

УДК 831.41+631.48

ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ АГРАРНОЙ КУЛЬТУРЫ

Г.Ф. Копосов, Н.В. Печенкина, Г.Н. Балахчев

Аннотация

Устоявшаяся в Республике Татарстан система земледелия на черноземах выщелоченных привела к ухудшению их физических параметров. На основе сравнения полученных физических показателей почв, длительно используемых под пашню, и почвы, находящейся под естественным растительным покровом луговых степей, установлено, что это ухудшение напрямую зависит от механической обработки почвы и состояния ее эродированности.

Введение

Черноземы, благодаря их плодородным качествам, являются наиболее длительно используемыми почвами. В связи с этим трансформация их свойств под влиянием земледельческой культуры продвинута наиболее глубоко. На настоящий момент прогрессирующее ухудшение физических, водно-физических свойств, водного и воздушного режимов этих почв является основополагающим фактором снижения количественных и качественных показателей урожаев сельскохозяйственных культур.

Несмотря на целый комплекс присущих черноземным почвам параметров, обеспечивающих их способность уменьшать отрицательное влияние человеческой деятельности, длительный период ежегодной отвальной вспашки на одну глубину обусловил целый ряд негативных последствий. Главнейшими из них являются разрушение структуры и распыление обрабатываемого слоя, образование плужной подошвы и такое уплотнение почвы на большую глубину, что естественные процессы саморазрыхления не в состоянии вернуть ей исходную плотность и, следовательно, восстановить утраченный потенциал плодородия. Проблема деградации свойств чернозема актуальна и для Республики Татарстан (РТ), так как здесь на долю чернозема приходится около 40% всей площади земель сельскохозяйственного назначения. В современных рыночных условиях, когда большая часть сельскохозяйственных земель переходит из государственного в частное пользование, детальное исследование этих почв под обозначенным углом зрения необходимо для выработки идеологии рождающегося частного землевладельца.

Целью данной работы явилось изучение некоторых физических и водно-физических свойств чернозема выщелоченного и их изменения под влиянием длительной аграрной культуры.

1. Объекты и методы исследования

Исследования проводились в Новошешминском административном районе РТ, характеризующемся по продуктивности пашни средними для республики показателями. Для характеристики современного физического и водно-физического состояния был выбран чернозем выщелоченный среднеспелый среднетяжелосуглинистый (самый распространенный вид подтипа в пределах РТ), сформировавшийся на переотложенных продуктах выветривания пермских известковых пород, залегание которых относительно близко к дневной поверхности. Подавляющая часть черноземов этого таксона характеризуется тяжелосуглинистым и легкосуглинистым гранулометрическим составом [1].

Оценка закономерностей в изменении свойств указанной почвы в процессе окультуривания проводилась сравнительно-генетическим методом по заданным параметрам их соответствующих представителей, находящихся в длительной сельскохозяйственной культуре и развивающихся в естественных условиях, т. е. исторически находящихся под естественным растительным покровом луговых степей. Опытные объекты были приурочены к одному и тому же волнистому склону общей южной экспозиции около 2° , длиной около 300 м. В пределах этого профиля были заложены четыре разреза: три из них – непосредственно на пашне и один – на неудобье, распашка которой никогда не проводилась вследствие примыкания ее к бровке долины местной речки, использовавшейся в качестве пастбища. Разрезы 1, 2 располагались, соответственно, на верхней и средней, а 3, 4 – на нижней частях склона.

Почвенные образцы отбирались в верхних 30 см через каждые 10 см, а затем – по горизонтам. Определялись влажность почвы весовым методом, плотность ее сложения по Качинскому [2], водопроницаемость методом трубок с переменным напором воды, твердость почвы твердомером Качинского, наименьшая влагоемкость (НВ) в полевых условиях насыщением площадок, капиллярная влагоемкость (КВ) и полная влагоемкость (ПВ) методом насыщения образцов с ненарушенным сложением в цилиндрах, максимальная гигроскопичность (МГ) насыщением в эксикаторе [3, 4].

