03.02.00 – ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 631.452

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮЖНЫХ КАРБОНАТНЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

© 2016

Н.И. Васильченко, кандидат сельскохозяйственных наук,
главный специалист научно-производственного центра земельного кадастра
Государственная корпорация «Правительство для граждан», Астана (Казахстан)
Г.А. Звягин, докторант кафедры почвоведения и агрохимии
Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана (Казахстан)

Аннотация. Противоречивость сведений о воздействии минимальных и нулевых обработок на физические свойства черноземов южных тяжелого гранулометрического состава вызвали необходимость их изучения на территории Акмолинской области. Исследования физических свойств черноземов южных карбонатных проводилось на основании сравнения физических свойств почв целинного участка с опытными делянками глубокой безотвальной обработки, минимальной безотвальной обработки, прямого посева и нулевой технологии. Выявлено, что при всех вышеуказанных обработках в верхнем слое 0–10 см происходит уменьшение содержания частиц физической глины и ила в сравнении с целинным участком. Механические обработки вызывают активизацию дифференциации профиля в отношении илистой фракции. При глубокой безотвальной обработке происходит их нисходящая миграция из пахотного горизонта в подпахотный горизонт, а при минимальной и нулевой обработке из слоя 0–10 см в нижележащий пахотный слой 10–26 см. Наибольшее ухудшение плотности сложения пашни в слое 0–10, 10–20 и 20–30 см наблюдается при минимальной и нулевой обработке.

Ключевые слова: черноземы южные карбонатные; севооборот; физические свойства почв; гранулометрический состав; внутрипочвенное выветривание; коэффициент оглинивания; физическая глина; илистая фракция; плотность сложения; Акмолинская область; Северный Казахстан.

Длительное экстенсивное возделывание сельскохозяйственных культур приводит к ухудшению физических свойств почв. Физические свойства почв являются одним из основных показателей почвенного плодородия, определяющих рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур требуют многократных проходов по полю мобильной сельскохозяйственной техники и воздействия ходовых систем, что в свою очередь влияет на плотность и плодородие почв [1–4]. В настоящее время приоритет получают многочисленные приемы энергосберегающей почвозащитной обработки почв, которые позволяют экономить горюче-смазочные материалы и поддерживать почвенное плодородие. В связи с этим особое внимание уделяют изучению и управлению агрофизического состояния почв, находящихся под влиянием различных систем обработок почв на территории Северного Казахстана.

Уплотняющее воздействие сельскохозяйственной техники на почву зависит от генетических особенностей почвы, контактного давления движителей на почву, возделываемой культуры, предшественника, исходной плотности почвы, а также ее влажности в момент обработки [5–7].

Цель настоящей работы охарактеризовать изменения физических свойств черноземов южных карбонатных тяжелосуглинистых при различных системах обработки почв в условиях Акмолинской области.

Объектом исследования выбраны тяжелосуглинистые разновидности черноземов южных карбонатных на целинных и пахотных участках (используются в пашне более 60 лет), сформированные на покровных карбонатных легких глинах при одинаковых условиях почвообразования.

Данный опыт был заложен в 1990 году. Данные исследований проводятся за период 2012–2014 гг. на целинном участке и опытных полях Казахского научно-исследовательского института зернового хозяйства (КазНИИЗХ) Дамсинского сельского округа Шортандинского района Акмолинской области в пятипольном зернопаровом севообороте, который представлен следующим чередованием сельскохозяйственных культур: пар, пшеница, пшеница, пшеница, пшеница. Территория опытного участка находится в 6 км от близлежащего целинного участка на плакорном участке слабоволнистой равнины с одинаковой абсолютной высотой 150 м над уровнем моря (топографическая съемка). В опыте изучалось влияние четырех способов обработки почв (глубокая безотвальная, минимальная безотвальная, нулевая технология и прямой посев) в сравнении с целинным участком.

Изменение плотности сложения изучались на вариантах с глубокой безотвальной обработкой, минимальной безотвальной обработкой и нулевой технологией. Образцы почв, сравниваемых между собой объектов, отбирали из разрезов по генетическим горизонтам, а на плотность сложения еще дополнительно по слоям 0–10, 10–20, 20–30 см.

