

УДК 631.445.42:631.435:631.51.021(571.1/.5)

**ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ
ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ****В.Е. СИНЕЩЕКОВ**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,**В.Н. СЛЕСАРЕВ**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,**Г.И. ТКАЧЕНКО**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,**Е.А. ДУДКИНА**, научный сотрудник*Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН**630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск**e-mail: sivi_01@mail.ru*

Изучено воздействие длительной (более 30 лет) минимизации основной обработки под яровую пшеницу в зернопаровом севообороте на гранулометрический и микроагрегатный состав чернозема выщелоченного на фоне без средств химизации в лесостепи Новосибирского Приобья. Экспериментальные данные получены в многофакторном стационарном полевом опыте на территории Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона). При минимизации основной обработки в четырехпольном зернопаровом севообороте гранулометрический состав пахотного слоя находился на границе между легким и средним суглинком. При этом наибольшую часть занимала крупная пыль (0,05–0,01 мм). В среднем за 2009–2012 гг. ее количество в зернопаровом севообороте составило 53,0 %. Содержание песка (фракции 1,0–0,05 мм) в пахотном слое было 15,7 % по вспашке и практически столько же в вариантах с разными уровнями минимизации основной обработки (19,1 %). В микроагрегатном составе данной почвы также преобладали частицы размером 0,05–0,01 мм (крупная пыль) и 0,25–0,05 мм (мелкий песок). Количество крупной пыли в 30-сантиметровом почвенном профиле составило в среднем 52,3 %. Минимальные обработки способствовали сохранению микроагрегатной структуры почвы. При этом количество «истинных» водопрочных микроагрегатов в пахотном слое достигало в среднем 16,7 %, фактор дисперсности – 7,9, что указывало на благоприятные агрофизические свойства для развития растений.

Ключевые слова: минимизация основной обработки, гранулометрический, микроагрегатный состав, фракции, дисперсность, «истинные» водопрочные микроагрегаты.

Известно, что черноземные почвы Западной Сибири характеризуются высоким потенциальным плодородием [1]. По данным В.А. Хмелева, А.А. Танасиенко [1], черноземы занимают в этом регионе около 8624,6 тыс. га, в том числе в Новосибирской области – 1642,9 тыс. га. Гранулометрический состав оказывает влияние на агрономические свойства почвы (водно-физические, физико-механические, воздушные и др.). Результаты исследований по этим вопросам обобщены в трудах многих ученых [1–6]. В частности, В.П. Панфилов [3] на основании ряда уравнений регрессий выявил влияние илистой фракции и мелкой пыли на величину наименьшей влагоемкости и максимальной гигроскопичности.

В наших исследованиях гранулометрический и микроагрегатный состав почв достаточно исследован с точки зрения механических деформаций, обусловленных

обработками. Изучены указанные агрофизические показатели плодородия черноземов выщелоченных при длительной минимизации (более 30 лет) в четырехпольном зернопаровом севообороте при соблюдении в опытах элементов адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Цель работы – изучить воздействие длительной минимизации основной обработки под яровую пшеницу в зернопаровом севообороте на гранулометрический и микроагрегатный состав чернозема выщелоченного без средств химизации в лесостепи Новосибирского Приобья.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в многофакторном стационарном полевом опыте в Сибирском научно-исследовательском институте земледелия и химизации сельского хозяйства (СибНИИЗиХ) на территории ОПХ

«Элитное» Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона). Опыт заложен в 1981 г. [7]. Общий рельеф поля представляет слабоволнистую равнину с относительно редкими микрозападинами. Почвенный покров представлен среднесуглинистым гранулометрического состава. Мощность гумусового горизонта ($A_{\text{пах}} + A$) составляла 39 см, глубина пахотного слоя 27 см. По нашим данным, в гранулометрическом составе верхнего слоя (0–30 см) преобладали фракции крупной пыли (51–55 %) и мелкого песка (16–21 %). Плотность почвы изменялась от 0,95 г/см³ в слое 0–10 см до 1,25 г/см³ в слое 20–30 см. Глубина залегания грунтовых вод 15 м. Степень проявления водной и ветровой эрозии слабая.

