

высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4(68). – С. 153-164. DOI 10.32786/2071-9485-2022-04-18

2. ГОСТ 26213-91. Методы определения органического вещества. Soils. Methods for determination of organic matter. Госстандарт СССР. – 29.12.1991. 8с.

3. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Акад. наук СССР. Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1958. – 192 с.

4. Об Основах государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 сентября 2013 г. № 1724-р. – М., 2013.

5. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство/ Под ред. Е.В. Шеина. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 200 с.

6. Специализированные массивы для климатических исследований. [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/>

7. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Муравьева Е.В., Снакин В.В., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В. Использование, сохранение земель и плодородия почв – дело государственное (к 75-летию Государственного плана преобразования природы) // Жизнь Земли. – 2023. – 45(3). – С. 379-388. https://doi.org/10.29003/m3554.0514-7468.2023_45_3/379-388.

8. Aliyev R.A.S.B.H., Aliyev R.A.E.Z.H. Soil erosion as a function of natural and anthropogenic factors and its environmental consequences //GPH-International Journal of Applied Science. – 2023. – V. 6. – № 07. 9 – P. 11-17. <https://gphjournal.org/index.php/as/article/view/1067>

9. Elamathi V., Jayalekshmi S. Quantification of Clay Minerals and Its Correlation with Chemical and Index Properties of Soil //Jordan Journal of Civil Engineering. – 2023. – V. 17. – №. 1. DOI:10.14525/JJCE.v17i1.14

10. He F., Mohamadzadeh N., Sadeghnejad V., Ingram B., Ostovari Y. Fractal Features of Soil Particles as an Index of Land Degradation under Different Land-Use Patterns and Slope-Aspects //Land. – 2023. – V. 12. – №. 3. – P. 615. <https://doi.org/10.3390/land12030615>

11. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2006. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports №. 103. FAO, Rome. – 2006. – 132 p.

12. Kishore K., Jaswal V. Statistics Corner: Paired Groups //Journal of Post-graduate Medicine, Education and Research. – 2023. – V. 57. – №. 2. – P. 90-93. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10028-1626>

13. Koshkaldal I., Dombrovska O., Stoiko N., Riasnianska A Land resource management system in the sustainable development context: scientific and practical approaches //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2023. – V. 1254. – №. 1. – P. 012129. DOI 10.1088/1755-1315/1254/1/012129.

14. Rutgers M, Turk J. K. Particle Size Distribution of Deflation Basin Soils in Eastern Nebraska //ASA, CSSA, SSSA International Annual Meeting. ASA-CSSA-SSSA, 2023. – и St. Louis, MO. <https://scisoc.confex.com/scisoc/2023am/meetingapp.cgi/Paper/150919/>

15. Sun C., Liu G., Xue S. Natural succession of grassland on the Loess Plateau of China affects multifractal characteristics of soil particle-size distribution and soil nutrients //Ecological research. – 2016. – V. 31. – P. 891-902. <https://doi.org/10.1007/s11284-016-1399-y>

16. Tahmoures M., Honarbakhsh A., Afzali S.F., Abotaleb M. Shiraz University Fractal Features of Soil Particles as an Indicator of Land Degradation under Different Types of Land Use at the Watershed Scale in Southern Iran //Land. – 2022. – V. 11. – №. 11. – P. 2093. <https://doi.org/10.3390/land11112093>.

THE INFLUENCE OF PROTECTIVE FOREST PLANTINGS ON THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF SOILS IN THE DRY STEPPE ZONE OF THE VOLGOGRAD REGION

A.V. Fedotova, Dr of Biology, Professor (fedotova-a@vfanc.ru)

FGBNU «Federal Scientific Center for Agroecology and Integrated Land Reclamation and protective afforestation of the Russian Academy of Sciences», University Avenue, 97, Volgograd, 400062, Russian Federation

Many soil properties, including fertility and carbon sequestration, are directly or indirectly determined by particle size distribution. Deflationary processes and soil conservation measures can significantly change the distribution of soil fractions in space. The article presents the results of a comparative analysis of the spatial distribution of soil granulometric fractions under anti-deflation forest plantations and in a biogeochemically connected open steppe landscape in the dry steppe zone of the Volgograd region. The soil cover is represented by dark chestnut soils (Haplic Kastanozems). The initial data were the results of determining the granulometric composition and basic properties of soils on 10 sample plots in 30 soil sections in 10-centimeter layers. The content of physical sand and physical clay was used as indicators of differences in the soil texture of the studied areas in terms of granulometric composition. A statistical assessment of the variability of physical clay content depending on the biogeocenosis and burial depth, as well as an assessment of intrabiogeocenosis variability, was carried out. The soil density values in the steppe landscape are significantly higher than in the forest landscape for the 0-10 cm layer – 1.43 ± 0.03 g cm⁻³ and 1.11 ± 0.07 g cm⁻³, respectively). Significant statistical differences ($p < 0.05$) were revealed between sample averages in physical clay content for forest and steppe areas in the surface 0-10 cm layer. The content of sand fractions in soils under forest plantations is on average two times higher. The soils of the forest under-canopy space are sandier on the surface, compared to soils of open intercrop spaces. Significant differences were established in the distribution of granulometric fractions in the forest area in the layer of 0-10 and 20-30 cm; for the steppe area, intrabiogeocenotic variability is insignificant. It was concluded that forest plantations retain and accumulate deflated particles. This obviously leads to a decrease in the intensity of deflation and the rate of development of degradation processes in the adjacent landscape. The small proportion of fine fractions in forest soils and their mechanical filtration along the profile complicates the processes of humus formation under forest plantations.

