

саморегуляции, свойственные природным экосистемам. Применение природоподобных технологий обеспечивает устойчивое гумусообразование за счет поступления в почву органического вещества и питательных элементов из естественных источников, повышение интенсивности биологического круговорота и максимальное использование биоклиматического потенциала, что будет способствовать расширенному воспроизводству почвенного плодородия и повышению устойчивости агроэкосистемы.

Литература

1. Доклад о состоянии и использовании сельскохозяйственных земель Российской Федерации в 2021 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 356 с.
2. Научные основы и технологические приемы комплексного регулирования параметров агроэкосистемы / Под ред. проф. Л.В. Кирейчевой – М.: ФГБНУ «ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», 2022 – 240 с.
3. Кирейчева Л.В., Пуховская Т.Ю., Павлов В.Ю. Научно-практические рекомендации по применению природоподобных технологий для сохранения и повышения почвенного плодородия. – М.: ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова», 2023. – 48 с.
4. Сычев В.Г., Лошаков В.Г., Мерзлая Г.Е., Романенков В.А. Воспроизводство плодородия почвы при зерновой специализации земледелия в Центральном районе Нечерноземной зоны (научно-практические рекомендации). – М.:ВНИИА, 2012.- 48 с.

5. Новиков М.Н. Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне: (научно-практические рекомендации на примере Владимирской области) /Федер. госучреждение центр агрохим. службы "Владимирский" (ФГУЦАС "Владимирский"). – Владимир, 2004. – 259 с.
6. Рукава И.В. Эффективность микробных деструкторов послеуборочных остатков в лабораторных и полевых экспериментах // Владимирский земледелец. – 2021. – № 2. – С. 34-40.
7. Шарков И.Н., Андрюханов В.А., Сохвалова Л.В., Антипина П.В. Влияние минимизации обработки на баланс углерода в почве в лесостепи Новосибирского Приобья // Вестник НГАУ – 2023. – №1 (66) – С. 99-106.
8. Поляков Д.Г., Бакиров Ф.Г. Органическая мульча и No-till в земледелии: обзор зарубежного опыта/Земледелие. – №1, 2020.- С. 3-7.
9. Рабинович Г.Ю., Зинковская Т.С., Анциферова О.Н. Биомелиорация на осушаемых землях//Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – №2.- С.3-9.
10. Научные основы оптимизации питания и фитосанитарного состояния посевов в ландшафтном земледелии/Под ред. В.Г. Сычева.-М.: РАСХН, 2005.-94 с.
11. Курсакова В.С., Бартая Н.Н. Влияние препарата ризоагрина на урожайность зеленой массы ячменя в одновидовом посеве и в травосмесях с бобовыми культурами//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 12 (122). – С.5-9.
12. Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М., Шайхразиев Ш.Ш., Нуриев С.Ш., Зубарев С.В. Эффективность применения бактериальных удобрений Азотовит и Бактофосфин на серых лесных почвах Республики Татарстан//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3(23). – С. 29-34.

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES TO INCREASE SOIL FERTILITY

Kireicheva L.V., Doctor of Technical Sciences; Pukhovskaya T.Y., Candidate of Biological Sciences
Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov", 44 Bolshaya Akademicheskaya str., bldg. 44/2., Moscow, 127434, Russia, e-mail:pukhovskaya@inbox.ru

The principal features and criteria to classify agrotechnical technologies as environmental ones are determined. Perspectives of directions of environmental technologies' application as well as the advantages of agrogenic sources of organic matter (agricultural by-products) such as: straw, roots of plants, siderates are given. The above mentioned sources of organic matter providing environmentally friendly replenishment of soil organic matter as well as complex fertilizing organo-mineral mixtures based on spropel are considered. The application of environmental technological methods to manage agrochemical and agrophysical parameters of soil fertility, taking into account soil properties is justified.

Keywords: environmental technologies, soil fertility

УДК 631.4

EDN:CHNJZK

DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-14-19

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗЕРНОТРАВЯНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА

**С.И. Тютюнов, ак. РАН, И.В. Логвинов, Е.В. Навольнева, к.с.-х.н.,
ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»
308001, Белгород, ул. Октябрьская, 58,**

E-mail: Laboratoria.Plodorodya@yandex.ru, zemledele2006@yandex.ru, Navekavika@gmail.com