Урожайность пшеницы в среднем за 3 года при безотвальной обработки почв составила 17,0 ц/га, минимальной обработке почв – 15,5 ц/га, нулевой технологии – 13,5 ц/га.

Закладка и проведение опытов, отбор почвенных образцов, анализы и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам [8; 9].

Важными качественными показателями агрофизических свойств почвы являются содержание физической глины и перераспределение илистых частиц, плотность сложения, влажность и пористость почвы.

В пределах почвенного профиля отмечается перераспределение илистой фракции в целинных черноземах с глубины 20 см, формируя горизонт B_1 с признаками иллювиального горизонта. По отношению к горизонту А превышение составляет 9,6%. Весь почвенный профиль отличается высоким содержанием крупной пыли и илистых частиц. В верхней части целинного чернозема до 60 см содержание крупной пыли варьирует сверху вниз от 37,6 до 32,4%. Почвообразующая порода по фракции крупной пыли относится к лессовидным, хотя в тоже время количество фракций крупной пыли должно быть более 30% [10], а в нашем случае значение составляет 28,0% (табл. 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав почв по слоям и генетическим горизонтам

Система обработки	№ разреза	Глубина взятия образца, см	Анализ мелкозема (частицы в процентах)						
			1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
Целина	1	А 0–10	1,78	9,00	37,60	8,80	18,00	25,00	51,80
		А 10–20	1,80	10,60	37,60	9,60	18,40	25,40	53,40
		B_1 20–46	1,54	7,40	38,40	9,20	18,40	35,00	62,60
		B_2 46–68	1,46	6,20	32,40	8,80	21,60	35,00	65,40
		ВС 68–90	1,40	5,00	26,80	11,20	18,80	38,20	68,20
		С 90–100	1,44	4,60	28,00	8,80	18,40	40,20	67,40
Обработка ПГ-3,5 на глубину 25–27 см	2	$А_п$ 0–10	1,72	8,48	37,60	10,40	25,60	16,20	52,20
		$А_п$ 10–26	1,56	7,44	32,40	10,40	19,20	29,00	58,60
		B_1 26–47	1,70	7,30	29,60	10,80	19,20	31,40	61,40
		B_2 47–67	1,70	6,90	26,80	12,40	18,40	33,80	64,60
		ВС 67–90	1,72	4,48	27,60	9,60	20,40	36,20	66,20
		С 90–100	1,74	8,06	25,20	9,20	17,60	38,20	65,00
Прямой посев	3	$А_п$ 0–10	1,56	10,64	36,00	13,60	25,60	12,60	51,80
		$А_п$ 10–26	1,32	12,88	26,00	11,60	21,20	27,00	59,80
		B_1 26–47	1,08	5,92	31,20	11,20	19,60	31,00	61,80
		B_2 47–68	1,48	5,52	29,20	9,20	20,40	34,20	63,80
		ВС 68–90	1,40	6,80	27,60	7,60	19,20	37,40	64,20
		С 90–100	1,46	4,74	28,80	9,60	20,80	34,60	65,00
Минимальная обработка КПШ-9 на глубину 12–14 см	4	$А_п$ 0–10	1,44	9,16	37,60	16,00	23,20	12,60	51,80
		$А_п$ 10–26	1,24	14,56	27,20	12,80	20,80	23,40	57,00
		B_1 26–45	1,64	8,16	30,80	10,80	20,00	28,60	59,40
		B_2 45–67	1,84	5,56	31,20	10,40	19,60	32,40	62,40
		ВС 67–92	1,44	7,96	26,40	8,80	18,80	36,60	64,20
		С 92–100	1,52	9,88	25,60	8,80	18,00	36,20	63,00
Нулевая технология	5	$А_п$ 0–10	1,68	9,72	41,20	15,60	21,20	10,60	47,40
		$А_п$ 10–26	1,96	7,84	35,60	9,60	20,40	24,60	54,60
		B_1 26–45	2,28	7,12	29,20	12,00	17,60	31,80	61,40
		B_2 45–66	2,16	7,24	26,00	11,60	18,80	34,20	64,60
		ВС 66–90	1,90	7,90	26,00	9,20	18,80	36,20	64,20
		С 90–100	1,54	10,26	26,40	8,40	15,60	37,80	61,80
Прямой посев, бессменная пшеница	6	$А_п$ 0–10	0,78	1,42	42,80	14,00	24,40	16,60	55,00
		$А_п$ 10–25	1,00	6,80	34,00	11,20	20,40	26,60	58,20
		B_1 25–43	1,02	6,78	32,00	13,20	17,20	29,80	60,20
		B_2 43–64	0,70	4,70	32,40	10,80	19,20	32,20	62,20
		ВС 64–85	0,76	6,24	26,40	10,80	19,20	36,60	66,60
		С 85–100	0,92	8,48	29,60	8,00	17,00	36,00	61,00

