

potassium reserves calculated on the basis of potassium gross amount and its content in different particle-size fractions (less than and greater than 1 μm). Our research revealed the systematic application of phosphorus, as well as a low dose of nitrogen (N_{30} , P_{30-150}) did not lead to significant changes in the mineral composition of the silt fraction and reduce of near and immediate potassium reserves. The use of nitrogen, potassium and complete mineral fertilizers in high doses (N_{90-150} , K_{150} , $\text{N}_{120}\text{P}_{150}\text{K}_{120}$) caused the mechanical disintegration of soil particles and the mineral transformation that decreased the content of clay fraction in the soil (close potassium reserve) and weakened the ability of soil to replenish the exchange potassium forms.

Key words: mineral fertilizers, clay fraction, fine dust mineralogical composition, mixed-layer formation, hydrology, reserves of potassium

УДК 54:631.445.4:631.434(470.63)

ГИДРОГЕЛЬ И СТРУКТУРНЫЙ СОСТАВ ОБЫКНОВЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Е.И. Годунова, д.с.-х.н., С.Н. Шкабарда, к.с.-х.н.,

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

356241, Россия, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49,

E-mail: snish@mail.ru, (86553) 2-32-97, shkabardas@mail.ru

Изложены результаты сравнительного изучения влияния обработок и гидрогеля на агрегатный состав чернозема обыкновенного. Установлена положительная роль самой высокой в опыте дозы полимера – 400 кг/га в оптимизации структурного состояния почвы. Коэффициент структурности в зависимости от способа обработки почвы возрос с 1,63-1,65 до 2,80-2,95 за счет снижения доли глыбистой фракции (>10 мм) и мелких частиц (<0,25 мм). Увеличилась и доля особенно ценных фракций: 1-3 и 0,5-5,0 мм. При этом доля эрозионно опасных частиц практически не изменилась, а величина средневзвешенного диаметра снизилась с 6,20-6,36 мм на контроле (без полимера) до 5,55-5,70 мм в варианте с внесением 400 кг/га гидрогеля.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, гидрогель, средневзвешенный диаметр, коэффициент структурности.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.102.09

Известна важная роль сильнонабухающих (в 300-1000 раз) гидрогелей в улучшении водообеспеченности возделываемых культур в различных почвенно-климатических условиях, в том числе и на обыкновенных черноземах Центрального Предкавказья [1-3]. Применение полимера позволяет в течение трех-четырёх, а возможно и более лет (в зависимости от дозы), иметь более высокие (на 4,2-142,8%) запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы (в зависимости от дозы гидрогеля и этапа органогенеза возделываемой культуры) за счет сохранения влаги выпадающих осадков, снижения стока и испарения. Это способствует стабилизации зернового производства на юге страны, развитию сельскохозяйственной отрасли в целом.

Оптимальные условия роста и развития растений во многом зависят от структурного состояния почв, определяющего уровень эффективного плодородия, интенсивность протекания биологических, физико-химических, химических и других процессов, от которых зависит величина продуктивности возделываемых культур. Размер фракций имеет важное значение и для поступления элементов питания в корни растений [4], что может влиять на эффективность вносимых удобрений.

Наряду с благоприятным воздействием на структурное состояние различных почв органических удобрений, соломы, органоминеральных компостов, заправки сидератов наблюдается и положительное влияние полимера на содержание агрономически ценных агрегатов. Так, в Пензенской области при внесении полиакриламидного полимера В-415 отмечалось, в зависимости от его дозы, увеличение структурности чернозема

выщелоченного среднегумусного среднесильного тяжелоуглинистого с 0,95 до 1,53-2,15, снижение выпханности с 36,32 до 26,88-17,31%. Причем наиболее благоприятные изменения наблюдались в варианте с более высокой дозой полимера – 0,1% от массы почвы, в то время как при меньшей дозе – 0,05% они были менее значительными [5].

На почвах легкого гранулометрического состава Астраханской области коэффициент структурности возрос с 1,3 на контроле до 3,0 при внесении 300 кг/га полимера, 3,3 в варианте с использованием 600 кг/га полиакриламида и 4,3 – от применения дозы 1200 кг/га [6].