В длительном полевом опыте на протяжении 25 лет изучали влияние зернотравянопропашного севооборота, содержащего в своей структуре 40 % многолетних трав, а также различных способов обработки почвы, органических и минеральных удобрений на агрохимические и физико-химические показатели чернозёма типичного. Содержание гумуса увеличивалось во всех вариантах опыта, как в пахотном, так и в подпахотном слоях. Для увеличения содержания щёлочногидролизуемого азота и нитрификационной способности почв требовалось совместное внесение двойных доз минеральных удобрений и навоза. Содержание подвижных фосфора и калия увеличивалось на контрольных делянках как в пахотном, так и в подпахотном слоях. Применение удобрений повышало содержание данных элементов от среднего до очень высокого уровня. Гидролитическая кислотность снижалась на контрольных делянках в пахотном слое на 16,5 – 17,6 % относительно исходных показателей. Минеральные удобрения увеличивали данный показатель на 6,6 – 23,4 %. Навоз оказывал нейтрализующее действие, понижая кислотность почвы. Сумма поглощённых оснований снижалась во всех вариантах опыта, как в пахотном, так и в подпахотном слоях. Использование удобрений в обрабатываемом слое существенно не изменяло данный показатель, а в нижнем слое приводило к его увеличению относительно контрольных значений.

Ключевые слова: плодородие чернозёма, зернотравянопропашной севооборот, гумус, азот, фосфор, калий, гидролитическая кислотность, сумма поглощённых оснований.

Благополучие российского общества во многом определяется уровнем продуктивности сельского хозяйства в целом и земледелия в частности. Продуктивность земледелия отражает уровень плодородия почвы. Первоочередная задача, которую необходимо решить в ближайшее время – обеспечить расширенное воспроизводство плодородия почв и в первую очередь чернозёмов и таким образом удвоить их нынешнюю продуктивность. Высокоплодородная почва – основа успешного ведения сельского хозяйства.

На свойства почв, уровень их плодородия сильное влияние оказывает хозяйственная деятельность человека. Исследованиями многих учёных установлена наметившаяся устойчивая тенденция к снижению плодородия чернозёмов. Наш чернозём, который в некоторых местах использовался 400 и более лет, ничего не получая взамен отчуждённых с урожаем питательных веществ, стал деградировать [4]. Безвозвратные потери сельскохозяйственных угодий из-за деградации уже превысили 1,5 млн га в год [6, 8, 9].

Разработка научных ресурсосберегающих приёмов повышения плодородия почв и получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции особенно актуальна в сложных экономических условиях и в связи с необходимостью импортозамещения продукции [10].

Один из таких приёмов – введение зернотравянопропашного севооборота с многолетними травами, который является фундаментом сохранения и повышения плодородия почвы и роста продуктивности сельскохозяйственных культур. Для решения этих задач на территории Белгородской области разработана долгосрочная целевая программа биологизации земледелия [3, 7, 12].

Многочисленными исследованиями доказана положительная роль многолетних трав в повышении органического вещества почв и основных элементов питания растений. Проведённый расчёт баланса гумуса в севообороте с 40 % многолетних трав свидетельствует, что он положительный во всех вариантах опыта [1, 5, 13].

Цель исследований – изучить динамику основных показателей почвенного плодородия в севообороте с многолетними травами под воздействием различных способов обработки почвы и применения разных доз органических и минеральных удобрений.

Методика. Исследования проводили в многолетнем полевом опыте, заложенном в Белгородском аграрном научном центре в 1987 г. с целью разработки агротехнологий по сохранению и воспроизводству плодородия чернозёма типичного.

Опыт развёрнут во времени и пространстве на пяти полях общей площадью 22,5 га. Посевная площадь элементарной делянки 120 м² (4 м x 30 м), учётная – 50-100 м². Схема опыта 3 x 3 x 3 включает 27 вариантов в трёхкратной повторности. Опыт поставлен с использованием метода расщеплённых делянок. Опытный участок расположен на плакоре, уклон которого не превышает 3°.

Почва опытного участка представлена чернозёмом типичным среднесуглинистым на лессовидном суглинке, в Центрально-Чернозёмном регионе является фоновой. До закладки опыта пахотный слой почвы имел следующие агрохимические показатели: содержание гумуса 5,27-5,32%, рН_{KCl} 5,8-6,3, подвижного

фосфора (по Чирикову) 52-58 мг/кг почвы, подвижного калия – 95-106 мг/кг почвы; степень насыщенности основаниями около 90%.

В изучаемом зернотравянопропашном севообороте культуры чередовались следующим образом: 1 – озимая пшеница; 2 – сахарная свёкла; 3 – ячмень + многолетние травы (эспарцет); 4 – многолетние травы 1-го года пользования; 5 – многолетние травы 2-го года пользования. На долю многолетних трав в структуре экспериментального севооборота приходилось 40 % площади, а пропашной культуры (сахарная свёкла) – 20 %.

Другим изучаемым фактором в опыте были три способа основной обработки почвы: вспашка, безотвальная обработка и минимальная обработка.

Вспашку проводили на глубину 22-32 см в зависимости от культуры, безотвальную обработку – на такую же глубину, но без оборота пласта. Минимальная (мелкая) обработка заключалась в проведении дискования на глубину 12-14 см.

