

АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.452

doi: 10.17223/19988591/29/1

Н.И. Васильченко¹, Г.А. Звягин²

¹ Научно-производственный центр земельного кадастра, г. Астана, Респ. Казахстан

² Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Респ. Казахстан

Проявление агрогенной трансформации в почвах хустанепной зоны Республики Казахстан

Представлены данные агрохимических и физических свойств темно-каштановых почв Северного Казахстана с учетом их длительного использования в земледелии. Выявлены изменения физических и агрохимических свойств почв в зависимости от способа их обработки и интенсивности антропогенного воздействия, при котором происходит снижение гумуса, общего азота и валового фосфора, а также ухудшение равновесной плотности темно-каштановых почв.

Ключевые слова: плодородие; агрогенная трансформация; агроистощение; деграационные процессы; антропогенез.

Введение

Состояние земельных ресурсов, особенно темно-каштановых почв, вызывает большую тревогу. Деграация почв в настоящее время является одной из важнейших социально-экономических проблем, которая создает угрозу экологической, экономической и национальной безопасности Республики Казахстан. По данным качественной характеристики земель в Республике Казахстан числится более 90 млн га эродированных и эрозионно-опасных земель, из них фактически эродированных – 29,3 млн га, в том числе пашни – 1,8 млн га [1]. В районах интенсивной хозяйственной деятельности не осталось значительных по площади участков темно-каштановых почв, сохранивших свое естественное плодородие. Сохраняется довольно большая вероятность проявления водной эрозии и дефляции сельскохозяйственных угодий на темно-каштановых почвах Акмолинской, Костанайской, Северо-Казахстанской, Павлодарской и Карагандинской областях, т.е. в основных зерносеющих регионах Казахстана.

Агрогенные факторы существенным образом преобразовывают верхний пахотный слой с частичной утратой зональной специфики, что подтверждается более низким и пространственно выровненным по сравнению с целинными почвами содержанием гумуса [2].

Пахотный слой – это та часть почвенного профиля, которая первой непосредственно принимает на себя всю силу воздействия происходящих во внешней среде изменений и которая наиболее активно изменяется адекватно новым условиям ландшафта, отражая особенности современного естественно-антропогенного или культурного почвообразования [3].

Среди антропогенных факторов наибольшим распространением и разнообразием отличаются воздействия, связанные с системой обработки почв в земледелии. Темно-каштановые почвы подвергаются существенным изменениям уже в самом начале вовлечения их в агропроизводство. Сам факт замены естественной растительности культурными однолетними растениями с неглубокой корневой системой и коротким периодом вегетации является первым звеном длинной цепи взаимосвязанных изменений гумусового состояния и физико-химических свойств этих почв. При окультуривании темно-каштановых почв в 2–3 раза снижается объем поступающей в почву биомассы: надземная масса в основном отчуждается, а корневая масса существенно снижается в отличие от целинных условий [4].

Антропогенное воздействие на почвы относится к одному из самых быстрых и мощных факторов эволюции почвенного покрова, которые изменяют химические, физические и морфологические показатели почв. Такие изменения позволяют оценить тенденцию почвенных процессов. Однако точка зрения о высокой интенсивности агрогенных трансформаций разделяется далеко не всеми исследователями. В частности, по проблеме агрогенного преобразования темно-каштановых почв сухостепной зоны Северного Казахстана до настоящего времени нет единого мнения в понимании ряда вопросов [5, 6]. На сегодняшний день недостаточно хорошо изучен механизм изменений данных почв при длительном сельскохозяйственном использовании во времени под влиянием богарного земледелия. Поэтому проблему трансформации агрохимических, физико-химических и физических свойств темно-каштановых почв, происходящей в результате изменений антропогенных воздействий, нельзя считать полностью систематизированной и изученной в аспекте полнопрофильного комплексного исследования почв.

Целью исследований являлось изучение влияния минимальных обработок на физико-химические свойства темно-каштановых почв тяжелого механического состава.

Материалы и методики исследования

Агрогенная трансформация почв сухостепной зоны Республики Казахстан охарактеризована по результатам мониторинга земель в рамках программы 019 «Формирование сведений государственного земельного кадастра», проведенных в Акмолинской области на пахотных угодьях темно-каштановых почв. В ходе работы было проанализировано 50 стационарных экологических площадок (СЭП), выполненных Республиканским государственным предприятием на правах хозяйственного ведения «Научно-производственного центра

земельного кадастра» (РГП «НПЦзем»), из них выбрано 10 площадок, расположенных в Егиндыкольском, Астраханском, Аршалынском, Коргалжынском и Целиноградском районах (табл. 1).