Глубина вскипания карбонатов от HCl – 84–92 см. В слоях почвы 0–20, 20–40 см pH KCl – 6,3. Содержание гумуса в слое 0–20 см составляло 6,0 %, общего азота – 0,34 %, валового фосфора – 0,30 %, подвижного фосфора (по Чирикову) и калия – 20 и 9,7 мг/100 г почвы соответственно.

С 1981 по 1990 г. был пятипольный севооборот: пар – озимая рожь – пшеница – овес (ячмень) – пшеница; с 1991 г. он реорганизован в четырехпольный: пар – озимая рожь – пшеница – пшеница; с 2007 г. озимую рожь заменили пшеницей в полевом севообороте пар – пшеница – пшеница – пшеница. Варианты зяблевой обработки почвы в севооборотах, где изучали гранулометрический и микроагрегатный состав почвы в слое 0–30 см, следующие:

- вспашка в пару на 25–27 см, под пшеницу – второй и третьей культур после пара – на 20–22 см;

- безотвальная обработка стойками Сиб-ИМЭ в пару на 25–27 см, под пшеницу – второй и третьей культур после пара на 20–22 см;

- минимальная обработка культиватором «Степняк» на глубину 10–12 см под все культуры;

- «нулевая» обработка – без зяблевой обработки.

Поперек основных обработок методом расщепленных делянок накладывали вари-

анты с применением химических средств интенсификации:

- экстенсивный фон – без средств химизации (площадь 130 м² – 13 × 10 м);

- интенсивный фон – фосфорные удобрения в пару в дозе P_{120} на ротацию севооборота, N_{60} под вторую и N_{90} под третью культуры после пара + гербициды + фунгициды + инсектициды (площадь по 936 м² – 13 × 72 м).

Площади под делянками по основной обработке почвы составляли по 1300 м² (13 × 100), 28 делянок на каждом поле, в целом по севообороту – 112. Опыт по обработке почвы заложен в четырехкратной повторности. Расположение вариантов систематическое. Общая площадь составляла 40 га, число опытных полей в севообороте – 5 до 1990 г. и 4 – с 1991 г. по настоящее время с общей площадью (с дорогами и выключками) 32,5 га.

Гранулометрический и микроагрегатный состав данной почвы определяли по Качинскому. Для этого в фазу выхода в трубку яровой пшеницы на контрольном варианте (без средств химизации) отбирали почвенные образцы в трехкратной повторности на глубину 0–30 см по слоям 0–10, 10–20 и 20–30 см.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ и обобщение экспериментальных данных показали, что в четырехпольном зернопаровом севообороте независимо от основной обработки гранулометрический состав чернозема выщелоченного в слое 0–30 см находился на границе между легким и средним суглинком (табл. 1). Аналогичные данные по гранулометрическому составу чернозема выщелоченного на центральном опытном поле СибНИИЗиХ на другом стационаре приведены и в исследованиях Н.В. Семендяевой с соавт. [8]. Почва такого гранулометрического состава обладает благоприятными для большинства зерновых культур физико-механическими свойствами (сложение, твердость, проницаемость и др.).

Таблица 1

Гранулометрический состав чернозема выщелоченного Новосибирского Приобья при минимизации основной обработки (среднее за 2009–2012 гг.)

Основная обработка почвы	Слой почвы	Гигроскопическая влага, %	Содержание фракций (%) с размером частиц, мм					
			1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001
Вспашка	0–10	2,9	0,5	14,0	52,4	9,6	13,3	10,2
	10–20	2,8	0,4	16,1	51,4	9,0	11,8	11,3
	20–30	2,8	0,3	15,7	51,3	9,3	11,7	11,7
	0–30	2,8	0,4	15,3	51,6	9,3	12,3	11,1
Безотвальная	0–10	2,9	0,6	19,4	50,4	7,8	12,5	9,3
	10–20	3,0	0,7	18,6	53,1	8,6	11,1	7,9
	20–30	2,7	0,3	22,5	49,6	7,6	10,4	9,6
	0–30	2,9	0,5	20,2	51,1	8,0	11,3	8,9
Минимальная	0–10	2,8	0,8	16,2	54,0	8,0	11,8	9,2
	10–20	2,9	0,7	17,9	54,7	8,0	11,0	7,7
	20–30	3,0	0,9	18,3	56,0	6,7	10,2	7,9
	0–30	2,9	0,8	17,5	54,8	7,6	11,0	8,3
«Нулевая»	0–10	2,8	0,7	17,8	52,6	7,6	11,9	9,4
	10–20	2,7	0,5	17,6	54,8	7,0	11,5	8,6
	20–30	2,8	0,5	17,9	53,3	7,9	11,3	9,1
	0–30	2,8	0,6	17,8	53,5	7,5	11,6	9,0