Методика опыта предусматривала внесение одинарных и двойных доз органических и минеральных удобрений и их сочетаний, а также наличие абсолютного контроля. Насыщенность минеральными удобрениями 1 га севооборотной площади при одинарных их дозах составляла N₄₆P₅₆K₅₆, а двойных, соответственно, N₉₂P₁₁₂K₁₁₂.

Минеральные удобрения вносили ежегодно под основную обработку почвы и в подкормку при возделывании озимой пшеницы. Из минеральных удобрений использовали азофоску (N₁₆P₁₆K₁₆), диаммофоску (N₁₀P₂₆K₂₆) и аммиачную селитру (34,4%). В качестве органических удобрений применяли подстилочный навоз КРС, который вносили под сахарную свёклу. Одинарная доза навоза – 40 т/га в расчёте на простое воспроизводство почвенного плодородия, а двойная – 80 т/га в расчёте на расширенное воспроизводство. На каждый гектар севооборотной площади приходилось, соответственно, 8 и 16 т навоза.

Результаты и их обсуждение. Гумус – один из важнейших показателей плодородия почвы, главный потенциальный источник жизни на Земле [4]. Наиболее чётко изменение содержания гумуса в почве можно проследить в длительных опытах с удобрениями.

В наших исследованиях после 25-летнего возделывания культур зернотравянопропашного севооборота, среди которых 40 % площади занимают многолетние травы, как в контрольных вариантах, так и в вариантах с различными дозами удобрений наблюдается положительный баланс гумуса в пахотном и подпахотных слоях почвы (табл. 1).

На удобренных делянках содержание гумуса в слое 0-30 см повысилось на 0,22-0,33, а в слое 30-50 см – на 0,13-0,25 абсолютных процента относительно исходных показателей и составило, соответственно, 5,45-5,52 и 4,67-4,81 %. При этом наибольший рост отмечен по безотвальной и минимальной обработках почвы. Увеличение содержания гумуса в данных вариантах обеспечивало только поступление в почву органического вещества пожнивных-корневых остатков многолетних бобовых трав. Влияние минеральных удобрений проявилось неоднозначно. Если одинарные их дозы увеличивали содержание гумуса в среднем по обработкам на 0,35 %, то

двойные – на 0,31 %. Внесение навоза дало наибольший рост содержания гумуса. В пахотном слое при внесении одинарных и двойных доз навоза его содержание возрастало на 0,42-0,98, а в подпахотном – на 0,17-0,70 абсолютных процента относительно исходных показателей. Относительно контрольных делянок содержание гумуса от использования органических удобрений увеличилось на 0,20-0,65 и 0,04-0,45 абсолютных процента в пахотном и подпахотном слоях соответственно.

Внесение минеральных удобрений на фоне органических не приводило к дальнейшему росту содержания гумуса. Максимальным оно было в слое 0-30 см и составило 5,8 % в варианте с двойной дозой навоза (16 т/га севооборотной площади) по минимальной обработке почвы, а также в варианте 16 т/га навоза + N₄₆P₅₆K₅₆ по безотвальной обработке почвы. В слое 30-50 см максимальное содержание гумуса достигло 5,18 % на делянке с двойной дозой навоза и одинарной дозой NPK по минимальной обработке почвы. Минимальная (мелкая) обработка почвы имела существенное преимущество в накоплении гумуса по сравнению с безотвальной и вспашкой, но только в пахотном слое.

1. Содержание общего гумуса в зависимости от способов основной обработки почвы и уровней удобрённости после пяти ротаций зерноотраваднопропашного севооборота, % к массе

Внесено на 1 га севооборотной площади		Способы основной обработки почвы					
На-воз, т	NPK, кг д.в.	Вспашка		Безотвальная обработка		Минимальная обработка	
		2012-2016 г.	+/- к 1987 г.	2012-2016 г.	+/- к 1987 г.	2012-2016 г.	+/- к 1987 г.
Слой 0-30 см							
0	0	5,45	0,22	5,46	0,33	5,52	0,30
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	5,53	0,27	5,52	0,33	5,65	0,45
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	5,49	0,33	5,6	0,26	5,6	0,34
8	0	5,6	0,56	5,71	0,50	5,66	0,42
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	5,65	0,35	5,72	0,38	5,68	0,66
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	5,64	0,23	5,74	0,48	5,61	0,62
16	0	5,70	0,49	5,77	0,46	5,80	0,98
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	5,63	0,31	5,80	0,50	5,70	0,49
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	5,68	0,38	5,79	0,57	5,74	0,58
НСР ₀₅ : удобрения 0,06 обработки почвы 0,09							
Слой 30-50 см							
0	0	4,70	0,13	4,67	0,19	4,81	0,25
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	4,84	0,10	4,81	0,2	4,48	0,28
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	4,87	0,28	4,83	0,51	4,89	0,25
8	0	4,89	0,40	4,93	0,17	5,05	0,35
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	4,92	0,48	5,06	0,57	5,09	0,76
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	4,99	0,33	5,05	0,65	5,17	0,31
16	0	5,03	0,46	5,07	0,7	5,16	0,45
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	5,11	0,38	5,11	0,65	5,18	0,41
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	5,13	0,50	5,1	0,68	5,09	0,41
НСР ₀₅ : удобрения 0,08 обработки почвы 0,11							