Key words: particle size distribution, forest reclamation, deflation, arid zone, artificial forest plantations, physical sand, physical clay.

УДК:631.434:631.445.25:631.51(571.12)

EDN: ERFNOA

DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-25-30

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ

Н.В. Перфильев, д.с.-х.н., О.А. Вьюшина,

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра СО РАН,
625501, Россия, Тюменский район, п. Московский, ул. Бурлаки, 2, Тюмень,
e-mail:vyushina63@mail.ru, Тел. 8(3452)764-344

Статья написана в соответствии с государственным заданием Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FWRZ-2021-0015).

Цель выполненных в НИИСХ Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН исследований – провести оценку систем основной обработки почвы по их влиянию на элементы структурного состояния горизонтов темно-серой лесной почвы. Сделан анализ изменения структурно-агрегатного состояния почвенных горизонтов за 30-летний период (1988-2019 г.) при возделывании зерновых в севообороте: 1 – чистый пар; 2 – озимая рожь; 3 – яровая пшеница; 4 – яровая пшеница; 5 – яровой ячмень, в стационарном опыте, по системам основной обработки: отвальной, безотвальной, комбинированной, плоскорезной, поверхностной. В слое почвы 0-10 см установлен наиболее положительный сдвиг в сторону увеличения содержания агрономически ценной фракции агрегатов 10,0-0,25 мм на 10,3-15,6%, коэффициента структурности на 66-120%, оптимизации средневзвешенного размера агрономически ценной фракции агрегатов с 2,35 мм при исходном состоянии до 2,67-2,53 мм, что обусловлено снижением содержания в этом слое глыб на 5,6-16,7%. Максимальные значения данных элементов структуры обеспечивали отвальная, поверхностная, комбинированная и дифференцированная системы обработки. В слое почвы 10-20 см отвальная система обработки не снижала содержание агрономически ценной фракции агрегатов, в слое 20-30 см снижение было незначительным – 3% в сравнении с исходным состоянием. Коэффициент структурности и средневзвешенный диаметр агрегатов также показали высокую стабильность. По ресурсосберегающим системам обработки в слое почвы 10-20 см содержание агрономически ценной фракции агрегатов снижалось на 6,7-19,8%, в слое почвы 20-30 см – на 11,2-44,8%, при снижении коэффициента структурности, соответственно, на 20,2-43,3 и 61,9-71,3%, главным образом из-за увеличения содержания в этих слоях глыбистой фракции, соответственно, на 6,5-15,3 и 3,3-26,5%. Наиболее значительное снижение содержания агрегатов 10,0-0,25 мм в слое 10-30 см – на 17,8-44,8% в сравнении с исходным произошло по безотвальной и поверхностной системам обработки.

Ключевые слова: агрегатный состав, структурный состав, коэффициент структурности, системы обработки почвы.

Для цитирования: Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Трансформация структурного состояния почвенных горизонтов темно-серой лесной почвы при различных системах обработки// Плодородие. – 2024. – №3. – С. 25-30. DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-25-30. EDN: ERFNOA.

Известно, что особенности характеристики агрофизических свойств почв оказывают решающее влияние на формирование почвенного плодородия и возможность его реализации урожаем сельскохозяйственных культур. Действительно физические свойства – структурный состав, водопрочность почвенных агрегатов, сложение почвы определяют способность почвы накапливать атмосферные осадки, микробиологическую деятельность и как следствие условия питания растений [1-3].

Структурное состояние зависит от агрегатного состава почвы – соотношения содержания комочков – структурных отделностей, различных по размерам. Агрономически наиболее ценными являются структурные отделности от 0,25 до 10 мм. Изменение соотношения величины агрономически ценной фракции агрегатов в сравнении с суммой агрегатов – более 10 мм и пыли – менее 0,25 мм в сторону уменьшения свидетельствует об ухудшении физических свойств почвы. Это оказывает негативное воздействие на условия роста и развития растений, ведет к снижению продуктивности агрофитоценоза. И наоборот, увеличение данного соотношения, т.е. рост показателя коэффициента структурности, положительно влияет на плодородие почвы [4].

Задачей и требованием к технологиям при возделывании сельскохозяйственных культур являются поддержание и оптимизация агрофизических свойств почв. При этом особая роль в их регулировании отводится механической обработке почвы [5, 6].

