



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-1

УДК: 631.452:631.51.631.435.2

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

¹Власенко А.Н., ²Перфильев Н.В., ²Вьюшина О.А.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья –
филиал Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Тюменская область, пос. Московский, Россия

Для цитирования: Власенко А.Н., Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Изменение показателей плодородия темно-серой лесной почвы при различных системах основной обработки // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. С. 5–10. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-1

For citation: Vlasenko A.N., Perfiliev N.V., Vyushina O.A. *Izmenenie pokazatelei plodorodiya temno-seroi lesnoi pochvy pri razlichnykh sistemakh osnovnoi obrabotki* [Change of fertility indicators of dark-grey forest soil with different systems of basic tillage]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 1, pp. 5–10. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-1-1

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Определено воздействие длительного использования систем обработки почвы на элементы потенциального плодородия и агрохимические свойства темно-серой лесной почвы. Исследования проведены в Северном Зауралье в стационарном опыте в зернопаровом севообороте чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – зернобобовые – яровой ячмень, развернутого во времени и в пространстве. По завершении 5-й ротации (1988–2012 гг.) изучено влияние отвальной, безотвальной, комбинированной, дифференцированной, плоскорезной и поверхностной систем основной обработки почвы на ее плодородие. Различные системы основной обработки, проводимые в течение пяти ротаций зернопарового севооборота, не оказывали существенного влияния на кислотность почвы. Безотвальная, дифференцированная обработка и вспашка оказывали равнозначное влияние на содержание суммы поглощенных оснований,

CHANGE OF FERTILITY INDICATORS OF DARK-GREY FOREST SOIL WITH DIFFERENT SYSTEMS OF BASIC TILLAGE

¹Vlasenko A.N., ²Perfiliev N.V., ²Vyushina O.A.

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Bio-Technologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Ural Region – Branch of the Tyumen Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Moskovsky vil., Tyumen region, Russia

The effect of the long-term use of soil tillage systems on the elements of potential fertility and agrochemical properties of dark-grey forest soil was determined. The research was conducted in the Northern Trans-Urals in a stationary experiment in the grain-fallow crop rotation: bare fallow – winter rye – spring wheat – grain legumes – spring barley, developed in time and space. Upon completion of the 5th rotation (2008–2012), the effect of moldboard, non-moldboard, combined, differential, sub-soil and surface tillage systems on soil fertility was studied. It was established that various systems of the basic tillage carried out during five rotations of the grain-fallow crop rotation did not have a significant effect on the soil acidity. Non-moldboard and differential soil tillage, as well as plowing had an equal effect on the content of the total absorbed bases. Annual minor tillage, like sub-soil and disk

ежегодные мелкие обработки – плоскорезная и дискование – вели к снижению их содержания в слое 20–40 см на 13–29%. Применение безотвальной системы обработки привело к снижению содержания валового азота в пахотном слое на 0,70 т/га, 20–40 см – на 1,33 т/га, или 10–24%, валового фосфора на 0,30 и 0,27 т/га соответственно, или 18–23%, в сравнении с отвальной системой обработки. Комбинированная система основной обработки с чередованием вспашки и безотвального рыхления на глубину 20–22 см способствовала повышению содержания валового азота в слое 0–20 см на 1,05 т/га, 20–40 см – на 0,41 т/га, или 8–45%, подвижного фосфора в пахотном слое на 0,23 т/га, или 14%, по сравнению с отвальной системой обработки. Все системы обработки оказывали практически одинаковое влияние на содержание в почве валового азота. Обработка почвы с элементами минимизации способствовала некоторому повышению валового фосфора на 6–14% в слое почвы 0–20 см. Ресурсосберегающие системы обработки не оказывали отрицательного влияния на содержание валовых форм калия в слое почвы 0–40 см.

Ключевые слова: система основной обработки, агрохимические свойства, потенциальное плодородие, валовые формы элементов питания

Различные системы обработки, по-разному воздействуя на водный, воздушный, тепловой режим почвы, оказывают влияние на распределение органического вещества и ее структурных элементов по профилю почвы. Это отражается на направлении, характере и интенсивности протекающих в ней микробиологических процессов, что выражается в особенностях минерализации органического вещества, трансформации почвенных элементов минерального питания, характеризующих потенциальное плодородие почвы [1–3]. В результате длительного воздействия систем обработки возможны также изменения других показателей агрохимического состояния почвы, что определило цель исследований [4–7].