При возделывании сельскохозяйственных культур основным элементом питания, способствующим увеличению их продуктивности, является азот. Данные мониторинга 2000-2009 г. свидетельствуют, что на пахотных почвах Белгородской области складывается отрицательный баланс доступных форм азота, который находится в первом минимуме для сельскохозяйственных растений [2].

В исследованиях для определения изменений азотного режима почв использовали щёлочногидролизую форму азота по Корнфильду, которая представляет

ближайший запас этого элемента и позволяет прогнозировать состояние азотного режима почвы.

Исходное содержание щёлочногидролизующего азота в пахотном слое находилось в пределах 152,3-156,5 мг/кг почвы, что соответствует среднему уровню обеспечения (табл. 2). За 25 лет сельскохозяйственного использования в варианте без удобрений произошло снижение щёлочногидролизующего азота на 11,8-18,1 мг/кг почвы. Внесение минеральных удобрений и навоза в одинарных дозах сдерживало темпы снижения данного показателя. Двойные дозы этих удобрений повышали содержание этой формы азота до исходного уровня. И только совместное внесение минеральных и органических удобрений в двойных дозах способствовало увеличению этого показателя во времени на 9,4-15,8 и 23,9-27,6 мг/кг относительно абсолютного контроля. В подпахотном слое содержание щёлочногидролизующего азота было 109,3-115,6 мг/кг почвы. В контрольных вариантах произошло его снижение относительно исходных показателей, но заметно меньшее, чем в пахотном – 1,4-4,3 мг/кг. При внесении одинарных доз минеральных и органических удобрений содержание щёлочногидролизующего азота повышалось до исходного уровня, а совместное внесение двойных доз этих удобрений превышало его, соответственно, на 15,6-20,9 и 19,9-22,3 мг/кг относительно контрольных вариантов. Способы обработки меньше влияли на изменение содержания щёлочногидролизующего азота в почве по сравнению с удобрениями. Среди них вспашка имела преимущество в его накоплении по сравнению с безотвальными способами, что заметнее проявлялось в подпахотном слое.

2. Азотное состояние чернозёма типичного после пяти ротаций зерноотраваднопропашного севооборота

Внесено на 1 га севооборотной площади		Нитрификационная способность		N щелочногидролизуемый			
		мг/кг почвы					
навоз,	NPK,	Способы обработки почвы*					
т	кг д.в.	В	Б	М	В	Б	М
Слой 0-30 см							
Исходное содержание в почве (1987 г.)		37,2	35,4	36,3	152,3	156,5	154,8
0	0	26,7	28,8	27,3	140,5	142,5	136,7
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	34,8	38,5	39,4	144,8	144,5	143,9
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	36,3	40,2	42,4	154,8	152,4	150,8
8	0	32,5	34,3	34,6	148,3	147,5	149,2
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	36,2	37,5	37,9	158,2	151,8	152,3
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	38,3	42,2	41,5	163,7	158,6	154,7
16	0	34,8	36,2	40,2	154,4	155,2	149,2
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	41,5	41,9	44,3	166,2	162,3	160,5
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	42,6	46,7	47,2	168,1	166,4	164,2
НСР ₀₅ : обработки 1,1 удобрения 1,3				НСР ₀₅ : обработки 2,4 удобрения 2,8			
Слой 30-50 см							
Исходное содержание в почве (1987 г.)		11,3	9,4	8,6	115,6	112,5	109,3
0	0	16,3	14,1	15,8	114,2	108,2	106,8
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	17,5	15,2	14,4	115,6	112,5	109,6
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	23,2	22,1	20,7	116,1	114,4	112,2
8	0	17,1	16,3	15,9	117,4	111,2	108,5
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	19,5	18,3	17,4	131,8	114,8	111,3
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	21,3	19,8	17,6	135,3	116,4	113,7
16	0	18,6	17,4	18,5	127,2	118,2	119,6
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	21,4	18,3	19,8	130,1	122,3	123,4
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	21,2	20,1	20,3	136,5	128,1	126,7
НСР ₀₅ : обработки 1,2 удобрения 1,4				НСР ₀₅ : обработки 2,7 удобрения 3,6			

*Способы основной обработки почвы: В-вспашка, Б-безотвальная обработка, М-минимальная обработка (здесь и в табл. 3, 4).