Обзор литературных источников по влиянию систем обработки почвы на ее структурное состояние, свидетельствует, что данное влияние в исследованиях оценивается неоднозначно. Многие отечественные и зарубежные авторы объясняют положительное влияние минимизации систем обработки почвы снижением нарушенности почвенного покрова основными обработками, сохранением содержания органического углерода [7-9].

Имеются данные, что отказ от традиционной системы обработки с использованием вспашки негативно сказывается на плодородии почвы, фитосанитарном

состоянии, особенно при длительном применении ресурсосберегающих технологий [10, 11].

Неоднозначность таких результатов вполне объяснима различием почвенных, климатических условий, в которых они были получены. Учитывая это обстоятельство исследования по оптимизации систем основной обработки темно-серых лесных почв в Северном Зауралье с точки зрения сохранения, улучшения агрофизических свойств, структурного состояния почвы весьма актуальны.

Цель исследований – провести оценку систем основной обработки почвы по их влиянию на элементы структурного состояния горизонтов темно-серой лесной почвы.

Методика. Проведен анализ трансформации структурно-агрегатного состояния почвенных агрегатов под длительным воздействием систем основной обработки при возделывании зерновых в севообороте: 1 – чистый пар; 2 – озимая рожь; 3 – яровая пшеница; 4 – яровая пшеница; 5 – яровой ячмень.

Эксперимент выполнен в полевом стационарном опыте НИИСХ СЗ – филиал ТюмНЦ СО РАН на темно-серой лесной почве. Свойства почвы типичны для северной лесостепи: глубина пахотного слоя 25-27 см, гумус – 4,2-5,0%, рН_{KCl} – 6,0-6,4. Сумма поглощенных оснований 18,6-25,6 мг-экв/100 г почвы. В исследованиях сравнивались системы основной обработки почвы: отвальная – вспашка на 20-22 см; безотвальная – безотвальное рыхление на 20-22 см; комбинированная – чередование вспашки и безотвального рыхления на 20-22 см; дифференцированная – в пару и после озимой ржи культивация на 12-14 см, вспашка на 20-22 см под зернобобовые, под ячмень и после него дискование на 10-12 см; плоскорезная – ежегодно обработка культиватором Смагд-6 на 12-14 см; поверхностная – ежегодно дискование на 10-12 см. Удобрения вносили под предпосевную обработку в дозе N₄₀P₄₀K₄₀ Предпосевная обработка традиционная для зоны с последующим посевом сеялкой СЗП-3,6. Интегрированная защита растений общим

фоном. Уборка зерновых комбайном с измельчителем соломы. Образцы почвы для исследования структурно-агрегатного состава были отобраны в 1988 г. (исходное состояние) и через 30 лет в 2019 г. на глубину 30 см, по горизонтам через каждые 10 см, повторность 6-кратная. Для анализа использовали метод Н.И. Савинова. Коэффициент структурности (К) и величину средневзвешенного диаметра агрегатов (ВСД) устанавливали расчетным способом по методическим инструкциям [12, 13].

Результаты и их обсуждение. В задачу исследований входило оценить изменения структурно-агрегатного состава в почвенных горизонтах в результате длительного применения (1988-2019 г.) различных систем основной обработки в сравнении с исходным состоянием (1988 г.).

При анализе исходного структурного состояния почвы необходимо отметить положительную особенность – значительную долю в общей структуре агрегатов размером 3-1 мм. Известно, что агрегаты размером 3-1 мм, относящиеся к зернистой структуре, являются наиболее ценными по своим физическим свойствам, а также как содержащие повышенное количество микробной биомассы [14, 15].

Зернистых отдельностей размером 3-1 мм в слое 0-10 см было 25,2%, в слое 10-20 см – 25,0, в слое 20-30 см – 18,9%. В пахотном 0-20 см слое содержание агрегатов 3-1 мм было в 2 раза и более выше по сравнению с каждой из фракций агрегатов размером 10-7, 7-5 и 5-3 мм (табл. 1).

1. Структурно-агрегатный состав почвы в начале ротации (исходный 1988 г.) и по завершении 6-й ротации севооборота (2019 г.)