Цель исследований – определить влияние длительного воздействия систем обработки на элементы потенциального плодородия темно-серой лесной почвы Северного Зауралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в стационарном опыте на опытном поле Научно-исследова-

harrows led to the decrease in the content of the total absorbed bases by 13–29% in the layer of 20–40 cm. The use of non-moldboard tillage caused the decrease in the content of gross nitrogen and gross phosphorus; nitrogen – by 0.70 t/ha in the topsoil, and by 1.33 t/ha or by 10–24% in the soil layer of 20–40 cm; phosphorus – by 0.30 t/ha and by 0.27 t/ha or 18–23%, respectively, compared to moldboard tillage. Combined tillage with alternating plowing and non-moldboard soil loosening to a depth of 20–22 cm contributed to the increase in the gross nitrogen content by 1.05 t/ha in the 0–20 cm layer, and by 0.41 t/ha or by 8–45% in the soil layer of 20–40 cm, and led to the increase in the content of mobile phosphorus by 0.23 t / ha or by 14% in the topsoil, compared to the moldboard tillage system. All tillage systems had almost equal effect on the content of gross nitrogen in the soil. Tillage systems with the elements of minimization contributed to a slight increase in the total phosphorus content by 6–14% in the soil layer of 0–20 cm. Resource-saving tillage systems did not affect adversely the content of gross potassium forms in the soil layer of 0–40 cm.

Keywords: basic tillage system, agrochemical properties, potential fertility, gross forms of nutritional elements

тельского института сельского хозяйства Северного Зауралья – филиала Тюменского научного центра СО РАН по завершении 5-й ротации (1988–2012 гг.) зернопарового севооборота чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – зернобобовые – яровой ячмень, развернутого во времени и в пространстве. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Глубина гумусного горизонта 25–27 см, содержание гумуса 4,2–5,0%, pH солевой вытяжки 6,0–6,4. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое 18,6–25,6 мг/экв. Изучены следующие системы обработки почвы:

- отвальная – ежегодно под все культуры вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 20–22 см;
- глубокое рыхление – ежегодно обработка плугом со стойками СИБИМЭ на 20–22 см;
- комбинированная – чередование вспашки и безотвального рыхления на 20–22 см;
- дифференцированная – в пару и после озимой ржи плоскорезная обработка КПЭ-3,8 на 12–14 см, вспашка ПН-4-35 на 20–22 см под зернобобовые, под ячмень и после него дискование БДТ-2,5 на 10–12 см;

- плоскорезная – ежегодно обработка КПЭ-3,8 на 12–14 см;
- дискование – ежегодно обработка БДТ-2,5 на 10–12 см.

Минеральные удобрения под все системы обработок почвы вносили из расчета $N_{40} P_{40} K_{40}$ кг д. в./га севооборотной площади. Весной на всех фонах основной обработки после закрытия влаги и предпосевной обработки культиватором КПС-4,0 проводили посев сеялкой СЗП-3,6 с последующим прикатыванием. Для борьбы с сорняками применяли гербициды. При уборке солому измельчали и разбрасывали по полю. Математическая обработка данных проведена по методике Б.А. Доспехова [8], химический анализ почвенных образцов выполнен в соответствии с руководством Е.В. Аринушкиной [9]. При расчете содержания азота, фосфора и калия (т/га) учитывали, что масса слоя почвы 0–20 см при плотности 1,20 г/см³ составляла 2400 т/га, 20–40 см при плотности 1,30 г/см³ – 2600 т/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состояние кислотности почвы оказывает значительное влияние на направленность почвенных процессов, уровень почвенного плодородия, доступность элементов питания для растений [10, 11]. Установлено, что наиболее благоприятной для зерновых культур и почвенных микроорганизмов является ней-

тральная, слабокислая или слабощелочная реакция почвенного раствора [12].