Цель исследований – изучить влияние гидрогеля на структурное состояние обыкновенных черноземов в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Методика. Исследования проводили на черноземе обыкновенном среднесильном слабогумусированном среднесуглинистом в звене севооборота: 1 – озимая пшеница по полупару; 2 – редька масличная на сидерат; 3 – озимая пшеница. Изучали два способа обработки почвы: отвальную вспашку на 20-22 см плугом ПН-8-35 и мелкую обработку на 10-12 см, выполняемую тяжелой дисковой бороной БДТ-3. Структурно-агрегатный состав в слое 0-20 см определяли методом Н.И. Саввинова («сухое» рассеивание). Статистическая обработка данных проведена по Б.В. Доспехову [7] с использованием программы AgCStatExcel.

Результаты и их обсуждение. Несмотря на то, что к агрономически ценным фракциям чаще всего относят агрегаты размером от 0,25 до 10,0 [4, 8, 9] или 0,25-7,0 мм [6, 10], К.К. Гедройц считал, что оптимальный размер структурных агрегатов меняется в зависимости от

степени увлажнения, возрастая с ростом содержания влаги и снижаясь при её недостатке [4].

В нашем опыте с различными дозами гидрогеля установлено, что при внесении 400 кг/га полимера, с одной стороны, происходит оптимизация структурного состава обыкновенных черноземов за счет уменьшения доли мелких частиц (<0,25 мм) в зависимости от обработки с 6,8-7,0 до 3,3-3,9%, т.е. практически в 1,8-2,1 раза, что снижает возможность образования корки на поверхности почвы. С другой стороны, уменьшилось содержание глыбистой фракции (>10,0 мм) в зависимости от обработки с 30,8-31,2 до 21,4-23,0%, которая негативно влияет на полевую всхожесть семян и появление всходов, а, следовательно, и на урожайность возделываемых культур. В то время как количество агрономически ценных частиц (0,25-10,0 мм), наоборот, в зависимости от способа обработки почвы возросло с 62,0-62,2 до 73,7-74,7%, что характеризует структурное состояние почвы как хорошее [11].

Важный показатель агрегированности почвы (её структурности) – коэффициент структурности, который на фоне отвальной вспашки изменялся в пределах 1,51-2,80, мелкой обработки – 1,65-2,95, т.е. во втором случае характеризовался более оптимальным значением (на 0,13-0,21). Однако эта разница незначительна (НСР=0,234).

В варианте с самой высокой дозой гидрогеля отмечено существенное на 1,17 (отвальная вспашка) – 1,30 (мелкая обработка) улучшение коэффициента структурности. Структурирующий эффект гидрогеля объясняется, по-видимому, оптимизацией условий увлажнения, при которых, с одной стороны, образуется более мощная корневая система, а с другой, изменяются окислительно-восстановительные условия в направлении некоторого снижения аэрации. В почве складываются более анаэробные условия, способствующие образованию гидрофобной органики – главного фактора агрегатообразования. Ведь устойчивость почвенной структуры зависит от гидрофобных органических соединений, образующихся в анаэробных условиях внутри почвенных агрегатов при участии специфичной микрофлоры и являющихся основным склеивающим цементом [12].

Важный показатель структурного состава почвы – средневзвешенный диаметр почвенных частиц, позволяющий оценить распределение агрегатов одним параметром [13]. При влажности почвы в интервале 0,65-1,00 НВ величина оптимального средневзвешенного диаметра колеблется в диапазоне 2,5-10,2 мм [4].

В нашем опыте на фоне мелкой обработки на 10-12 см величина средневзвешенного диаметра была на 0 (вариант с внесением 300 кг/га полимера) – 0,3 мм (полимер, 100 кг/га) меньше по сравнению с контрольной отвальной обработкой на 20-22 см. При этом в многолетнем стационаре Ставропольского НИИСХ по изучению основных систем обработки почвы на таких же почвах (черноземе обыкновенном) установлено, что при любой влажности пахотного слоя (9,3-19,8%) по сравнению с отвальной вспашкой (5,2-9,1 мм) меньшее средневзвешенное значение диаметра агрегатов отмечается при мелкой обработке на 12-14 см – 4,7-8,2 мм и особенно при поверхностной обработке на 6-8 см – 3,9-7,8 мм [14].

