

АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОД ПАШНЮ

К.М. Павлова¹, Д.В. Виноградов^{1,2}, д.б.н., А.В. Березнов³, к.с.-х.н., М.А. Габибов^{1,4}, д.с.-х.н.

¹Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 390044, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1

²МГУ имени М.В. Ломоносова, тел. 8-910-901-81-09

³ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова

³127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31а

⁴Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина, 390000, Рязанская область, г. Рязань, ул. Свободы, д. 46

За последние несколько лет из-за снижения использования минеральных и органических удобрений, а также уменьшения работ, направленных на защиту почв, усилились проблемы деградации почвенного покрова России. Изыскания проводили на тёмно-серой лесной тяжелосуглинистой почве со средним уровнем плодородия. Опыт развернут в зернопропашном севообороте в четырехкратной повторности. Согласно результатам испытания, наименьшей кислотностью среди вариантов характеризуется почва, в которую заделывали фон, солому и навоз, а наибольшей та, где вносили фон с навозом. Содержание органического вещества варьировалось от 3,61 до 5,33 %. При заделывании в почву соломы и навоза отмечается максимальный эффект накопления гумуса. Внесение удобрений ведет к уменьшению содержания подвижных фосфора и калия. Массовая доля подвижных элементов на опытных участках выше, чем на территории лесополосы и залежи в 5,3-9,0 и 1,4-2,8 раз для фосфора и калия, соответственно. Самое низкое содержание общего азота зафиксировано в варианте, в котором не заделывали удобрения. Результаты испытаний позволяют рекомендовать солому и навоз в качестве наиболее эффективного удобрения для улучшения свойств и качества почвенного покрова.

Ключевые слова: удобрения, тёмно-серая лесная почва, сидерат, навоз, солома, плодородие, органическое вещество.

Для цитирования: Павлова К.М., Виноградов Д.В., Березнов А.В., Габибов М.А. Агрохимическое состояние темно-серых лесных почв при длительном использовании под пашню // Плодородие. – 2024. – № 5. – С. 9-12.
DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.02.

В последние годы вследствие интенсивного использования пашни и сокращения работ, направленных на защиту плодородия, возросли проблемы деградации почв РФ. Согласно Государственному докладу [5], за последние 10 лет в РФ площадь земель сельскохозяйственного назначения уменьшилась на 7,4 млн га. Рязанская область не является исключением, заметна ежегодная динамика снижения площадей земель данной категории.

В настоящее время под почвенным профилем понимают природное тело, образованное вследствие комбинирования факторов, обусловленных естественной средой и человеческой деятельностью. Важным свойством почвенного покрова является возможность корректировать перенос элементов в разнообразные компоненты естественной среды, иными словами, выполнять функции природного буфера.

Основными методами увеличения продуктивности сельскохозяйственного производства в условиях Нечерноземной зоны РФ является использование различных видов удобрений. Так, органические удобрения способствуют улучшению свойств почвенного профиля и оказывают влияние на развитие микроорганизмов в почве. Применение минеральных удобрений является рациональным способом образования идеальных условий для возделывания сельскохозяйственных культур. При малых дозах внесения удобрений создается потребность в использовании способов по контролю содержания и структуры органического вещества. Одним из способов решения задачи бездефицитного баланса органического вещества – применение соломы, сидератов и включение

в севооборот многолетних трав. Эффективность использования соломы повышается при совместном применении с минеральными удобрениями, так каккратно увеличивается ее разложение. Известно, что регулярное заделывание органических удобрений в почвенный профиль ведет к повышению и стабилизации содержания органического вещества [1,4].

Один из самых значимых элементов биогеоценозов является органическое вещество. Гумус переводит в инертное состояние большинство загрязнителей почвенного покрова и увеличивает способность почв выдерживать изменение кислотности под влиянием разных факторов. Органическое вещество оказывает постоянное воздействие не только на характеристику почвенного покрова, но и на всю биосферу. Кроме того, данный показатель характеризуется разнородностью по происхождению и строению, что определяет неодинаковую стойкость компонентов к естественному разложению в присутствии биологических объектов. Фосфор, содержащийся в значительной части органических веществ, является одним из ключевых биогенных элементов. При этом в большом количестве органический фосфор встречается в основном в гумусе. Массовые доли подвижных форм калия и обменного фосфора в почвенном профиле являются важными факторами плодородия, а их большие концентрации свидетельствуют о высокой окультуренности почвенной среды. От общего числа пахотных земель РФ почвы с низкими концентрациями обменного калия составляют 10%, а фосфора – 30 %. Согласно исследованиям, в Рязанской области около трети всех площадей характеризуются низким

содержанием фосфора и три четверти земель являются сильнo- и среднекислыми [7].