Исследованиями в опыте выявлено, что агрохимические характеристики почвы обладают высокой стабильностью. Различные системы основной обработки почвы в течение пяти ротаций севооборота (25 лет) не оказывали существенного влияния на кислотность почвы; рН солевой вытяжки в пахотном слое составляла 6,0–6,4.

Для характеристики агрохимических свойств почвы большое значение имеет показатель суммы поглощенных оснований. Наиболее ценные в агрономическом отношении двухвалентные катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} хорошо коагулируют минеральные и органические коллоиды, чем способствуют образованию и поддержанию структуры почвы, создают нейтральную или близкую к ней реакцию среды [11]. Наши данные по показателю суммы поглощенных оснований в почве свидетельствуют, что безотвальная, глубокая дифференцированная системы обработки и вспашка оказывают практически одинаковое влияние на их содержание как в пахотном слое почвы 0–20 см, так и 20–40 см (см. таблицу).

По комбинированной системе обработки с чередованием вспашки и глубокого рыхления отмечена тенденция повышения содержания поглощенных оснований в слое почвы

Агрохимические свойства почвы в зависимости от системы основной обработки по завершении 5-й ротации севооборота

Agrochemical properties of soil depending on the basic soil tillage system after completion of the fifth crop rotation

Система основной обработки	Слой почвы, см	рН солевой	Сумма поглощенных оснований, мг-экв./100 г	Содержание валовых форм, т/га		
				азот	фосфор	калий
Отвальная	0–20	6,4	21,3	6,87	1,62	9,60
	20–40	6,0	21,6	5,41	1,13	10,92
Глубокое рыхление	0–20	6,2	22,4	6,17	1,32	10,08
	20–40	6,4	22,0	4,08	0,86	10,92
Комбинированная	0–20	6,2	25,6	7,92	1,85	11,04
	20–40	6,4	24,6	5,82	1,13	9,88
Дифференцированная	0–20	6,2	21,9	7,13	1,57	11,04
	20–40	6,4	21,4	4,32	0,86	10,40
Плоскорезная	0–20	6,2	18,6	6,91	1,80	11,04
	20–40	6,4	18,8	5,41	1,24	9,88
Дискование	0–20	6,0	20,6	7,13	1,72	10,08
	20–40	6,0	15,4	4,76	1,10	9,88
НСР ₀₅	0–20	0,25	0,95	0,65	0,10	0,51
	20–40	0,33	2,10	0,65	0,15	0,95

0–20 см на 4,3 мг-экв./100 г почвы, или 20%, 20–40 см – на 3,0 мг-экв./100 г, или 14%, в сравнении с вариантом отвальной системы обработки. На вариантах систем основной обработки с преимущественно мелкими обработками в слое почвы 20–40 см (плоскорезная на 12–14 см, дискование на 10–12 см) происходило некоторое снижение содержания суммы поглощенных оснований – на 2,8–6,2 мг-экв./100 г почвы, или 13–29%, по отношению к отвальной системе обработки.

Данные по важнейшему показателю потенциального плодородия – содержанию валовых форм азота – свидетельствуют, что применение безотвальной глубокой системы обработки в течение пяти ротаций севооборота вело к снижению содержания азота в пахотном слое 0–20 см на 0,70 т/га, 20–40 см на 1,33 т/га, или 10–24%, в сравнении с отвальной системой обработки. Комбинированная система обработки с чередованием вспашки и глубокого безотвального рыхления благодаря периодической запашке органических остатков, наоборот, способствовала повышению содержания валового азота в пахотном слое на 1,05 т/га, в слое почвы 20–40 см на 0,41 т/га. Это выше, чем в контроле (отвальной системе обработки), на 8–15%. Ресурсосберегающие системы обработки – дифференцированная, плоскорезная и дискование – обеспечивали показатели содержания валового азота, близкие контрольному варианту. Данные анализов по содержанию фосфора показали, что безотвальная система обработки оказывала отрицательное влияние на содержание в почве валовых форм фосфора, снижая его содержание в пахотном слое на 0,30 т/га, 20–40 см – на 0,27 т/га, или 18–23%, в сравнении с отвальной системой. Комбинированная, плоскорезная обработки и дискование способствовали некоторому повышению содержания валового фосфора – на 0,10–0,23 т/га, или 6–14%, в пахотном слое 0–20 см, стабилизируя его содержание на уровне отвальной системы в слое 20–40 см.