Все виды обработок на опытном участке пятипольного зернопарового севооборота привели к снижению илистых частиц в слое 0–10 см гумусово-аккумулятивного горизонта. Наибольший процент снижения илистой фракции отмечен при минимальной обработке и прямом посеве.

Как утверждают многие ученые черноземообразованию свойственно сочетание различных по интенсивности процессов внутрипочвенного выветривания (оглинивания) и вертикального перераспределения илистой фракции, включая и органические коллоиды. Количественные проявления данных процессов обусловлены особенностями водного режима и качественного состава поглощенных катионов, а также условиями промерзания-оттаивания почвы [11; 12].

На целинном участке в гумусово-аккумулятивном горизонте содержание физической глины составляет 51,4–53,4%, тогда как в более глубоких слоях 68,2%, что свидетельствует о дифференциации профиля чернозема южного карбонатного и выделения в нем иллювиальных горизонтов. Причиной этому является проявление современного перемещения илистых частиц без их разрушения [13].

При рассмотрении влияния различных факторов на процессы внутрипочвенного выветривания был рассчитан коэффициент оглинивания, который явля-

ется отношением ила в определенном горизонте к содержанию его в материнской породе [14]. При этом считается, что процесс оглинивания происходит при коэффициенте оглинивания более 1. При значениях меньше единицы имеет место миграция илистых частиц по профилю почвы, что и отмечено в исследуемом черноземе данного опытного участка. Так, например, наибольший процент илистых частиц меньше 0,001 мм отмечен в почвообразующей породе целинного участка и составляет 40,2%, в остальных горизонтах меньше (табл. 1).

Распашка и дальнейшее длительное использование черноземов южных в пашне привело к перераспределению физической глины в пахотном горизонте. Так в верхнем слое 0–10 см пахотного горизонта произошло уменьшение частиц физической глины (< 0,01 мм) и ила (< 0,001 мм).

Длительные механические обработки вызывают активизацию дифференциации профиля в отношении тонкодисперсных частиц на месте, где происходит их нисходящая миграция из горизонта $A_{пах}$ в горизонт B_1 при глубокой безотвальной обработке, а при минимальной и нулевой обработке в горизонте А из слоя 0–10 см в слой 10–26 см. Данная миграция илистой фракции происходит потому, что при глубокой безотвальной обработке пахотный горизонт уходит в зиму рыхлый, при минимальной и нулевой обработке слой 0–10 см чаще всего пороховато-пылеватой структуры, ниже залегают горизонт B_1 и слой 10–26 см с глыбисто-комковатой структурой и наличием в них трещин, а весной происходит быстрое таяние снега, которое вызывает кратковременный промывной тип водного режима на небольшую глубину и в связи с этим перемещение илистой фракции из верхних рыхлых горизонтов вниз по профилю по трещинам и порам.

Как видно из опытных данных, изменение физических свойств черноземов южных карбонатных Акмолинской области проявляется в основном в пахотном и подпахотном горизонте, что связано с ограниченным выпадением осадков и нестабильным промывным типом водного режима.

Одним из определяющих показателей физического состояния почв является плотность сложения. Плотность почвы зависит от структурности почвы, гранулометрического состава, содержания гумуса и оказывает сопротивление проникновению в почву как сельскохозяйственных орудий, так и корней растений. После проведения обработки почва становится рыхлой, затем со временем уплотняется. Слишком низкая и высокая плотность сложения почвы вредна для растений, так как в первом случае почва сильно иссушается и в ней мало воды, а во втором случае увеличивается доля влаги, недоступной для растений и затрудняется воздушный режим и потребление питательных веществ. При значительном уплотнении почв происходит деформация и ослабленный рост корневой системы.