Нитрификационная способность – один из наиболее значимых биохимических процессов в почве, является важнейшим показателем её микробиологического состояния. В опыте исходный показатель нитрификационной способности в пахотном слое составлял 35,4–37,2 мг/кг почвы, что соответствовало высокому уровню, согласно принятой классификации. В подпахотном слое накопление нитратного азота проходило менее активно и варьировало в пределах 8,6–11,3 мг/кг почвы. После пяти ротаций севооборота в неудобранных вариантах произошло снижение величины нитрификационной способности в слое 0–30 см на 6,6–10,5 мг/кг и почва перешла в группу повышенного уровня. В слое 30–50 см накопление нитратов, наоборот, увеличилось на 4,7–7,2 мг/кг относительно исходного уровня. Внесение одианных доз минеральных удобрений повышало нитрификационную способность до исходного уровня, а внесение двойных доз увеличивало исходный уровень на 4,8–6,1 мг/кг почвы только в вариантах с безотвальной и минимальной обработками почвы. Влияние органических удобрений также существенно отразилось на изменении нитрификационной способности почвы. Накопление нитратного азота при внесении одианных доз навоза возрастало относительно абсолютного контроля на 5,8–7,3 мг/кг, а при двойных – на 7,4–12,9 мг/кг. Совместное использование органических и минеральных удобрений приводило к дальнейшему увеличению нитрификационной способности почвы как в пахотном, так и в подпахотном слоях.

В пахотном слое минимальная обработка почвы способствовала некоторому увеличению нитрификационной способности почвы, а в подпахотном слое преимущество в накоплении нитратов было по вспашке. При этом различия были существенны.

Таким образом, азотное состояние почвы в процессе длительного сельскохозяйственного использования улучшается только при использовании органических и минеральных удобрений.

Исходное содержание подвижного фосфора в слое 0–30 см соответствовало среднему уровню градации (табл. 3). За период исследований его содержание увеличилось на неудобранных делянках на 5,4–10,7 мг/кг. Применение минеральных удобрений повышало содержание этого элемента до высокого и очень высокого уровня. Увеличение от одианных их доз составляло 87,3–98,6 мг/кг, а двойных – 132,7–172,9 мг/кг. Внесение навоза увеличивало содержание фосфора на 26,7–33,4 и 56,0–62,3 мг/кг от одианных и двойных доз соответственно. Наибольшее увеличение подвижного фосфора в почве обеспечивало совместное внесение двойных доз органических и минеральных удобрений, на таких делянках его содержание достигало 222,4–240,4 мг/кг, что на 240,0–269,1 % превышало показатели на контроле.

В подпахотном слое (30–50 см) исходное содержание подвижного фосфора составляло 37,3–40,7 мг/кг. Но за период сельскохозяйственного использования, под воздействием зерноотравнопропашного севооборота, оно повысилось до 54,7 мг/кг. Использование удобрений приводило к существенному росту подвижного фосфора, но в отличие от верхнего слоя, лишь в вариантах с глубокими обработками почвы.

Исходное содержание обменного калия в пахотном слое соответствовало повышенному уровню обеспеченности. После пяти ротаций севооборота его содержание на контрольных делянках увеличилось на 5,6–10 мг/кг,

оставаясь при этом на том же уровне градации. Применение минеральных удобрений приводило к существенному росту содержания подвижного калия [11]. Одианные их дозы повышали его содержание на 21,6–57,1 мг/кг, или на 19,8–36,8 %, а двойные – на 42,7–71,3 мг/кг, или на 39,1–67,5 % относительно контроля, причём с большими величинами при минимальной обработке почвы. Внесение навоза способствовало интенсивному росту подвижного калия. При одианных дозах его содержание в почве увеличивалось на 11,6–32,3 %, а при двойных – на 23,5–46,5 % в зависимости от обработки почвы и соответствовало высокому уровню обеспеченности. Максимальные значения содержания подвижного калия в почве установлены в вариантах с двойными дозами органических и минеральных удобрений, где увеличение достигало 56,2–79,6 % с сохранением преимущества в его накоплении по минимальной обработке.