Размер агрегата, мм	Системы обработки почвы*						
	исходное	завершение 6-й ротации севооборота					
		1	2	3	4	5	6
<i>Слой почвы 0-10 см</i>							
>10	24,0	7,3	18,4	13,0	12,7	12,3	10,8
10-7	10,1	4,6	18,3	13,1	11,3	11,0	12,8
7-5	8,6	6,6	16,0	11,3	13,3	10,5	13,3
5-3	10,3	12,1	15,5	15,2	16,5	13,3	16,9
3-1	25,2	30,6	16,8	23,4	22,5	12,7	23,0
1-0,5	3,5	14,5	5,8	10,3	9,3	11,2	9,3
0,5-0,25	8,3	12,6	3,9	6,5	6,2	8,4	6,1
<0,25	10,0	11,6	5,3	7,2	8,0	10,5	7,8
<i>Слой почвы 10-20 см</i>							
>10	25,5	23,5	40,1	41,0	32,0	24,8	40,8
10-7	14,8	17,9	17,5	16,7	18,4	17,3	18,3
7-5	11,7	13,2	13,8	12,1	13,8	14,3	12,9
5-3	14,4	14,8	12,3	11,5	14,4	15,2	11,9
3-1	25,0	19,5	10,6	11,5	13,8	17,5	11,4
1-0,5	2,0	6,3	2,7	3,5	3,8	5,5	2,5
0,5-0,25	3,3	2,9	1,5	1,7	1,9	2,8	10,6
<0,25	3,3	1,8	1,3	1,8	1,6	2,5	0,9
<i>Слой почвы 20-30 см</i>							
>10	31,1	34,3	62,4	44,5	45,2	39,1	57,5
10-7	17,1	17,0	13,2	17,9	16,2	19,7	13,6
7-5	13,1	12,4	8,2	12,0	12,3	13,8	10,4
5-3	14,6	13,0	7,7	10,3	11,0	11,7	9,5
3-1	18,9	14,5	5,9	9,5	9,9	10,4	7,0
1-0,5	1,5	4,6	3,1	2,5	2,7	2,5	1,2
0,5-0,25	1,7	2,3	1,2	1,4	1,3	1,2	0,4
<0,25	2,0	1,8	0,6	1,8	1,4	1,5	0,3

*1 – отвальная, 2 – безотвальная, 3 – комбинированная, 4 – дифференцированная, 5 – поверхностная, 6 – плоскорезная.

Данные структурного анализа исходного состояния почвы показали качественные различия в соотношении содержания фракций агрегатов по их размерам по профилю почвы. Так, в слое почвы 0-10 см при практически равной со слоем 10-20 см долей глыбистой фракции – более 10 мм (24,0-25,5%), отмечалось более значительное содержание микроструктуры (<0,25 мм) – 10,0%, тогда как в слое 10-20 см ее содержание было 3,3%. В слое почвы 20-30 см, при самом малом содержании фракции менее 0,25 мм – 2,0%, отмечалось самое значительное количество глыбистой фракции (>10 мм) – 31,1%. За счет этих различий в слое 10-20 см содержание агрономически ценной фракции (10-0,25 мм) было наибольшим – 71,2% и приближалось к оптимальному значению.

Этой особенностью величины количественного соотношения фракций агрономически ценных агрегатов к сумме агрегатов размером более 10 мм и фракции менее 0,25 мм объясняется лучший показатель Кстр. – 2,47 в слое 10-20 см, тогда как в слое почвы 0-10 см он был 1,94, в слое 20-30 см – 2,02, то есть был выше в слое 10-20 см в сравнении со слоем 0-10 и 20-30 см, соответственно, на 21,4 и 18,2% (рис.). Поэтому, по совокупности признаков наилучшие исходные показатели структуры почвы были в слое почвы 10-20 см.

Результаты изучения структурно-агрегатного состояния почвенных слоев по истечении 30-летнего периода применения изучаемых систем обработки при возделывании зерновых свидетельствуют об изменении количественного и качественного состава фракций агрегатов по отношению к исходному состоянию, их перераспределению в почвенных горизонтах.

Данное перераспределение содержания почвенных фракций заключалось в их уменьшении в сравнении с исходным содержанием – 24%, агрегатов > 10 мм в верхнем 0-10 см слое почвы до 7,3-18,4%, что в абсолютных значениях составляет 5,6-16,7%.

При этом в нижних слоях пахотного слоя в горизонтах 10-20 и 20-30 см по всем системам обработки, за исключением отвальной, за наблюдаемый период произошло увеличение содержания глыбистых агрегатов в слое почвы 10-20 см с 25,5% при исходном состоянии до 32,0-40,8% (на 6,5-15,3%). В слое почвы 20-30 см при самом высоком содержании глыбистой фракции при исходном состоянии в сравнении с другими почвенными горизонтами – 31%, произошло дальнейшее увеличение содержания этих агрегатов до 34,3-57,5% (на 3,3-26,5%) (табл. 2).

Так, снижение глыбистости в слое почвы 0-10 см в конце 6-й ротации севооборота по сравнению с исходным состоянием привело к увеличению содержания агрономически ценной фракции структуры с 66,0% – при исходном состоянии до 76,3-81,04% (в относительных значениях на 15,6-22,8%). Увеличение в слое 0-10 см по сравнению с исходным состоянием содержания в общей структуре агрегатов агрономически ценной структуры и снижение доли пыли (<0,25 мм) способствовали улучшению оструктуренности данного слоя. Коэффициент структурности почвы в слое 0-10 см повышался с 1,94 при исходном состоянии до 3,23-4,27 (на 66-120%) (см. табл. 2).