Длительное сельскохозяйственное использование черноземов привело к изменению их физических свойств, в том числе плотности сложения (табл. 2).

Таблица 2 – Изменение плотности сложения почвы (г/см³) в слое 0–30 см в весенне-осенний период в зернопаровом севообороте в зависимости от систем обработки почвы под пшеницу (2012–2014 гг.)

Система обработки почвы	Слой почвы, см	2012		2013		2014	
		Весна – перед посевом	Осень – перед уборкой	Весна – перед посевом	Осень – перед уборкой	Весна – перед посевом	Осень – перед уборкой
ПГ-3–5, 25–27 см	0–10	1,07	1,07	1,03	1,05	1,00	1,04
	10–20	1,21	1,22	1,04	1,24	1,18	1,23
	20–30	1,26	1,31	1,14	1,33	1,26	1,30
	0–30	1,18	1,20	1,07	1,21	1,15	1,19
КПШ-9, 12–14 см	0–10	1,04	1,15	1,02	1,16	0,98	1,21
	10–20	1,18	1,29	1,27	1,31	1,29	1,32
	20–30	1,26	1,36	1,32	1,35	1,30	1,36
	0–30	1,15	1,27	1,20	1,27	1,19	1,30
Нулевая технология	0–10	1,24	1,27	1,19	1,28	1,12	1,16
	10–20	1,28	1,32	1,31	1,35	1,30	1,37
	20–30	1,32	1,36	1,29	1,38	1,31	1,39
	0–30	1,28	1,32	1,26	1,34	1,24	1,31

Уплотнение почвы почвообрабатывающими орудиями наблюдается во всем мире. В результате воздействия движителей и орудий обработки почвы разрушается ее структура, повышается плотность, снижается водо- и воздухопроницаемость. Многочисленные проходы техники по полю способствуют разрушению структуры сухой почвы и испарению влаги [15]. При выпадении большого количества осадков такая почва заплывает, в последующем иссушение приводит к формированию крупных глыб, плотность почв повышается и достигает 1,3–1,5 г/см³ и даже более.

В наших опытах плотность сложения почвы изменялась от сезона года и от способов обработки почвы. Плотность сложения весной при всех способах обработки была меньше, чем в осенний период.

Исследования показали, что в полях зернопарового севооборота плотность верхнего слоя 0–10 см в весенний период была наименьшей при глубокой безотвальной и минимальной обработке почв, при нулевой технологии плотность сложения была выше и составила 1,12–1,24 г/см³. Осенью эти показатели в черноземах южных карбонатных в слое 0–10 см остались в

прежних пределах только при глубокой безотвальной обработке почв, в остальных вариантах плотность почв увеличилась до 1,15–1,21 г/см³ при минимальной обработке и до 1,16–1,28 г/см³ при нулевой технологии. При длительном применении данных обработок наиболее заметные отличия наблюдаются в слое 10–20 см, когда на варианте нулевая обработка плотность сложения почвы составила весной 1,28–1,30 г/см³, а осенью 1,32–1,35 г/см³, при минимальной обработке весной 1,18–1,29 г/см³, осенью 1,29–1,32 г/см³, что выше в сравнении с безотвальной глубокой обработкой. В слое 20–30 см усиливается уплотнение во всех видах обработки и максимум приходится на нулевую технологию. Таким образом, оптимальная плотность сложения в слое 0–30 см сохраняется на варианте при глубокой безотвальной обработке почв.

Внутрипрофильное распределение основных гранулометрических фракций почв пашни незначительно отличается от целинного аналога, что свидетельствует об относительной стабильности минеральной массы черноземов южных карбонатных тяжелосуглинистых, за исключением верхнего гумусового горизонта. Ежегодные обработки почвы способствуют незначительному выносу илистой фракции из верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта в его нижнюю часть и в горизонт B_1. Наиболее сильно этот процесс выражен при нулевой и минимальной обработке почв.