В почвенных разрезах № 28 и 30 чернозема выщелоченного, заложенных В.Н. Шоба в 1996 г. на центральном опытном поле СибНИИЗиХ, в $A_{\text{пах}}$ (15–25 см) количество физической глины составило 32,4–33,6 %, что является нижней границей среднего суглинка.

В наших исследованиях содержание физической глины (частиц < 0,01 мм) при вспашке составило 32,7 %, при минимизации основной обработки несколько меньше – 27,6 %. По нашему мнению, указанная небольшая разница по рассматриваемому показателю обусловлена почвенными разностями на опытном поле.

Наряду с гранулометрическим нами определен и микроагрегатный состав чернозема выщелоченного в изучаемых вариантах основной обработки (табл. 2.). Количество микроагрегатов размером 0,05–0,01 мм (крупная пыль) и частиц размером 0,25–0,05 мм (мелкий песок) были преобладающими фракциями в слое 0–30 см данной почвы. Например, количество крупной пыли в 30-сантиметровом почвенном профиле в длительных опытах изменялось от

50,8 до 53,7 % и не зависело от изучаемых способов основной обработки. Распределение крупной пыли в вариантах опыта по слоям 0–10, 10–20 и 20–30 см почвенного профиля было практически равномерным: при вспашке 51,5–52,1 %, безотвальной обработке – 49,9–51,8, минимальной – 52,7–54,0 и «нулевой» – 52,5–54,5 %.

Количество мелкого песка (микроагрегаты размером 0,25–0,05 мм) в слое почвы 0–30 см при длительной минимизации основной обработки составило 34,5–36,9 %, что находилось на уровне вспашки (36,5 %).

В целом по опыту выявлена относительно высокая микроагрегатность чернозема выщелоченного. Наши данные подтверждают выводы исследователей, полученные для черноземов Западной Сибири [8–11]. При указанных показателях микроагрегатности в корнеобитаемом слое формировались благоприятные водно-воздушные условия для развития растений [12].

Исходя из экспериментальных данных по гранулометрическому и микроагрегатно-

Таблица 2

Микроагрегатный состав чернозема выщелоченного Новосибирского Приобья при минимизации основной обработки (среднее за 2009–2012 гг.)

Основная обработка почвы	Слой почвы	Фактор дисперсности	Содержание фракций (%) с размером частиц, мм					
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Вспашка	0–10	6,9	3,9	35,4	52,1	5,6	2,3	0,7
	10–20	6,2	2,9	36,5	51,5	5,8	2,6	0,7
	20–30	4,3	2,8	37,6	51,9	4,4	2,8	0,5
	0–30	5,8	3,2	36,5	51,8	5,3	2,6	0,6
Безотвальная	0–10	7,5	3,9	36,9	49,9	5,9	2,7	0,7
	10–20	7,6	3,3	35,7	51,8	5,7	2,9	0,6
	20–30	7,3	3,3	38,2	50,7	4,8	2,3	0,7
	0–30	7,5	3,5	36,9	50,8	5,5	2,6	0,7
Минимальная	0–10	6,5	2,7	36,3	52,7	5,0	2,7	0,6
	10–20	9,1	1,7	36,0	54,0	5,7	1,9	0,7
	20–30	7,6	4,1	34,5	53,3	5,5	2,0	0,6
	0–30	7,7	2,8	35,6	53,4	5,4	2,2	0,6
«Нулевая»	0–10	10,6	3,9	35,5	52,5	5,2	1,9	1,0
	10–20	9,3	3,8	33,4	54,5	5,7	1,8	0,8
	20–30	5,5	3,2	34,7	54,2	5,5	1,9	0,5
	0–30	8,5	3,6	34,5	53,7	5,5	1,9	0,8
НСР ₀₅	0–30	2,7						

му составам изучаемой почвы нами рассчитан фактор дисперсности по формуле [13]

$$K_g = \frac{A}{B} \times 100,$$

где K_g – фактор дисперсности; A – содержание ила (частиц < 0,001 мм) в микроагрегатном составе, %; B – содержание ила в гранулометрическом составе, %.