Таким образом, исследования содержания агрохимических показателей в почвенном профиле не утратили свою актуальность. Результаты испытаний могут быть использованы при создании различных процедур уменьшения концентраций поллютантов в почвенном профиле, предупреждении снижения плодородия, а также для разработки мероприятий, направленных на улучшение характеристик и состояния почвенной среды.

Цель исследования - определить содержание агрохимических показателей тёмно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы при длительном использовании под пашню.

Методика. Полевой опыт проводили в пределах Рязанской области в условиях юго-восточной части Нечерноземной зоны европейской части России на тёмно-серой лесной тяжелосуглинистой почве со средними значениями плодородия. В поверхностном слое исследуемой почвы преобладает фракция крупных частиц.

Рязанская область находится на Мещерской и Окско-Донской низменных равнинах, а также на части Среднерусской возвышенности. Регион относится к территории умеренно континентального климата, характеризуется неустойчивым увлажнением. Годовое количество осадков составляет 500-575 мм, треть из которых приходится на снег. Сумма активных температур (выше 10°C) в период вегетации находится в пределах от 2200 до 2300°C.

В 1991 г. был заложен опыт с посевом яровой пшеницы. Исследования развернуты во времени и в пространстве с методическим вхождением в севооборот одним полем. Площадь делянки составляла 100 м², а учетная – 50 м². Полевое исследование выполняли в четырехкратной повторности.

Исследования выполнены в зернопропашном севообороте, а культуры чередовали в следующем порядке: кукуруза на зеленую массу – ячмень – овёс – озимая пшеница. Под кукурузу вносили минеральные и органические удобрения, в соответствии со схемой опыта:

- I. Без удобрений (контроль)
- II. N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ – фон
- III. Фон + солома (3 т/га)
- IV. Фон + солома (3 т/га) + навоз (30 т/га)
- V. Фон + солома (3 т/га) + навоз (30 т/га) + сидерат (5 т/га)
- VI. Фон + навоз (30 т/га)

Кроме того, в исследование были включены участок залежи (площадь 50 м²) и лесополосы с целью сопоставления агрохимических данных с результатами опыта. В качестве сидеральной культуры применяли горчицу белую. Рекогносцировочной культурой выступала яровая пшеница, а её солома – как органическое вещество.

По окончании уборки кукурузы под ячмень фоном заделывали N₆₀P₆₀K₆₀, кроме варианта I. Под овёс и пшеницу озимую удобрения не вносили. В 2000 г. полевой опыт был законсервирован в виде посева культур зернопропашного севооборота, но без использования различных видов удобрений в соответствии со схемой опыта. Удобрения вносили только под пропашную культуру фоном N₆₀P₆₀K₆₀.

В конце июня 2022 г. в исследуемых вариантах, а также на территориях залежи и лесополосы был осуществлен отбор почвенных образцов с целью определения содержания органического вещества, подвижных

форм калия и фосфора, общего азота и водородного показателя солевой вытяжки в тёмно-серой лесной почве.

Прооботбор проводился согласно ГОСТу 17.4.4.02-2017. Пробу отбирали агрохимическим буром на глубину пахотного слоя почвы (0-0,2 м). После доставки в лабораторию образцы почв высушивали до воздушно-сухого состояния, перемалывали и просеивали через сито. Пробы не консервировались.

Массовую долю органического вещества определяли согласно ГОСТу 26213-91 по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО на спектрофотометре Эквюль В-1200. Водородный показатель солевой вытяжки устанавливали на рН-метре в соответствии с ГОСТ 26483-85. Массовые доли фосфора и калия выявляли на основании методики ГОСТ Р 54650-2011 на спектрофотометре и пламенном фотометре соответственно. Концентрацию общего азота устанавливали фотометрическим методом «индофеноловой зелени» по ГОСТ Р 58596-2019.

Статистическую обработку полученных результатов проводили в приложении LIMS my Lab. Исследования выполнены в экоаналитической лаборатории ООО «МНТЦ».