С помощью статистического анализа полученные величины показателей проверялись на их подчинение закону нормального распределения (уровень доверности 90% и более). Для этого использовались скорректированный χ^2 , тест Шапиро – Уилкса и тесты для малых выборок (тест Колмогорова – Смирнова). Для сравнения выборок использовали интервальные оценки.

2. Результаты и их обсуждение

Структурно-агрегатный состав почвы, особенно в условиях проявления водно-эрозионных процессов, является важнейшей характеристикой, которая в значительной мере определяет способность почвы противостоять разрушающему воздействию человеческого и природного факторов. Завися от многих физических и химических параметров почвы, структура сама влияет на большинство из них, направляя процессы их развития или деградирования в ту или иную сторону.

Табл. 1

Структурное состояние черноземов*

№ разреза	Глубина, см, горизонт	Структурные фракции мм, %		
		> 10	сумма 0.25–10	< 0.25
1 (на пашне)	0–10	20.3 ± 4.2	71.6 ± 5.6	8.1 ± 1.0
	11–20	9.7 ± 1.2	84.4 ± 2.7	5.9 ± 0.4
	21–30	16.3 ± 0.9	78.6 ± 1.8	5.1 ± 0.2
	A1	1.5 ± 0.1	96.3 ± 0.8	2.2 ± 0.4
	AB	2.2 ± 0.6	96.4 ± 0.9	1.4 ± 0.2
2 (на пашне)	0–10	27.6 ± 1.4	65.0 ± 2.3	7.4 ± 0.1
	11–20	43.0 ± 2.2	53.7 ± 3.5	3.3 ± 0.2
	21–30	48.6 ± 2.5	47.6 ± 4.6	3.8 ± 0.3
	A1	32.3 ± 2.9	63.2 ± 5.3	4.5 ± 0.2
	AB	11.4 ± 0.2	83.9 ± 0.2	4.7 ± 0.1
3 (на пашне)	0–10	41.3 ± 1.6	51.0 ± 3.6	7.7 ± 0.5
	11–20	35.3 ± 4.6	54.9 ± 4.6	9.8 ± 1.9
	21–30	6.0 ± 0.6	84.0 ± 1.4	10.0 ± 0.3
	A1	6.3 ± 0.9	86.5 ± 1.2	7.2 ± 0.04
	AB	9.3 ± 0.5	88.5 ± 0.3	2.2 ± 0.5
4 (на неудобнице)	A1, 4–10	0.8 ± 0.4	97.9 ± 0.8	1.3 ± 0.2
	A1, 11–20	0.8 ± 0.2	97.3 ± 0.1	1.9 ± 0.3
	A1, 21–30	1.9 ± 0.8	94.2 ± 1.1	3.9 ± 0.3
	AB	5.0 ± 0.6	93.4 ± 0.7	1.6 ± 0.2

* Среднее значение и его стандартное отклонение – для трех параллельных измерений.

Полученные сравнительные данные о структурном состоянии пахотных и не пахотных почв (табл. 1) показывают, что содержание агрономически ценных агрегатов (фракция 0.25–10 мм) при сухом расसेве в пахотном слое характеризуется существенным их колебанием. Так, в разрезе 1 агрономически ценной структуры содержится более 71.6 ± 5.6%, в разрезе 3 – уже не превышает 54.9 ± 4.6%. Пахотный горизонт разреза 2 по этому показателю занимает промежуточное положение.

Можно предположить, что существенные различия структурного состояния пахотного горизонта обуславливались в какой-то мере изначально (до распашки), вследствие приуроченности их к различным элементам склона. Длительность периода обработки, казалось бы, должна способствовать увеличению однородности структуры. Однако этого до настоящего времени не произошло, так как систематическая вспашка сама по себе порождает течение процессов, негативно отражающихся на структурообразовании.

Высокое содержание фракций < 10 мм указывает на склонность исследуемых почв при вспашке во влажный период времени образовывать глыбистые структуры, а при вспашке в сухое время – на склонность их структуры к распылению, т. е. разрушение крупных агрегатов сопровождается увеличением фракции < 0.5 мм.