Есть мнение, что содержание валовых форм калия в меньшей степени зависит от систем обработки почвы, чем содержание

азота и фосфора [13, 14]. По нашим данным, ресурсосберегающие системы обработки не оказывали отрицательного влияния на его содержание, в особенности в пахотном слое почвы, где содержание калия по данным системам на 5–15% выше, чем по отвальной системе. В слое почвы 20–40 см содержание калия по вариантам ресурсосберегающих систем обработки было также близким варианту отвальной системы обработки.

ВЫВОДЫ

1. Различные системы основной обработки, проводимые в течение пяти ротаций зернопарового севооборота, не оказывали существенного влияния на кислотность почвы.

2. Безотвальная, глубокая, дифференцированные системы и систематическая вспашка равнозначно влияли на содержание суммы поглощенных оснований. Ежегодные мелкие обработки – плоскорезная и дискование – вели к снижению их содержания в слое 20–40 см на 13–29%.

3. Применение безотвальной глубокой системы обработки снижало содержание валового азота в пахотном слое на 0,70 т/га, 20–40 см – на 1,33 т/га, или 10–24%, валового фосфора соответственно слоям на 0,30 и 0,27 т/га, или 18–23%, в сравнении с отвальной системой обработки почвы.

4. Комбинированная система основной обработки с чередованием вспашки и безотвального рыхления на глубину 20–22 см способствовала повышению содержания валового азота в слое почвы 0–20 см на 1,05 т/га, 20–40 см на 0,41 т/га, или 8–45%, подвижного фосфора в пахотном слое почвы на 0,23 т/га, или 14%, по сравнению с отвальной системой обработки.

5. Системы обработки с элементами минимизации – дифференцированная, плоскорезная, дискование – оказывали равнозначное влияние на содержание в почве валового азота, но способствовали некоторому повышению содержания валового фосфора на 6–14% в слое почвы 0–20 см при стабилизации его содержания на уровне с отвальной обработкой в слое почвы 20–40 см. Ресурсосберегающие системы обработки не оказывали

отрицательного влияния на содержание валовых форм калия в слое почвы 0–40 см.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кирюшин В.И.* Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия // *Земледелие*. 2015. № 6. С. 6–10.
2. *Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Йодко Л.Н.* Влияние различных способов основной обработки на плодородие выщелоченных черноземов Приобья // *Почвоведение*. 1991. № 3. С. 97–105.
3. *Власенко А.Н., Власенко Н.Г.* Влияние технологии No-till на содержание питательных элементов в черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // *Земледелие*. 2016. № 3. С. 17–19.
4. *Турусов В.И., Новичихин А.М., Гармашев В.М., Гаврилова С.А.* Изменение плодородия чернозема при различных способах основной обработки почвы // *Земледелие*. 2013. № 7. С. 12–14.
5. *Лукин С.В.* Динамика основных показателей плодородия и продуктивности пахотных почв Белгородской области // *Земледелие*. 2016. № 3. С. 20–21.
6. *Четверикова Н.С.* Динамика плодородия пахотных черноземов лесостепной зоны ЦЧО // *Достижение науки и техники АПК*. 2014. № 2. С. 18–21.
7. *Степанов М.И.* Динамика основных показателей плодородия пахотных почв Новосибирской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 4. С. 12–15.
8. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта: монография; изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
9. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв: монография. М.: Издательство МГУ, 1961. 486 с.
10. *Каретин Л.Н.* Почвы Тюменской области: монография. Новосибирск: Наука, 1990. 258 с.
11. *Гуренев М.Н.* Основы земледелия: монография; 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1981. 495 с.
12. *Гармашев В.М., Турусов В.И., Гаврилова С.А.* Изменение свойств чернозема обыкновенного при различных способах основной обработки // *Земледелие*. 2014. № 6. С. 17–19.
13. *Якименко В.Н.* Калий в агроценозах Западной Сибири: монография. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. 231 с.

14. *Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Морозова Е.Н.* Калийный режим зональных почв Омского Прииртышья // *Земледелие*. 2015. № 4. С. 10–12.