3. Содержание подвижного фосфора и калия после пяти ротаций зерноотравнопропашного севооборота, мг/кг

Внесено удобрений на 1 га севооборотной площади		P ₂ O ₅			K ₂ O		
навоз, т	НРК, кг д.в.	Способы обработки почвы					
		В	Б	М	В	Б	М
Слой 0-30 см							
Исходное содержание в почве (1987 г.)		54,7	57,8	57,0	103,7	94,6	98,0
0	0	65,4	63,2	66,3	109,3	104,6	105,7
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	152,7	158,6	164,9	130,9	150,6	155,1
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	238,3	211,9	199,0	152,0	168,3	177,0
8	0	98,8	93,1	93,0	122,0	138,4	124,6
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	159,5	152,9	171,8	138,9	161,4	164,8
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	225,9	217,0	225,9	166,7	178,8	199,5
16	0	121,4	125,5	126,6	135,0	138,5	154,8
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	175,6	188,7	184,8	152,0	167,2	158,7
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	222,4	233,3	240,4	179,3	163,4	189,8
НСР ₀₅ : удобрения		12,6			17,1		
обработка почвы		8,4			13,8		
Слой 30-50 см							
Исходное содержание в почве (1987 г.)		37,3	40,7	39,1	94,0	93,1	82,3
0	0	49,5	48,0	54,7	105,0	91,5	83,5
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	65,0	61,3	59,0	113,0	111,0	85,0
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	97,0	112,5	62,0	117,5	100,0	93,5
8	0	73,5	45,0	42,0	110,5	110,0	98,0
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	99,5	105,5	63,0	124,0	98,0	103,5
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	126,0	85,5	78,0	127,5	126,0	107,5
16	0	69,0	64,0	58,5	121,5	120,0	89,5
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	117,0	69,0	64,5	122,5	123,0	97,5
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	123,5	70,5	62,5	124,5	118,0	102,0
НСР ₀₅ : удобрения		8,8			11,6		
обработка почвы		5,2			7,4		

В подпахотном слое исходное содержание подвижного калия составляло 82,3–94,0 мг/кг. После пяти ротаций севооборота в контрольных вариантах не произошло существенных изменений. Влияние удобрений в этом слое проявилось менее эффективно, под их воздействием содержание подвижного калия увеличивалось на 11,0–18,6 % в зависимости от дозы. В отличие от верхнего слоя преимущество в накоплении подвижного калия здесь было по вспашке.

Плодородие почв во многом зависит от физико-химических показателей, таких как сумма поглощённых оснований и гидролитическая кислотность почвы.

Исходное содержание суммы поглощённых оснований в слое 30–50 см превышало таковое в слое 0–30 см на 5,2 мг-экв (табл. 4). После 25 лет сельскохозяйственного

использования произошло снижение суммы поглощённых оснований во всех вариантах опыта относительно исходных значений. В пахотном слое снижение составило в среднем по вариантам опыта 6,7–8,4 мг-экв., а в подпахотном 3,0–12,1 мг-экв/100 г почвы. Использование минеральных удобрений приводило к понижению данного показателя на 1,0–1,4 мг-экв. в слое 0–30 см относительно абсолютного контроля. А их совместное применение с навозом удерживало его на уровне контроля. В подпахотном слое, напротив, в удобренных вариантах наблюдается увеличение суммы поглощённых оснований относительно контроля. Способы обработки почвы не оказали заметного влияния на сумму поглощённых оснований. Таким образом, изучаемые агроприёмы в обрабатываемом слое почвы мало влияли на изменение суммы поглощённых оснований, а в необрабатываемом слое их применение способствовало замедлению снижения суммы поглощённых оснований во времени.

4. Изменение физико-химических показателей чернозёма типичного под воздействием различных способов обработки почвы и удобрений после пяти ротаций зерноотравнопропашного севооборота

Внесено удобрений на 1 га севооборотной площади		Нг			S		
		мг-экв/ 100 г почвы					
навоз, т	НРК, кг д.в.	Способы обработки почвы					
		В	Б	М	В	Б	М
Исходное содержание в почве (1987 г.)		3,16	3,46	3,36	37,8	38,0	37,3
Слой 0-30 см							
0	0	2,64	2,85	2,77	30,0	30,4	31,2
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	3,46	3,69	3,79	29,2	29,8	29,4
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	3,90	4,03	4,23	28,0	29,7	29,5
8	0	2,69	2,56	2,78	29,5	32,2	31,2
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	3,33	3,05	3,45	29,2	30,9	31,6
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	3,40	3,34	3,86	28,6	30,8	31,5
16	0	2,36	2,28	2,44	30,4	31,7	31,6
	N ₄₆ P ₅₆ K ₅₆	3,01	2,87	3,18	29,9	31,3	30,2
	N ₉₂ P ₁₁₂ K ₁₁₂	3,29	3,42	3,55	29,8	29,9	29,6
НСР ₀₅ : удобрения		0,5			0,5		
обработка почвы		0,3			1,1		
Слой 30-50 см							
Исходное содержание в почве (1987 г.)		1,90	1,82	1,94	42,4	45,2	41,3
0	0	2,54	2,29	2,92	31,2	33,1	32,7
	N ₄₂ P ₆₂ K ₆₂	3,02	2,98	3,15	31,7	39,1	39,4
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	3,27	3,22	3,46	32,8	32,9	34,1
8	0	2,24	2,0	2,25	35,0	40,5	39,4
	N ₄₂ P ₆₂ K ₆₂	2,64	2,42	2,56	33,9	34,5	38,6
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	3,04	2,69	3,22	32,9	35,6	41,7
16	0	2,37	2,19	2,77	31,8	36,3	39,3
	N ₄₂ P ₆₂ K ₆₂	2,89	1,17	2,2	35,3	41,2	40,0
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	2,02	1,62	2,66	39,0	38,1	39,3
НСР ₀₅ : удобрения		0,4			1,1		
обработка почвы		0,2			1,6		