Результаты и их обсуждение. Ориентировочно допустимая концентрация химических элементов является главным показателем уровня загрязнения почвенной среды различными поллютантами. В настоящее время ОДК для химических веществ прописаны в СанПиН 1.2.3685-21. Однако, в данном стандарте отсутствуют значения допустимых концентраций для органического вещества, общего азота, реакции среды, а также подвижных фосфора и калия. Результаты большого количества исследований показывают, что в тяжелосуглинистой почве оптимальное значение подвижного фосфора располагается в диапазоне 250-300 мг/кг [3]. Содержание органического вещества в исследуемых почвах сравнивали со значениями по классификации Тюрина.

Результаты исследования представлены в таблице 1. Известно, что анализ содержания агрохимических показателей тёмно-серых лесных почв Рязанской области является целью изучения большого количества научных работ. В свою очередь, серые лесные почвы служат одним из доминирующих типов почв в Рязанской области [2].

1. Агрохимические показатели тёмно-серой лесной почвы (2022 г.)

№ опыта	Водородный показатель солевой вытяжки, ед. рН	Органическое вещество, %	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий подвижный, мг/кг	Общий азот, %
I	4,65±0,10	4,23±0,63	530±106	270±40	0,15±0,02
II	4,80±0,10	3,72±0,56	340±68	185±28	0,21±0,02
III	4,65±0,10	4,19±0,63	442±88	205±31	0,18±0,02
IV	4,91±0,10	4,68±0,70	565±113	197±29	0,22±0,02
V	4,62±0,10	3,61±0,54	333±67	231±35	0,18±0,02
VI	4,55±0,10	4,02±0,60	407±81	228±34	0,14±0,02
Залежь	5,48±0,10	4,79±0,72	69,4±13,9	138±21	0,36±0,04
Лесополоса	4,96±0,10	5,33±0,53	62,5±12,5	97,8±14,7	0,27±0,03

До закладки полевого опыта водородный показатель солевой вытяжки во всех вариантах опыта колебался в пределах 5,3-5,5 ед. рН. При прохождении первой ротации севооборота он изменялся незначительно, но пределы колебаний увеличились по вариантам опыта (5,0-5,8 ед. рН) (табл. 2).

2. Содержание водородного показателя солевой вытяжки в темно-серой лесной почве, ед. рН

Вариант опыта	До закладки опыта (1991 г.)	Через ротацию (1995 г.)
I. Без удобрений	5,3	5,3
II. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ – фон	5,3	5,0
III. Фон + солома (3 т/га)	5,5	5,7
IV. Фон + солома (3 т/га) + навоз (30 т/га)	5,5	5,8
V. Фон + солома (3 т/га) + навоз (30 т/га) + сидерат (5 т/га)	5,5	5,8
VI. Фон + навоз (30 т/га)	5,4	5,6
Залежь	5,5	5,6
Лесополоса	5,1	5,0

Почвенные образцы, отобранные после консервации опыта, показывают, что водородный показатель солевой вытяжки во всех анализируемых почвах ниже оптимального значения, находясь в диапазоне 4,55–5,48 ед. рН. Известно, что идеальная реакция среды для сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне находится в диапазоне от 5,5 до 7,0 ед. рН [6].

Почвенный образец, отобранный на территории залежи, относится к почвам со слабокислой средой, а пробы вариантов исследования и лесополосы – к среднекислым почвам. Результаты опыта позволяют судить о том, что заделывание органических и минеральных удобрений, а также непрерывное использование земель привели к увеличению кислотности на исследуемой территории, по сравнению с результатами проб залежи и лесополосы. Наибольшей кислотностью среди вариантов характеризуется почва варианта VI, в которую был внесен навоз на фоне минеральных удобрений, а наименьшее – в IV варианте. Проба варианта IV, под который заделывали солому и навоз, характеризуется максимальной приближенностью значения водородного показателя солевой вытяжки к значению образца лесополосы среди всех исследуемых вариантов.

Массовая доля органического вещества во всех рассматриваемых образцах почв находилась в интервале 3,61-5,33 %. В ходе исследования было установлено, что при внесении в почвенный покров соломы и навоза наблюдается максимальный эффект накопления органического вещества, которое приближается к показателю на залежи. Заделывание в почву соломы, навоза и сидерата приводит к максимальному снижению массовой доли гумуса за счет увеличения продуктивности растений вследствие их отчуждения с поля. Варианты II и V относятся к почвам с низким содержанием органического вещества. Образцы почв остальных вариантов, а также залежи и лесополосы – к пробам со средним содержанием органического вещества. На фоне внесения удобрений, кроме IV варианта, происходит снижение массовой доли органического вещества.