2. Агрегатный состав (%) почвенных слоев по системам обработки

Система обработки почвы	Слой почвы, см								
	0-10			10-20			20-30		
	>10 мм	10-0,25 мм	<0,25 мм	>10 мм	10-0,25 мм	<0,25 мм	>10 мм	10-0,25 мм	<0,25 мм
	<i>Исходное состояние, 1988 г.</i>								
	23,97	66,0	10,03	25,52	71,21	3,27	31,06	66,92	2,02
	<i>По завершении 6-й ротации севооборота, 2019 г.</i>								
Отвальная	2,31	85,04	12,65	23,53	74,63	1,84	34,29	63,9	1,81
Безотвальная	18,37	76,34	5,29	40,13	58,56	1,31	62,38	36,9	0,72
Комбинированная	12,96	79,8	7,24	41,04	57,13	1,83	44,55	53,59	1,86
Дифференцированная	12,76	79,23	8,01	31,99	66,35	1,66	45,15	53,48	1,37
Поверхностная	12,31	77,16	10,53	24,86	72,69	2,45	39,07	59,38	1,55
Плоскорезная	10,86	81,34	7,8	40,84	58,25	0,91	57,51	42,2	0,29
НСР ₀₅	5,21	3,60	3,27	7,11	6,30	0,61	17,22	5,89	0,43

При этом, лучшие показатели содержания агрономически ценной фракции (77,2-80,0%) и коэффициент структурности (К) – 3,38-4,27 были по отвальной, поверхностной, комбинированной и дифференцированной системам обработки. Средневзвешенный размер агрегатов всех фракций структуры в 0-10 см слое почвы за счет снижения содержания глыбистой фракции >10 мм в основном снижался с 4,77 мм при исходном состоянии до 2,80-4,28 мм по завершении 6-й ротации севооборота. При этом средневзвешенный диаметр агрономически ценной фракции (10-0,25 мм) с 2,35 мм при исходном состоянии увеличивался до 2,67-3,53 мм, что нужно оценивать, как положительную тенденцию (рис.). Исключением был вариант отвальной системы обработки – 2,04 мм, на котором отмечено некоторое снижение (на 13%) в сравнении с исходным средневзвешенного размера агрономически ценной фракции агрегатов.

В отличие от 0-10 см слоя, в слоях почвы 10-20 и 20-30 см, в которых, как было отмечено, по всем вариантам обработки за исключением отвальной системы и в слое 10-20 см по плоскорезной системе за наблюдаемый период исследований произошло увеличение содержания глыбистой фракции. Поэтому, по ресурсосберегающим системам обработки содержание агрономически ценной фракции в слое 10-20 см снизилось на 4,8-14,1% в абсолютных значениях и на 6,7-19,8% в относительных значениях по отношению к исходному состоянию. При отвальной системе обработки снижение содержания агрономически ценной фракции не отмечено (см. табл. 2).

В слое почвы 20-30 см содержание агрономически ценной структуры (10-0,25 мм) снизилось по вариантам обработки в абсолютных значениях на 7,5-30,0%, в относительных значениях на 11,2-44,8%. При этом по отвальной системе снижение было минимальным – 3,0%. Самое значительное снижение агрономически ценной структуры в сравнении с исходным состоянием в слое почвы 10-30 см отмечено по безотвальной и поверхностной системам обработки – на 17,8-44,8%. В слое почвы 10-20 см Кстр. за наблюдаемый период не снизился в сравнении с исходным состоянием только по отвальной и плоскорезной системам обработки – 2,94 и 2,66 при величине его исходного состояния 2,47, увеличение составило 0,19 и 0,47 ед., или 7,7-19,0%. По остальным изучаемым системам обработки происходило снижение коэффициента структурности, при его значении 1,40-1,97 снижение составило в сравнении с исходным 0,50-1,07, или 20,2-43,3% (см. рис.).