Таблица 1 [Table 1]

Схематическое расположение СЭП
[Schematic layout of permanent ecological plots]

Номер площадки [Plot number]	Место расположения [Location]	Координаты [Coordinates]
18	Малиновский с/о, Целиноградский район [Malinovskiy rural district Tselinogradskiy region]	N 51°05.398' E 070°53.579'
63	Оразакский с/о, Целиноградский район [Orazakskiy rural district Tselinogradskiy region]	N 51°01.313' E 070°48.162'
13	Воздвиженский с/о, Целиноградский район [Vozdvizhenskiy rural district Tselinogradskiy region]	N 51°10.955' E 071°03.946'
40	Узынкольский с/о, Астраханский район [Uzynkol'skiy rural district Astrakhanskiy region]	N 51°19.643' E 069°20.400'
54	Бесбидайкинский с/о, Астраханский район [Besbidaikskiy rural district Astrakhanskiy region]	N 51°11.319' E 069°28.388'
58	Коржинкольский с/о, Егиндыкольский район [Korzhinkol'skiy rural district Egindykol'skiy region]	N 51°08.551' E 069°04.730'
69	Ижевский с/о, Аршалынский район [Izhevskiy rural district Arshalynskiy region]	N 50°50.970' E 072°04.813'
86	Михайловский с/о, Аршалынский район [Mikhaylovskiy rural district Arshalynskiy region]	N 50°57.584' E 072°24.774'
19	Сабындинский с/о, Коргалжынский район [Sabyndinskiy rural district Korgalzhynskiy region]	N 50°56.678' E 070°21.712'
62	Коммунарский с/о, Коргалжынский район [Kommunarskiy rural district Korgalzhynskiy region]	N 50°50.291' E 069°43.710'

На каждой площадке было заложено по пять опорных разрезов, местоположение которых определялось методом конверта, проведено их морфологическое описание и отобраны образцы в слоях 0–10 и 10–25 см в пределах пахотного горизонта.

Каждая стационарная экологическая площадка занимала один (единный) элемент рельефа – водораздельное плато, характеризующееся одинаковыми мезо- и микрорельефом, почвообразующей породой, представленной четвертичными желто-бурыми карбонатными глинами.

Описание почвенных профилей и отбор образцов проводили в середине – конце сентября.

Исследуемая территория представлена преобладающими почвенными доминантами сухостепной зоны – темно-каштановыми карбонатными среднелесными легкоглинистыми и тяжелосуглинистыми почвами.

Анализы проводились в почвенной лаборатории Астанинского филиала РГП «НПЦзем» по следующим видам и методам [7]: гумус по Тюрину в модификации Симанова; содержание общего азота по Кьельдалю; содержание валового фосфора по Гинзбургу; плотность сложения почв по Качинскому.

Результаты исследований и обсуждение

Важнейшими показателями агрогенной трансформации пахотного горизонта темно-каштановых почв являются агрохимические, физико-химические и физические свойства. Результаты проведенного сравнительного анализа полученного в ходе исследования материала (2011–2013 гг.) и исходных данных (2003–2006 гг.) представлены в табл. 2.

Таблица 2 [Table 2]

Показатели плодородия пахотного слоя темно-каштановых почв [Fertility parameters of the arable layer of dark chestnut soils]

Анализируемые показатели [Analyzed parameters]	Почвенные данные на СЭП 2003–2006 гг. и 2011–2013 гг. [Soil data on permanent ecological plots for 2003–2006 and 2011–2013]									
	18	63	13	40	54	58	69	86	19	62
Содержание гумуса в слое 0–10 см, % [Humus content in the layer 0–10 cm, %]	$\frac{2,41}{2,38}$	$\frac{2,32}{2,28}$	$\frac{2,59}{2,58}$	$\frac{2,98}{2,98}$	$\frac{2,49}{2,48}$	$\frac{1,93}{1,93}$	$\frac{2,59}{2,46}$	$\frac{2,73}{2,66}$	$\frac{2,48}{2,44}$	$\frac{2,48}{2,46}$
Содержание гумуса в слое 10–25 см, % [Humus content in the layer 10–25 cm, %]	$\frac{2,32}{2,17}$	$\frac{2,11}{1,98}$	$\frac{2,43}{1,94}$	$\frac{2,90}{2,71}$	$\frac{2,39}{2,08}$	$\frac{1,89}{1,54}$	$\frac{2,52}{2,05}$	$\frac{2,59}{2,24}$	$\frac{2,30}{1,91}$	$\frac{2,32}{2,14}$
Общий азот в слое 0–10 см, % [Total nitrogen in the layer 0–10 cm, %]	$\frac{0,17}{0,15}$	$\frac{0,16}{0,16}$	$\frac{0,17}{0,16}$	$\frac{0,17}{0,17}$	$\frac{0,16}{0,16}$	$\frac{0,19}{0,18}$	$\frac{0,18}{0,18}$	$\frac{0,17}{0,17}$	$\frac{0,21}{0,19}$	$\frac{0,16}{0,16}$
Общий азот в слое 10–25 см, % [Total nitrogen in the layer 10–25 cm, %]	$\frac{0,16}{0,15}$	$\frac{0,15}{0,14}$	$\frac{0,16}{0,14}$	$\frac{0,17}{0,16}$	$\frac{0,15}{0,14}$	$\frac{0,17}{0,15}$	$\frac{0,17}{0,16}$	$\frac{0,17}{0,16}$	$\frac{0,19}{0,18}$	$\frac{0,16}{0,14}$
Валовой фосфор в слое 0–10 см, % [Total phosphorus in the layer 0–10 cm, %]	$\frac{0,16}{0,16}$	$\frac{0,17}{0,16}$	$\frac{0,19}{0,16}$	$\frac{0,15}{0,14}$	$\frac{0,13}{0,12}$	$\frac{0,15}{0,15}$	$\frac{0,18}{0,17}$	$\frac{0,16}{0,16}$	$\frac{0,19}{0,19}$	$\frac{0,15}{0,15}$
Валовой фосфор в слое 10–25 см, % [Total phosphorus in the layer 10–25 cm, %]	$\frac{0,15}{0,14}$	$\frac{0,15}{0,14}$	$\frac{0,17}{0,15}$	$\frac{0,15}{0,14}$	$\frac{0,13}{0,12}$	$\frac{0,15}{0,14}$	$\frac{0,16}{0,14}$	$\frac{0,15}{0,15}$	$\frac{0,18}{0,17}$	$\frac{0,14}{0,13}$
Плотность сложения почвы в слое 0–10 см, г/см ³ [Density of soil consistency in the layer 0–10 cm, g/cm ³]	$\frac{1,16}{1,20}$	$\frac{1,08}{1,10}$	$\frac{1,02}{0,98}$	$\frac{1,00}{0,96}$	$\frac{1,10}{1,00}$	$\frac{1,02}{1,08}$	$\frac{1,08}{1,12}$	$\frac{1,12}{1,10}$	$\frac{1,11}{1,18}$	$\frac{1,16}{1,10}$
Плотность сложения почвы в слое 10–25 см, г/см ³ [Density of soil consistency in the layer 10–25 cm, g/cm ³]	$\frac{1,22}{1,29}$	$\frac{1,16}{1,34}$	$\frac{1,20}{1,43}$	$\frac{1,18}{1,41}$	$\frac{1,20}{1,37}$	$\frac{1,26}{1,44}$	$\frac{1,17}{1,43}$	$\frac{1,21}{1,32}$	$\frac{1,26}{1,30}$	$\frac{1,28}{1,45}$