Содержание подвижного фосфора в почве варьировалось от 62,5 до 565 мг/кг. Массовая доля фосфора на опытных участках выше, чем на территории залежи и лесополосы в 5,3-9,0 раз. При внесении минеральных и органических удобрений в варианты фиксируется уменьшение содержания подвижного фосфора, кроме варианта IV, в который вносили солому и навоз. В почве V варианта установлено минимальное значение фосфора среди опытных участков. Содержание калия находилось в диапазоне 97,8-270 мг/кг. На участках залежи и лесополосы концентрация калия в 1,4-2,8 раз ниже, чем в вариантах исследования. Максимальное значение калия зафиксировано в образце почвы I варианта, а

минимальное – в пробе II варианта. Заделывание удобрений под сельскохозяйственные культуры ведет к снижению массовой доли подвижного калия.

Анализ содержания общего азота показал, что наименьшее значение зафиксировано в вариантах I и VI. Таким образом, минимальные значения общего азота устанавливаются при внесении навоза или при полном отсутствии удобрений. Внесение в почвенную среду фона, соломы и навоза повышает содержание общего азота в 1,5 раза, относительно контрольного варианта. Массовая концентрация азота общего на участках лесополосы и залежи в 1,3-2,6 раз выше результатов всех вариантов.

Прослеживается определенная взаимосвязь между внесенными в почвенный покров удобрениями и результатами исследования. Заделывание удобрений на участках ведет к резкому снижению органического вещества, относительно участков залежи и лесополосы. В варианте IV, в который заделывали солому и навоз на фоне минеральных удобрений, обнаружено наибольшее значение водородного показателя солевой вытяжки, органического вещества, общего азота и подвижного фосфора. Применение соломы и навоза крупного рогатого скота повышает массовую долю органического вещества и азота общего в темно-серой лесной почве. Установлено среди исследуемых вариантов, что только совместное заделывание в почвенный покров соломы и навоза на фоне минеральных удобрений ведет к увеличению доли гумуса. Максимальное понижение содержания гумуса и подвижного фосфора в изучаемых вариантах опыта оказывает применение только минеральных удобрений (вариант II) и соломы, фона, навоза, сидерата (вариант V). Колебания в гумусовом состоянии почвенных профилей относятся к верхнему пахотному горизонту. Включение в почвенную среду фона (вариант II) ведет к наибольшему снижению содержания калия среди представленных проб, относительно варианта I, в который не заделывали удобрения.

Уменьшение массовой доли органического вещества в пахотном слое почвенного покрова связано со снижением содержания гумуса и засолением аккумулятивных легкоразлагаемых веществ, вследствие механической обработки земель. Содержание гумуса в почвах, используемых в аграрном производстве, со временем нормализуется в зависимости от сложившейся агротехники, но на меньшую величину, чем на участках залежи и лесополосы. В основном на территории лесополосы и залежи идут узконаправленные алгоритмы накопления органического вещества. Колебания в содержании гумуса, устанавливаемые типом сообщества растений и уровень ведения сельского хозяйства, относятся к верхнему почвенному слою.

Заключение. Результаты выполненных экспериментов позволяют рекомендовать совместное применение минеральных удобрений, соломы и навоза в виде наиболее полезного удобрения с целью улучшения свойств и качества почв. При этом варианте максимально повышается содержание органического вещества, солевой вытяжки, азота общего и подвижного фосфора. Данный вариант удобрений ускоряет процесс гумусообразования, возмещая его уменьшения из-за разложения.

В целом на территории залежи и лесополосы установлены наименьшие значения кислотности, массовой доли калия и фосфора, а также наивысшее содержания гумуса.