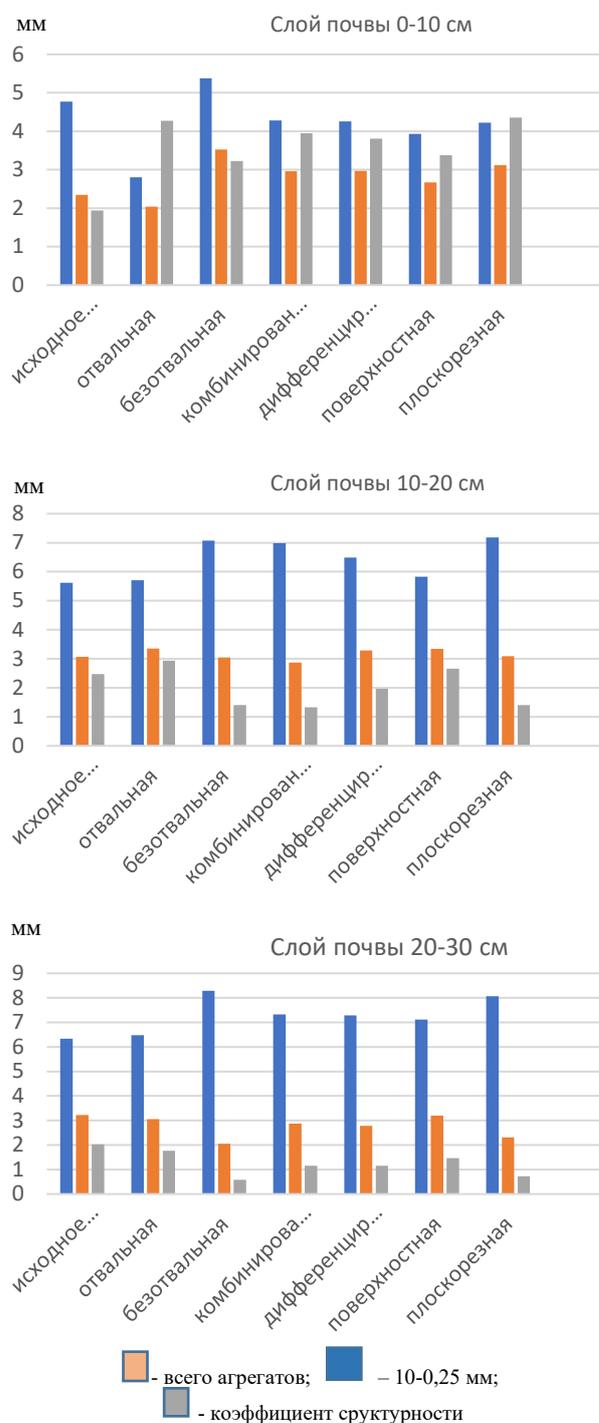


Рис. Величина средневзвешенного диаметра (мм) агрегатов и коэффициент структурности в почвенных горизонтах в зависимости от системы основной обработки почвы по завершении 6-й ротации зернопарового севооборота

Данные по общему средневзвешенному размеру всех агрегатов и средневзвешенному диаметру агрономически ценной фракции 10,0-0,25 мм в слое почвы 10-20 см, также свидетельствуют, что отвальная и плоскорезная системы основной обработки обеспечивали значения 5,71 и 5,83 мм, близкие к исходному средневзвешенному показателю общей структуры – 5,62 мм, а по агрономически ценной фракции (10-0,25 мм) – 3,29-3,35 мм, при 3,07 мм в исходном состоянии. Все остальные системы обработки за счет возрастания содержания глыбистой структуры увеличивали общий средневзвешенный диаметр агрегатов слоя почвы 10-20 см до 6,98-7,07 мм. При этом средневзвешенный размер агрегатов агрономически ценной структуры 2,87-3,35 мм по большинству исследуемых вариантов оставался близким по отношению к исходному – 3,05 мм.

В слое почвы 20-30 см отношение содержания агрегатов 10,0-0,25 мм к сумме агрегатов > 10 мм и менее 0,25 мм вследствие наибольшего по почвенным горизонтам повышения содержания глыбистой фракции в значительной степени снижало оструктуренность этого слоя почвы в сравнении с исходным состоянием. При значении исходного коэффициента структурности в слое 20-30 см – 2,02, за исследуемый период он снизился до 0,58-1,77. При этом наиболее благоприятные условия по данному показателю в этом слое почвы были по отвальной – 1,77 и плоскорезной – 1,46 системам основной обработки (см. рис.).

Средневзвешенный размер агрегатов фракции 10,0-0,25 мм в слое почвы 20-30 см по этим системам обработки 3,05-3,20 мм также был близок исходному состоянию – 3,22 мм. По остальным изучаемым обработкам произошло снижение средневзвешенного диаметра до 2,05-2,87 мм.

При всех отмеченных изменениях структурного состояния в разрезе почвенных горизонтов, при том, что в них происходило количественное перераспределение фракций почвенных агрегатов, установлено также, что в объединенном 0-20 см слое структура почвы проявила свою стабильность. Показатели структуры почвы в этом слое за период 6-й ротации севооборота по исследуемым вариантам, как правило, были близки к исходному состоянию. В слое почвы 0-30 см, вследствие увеличения содержания глыбистой фракции в слое 10-30 см, содержание агрономически ценной фракции (0,25-10,0 см) снижалось в сравнении со слоем 0-20 см, а также с исходным состоянием [14].

Выводы. 1. При сравнении изменения структурного состояния слоев 0-10, 10-20 и 20-30 см темно-серой лесной почвы за период 6-и ротаций 5-польного зернопарового севооборота в слое 0-10 см установлен положительный сдвиг в сторону увеличения содержания агрономически ценной фракции агрегатов 10,0-0,25 мм на 10,3-15,6%, коэффициента структурности на 66-120%, оптимизации средневзвешенного размера агрономически ценной фракции агрегатов с 2,35 мм при исходном состоянии до 2,67-2,53 мм, что обусловлено снижением содержания в этом слое глыб на 5,6-16,7%. Максимальные значения данных элементов структуры обеспечивали отвальная, поверхностная, комбинированная и дифференцированная системы обработки.