По данным этих авторов, наибольшая величина средневзвешенного диаметра, независимо от приема и

глубины основной обработки почвы, 7,8-9,1 мм отмечалась при самой низкой влажности – 9,3%. С улучшением увлажнения показатель снижался до 3,9-8,4 мм. В нашем опыте от внесения самой высокой дозы гидрогеля (400 кг/га) величина средневзвешенного диаметра снизилась на фоне отвальной вспашки с 6,4 до 5,7 мм, мелкой обработки – с 6,2 до 5,6 мм при НСР=0,24 мм (табл. 1). Таким образом, при более высокой влажности почвы вследствие применения полимера наблюдается уменьшение средневзвешенного диаметра, при этом его размер остается оптимальным.

1. Характеристика агрегатного состава чернозема обыкновенного при внесении гидрогеля в зависимости от способа обработки (по данным сухого рассеивания)

Способ обработки почвы	Доза гидрогеля, кг/га	Размер агрегатов (мм) и их содержание, %			Средневзвешенный диаметр, мм	Коэффициент структурности
		1-3	0,5-5,0	<1		
Отвальная вспашка, 20-22 см	0	19,3	35,2	18,2	6,4	1,63
	100	18,3	34,2	19,8	6,4	1,51
	200	17,4	33,1	22,1	6,3	1,56
	300	18,7	36,8	21,5	6,1	1,74
	400	21,5	40,9	19,3	5,7	2,80
Мелкая обработка, 10-12 см	0	16,8	33,6	22,6	6,2	1,65
	100	18,5	34,9	22,2	6,1	1,71
	200	16,6	32,6	22,2	6,2	1,69
	300	16,7	34,4	22,4	6,1	1,93
	400	20,1	40,8	21,6	5,6	2,95
НСР		2,79	2,79	2,45	0,24	0,234

Не менее важно для земледелия содержание агрономически ценных агрегатов размером 1-3 мм. В нашем опыте по сравнению с отвальной вспашкой их было меньше на фоне мелкой обработки на 0,8-2,5% (за исключением варианта с применением полимера в дозе 100 кг/га, где их содержалось на 0,2% больше). Заметное влияние на увеличение этой фракции оказал гидрогель в дозе 400 кг/га, под воздействием которого количество агрегатов размером 1-3 мм возросло на 1,8 (отвальная вспашка) – 3,3% (мелкая обработка) при НСР=2,79%.

Под действием 400 кг/га гидрогеля произошло и увеличение доли агрегатов размером 0,5-5,0 мм на фоне отвальной вспашки и при мелкой обработке, которые, как известно, обеспечивают наиболее благоприятные условия для живых организмов [15].

В то время как на содержание эрозионно опасных частиц диаметром менее 1 мм, от которых зависит устойчивость почв к эрозии в склоновых ландшафтах, полимер не оказал стабильного влияния. Их количество в опыте варьировало в зависимости от дозы гидрогеля на фоне отвальной вспашки и мелкой обработки. Под влиянием гидрогеля содержание эрозионно опасных частиц несколько возросло на фоне отвальной вспашки – на 1,1 (400 кг/га полимера) – 3,9% (200 кг/га полимера). На фоне мелкой обработки, наоборот, оно незначительно снижалось – на 0,2 (полимер, 300 кг/га) – 1,0% (полимер, 400 кг/га).

Как показали результаты двухфакторного дисперсионного анализа, на агрегатный состав обыкновенного чернозема гидрогель оказал наибольшее влияние, в то время как способ обработки – крайне малое (табл. 2). Незначительна и доля влияния взаимодействия двух факторов (обработки и гидрогеля) – 0,41%.

2. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа

Фактор	F _{факт.}	F _{табл. 0,95}	Влияние взаимодействия двух факторов, %
А (обработка)	6,87	4,1	1,72
В (гидрогель)	88,38	2,6	88,54
Взаимодействие АВ	0,41	5,7	0,41

Таким образом, гидрогель на обыкновенных черноземах Центрального Предкавказья не только является эффективным средством повышения влагообеспеченности сельскохозяйственных культур и их продуктивности, но и оказывает положительное структурирующее воздействие в дозе 400 кг/га, улучшая экологические условия для произрастания растений.