Все приемы обработки почвы оказывают значительное влияние на состояние физических свойств черноземов южных карбонатных тяжелосуглинистых. Наибольшее ухудшение плотности сложения почв пашни наблюдается в слое 10–20, 20–30 см при минимальной и нулевой обработке. Эти изменения свидетельствуют об ограничении использования этих обработок при тяжелом гранулометрическом составе почв, но в тоже время не могут служить полным исключением этих обработок при переходе на энергосбережение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бондарев А.Г. Проблема деградации физических свойств почв России и пути ее решения // Почвоведение. 1999. № 9. С. 1106–1116.

2. Золотаревская Д.И. Изменение реологических свойств и плотности дерново-подзолистой супесчаной почвы при воздействии колесного трактора // Почвоведение. 2013. № 7. С. 829–839.

3. Золотаревская Д.И. Изменение реологических свойств и плотности дерново-подзолистой почвы при динамических нагрузках // Почвоведение. 2010. № 3. С. 313–323.

4. Золотаревская Д.И. Математическое моделирование динамики деформирования и уплотнения почв // Почвоведение. 2007. № 1. С. 44–54.

5. Кузнецова И.В. Изменения физического состояния черноземов типичных и выщелоченных Курской области за 40 лет // Почвоведение. 2013. № 4. С. 434–441.

6. Медведев В.В. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины. Харьков: Изд-во 13 типография, 2007. 395 с.

7. Щеглов Д.И. Черноземы центра Русской Равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов. М.: Наука, 1999. 214 с.

8. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970, 2-е изд. 488 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

10. Кригер И.И. Лёсс, его свойства и связь с географической средой. М.: Наука, 1965. 296 с.

11. Ахтырцев Б.П. Изменение гумусного состояния лесостепных и степных черноземов под курганами, и при длительной распашке // Почвоведение. 2002. № 2. С. 140–149.

12. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров Среднерусского Черноземья. Воронеж: ВГУ, 1993. 212 с.

13. Богданов Н.И. Особенности почвенного покрова и эволюция почв Западной Сибири. Омск, 1977. 60 с.

14. Щеглов Д.И. Развитие идей П.Г. Адерихина в исследовании генезиса и эволюции черноземов Центральной России // Черноземы Центральной России. Воронеж, 2004. С. 10–23.

15. Бондарев А.Г., Кузнецова И.В. Почвенно-физические основы применения энергосберегающих минимальных обработок почвы // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 5. С. 11–12.

CHANGE OF PHYSICAL PROPERTIES OF SOUTHERN CARBONATE CHERNOZEMS AT VARIOUS CULTIVATION SYSTEMS IN NORTHERN KAZAKHSTAN

© 2016

N.I. Vasilchenko, candidate of agricultural sciences, chief specialist of Scientific Production Center of Land Registry
«Government for Citizens» Public Corporation, Astana (Kazakhstan)
G.A. Zvyagin, doctoral candidate of the Chair of Soil Science and Agricultural Chemistry
S. Seifullin Kazakh Agro-Technical University, Astana (Kazakhstan)

Abstract. Contradictory data about impact of the minimum and zero cultivation on physical properties of southern chernozems (Chernozem) of heavy particle size distribution have caused the necessity of their studying on the territory of Akmola region. Researches of physical properties of southern carbonate chernozems were conducted based on comparison of soils physical properties the virgin site with pilot allotments of deep and minimum cultivation of land, direct crops and zero technology. Reduction of content physical clay particles and silt in comparison with the virgin site revealed in the upper layer of 0–10 cm in case of all above-stated handlings. Mechanized conversions cause the activation of profile differentiation with regard to silty fraction. Descending migration from the arable horizon to subarable horizon happens in case of deep cultivation of land. This migration from layer of 0–10 cm to underlying arable layer of 10–26 cm happens in case of minimum and zero cultivation of land. The greatest deterioration in addition density of plougland in a layer of 0–10, 10–20 and 20–30 cm observe in case of the minimum and zero cultivation of land.

Keywords: southern carbonate chernozems; rotation of crops; physical properties of soils; particle size distribution; intra soil weathering; coefficient of argillization; physical clay; silty fraction; addition density; Akmola Region; Northern Kazakhstan.