Литература

1. Влияние систем удобрения на содержание почвенного органического углерода и урожайность сельскохозяйственных культур: результаты длительных полевых опытов Географической сети России / В.Г. Сычев, А.Н. Налиухин, Л. К. Шевцова [и др.] // Почвоведение. – 2020. – № 12. – С. 1521-1536.
2. Габитов, М. А. Агроэкологические приемы повышения продуктивности севооборота / М. А. Габитов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2(53). – С. 40-44.
3. Ермаков, А. А. Проблема фосфора в почвах Подмосковья и пути ее решения / А. А. Ермаков, В. Г. Муленков // Плодородие. – 2013. – № 3(72). – С. 14-17.
4. Кузнецов Н.П., Габитов М.А., Крутов Д.Е. Урожайность и качество ячменя в зависимости от погодных условий и применения ризоагрина / Н.П. Кузнецов, М.А. Габитов, Д.Е. Крутов //Агрохимический вестник. – 1999. – № 1. – С. 32-33.
5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2023. – 696 с.
6. Шильников, И. А. Известкование почв: Монография / И. А. Шильников, Л. А. Лебедева. – М. : Агропромиздат, 1987. – 171 с.
7. Эффективность сыромолотых фосфоритов на серых лесных почвах Рязанской области / Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, Г. Н. Фадькин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 2(30). – С. 35-40.

AGROCHEMICAL CONDITION OF DARK GRAY FOREST SOILS DURING LONG-TERM USE FOR ARABLE LAND

¹Pavlova K.M., ^{1,2}Vinogradov D.V., ³Bereznov A.V., ⁴Gabibov M.A.
¹Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev;
²Lomonosov Moscow State University;
³All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry;
⁴Ryazan State University named after S.A. Yesenin

Over the past few years, due to a decrease in the use of mineral and organic fertilizers, as well as a decrease in work aimed at protecting soils, the problems of soil degradation in Russia have intensified. The surveys were carried out on dark gray forest heavy loamy soil with an average level of fertility. The experience has been deployed in a four-fold crop rotation. According to the test results, the lowest acidity among the variants is characterized by the soil in which the background, straw and manure were embedded, and the highest in which the background with manure was introduced. The organic matter content ranged from 3.61 to 5.33%. When straw and manure are embedded in the soil, the maximum effect of humus accumulation is noted. Fertilization leads to a decrease in the content of mobile phosphorus and potassium. The mass fraction of mobile elements in the experimental sites is 5.3-9.0 and 1.4-2.8 times higher than in the territory of the forest belt and deposits for phosphorus and potassium, respectively. The lowest total nitrogen content was recorded in the variant in which fertilizers were not embedded. The test results allow us to recommend straw and manure as the most effective fertilizer to improve the properties and quality of the soil cover.

Keywords: fertilizers, dark gray forest soil, siderate, manure, straw, fertility, organic matter.

УДК 631.8 : 633.63 : 631.452

DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.03

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА И ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЦЧР

**Т.А. Девятова, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,
394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, e-mail: devyatova.eco@gmail.com
О.А. Минакова, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»
396030, Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИИСС, д.86, e-mail: olalmin2@rambler.ru**

Показано улучшение агрохимического состояния чернозема, выщелоченного при длительном внесении минеральных удобрений (N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅) под сахарную свеклу в сочетании с 25 т/га навоза в пару: повысилось содержание подвижных форм НРК, а также гумуса и нитрификационная способность почвы. Эта доза удобрений не способствовала значительному подкислению почвы. Длительно используемые удобрения повышали урожайность корнеплодов сахарной свеклы и продуктивность 1 га пашни на 20,9-39,9 и 20,4-37,9% соответственно; отмечался рост содержания сухого вещества корнеплодов на 1,4-2,2 абс. %, 1 кг НРК обеспечивал получение 5,33-13,1 кг корнеплодов.

Ключевые слова: сахарная свекла, чернозем выщелоченный, минеральные удобрения, навоз, урожайность, агрохимические свойства, продуктивность пашни.

Для цитирования: Девятова Т.А., Минакова О.А. Влияние длительного применения удобрений на плодородие выщелоченного чернозема и продуктивность сахарной свеклы в ЦЧР// Плодородие. – 2024. – №5. – С. 12-16.
DOI: 10.25680/S19948603.2024.140.03.

Один из основных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур – применение удобрений [1]. Наиболее полное изучение действия удобрений возможно только в стационарных опытах на основе длительных наблюдений за почвенным плодородием и урожайностью культур. Целью стационарных опытов является разработка научных основ прогрессивного увеличения урожайности всех культур севооборота при улучшении плодородия почвы [2].

Многочисленными исследованиями, проведенными в севооборотах различных почвенно-климатических зон страны, доказано, что длительное систематическое применение удобрений в рациональных дозах способствует улучшению основных показателей почвенного плодородия [14]: повышению содержания гумуса и подвижных форм элементов питания, оптимизации обменной и гидrolитической кислотности, созданию положительного