Максимальное количество фракции 0.25–10 мм (до 97.9 ± 0.8%) обнаруживается в верхних 25 см разреза 4, который формировался под естественной лу-

Табл. 2
 Результаты определения плотности исследуемых представителей черноземов выщелоченных

Глубина, см	№ разреза			
	1 (на пашне)	2 (на пашне)	3 (на пашне)	4 (на неудобье)
0–10	1.01 ± 0.03	1.12 ± 0.07	1.18 ± 0.12	1.08 ± 0.06
11–20	1.07 ± 0.11	1.19 ± 0.06	1.29 ± 0.07	1.17 ± 0.07
21–30	1.05 ± 0.05	1.38 ± 0.04	1.27 ± 0.09	1.14 ± 0.11
31–40	1.16 ± 0.05	1.31 ± 0.08	1.24 ± 0.09	1.16 ± 0.05
41–50	1.31 ± 0.04	1.39 ± 0.04	1.32 ± 0.08	1.22 ± 0.05
51–60	1.38 ± 0.08	1.41 ± 0.04	1.35 ± 0.05	1.33 ± 0.05
61–70	1.42 ± 0.05	1.45 ± 0.09	1.40 ± 0.07	1.28 ± 0.09

гово-травянистой растительностью. В гумусовом горизонте этой почвы формирование структурного состояния стимулируется деятельностью корневых систем естественно развивающегося ценоза.

Плотность сложения почвы. Одним из основных показателей физического состояния почвы является ее плотность сложения, которая под действием различных факторов (содержание органического вещества, гранулометрический состав, приемы агротехники и др.) очень динамична, изменяется во времени и в пространстве. Плотность почвы обуславливает многие почвенные процессы (водный, воздушный, тепловой и др.), т. е. напрямую влияет на рост и развитие растений.

В табл. 2 приведены значения плотности сложения почвы в исследуемых черноземах по результатам восьмикратного послойного определения. Измерение величины осуществлялось в июле месяце. В это время посевы пшеницы находились в фазе начала колошения. От момента вспашки прошло около 2 месяцев и пахотный горизонт, следовательно, в какой то мере самоуплотнился, достигнув равновесной плотности.

Полученные результаты говорят об увеличении плотности сложения почвы вниз по профилю. Это объясняется как давлением вышележащей толщи почвы на нижележащие слои, так и постепенным снижением содержания гумуса вниз по профилю. Несмотря на близкое расположение заложённых разрезов, плотность их одноименных горизонтов различается, что объясняется изначальной неоднородностью сложения почвообразующей толщи.

Плотность пахотного горизонта существенно зависит и от степени эродированности почвы. В пахотном горизонте разреза 1, который был заложен на верхней части склона, где почвы практически не эродированы, плотность колеблется в пределах от 1.01 ± 0.03 до 1.07 ± 0.11 г/см³. В средней части склона (разрез 2), где эродированность почв проявляется уже существенно, плотность пахотного горизонта колеблется в пределах от 1.12 ± 0.07 до 1.19 ± 0.06 г/см³, а в нижней трети склона (разрез 3) – уже в пределах от 1.18 ± 0.12 до 1.29 ± 0.07 г/см³.

В целом, средние значения равновесной плотности в пахотном и подпахотном слоях находятся в пределах оптимальных параметров, приводимых для

черноземов [5], однако разница между минимальными и максимальными значениями данного показателя пахотных горизонтов (0.17 и 0.22 г/см³ соответственно) скажется на росте и развитии культурного растения. Таким образом, непрерывно совершающееся удаление с поверхности почвообразующего материала в верхней части склона и непрерывно текущее обновление материала пахотного горизонта в нижней части того же склона будут являться первопричиной увеличения его плотности в той или иной мере эродированных почв.