За исследуемый период в верхнем слое произошло снижение величины гидролитической кислотности (Нг) на 16,5–17,6 % и из слабокислой группы почва на этих делянках перешла в группу, близкую к нейтральной. Этому способствовало возделывание многолетних бобовых трав, которые обогащают почву кальцием, в большом количестве содержащимся в их пожнивном-корневых остатках. Влияние минеральных удобрений проявлялось в увеличении гидролитической кислотности до 3,46–4,03 мг-экв/100 г почвы (на 6,6–23,4 % относительно исходных показателей). Здесь просматривается чёткая закономерность – увеличение дозы минеральных удобрений приводило к увеличению показателя Нг во

всех вариантах. При внесении навоза наблюдается обратная закономерность: одинарные дозы снижали гидролитическую кислотность до 2,56–2,99 мг-экв/100 г почвы, двойные – до 2,44–2,66 мг-экв/100 г почвы. В вариантах совместного применения органических и минеральных удобрений гидролитическая кислотность составляла 2,87–3,60 мг-экв/100 г почвы. В подпахотном слое исходная величина Нг была значительно меньше, чем в пахотном и находилась в пределах 1,92–1,94 мг-экв/100 г почвы, что характерно для почв данного подтипа. За период исследований произошло увеличение гидролитической кислотности как в контрольных вариантах, так и в вариантах с удобрениями. Влияние минеральных и органических удобрений проявлялось в таких же закономерностях, как и в пахотном слое, но в меньшей степени. Способы обработки почвы не оказывали существенного влияния на гидролитическую кислотность, но как тенденцию можно определить увеличение гидролитической кислотности по минимальной обработке почвы.

Выводы. В процессе многолетних исследований установлено, что зерноотравнопропашной севооборот оказывал существенное влияние на изменение основных показателей плодородия чернозёма типичного и является эффективным средством его воспроизводства.

Литература

1. Логвинов И.В. Баланс гумуса в специализированных севооборотах юго-запада ЦЧЗ при различном уровне интенсификации агротехнологий / И.В. Логвинов, В.Д. Соловichenko // «Реализация методологических и методических идей профессора Б.А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия», Коллективная монография. Т. 1. – Москва-Суздаль, 2017. – С. 202-208.
2. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние почв Белгородской области: моногр. / С.В. Лукин. – Белгород: КОНСАЛТА, 2008. – 176 с.
3. Лукин С.В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – №7. – С. 20-23.
4. Плодородие чернозёмов России / Под ред. Н.З. Милащенко – М.: Агроконсалт, 1998. – 688 с.
5. Сабитов М.М. Влияние многолетних трав на повышение плодородия почв и продуктивности зерновых культур // Агрохимический вестник. – 2019. – №5. – С. 50-54.
6. Соловichenko В.Д. Дегумификация как основной фактор деградации чернозёмов / В.Д. Соловichenko, А.Г. Ступаков, И.В. Логвинов // Сб. докл. междунар. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия», г. Курск, 20 апр., 2018. – С. 408-412.
7. Соловichenko В.Д., Самыкин В.Н., Логвинов И.В. Биологизация земледелия Белгородской области – фундамент роста плодородия почв, продуктивности и сохранения экологии окружающей среды // Белгородский агромир. – 2011. – № 4. – С. 4-7.
8. Соловichenko В.Д., Тютюнов С.И. Мониторинг почвенного покрова Белгородской области. – Белгород: Отчий край, 2014 – 113 с.
9. Соловichenko В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. – Белгород: Отчий край, 2013 – 372 с.
10. Сычев В.Г. В союзе с наукой и практикой // Плодородие. – 2014. – № 6. – С. 2-5.
11. Тютюнов С. И. Влияние основных факторов системы воспроизводства плодородия почв на содержание подвижного калия в черноземе типичном юго-западной части ЦЧР / С. И. Тютюнов, Е. В. Навольнева, В. В. Навальнев, И. В. Логвинов, А. И. Литвинов // Земледелие. – 2023. – №2. – С. 8–12.
12. Тютюнов С.И., Соловichenko В.Д., Логвинов И.В., Самыкин В.Н. Плодосменный севооборот – основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в условиях биологизации земледелия Белгородской области // Плодородие – 2014. – №1. – С. 28-30.
13. Тютюнов С.И., Соловichenko В.Д., Цыбуткин А.С., Логвинов И.В. Влияние способов обработки почвы, минеральных и органических удобрений в различных севооборотах на содержание гумуса в чернозёме типичном // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – №5. – С. 7-12.