2. В слое почвы 10-20 см отвальная система обработки не снижала содержание агрономически ценной фракции агрегатов, в слое 20-30 см снижение было незначительным – 3% в сравнении с исходным состоянием.

Коэффициент структурности и показатель средневзвешенного диаметра агрегатов также показали высокую стабильность. По ресурсосберегающим системам обработки в слое почвы 10-20 см содержание агрономически ценной фракции агрегатов снижалось на 6,7-19,8%, в слое почвы 20-30 см – на 11,2-44,8%, при снижении коэффициента структурности, соответственно, на 20,2-43,3 и 61,9-71,3%, главным образом из-за увеличения содержания в этих слоях глыбистой фракции, соответственно, на 6,5-15,3 и 3,3-26,5%.

3. Наиболее значительное снижение содержания агрегатов 10,0-0,25 мм в слое 10-30 см – на 17,8-44,8% в сравнении с исходным произошло по безотвальной и поверхностной системам обработки.

Литература

1. Ерёмин Д.И., Каюгина С.М. Агрофизические свойства темно-серых лесных почв Северного Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. – 2022. – № 2 (42). – С. 3-10. DOI: 10.52463/22274227_2022_42_3
2. Лазарев В.И. Влияние элементов технологий возделывания яровой пшеницы на влагообеспеченность посевов в условиях черноземных почв Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 9. – С. 21-28. ISSN:1997-0749
3. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Биологическая активность темно-серой лесной почвы и урожайность ячменя в зависимости от различных систем основной обработки // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 7. – С. 3-11. DOI:10.36718/1819-4036-2023-7-3-11
4. Мамонтов В.Г., Байбеков Р.Ф., Лазарев В.И., Юдин С.А., Цветков С.А., Таллер Е.Б. Изменение структурного состояния чернозема типичного Курской области под влиянием беспахотных пара и озимой пшеницы // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 7-10. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10102
5. Чернов О.С. Влияние систем обработки на агрофизические показатели серой лесной почвы и урожайности культур // Владимирский земледелец. – 2020. – № 1. – С. 12-17. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10102.
6. Kuntal M. Hatiab Pramod Jhaab, Ram C. Dalala, Somasundaram Jayaramanb Yash P. Danga Peter M. Kopititka Gunnar Kirchhofa Neal W. Menzies. 50 years of continuous no-tillage, stubble retention and nitrogen fertilization enhanced macro-aggregate formation and stabilisation in a Vertisol // Soil and Tillage Research. 2021. Vol. 214, 105163. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105163>
7. Ивченко В.К., Полосина В.А., Штеле А.А. Влияние приемов основной обработки почвы на агрофизические показатели чернозема выщелоченного Красноярской степи // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 7. – С. 50-58. EDN: ODBOFN
8. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Элементы плодородия и продуктивность пашни в зависимости от обработки почвы / Н.В. Перфильев, О.А. Вьюшина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50. – № 1. – С. 5-12. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-1
9. Каюгина С.М., Ерёмин Д.И. Оценка гумусового состояния серых лесных почв Северного Зауралья // Эпоха науки. – 2022. – №31. – С.3-6.
10. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В., Шумаков А.В. Влияние приемов основной обработки почвы на макроструктуру чернозема типичного // Почвоведение. – 2021. – №10. – С. 1195-1206. DOI: 10.31857/S0032180X21100051
11. Романов В.Н., Ивченко В.К., Ильченко И.О., Луганцева М.В. Влияние приемов основной обработки почвы в севообороте на динамику влажности и агрофизические свойства чернозема выщелоченного // Достижения науки и техники в АПК. – 2018. – Т. 32. – № 5. – С. 32-34. <https://doi.org/> DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10508
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: Изд. 4-е, перероб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
13. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Красноярск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
14. Самофалова И.А. Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в Нечерноземной зоне // Земледелие. – 2019. – № 1. – С.24-28. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10107
15. Антонов В.Г. Влияние минимальных способов основной обработки почвы на структурно-агрегатный состав серой лесной почвы в Чувашской Республике // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – № 21(6). – С. 733-742 DOI: org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.733-742
16. Перфильев Н. В., Вьюшина О. А. Влияние систем основной обработки на изменение агрегатного состава темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53. – № 2. – С. 5-15. doi.org/10.26898/0370-8799-2023-2-1

N. V. Perfilyev, O. A. Vyushina,

Scientific Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural Region – Branch of Federal State Institutions Federal Research Centre Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.
2, Burlaki street, Moskovskiy, Tyumen district, Tyumen region, 625501, e-mail:vyushina63@mail.ru