Из данных, приведенных в табл. 2, также следует, что пахотный горизонт после его вспашки уплотняется естественным путем, причем нижняя его толща из-за давления лежащей над ней толщей – существенно сильнее. Плотность эродированных почв, несмотря на краткость (около 2 месяцев) периода уплотнения после вспашки, остается существенно выше плотности верхней 20-сантиметровой толщи естественно развивающейся почвы (разрез 4). Относительно низкий уровень ее естественного уплотнения объясняется хорошей оструктуренностью, защитной функцией естественного растительного покрова, которые подавляют развитие эрозионного процесса.

Твердость или сопротивление пенетрации оказывает непосредственное влияние как на развитие корневых систем культурных растений, так и на энергозатраты на обработку почв. С точки зрения энергетических затрат при обработке почвы по стерневым предшественникам оптимум твердости находится в пределах 8–18 кг/см², а наилучшее крошение почвы наблюдается в состоянии влажности почвы, равной ее физической спелости при твердости почвы в пределах 3–9 кг/см² [6]. Полученные показатели твердости пахотного горизонта (табл. 3) во всех исследуемых представителях чернозема выщелоченного не отвечают оптимальным значениям. Они, прежде всего, свидетельствуют о значительном отличии по величине твердости пахотного горизонта от горизонтов, лежащих ниже него. В то же время такого разительного различия по величине плотности не наблюдается. Это явление косвенно свидетельствует о неодинаковой роли в формировании твердости структурного состояния соответствующих горизонтов.

По результатам анализа корреляционных связей в соответствующих парах показателей твердости и влажности по горизонтам установлено (с уровнем достоверности 90% и более) их взаимное влияние друг на друга. Между ними прослеживается четкая обратно пропорциональная зависимость, которая при снижении влажности будет подразумевать увеличение твердости почвы, особенно после прохода тяжелой машины, что приведет к повышению удельного сопротивления и энергетических затрат на обработку и скажется на развитии растений. При значительном увеличении влажности, наоборот, твердость понизится, но в результате увеличится липкость почв, возрастет сила сцепления почвенных частиц с поверхностью обрабатывающих орудий, что также приведет к увеличению удельного сопротивления и увеличению силы давления машины и агрегата на почву.

Следует обратить внимание на то, что величина твердости пахотного горизонта (в разрезах 1, 2 и 3) значительно ниже таковой верхней части гумусового горизонта естественно развивающегося чернозема (разрез 4). Повышенный

Табл. 3

Твердость различных частей профиля исследуемых черноземов

№ разреза	Горизонт, мощность, см	Твердость, кг/см ²			Полная влагоемкость, %		Капиллярная влагоемкость, %	
		<i>n</i>	при влажности, %	среднее	<i>n</i>	среднее	<i>n</i>	среднее
1	Ап, 0–28	10	29.6 ± 1.2	20.3 ± 6.6	4	54.1 ± 4.7	4	45.7 ± 4.2
	А1, 29–46	10	20.8 ± 0.7	49.1 ± 3.4	4	49.0 ± 4.2	4	40.5 ± 0.6
	АВ, 47–58	10	18.9 ± 1.5	54.6 ± 2.3	4	46.2 ± 1.3	4	37.0 ± 1.1
2	Ап, 0–25	10	27.8 ± 0.9	21.5 ± 4.4	4	41.7 ± 1.7	4	35.7 ± 0.7
	А1, 26–32	10	19.3 ± 1.3	54.7 ± 1.6	4	42.9 ± 1.5	4	39.0 ± 0.9
	АВ, 33–63	10	17.9 ± 1.1	45.4 ± 6.9	4	42.0 ± 6.1	4	36.5 ± 4.8
3	Ап, 0–25	10	21.8 ± 1.9	19.7 ± 6.4	4	45.9 ± 1.0	4	43.2 ± 1.5
	А1, 26–41	10	16.7 ± 0.6	52.7 ± 3.9	4	45.7 ± 2.6	4	36.2 ± 1.0
	АВ, 42–62	10	17.1 ± 1.1	53.1 ± 2.7	4	45.3 ± 1.4	4	42.2 ± 2.0
4	А1, 4–49	10	21.4 ± 2.1	55.2 ± 5.2	4	55.9 ± 0.6	4	47.4 ± 0.6
	АВ, 50–62	10	19.1 ± 1.0	56.3 ± 2.5	4	46.3 ± 1.9	4	39.3 ± 0.6

уровень твердости последнего (свыше 55.2 ± 5.2 кг/см²) обеспечивается естественным процессом самоуплотнения и, без сомнения, армирующим действием корневых систем растений естественного ценоза.