S.I. Tyutyunov, I.V. Logvinov, E.V. Navolneva.

Federal State Budgetary Institution "Belgorod Fan Center of the Russian Academy of Sciences,"
308001, Belgorod, st. Oktyabrskaya, 58, E-mail: Laboratoria.Plodorodya@yandex.ru

For 25 years, long-term field experience has studied the influence of grain-grass-row crop rotation, which contains 40% of perennial herbs in its structure, as well as various methods of tillage, organic and mineral fertilizers on the agrochemical and physicochemical indicators of typical chernozem. The humus content increased on all test variants, both in the arable and sub-arable layers. To increase the content of alkali-hydrolyzable nitrogen and the nitrification ability of soils, it was necessary to jointly apply double doses of mineral fertilizers and manure. The content of mobile phosphorus and mobile potassium increased in control plots, both in the arable and sub-arable layers. The use of fertilizers increased the content of these elements from medium to very high levels. Hydrolytic acidity decreased in control plots in the arable layer by 16.5-17.6% relative to the initial values. Mineral fertilizers increased this indicator by 6.6-23.4%. Manure had a neutralizing effect, reducing the acidity of the soil. The amount of absorbed bases decreased in all test options, both in the arable and subsurface layers. The use of fertilizers in the treated layer did not significantly change this indicator, and in the lower layer it led to an increase in its relative to the control values.

Key words: fertility of chernozem, granular-row crop rotation humus, nitrogen, phosphorus, potassium, hydrolytic acidity, sum of absorbed bases.

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОПОСАДОК НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Федотова, д.б.н.,

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и
защитного лесоразведения Российской академии наук»

Пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация

e-mail: fedotova-a@vfanc.ru, тел. 8 (8442) 96-85-25

Выполнено в рамках № 04/ВИП ГЗ (соглашение № 165-15-2023-004 от 01.03.2023 года)

«Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» по теме
«Оценка экосистемных потоков парниковых газов и аккумуляции углерода в агролесоландшафтах,
формирующихся в засушливых условиях юга России, для разработки адаптивных
мероприятий в борьбе с опустыниванием и деградацией земель»

Приведены результаты сравнительного анализа пространственного распределения гранулометрических фракций почвы под противодефляционными лесопосадками и в биогеохимически связанном открытом степном ландшафте в сухостепной зоне Волгоградской области. Почвенный покров представлен темно-каштановыми почвами. Исходными данными явились результаты определения гранулометрического состава и базовых свойств почв на 10 пробных площадях в 30 почвенных разрезах по 10-сантиметровым слоям. В качестве показателей различия почв изученных участков по гранулометрическому составу использовано содержание физического песка и физической глины. Проведены статистическая оценка вариабельности содержания физической глины в зависимости от биогеоценоза и глубины залегания, а также оценка внутрибиогеоценозной вариабельности. Плотность почвы в степном ландшафте значительно выше, чем в лесном для слоя 0-10 см – $1,43 \pm 0,03$ и $1,11 \pm 0,07$ г/см³ соответственно. Выявлены значимые статистические различия ($p < 0,05$) между выборочными средними по содержанию физической глины для лесного и степного участков в поверхностном 0-10 см слое. Содержание песчаных фракций в почвах под лесными посадками в среднем в 2 раза выше. Почвы лесного подкронового пространства более опесчанены с поверхности, по сравнению с почвами открытых межкромовых пространств. Установлены значимые различия в распределении гранулометрических фракций на лесном участке в слое 0-10 и 20-30 см, для степного участка внутрибиогеоценозная вариабельность незначима. Сделан вывод, что лесопосадки задерживают и аккумулируют дефлированные частицы. Это, очевидно, приводит к снижению интенсивности дефляции и скорости развития деградационных процессов в прилегающем ландшафте. Малая доля тонкодисперсных фракций в лесных почвах и их механическая фильтрация по профилю затрудняют процессы гумусообразования под лесными насаждениями.

Ключевые слова: гранулометрический состав, органическое вещество почвы, дефляция, засушливая зона, лесопосадки, физический песок, физическая глина.

Для цитирования: Федотова А.В. Влияние защитных лесопосадок на гранулометрический состав почв в сухостепной зоне Волгоградской области// Плодородие. – 2024. – №3. – С. 19-25.

DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-19-25. EDN: DRFVEP.