The purpose of the researches carried out at the Scientific Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural Region – Branch of Federal State Institutions Federal Research Centre Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences is to evaluate the main tillage systems on their influence on the elements of structural state of soil horizons of dark gray forest soil (Luvic Retic Greyzem Phaeozem (Loamic, Aric)). The changes in the structural-aggregate state of soil horizons for a 30-year period (1988-2019) under cultivation of cereals in the crop rotation: clean fallow, winter rye, spring wheat, spring wheat, spring barley, in the stationary experiment, by systems of basic tillage: moldboard, no-moldboard, combined, flat-cut, surface. In the 0-10 cm soil layer the most positive shift towards increasing the content of agronomically valuable fraction of aggregates 10.0-0.25 mm by 10.3-15.6%, structural coefficient by 66-120%, optimization of weighted average size of agronomically valuable fraction of aggregates, from 2.35 mm at initial condition to 2.67-2.53 mm, which is due to a decrease in the content of clumps in this layer by 5.6-16.7%. Maximum values of these structure elements were provided by the moldboard, surface, combined and differentiated tillage systems. In the soil layer 10-20 cm the moldboard tillage system did not reduce the content of agronomically valuable fraction of aggregates, in the layer 20-30 cm the reduction was insignificant – 3% in comparison with the initial state. Structural coefficient and weighted average aggregate diameter index, also showed high stability. According to resource-saving tillage systems in the soil layer 10-20 cm the content of agronomically valuable fraction of aggregates decreased by 6.7-19.8%, in the soil layer 20-30 cm by 11.2-44.8%, with a decrease in the coefficient of structure, respectively, by 20.2-43.3% and 61.9-71.3%, mainly due to an increase in the content of clumpy fraction in these layers, respectively, by 6.5-15.3 and 3.3-26.5%. The most significant decrease in the content of aggregates 10.0-0.25 mm in the layer 10-30 cm – by 17.8-44.8% in comparison with the initial one occurred on no-moldboard and surface tillage systems.

Keywords: aggregate composition, structural composition, structure coefficient, tillage systems.

УДК: 631.4:631.445(571.13)

EDN: FNGWYO

DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-30-34

ОБЪЕМНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ И УПЛОТНЕНИЕ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.В. Юшкевич, д.с.-х.н., yushkevitchLV@yandex.ru, [Orcid ID: 0000-0002-6203-10787](https://orcid.org/0000-0002-6203-10787),

Д.Н. Юценко, andenisna@mail.ru, yushchenko@anc55.ru, [Orcid ID: 0000-0002-7387-8055](https://orcid.org/0000-0002-7387-8055), А.С. Бутко, as.butko2132@omgau.org [Orcid ID: 0000-0002-7396-1940](https://orcid.org/0000-0002-7396-1940), ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» Омск, Российская Федерация, 644012, пр-т Королева, 26, тел.: +7 (3812) 77-63-09, +7 (3812) 77-63-03

Проведено изучение агрофизических свойств зональных черноземных и солонцеватых почв в степной и лесостепной зонах Омской области. Установлено, что объемные деформации, уплотнение, набухание, водопоглощение, коэффициент усадки верхнего слоя изменчивы и определяются гранулометрическим составом, содержанием гумуса, солонцеватостью, исходным уплотнением и увлажнением. Снижение влажности в верхнем слое черноземных почв повышает уплотнение при рыхлом сложении ($0,90 \text{ г/см}^3$) до $0,09-0,11 \text{ г/см}^3$ (10-18%), средней исходной плотности ($1,10 \text{ г/см}^3$) на 14-18% и наиболее плотной ($1,30 \text{ г/см}^3$) до 5%. В иллювиальном солонцевом горизонте (В) объемная усадка достигает 18,5-21,1%, что в 1,6-1,8 раза выше, чем в надсолонцевом горизонте A_1 , существенно возрастает набухание почвы. Коэффициент усадки с увеличением плотности снижается, глинистых частиц и солонцеватости – возрастает. На всех стадиях высушивания он менее 1 при высоких значениях влажности, близкой к ВРК (22-25%). Черноземные почвы в условиях засухи и снижения влажности (близкой к ВЗ) уплотняются до $1,16-1,25 \text{ г/см}^3$ и более, покрываются трещинами, а при повторном увлажнении восстанавливают первоначальную плотность. Оптимизация агрофизического состояния черноземных почв (плотность, сложение, скважность, соотношение фаз, водопроницаемость) повышает результативность ресурсосберегающей обработки почвы в полевых севооборотах и отдачу от средств комплексной химизации на пшенице по пару, относительно ежегодной вспашки, с 37,1 до 51,7-57,1%.

Ключевые слова: черноземы, плотность, усадка, влажность, набухание, трещиноватость, минимальная обработка.

Для цитирования: Юшкевич Л.В., Юценко Д.Н., Бутко А.С. Объемные деформации и уплотнение черноземных почв в Омской области// Плодородие. – 2024. – №3. – С. 30-34. DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-30-34. EDN: FNGWYO.

Среди многокомпонентных факторов плодородия зональных почв плотность сложения верхнего корнеобитаемого слоя имеет основополагающее значение для жизнедеятельности растений [7, 9, 10]. При оптимальном

агрофизическом состоянии почвы реализуются в полной мере биологические особенности культуры, сорта [3, 5, 9].

Исследованиями установлено, что для черноземных почв региона, занимающих в пашне основных зерносеющих зон (степная, южно-лесостепная) 45-71%,