Пористость или скважность почвы. Соответственно изменению плотности почв и их структурного состояния изменяется общая пористость исследуемого чернозема выщелоченного. Это важный показатель почвы, так как в порах совершаются все физические, химические и биологические процессы. От них зависят возможности накопления воды в почве, ее расходование на различные нужды растений.

Согласно исследованиям Русецкаса [7], результаты определения показателей полной влагоемкости (водовместимости) и общей пористости тяжелой по гранулометрическому составу почвы, находящейся в сельскохозяйственном использовании, между собой очень близки. Разница между ними незначительна и находится в пределах точности других видов сопряженных наблюдений [7]. Таким образом, по полученным данным полной влагоемкости (ПВ) мы можем судить об объемной пористости.

Как следует из табл. 3, общая пористость пахотных горизонтов колеблется от удовлетворительной до неудовлетворительной (по Качинскому) [2]. Удовлетворительная скважность характерна только чернозему первого разреза. Неудовлетворительное состояние пахотного горизонта разрезов 2 и 3 связано с их эродированностью, которая повлечет за собой ухудшение других показателей водно-физических свойств. Горизонт А1 естественного чернозема (разрез 4) в

отношении общей пористости выгодно отличается от пахотных его аналогов. По этому показателю он может характеризоваться отличной оценкой. Во всех черноземах показатель пористости вниз по профилю постепенно снижается, достигая минимальных значений в тех горизонтах, которые характеризуются максимальной плотностью. Тенденцию к уменьшению общей пористости вниз по профилю А.Д. Воронин [8] объясняет понижением с глубиной межагрегатной ее компоненты.

Водно-физические свойства почвы. Как показывают данные табл. 3, в пахотном горизонте исследуемых почв с уровнем достоверности 90% и более капиллярная влагоемкость изменяется от 35.7 ± 0.7 (в средней менее структурной части склона) до $45.7 \pm 4.2\%$. Из этого следует (если принять показатель ПВ за 100% пористости), что примерно от 85 до 94% порового пространства способно успешно удерживать влагу, блокируя действие гравитации. Однако в подпахотной толще этот диапазон сужается и составляет 79–90%, что обусловлено формированием здесь подплужного уплотнения и изменением агрегатного состава. Первая половина вегетационного периода исследования была избыточно влажной. Вследствие этого исследуемые почвы достаточно длительное время находились в состоянии водонасыщения, близкого к наименьшей (полевой) влагоемкости. Это создало предпосылки для сокращения (в результате разбухания почвообразующего материала) в теле почв воздушных полостей, движение воды в которых могло бы совершаться под действием гравитационных сил. В связи с этим до 90–94% общего объема порового пространства падает на капилляры (что отмечалось выше). Эта особенность физического состояния исследуемых почв является причиной низкой скорости сквозного их промачивания и предопределяет потенциальную податливость к эрозионному разрушению. Кроме того, это обстоятельство определяет близость абсолютных величин полной и капиллярной влагоемкости.

Рассматриваемый чернозем характеризуется высокой максимальной гигроскопичностью (МГ) и большим мертвым запасом влаги. Вниз по толще гумусового горизонта этот показатель уменьшается от 14.4 ± 0.3 до $9.8 \pm 0.7\%$, что можно увязать с понижением содержания гумуса. Максимальные величины МГ свойственны толще разреза 4 как разрезу, наиболее богатому гумусом. Профили пахотных разрезов по этому показателю мало отличаются друг от друга как по величинам, так и по их распределению. Диапазон недоступной растениям влаги, рассчитанный на основе определения величины влажности завядания (ВЗУР), изменяется в пахотном горизонте исследуемых представителей чернозема выщелоченного от 14.0 ± 0.2 до $17.2 \pm 0.3\%$. В верхней части горизонта А естественно развивающегося чернозема он повышается до $19.4 \pm 0.3\%$.