Литература

1. Годунова Е.И. Перспективы использования гидрогеля в земледелии Центрального Предкавказья / Е.И. Годунова, В.Н. Гундырин, С.Н. Шкабарда // Достижения науки и техники АПК.- 2014.- № 1.- С. 24-27.
2. Годунова Е.И. Использование гидрогеля и влагообеспеченность культур в зоне неустойчивого увлажнения Ставрополя / Е.И. Годунова, С.Н. Шкабарда, В.Н. Гундырин // Земледелие.- 2014.- № 6.- С. 37-38.
3. Годунова Е.И. Роль гидрогеля в улучшении влагообеспеченности озимой пшеницы по полупару в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Е.И. Годунова, В.Н. Гундырин // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 5. – С. 57-59.
4. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.

5. Кузин Е.Н. Изменение плодородия чернозема выщелоченного под влиянием водоудерживающего полиакриламидного полимера В-415К / Е.Н. Кузин, А.Ю. Кузнецов, Л.А. Кузина // Эволюция и деградация почвенного покрова: Матер. второй междунар. Конф. Т. 1. – Ставрополь, 2002. – С. 407-410.
6. Мамаев М. Полиакриламид улучшает физические свойства почвы / М. Мамаев // Земледелие. – 1975. – № 11. – С. 33-34.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, 2014. – 352 с.
8. Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева. 4-е изд. перераб. и дополн. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.
9. Ревут И.Б. Физика в земледелии / И.Б. Ревут. – М.: Гос. изд-во, – 1960. – 40 с.
10. Нерпин С.В. Физика почвы / С.В. Нерпин, А.Ф. Чудновский. – М.: Наука, 1967. – 583 с.
11. Бахтин П.У. Методы определения физико-механических и технологических свойств почвы / П.У. Бахтин // Агрофизические методы исследования почвы. – М.: Наука, 1966. – С. 169-196.
12. Шеин Е.В. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов / Е.В. Шеин, Е.Ю. Милановский // Почвоведение.- 2003. – № 1. – С. 53-61.
13. Воронин А.Д. Основы физики почв / А.Д. Воронин. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 243 с.
14. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Рындин В.М. Дифференциация систем основной обработки почвы под культуры полевых севооборотов в зоне Центрального Предкавказья: монография / Ю.А. Кузыченко, В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, В.М. Рындин. – Ставрополь: Агрус, 2017. – 244 с.
15. Белоченко И.С. Изменение агрегатного состава чернозема обыкновенного при внесении органоминерального компоста / И.С. Белоченко, Д.А. Славогородская // Почвоведение. – 2013. – № 4. – С. 23-25.

THE HYDROGEL AND THE STRUCTURAL COMPOSITION OF ORDINARY CHERNOZEM IN UNSTABLE MOISTENING ZONE OF STAVROPOL KRAI

E.I. Godunova, S.N. Shkabarda

North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Nikonova ul. 49, 356241 Mikhailovsk, Shpakovsky district, Stavropol Krai, Russia, E-mail: sniish@mail.ru, shkabardas@mail.ru

The results of comparative study of the influence of treatments and hydrogel on the aggregate composition of ordinary chernozem are presented. Established the optimization of the structural state of the soil under the highest experimental polymer dose – 400 kg/ha. of Structural coefficient depending on the tillage method increased from 1.63-1.65 to 2.80-2.95. This caused by reduction in clay fraction (>10 mm) and small particles (<0.25 mm). The share of especially valuable fractions also increased: 1-3 mm and 0.5-5.0 mm. At the same time, the proportion of erosively hazardous particles has not changed, and the weighed mean diameter decreased from 6.20-6.36 mm at the control (without polymer) to 5.55-5.70 mm at the variant with the application of 400 kg/ha of hydrogel.

Keywords: ordinary chernozem, hydrogel, average diameter, structural coefficient.