Величина фактора дисперсности, представленная в табл. 2, в вариантах опыта с различным уровнем минимизации основной обработки (7,6–8,5) была несколько больше, чем при вспашке (5,8). В целом анализируемые данные по дисперсности указывают на удовлетворительную оструктуренность почвы.

Исследователи [10, 12, 14] для характеристики микроагрегатности почв рассчитывали содержание «истинных» водопрочных микроагрегатов, полученных по разности однозначных фракций микроагрегатного и гранулометрического составов. В наших опытах в зернопаровом севообороте при

длительной минимизации основной обработки (вплоть до отказа от нее) под яровую пшеницу содержание «истинных» микроагрегатов (0,25–0,01 мм) в почвенном профиле 0–30 см составило в среднем 16,7 %. Несколько лучшие условия формирования микроагрегатной структуры в слое 0–30 см чернозема выщелоченного отмечены при систематической вспашке (21,3 %) (табл. 3).

В зернопаровом севообороте не выявлены разрушения микроагрегатной структуры. Количество «истинных» водопрочных микроагрегатов в слое почвы 0–30 см в зернопаровом севообороте при вспашке составило 21,3 % (см. табл. 3). Между тем в исследованиях Н.В. Семендяевой с соавт. [11] на этом же опытном поле СибНИИЗиХ в другом стационаре наличие пара в севооборотах способствовало разрушению микроагрегатной структуры.

При показателях микроагрегатности, указанных выше, формировались благоприятные водно-воздушные условия для развития растений. В связи с этим правомерно

Таблица 3

Содержание «истинных» водопрочных микроагрегатов в черноземе выщелоченном при минимизации основной обработки в зернопаровом севообороте (среднее за 2009–2012 гг.)

Обработка почвы	Слой почвы, см	Содержание фракций (%) с размером частиц 0,25–0,01 мм		Количество «истинных» микроагрегатов, %
		микроагрегатный	гранулометрический	
Вспашка	0–10	87,5	66,4	21,1
	10–20	88,0	67,5	20,5
	20–30	89,5	67,0	22,5
	0–30	88,3	67,0	21,3
Безотвальная	0–10	86,8	69,8	17,0
	10–20	87,5	71,7	15,8
	20–30	88,9	72,1	16,8
	0–30	87,7	71,2	16,5
Минимальная	0–10	89,0	70,2	18,8
	10–20	90,0	72,6	17,4
	20–30	87,8	74,3	13,5
	0–30	88,9	72,4	16,6
«Нулевая»	0–10	88,0	70,4	17,6
	10–20	87,7	72,4	15,3
	20–30	88,9	71,2	17,7
	0–30	88,2	71,3	16,9
НСР ₀₅		7,6	5,6	4,9

считать, что длительная минимизация основной обработки в сравнении со вспашкой в зернопаровом севообороте не вызывала разрушения микроагрегатной структуры обрабатываемого слоя чернозема выщелоченного. При наличии на поверхности растительных остатков (по осредненным данным 2,6 т/га) и малорядных полос лесных полос на пашне обеспечивается надежная защита почв от ветровой эрозии в лесостепи Новосибирской области [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях лесостепи Новосибирского Приобья в длительных опытах гранулометрический состав чернозема выщелоченного в слое 0–30 см находился на границе между легким и средним суглинком независимо от основной обработки. Минимальные обработки способствовали сохранению микроагрегатной структуры. Количество «истинных»

водопрочных почвенных микроагрегатов в слое 0–30 см составляло в среднем 16,7 %, фактор дисперсности – 7,9. Рассматриваемые агрофизические свойства чернозема (гранулометрический, микроагрегатный состав) обеспечивают благоприятные возможности для развития растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 349 с.
2. Горшенин К.П. Почвы южной части Сибири (от Урала до Байкала). – М.: Изд-во АН СССР, 1955.
3. Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. – Новосибирск: Наука, 1973. – 259 с.
4. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука, 1975. – 299 с.