Восприятие атмосферных осадков почвой, формирование поверхностного и внутрипочвенного стока, интенсивность процессов водной эрозии, формирование горизонтов почвы зависит от ее водопроницаемости. В свою очередь, водопроницаемость, как скорость поступления воды в почву при определенном напоре (мм/ч) [9], является самым неустойчивым из водных свойств почвы и, как следствие, показывает сильную пространственную изменчивость. Водопроницаемость находится в тесной зависимости от гранулометрического состава и

Табл. 4

Результаты определения погоризонтной водопроницаемости почв в первый час*

№ разреза	Горизонт, мощность, см	Среднее мм/ч, КТ ₁₀
1 (на пашне)	Ап, 5–10	206.1 ± 4.5
	Ап, 15–20	96.1 ± 3.5
	А1, 29–46	51.6 ± 2.7
	АВ, 47–58	16.9 ± 2.2
2 (на пашне)	Ап, 5–10	334.0 ± 2.8
	Ап, 15–20	55.0 ± 3.2
	А1, 26–32	63.7 ± 1.9
	АВ, 33–63	10.8 ± 9.0
3 (на пашне)	Ап, 5–10	119.1 ± 2.1
	Ап, 15–20	62.9 ± 2.1
	А1, 26–41	46.0 ± 1.4
	АВ, 42–62	68.5 ± 2.9
4 (на неудобце)	Ад, 0–4	170.8 ± 2.7
	А1, 5–49	95.9 ± 2.3
	АВ, 50–62	119.5 ± 2.8

* Среднее значение и его стандартное отклонение – для восьми параллельных измерений.

структурного состояния почвы, ее плотности, пористости, влажности и длительности увлажнения. Наряду с этим и особенно на тяжелых по гранулометрическому составу почвах существенно повышают и вызывают варьирование данного показателя верхней 20-сантиметровой толщи пахотных горизонтов крупные поры, пустоты, трещины, ходы животных и корни растений.

Полученные величины первого часа водопроницаемости по каждому горизонту при горизонтальном и вертикальном их сравнении дали одну и ту же закономерность – приближение данных к малым значениям. Такое распределение свойственно Lognormal-распределению, вследствие чего были определены Lg каждого значения исследуемого показателя, у вновь полученных логарифмических рядов средние, а затем последние переведены в исходную единицу измерения (мм/ч) по горизонтам для каждого разреза (табл. 4).

Ожидаемое существенное варьирование показателя водопроницаемости в верхних 20-ти см пахотных горизонтов подтвердилось при статистической обработке данных: выделилась обособленная группа с большими значениями показателя по сравнению с более низкими и ровными значениями нижележащих горизонтов. Выделенная группа является характерной для естественных условий. Полученные логарифмические ряды, включающие и наибольшие значения данного показателя, подчинялись закону нормального распределения (уровень достоверности 95%). Таким образом, при расчетах среднеарифметической величины водопроницаемости в пахотных горизонтах необходимо принимать во внимание и его наиболее высокие значения.

Проведенная серия измерений водопроницаемости различных слоев профиля исследуемых черноземов наглядно свидетельствует о том, что водопроницаемость толщи, в пределах которой вмещается профиль, контролируется

водопроницаемостью нижних генетических горизонтов этих почв, т. е. ниже лежащий горизонт и его структурное и влажностное состояние определяют водопроницаемость вышележащего горизонта.

Нижняя толща пахотного горизонта всех разрезов значительно менее водопроницаема (почти в два раза), нежели верхняя. Это свидетельствует о том, что самоуплотнение обрабатываемого горизонта после вспашки осуществляется, начиная снизу, главным образом в результате давления вышележащей почвенной массы.