REFERENCES

1. Kiryushin V.I. Tekhnologicheskaya modernizatsiya zemledeliya Rossii: predposylki i usloviya [Technological modernization of agriculture of Russia: prerequisites and conditions]. *Zemledelie*, 2015, no. 6, pp. 6–10. (In Russian).
2. Kiryushin V.I., Vlasenko A.N., Iodko L.N. Vliyaniye razlichnykh sposobov osnovnoi obrabotki na plodorodie vyshchelochennykh chernozemov Priob'ya [Effect of different methods of basic soil tillage on fertility of leached chernozem of the Ob region]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 1991, no. 3, pp. 97–105. (In Russian).
3. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G. Vliyanie tekhnologii No-till na sodержanie pitatel'nykh elementov v chernozeme vyshchelochennom lesostepi Zapadnoi Sibiri [Effect of No-till technologies on the content of nutritional elements in leached chernozem of forest-steppe of Western Siberia]. *Zemledelie*, 2016, no. 3, pp. 17–19. (In Russian).
4. Turusov V.I., Novichikhin A.M., Garmashev V.M., Gavriloval S.A. Izmeneniye plodorodiya chernozema pri razlichnykh sposobakh osnovnoi obrabotki pochvy [The change of chernozem fertility when using different methods of the basic soil tillage]. *Zemledelie*, 2013, no. 7, pp. 12–14. (In Russian).
5. Lukin S.V. Dinamika osnovnykh pokazatelei plodorodiya i produktivnosti pakhotnykh pochv Belgorodskoi oblasti [Dynamics of the main parameters of fertility and productivity of cultivated soil of Belgorod region]. *Zemledelie*, 2016, no. 3, pp. 20–21. (In Russian).
6. Chetverikova N.S. Dinamika plodorodiya pakhotnykh chernozemov lesostepnoi zony TsChO [Dynamics of cultivated chernozem fertility in the forest-steppe of Central Black Earth region]. *Dostizhenie nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 2, pp. 18–21. (In Russian).
7. Stepanov M.I. Dinamika osnovnykh pokazatelei plodorodiya pakhotnykh pochv Novosibirskoi oblasti [Dynamics of the main parameters of cultivated soil fertility of Novosibirsk

- region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 4, pp. 12–15. (In Russian).
8. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experiments], izd. 4-e, pererab. i dop. M.: Kolos Publ., 1979, 416 p. (In Russian).
 9. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po khimicheskoy analizu pochv* [Guidelines for chemical soil analysis]. M.: Izdatel'stvo MGU, 1961, 486 p. (In Russian).
 10. Karetn L.N. *Pochvy Tyumenskoi oblasti* [Soils of Tyumen region]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1990, 258 p. (In Russian).
 11. Gurenev M.N. *Osnovy zemledeliya* [The basics of arable agriculture], 2-e izd., pererab. i dop. M.: Kolos Publ., 1981, 495 p. (In Russian).
 12. Garmashev V.M., Turusov V.I., Gavrilova S.A. *Izmenenie svoystv chernozema obyknovennogo pri razlichnykh sposobakh osnovnoi obrabotki* [Change of common chernozem properties when using different methods of basic tillage]. *Zemledelie*, 2014, no. 6, pp. 17–19. (In Russian).
 13. Yakimenko V.N. *Kalii v agrotsenozakh Zapadnoi Sibiri* [Potassium in agrocenoses of Western Siberia]. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2003, 231 p. (In Russian).
 14. Boiko V.S., Timokhin A.Yu., Morozova E.N. *Kaliinyi rezhim zonal'nykh pochv Omskogo Priirtysh'ya* [Potassium regime of zonal soils of Omsk Irtysh area]. *Zemledelie*, 2015, no. 4, pp. 10–12. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Власенко А.Н.**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления; **адрес для переписки:** 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463, Россия; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Перфильев Н.В., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

Вьюшина О.А., научный сотрудник; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Vlasenko A.N.**, Academician RAS, Doctor of Science in Agriculture, Professor, Head of Scientific Division, **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Perfilyev N.V., Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

Vyushina O.A., Researcher; e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

*Дата поступления статьи 11.11.2018
Received by the editors 11.11.2018*