморфология антропогенно измененных почв. М.: Наука, 1988, с. 31—36. — 4. *Панов Н.П., Стратонович М.В., Байбеков Р.Ф.* Плодородие дерново-подзолистых почв при длительном применении удобрений. — Вестн. с.-х. науки, 1986, № 3, с. 25—29. — 5. *Розанов Б.Г.* Генетическая морфология почв. М.: Изд-во МГУ, 1975. — 6.

Турсина Т.В., Скворцова Е.Б., Кулинская Е.В., Грачева М.П. Основы микроморфометрического анализа пористости почв. — Почвоведение, 1985, № 4, с. 94—97. — 7. *Шоба С.А., Герасимова М.И.* Структурно-организационный анализ и типы микростроения (микроморфотипы) в почвенно-генетических исследованиях. — Почвоведение, 1990, № 9, с. 97—108.

Статья поступила 2 июня 1998 г.

SUMMARY

Effect of different doses of mineral fertilizers on the background of organic fertilizers and without them on profile structure and on other morphological characters of soddy-podzolic soil was studied in a long-term stationary experiment. Optimal doses of applied fertilizers having beneficial effect on profile structure at all levels of structural organization of soil mass have been established.