Измерение величины водопроницаемости также осуществлялось в июле месяце, когда пахотный горизонт уже несколько самоуплотнился, достигнув временной равновесной плотности. Несмотря на это, только чернозем первого разреза обладает более равномерными значениями водопроницаемости в этом горизонте (от 206.1 ± 4.5 до 96.1 ± 3.5 мм/ч) и постепенным понижением их вниз по профилю благодаря своей хорошей оструктуренности и малой степени эродированности. Самое большое варьирование показателя (от 334.0 ± 2.8 до 55.0 ± 3.2 мм/ч) свойственно чернозему, представляемому разрезом 2, в результате приуроченности его к склону. Верхней толще чернозема, находящегося под естественной растительностью, свойственны, по сравнению с пахотными горизонтами, более низкие показатели водопроницаемости (от 170.8 ± 2.7 до 95.9 ± 2.3 мм/ч), так как здесь отмечается значительное уплотнение и уменьшение общей пористости слоя.

Полученные результаты показывают, что исследуемые почвы характеризуются очень сильно изменяющейся по площади поля способностью впитывать выпадающие атмосферные осадки. В целом они характеризуются в этом отношении достаточно высокими показателями. Однако интенсивные ливневые дожди могут вызывать поверхностный сток и развитие плоскостной эрозии.

Заключение

Полученные результаты сравнительного исследования общих физических, водно-физических свойств чернозема выщелоченного, унаследованного развивающегося под естественной растительностью и находящегося в интенсивном сельскохозяйственном использовании, однозначно свидетельствуют о негативной трансформации физических показателей последнего. Эти изменения наиболее отчетливо отражаются в структурно-агрегатном составе, что является первопричиной активизации процессов эрозионного разрушения этих почв. Менее эродированные почвы (благодаря расположению в верхней части склона или благодаря естественной луговой растительности) сохранили благоприятные общие физические, водно-физические свойства и удовлетворительное структурное состояние, что нельзя сказать о склоновых почвах. Провоцирующееся на склоне течение эрозионного процесса способствует формированию пространственной неоднородности свойств исследуемых свойств, прежде всего пахотного горизонта.

Summary

G.F. Kuposow, N.W. Pechenkina, G.N. Balahchew. Transformation of some physical properties of chernozems under agrarian culture influence.

The settled system of agriculture in the Republic of Tatarstan has resulted in deterioration of physical parameters of leached chernozems. Physical parameters of soil long used in agriculture and natural soil (under a natural cover) were compared. It was found that this deterioration directly depends on the mechanical tilling of the ground and its erodibility.

Литература

1. *Копосов Г.Ф., Бакиров Н.Б.* Черноземы Республики Татарстан. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2004. – 108 с.
2. *Качинский Н.А.* Физика почв. – М., 1970. – 305 с.
3. *Балахчев Г.Н., Гиниятуллин К.Г.* Практикум по физике почв. Ч. 1. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2004. – 86 с.
4. *Балахчев Г.Н., Гиниятуллин К.Г.* Практикум по физике почв. Ч. 2. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2004. – 64 с.
5. *Бондарев А.Г.* Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв // Почвоведение. – 1994. – № 11. – С. 10–15.
6. *Жумабеков Э.Ж.* Физико-механические свойства почв Киргизии // Почвоведение. – 2005. – № 7. – С. 851–858.
7. *Русецкас Ю.Ю.* Метод определения полной влагоемкости и общей пористости почв // Почвоведение. – 2004. – № 2. – С. 203–208.
8. *Воронин А.Д.* Основы физики почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 244 с.
9. *Шеин Е.В., Карпачевский Л.О.* Толковый словарь по физике почв – М.: ГЕОС, 2003. – 126 с.

Поступила в редакцию
31.05.06

Копосов Геннадий Федорович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения и агрохимии Казанского государственного университета.

Печенкина Наталья Валериевна – аспирант кафедры почвоведения и агрохимии Казанского государственного университета.

E-mail: *natasha-pech@yandex.ru*

Балахчев Генрих Николаевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения и агрохимии Казанского государственного университета.