5. **Каретин Л.Н.** Черноземы и луговые почвы Тобол-Ишимского междуречья. – Новосибирск: Наука, 1982. – 294 с.
6. **Татаринцев В.Л.** Структура гранулометрического состава и ее влияние на физическое состояние пахотных почв Алтайского Приобья. – Барнаул: Изд-во Алтайского ГАУ, 2004. – 179 с.
7. **Реестр** длительных стационарных полевых опытов государственных научных учреждений Сибирского отделения РАН / сост. Л.Ф. Ашмарина, А.И. Ермохина, Т.А. Галактионова; под общ. ред. акад. Россельхозакадемии Н.И. Кашеварова. – Изд. 1-е. – Новосибирск, 2009. – 285 с.
8. **Семендяева Н.В., Крупская Т.Н., Карловец Л.А.** Влияние севооборотов на гранулометрический и микроагрегатный состав чернозема выщелоченного Новосибирского Приобья в длительных опытах // *Агрохимия*. – 2015. – № 1. – С. 23–34.
9. **Хмелев В.А.** Лесовые черноземы Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1989. – 201 с.
10. **Татаринцев Л.М.** Физическое состояние пахотных почв юга Западной Сибири. – Барнаул: Изд-во Алтайского ГАУ, 2005. – 300 с.
11. **Семендяева Н.В., Карловец Л.А., Крупская Т.Н.** Изменение свойств чернозема выщелоченного Новосибирского Приобья при сельскохозяйственном использовании. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015. – 200 с.
12. **Yong Z.L., Spycher Y.** Water-dispersible soil organic mineral particles: L Carbon and nitrogen distribution // *Soil Sci. Am. J.* – 1979. – N 43. – P. 324–328.
13. **Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.** Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 436 с.
14. **Димо В.Н.** Агрофизическая характеристика дерново-подзолистых почв разного механического состава // *Плодородие дерново-подзолистых почв*. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 51–62.
15. **Синешев В.Е.** Управление продукционным процессом зерновых агроценозов юга Западной Сибири. – Новосибирск, 2008. – 212 с.

**GRANULOMETRIC AND MICROAGGREGATE COMPOSITION
OF LEACHED CHERNOZEMS AT REDUCED TILLAGE**

**V.E. SINESHCHEKOV, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher,
V.N. SLESAREV, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher,
G.I. TKACHENKO, Candidate of Science in Biology, Lead Researcher,
E.A. DUDKINA, Researcher**

*Siberian Research Institute of Soil Management and Chemicalization of Agriculture, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: sivi_01@mail.ru*

The effect of long-term (over 30 years) reduced tillage to spring wheat on granulometric and microaggregate composition of leached chernozem was studied in a crop/fallow rotation in the absence of chemicalization means in the forest-steppe areas near the Ob in Novosibirsk. The experimental data were obtained from a multiple-factor stationary field trial in the territory of Novosibirsk Region (central forest-steppe subzone). At reduced tillage in a four-course crop/fallow rotation, the granulometric composition of the arable layer was at the boundary between light and medium loam, with dust of 0.05–0.02 mm particles being a major part of it. On average for 2009–2012, the amount of dust in the crop/fallow rotation was 53.0 percent. The content of sand (fraction of 1.0–0.05 mm) in the arable layer was 15.7 percent when tilled, and somewhat increased in the variants with different levels of reduced tillage (up to 19.1 percent). The particles of 0.05–0.01 mm (coarse dust) and 0.25–0.05 mm (fine sand) in size prevailed in the microaggregate composition of this soil type as well. The amount of coarse dust in the 30 cm soil profile made up 50.8–53.7 percent. Reduced tillage techniques contributed to conservation of the microaggregate structure of soil. With that, the number of true water-stable microaggregates in the arable layer amounted to 16.7 percent on average, the dispersion factor to 7.9 that indicated favorable agrophysical properties for the development of plants.

Keywords: reduced tillage, granulometric and microaggregate composition, fractions, dispersion, true water-stable microaggregates.

Поступила в редакцию 24.01.2017