Примечание. В таблице данные показатели в числителе представлены за 2003–2006 гг., а в знаменателе – за 2011–2013 гг.

[Note: In the table the data in the numerator are presented for 2003–2006 and in the denominator - for 2011–2013].

Характер изменений почв в агроэкосистемах во многом зависит от систем земледелия и агротехнологий. Нерациональные системы обработки способствуют переуплотнению пахотных и подпахотных горизонтов почв, часто сопровождаются засолением и эрозией, дегумификацией, развитием процессов агроистощения и почвоутомления. Интенсивность деградационных процессов в темно-каштановых почвах, развивающихся в результате их использования для выращивания зерновых культур, неодинакова и зависит от применяемых обработок. Согласно материалам исследования 2003–2006 гг. разница в содержании гумуса в слоях 0–10 и 10–25 см не превышает 0,21%, что соответствует относительно равномерному распределению органического вещества в пахотном горизонте за счет глубокой безотвальной обработки почв. Содержание общего азота и валового фосфора в слоях пахотного горизонта исследуемых почв находится на одном уровне, и отклонения не превышают 0,02%.

В настоящее время в земледелии проблема переуплотнения почв сельскохозяйственной техникой выдвигается на одно из первых мест в ряду негативных последствий антропогенных воздействий на почву. Результатом существенного уплотнения пахотного и подпахотного слоя почв является снижение урожайности сельскохозяйственных культур, которое отмечается не только в год уплотнения, но и в последующие несколько лет [8–10].

Урожай зерновых культур тесно взаимосвязан с плотностью почвы. Он закономерно уменьшается при увеличении плотности сложения. Высокая плотность сложения вызывает ухудшение структуры почвы – один из факторов торможения роста корней [11, 12] и ограничения аэробной активности микроорганизмов. С повышением плотности почвы ухудшаются условия для формирования проростков зерновых и увеличиваются энергетические затраты из-за механического сопротивления проникновению корней в почву. Плотность сложения почв в слое 0–10 см – рыхлая, в слое 10–25 см плотность сложения варьирует от рыхлой до среднеплотной степени, при которой урожай зерновых культур заметно снижался по сравнению с неуплотненными почвами.

Являясь крайней степенью минимизации обработки почв, «прямой посев» позволяет в несколько раз снизить затраты механической энергии за счет замены обработки почв применением гербицидов, что позволяет уменьшить частоту и глубину механического воздействия на почву в сравнении с традиционной безотвальной обработкой почв, применяемой в Северном Казахстане [13]. Но «прямой посев» не решает проблему деградационных процессов, а в какой-то мере ухудшает и так шаткое положение почвенного плодородия за счет безвозмездного использования элементов питания и нарушения физических свойств почв.

Снижение уровней органического вещества происходит повсеместно при сельскохозяйственном производстве. Наряду с этим обработка почв вызывает значительное уменьшение количества общего азота [13]. Количественная

оценка изменений гумуса, общего азота и валового фосфора темно-каштановых пахотных почв показывает неравномерное распределение их в пахотных слоях 0–10 и 10–25 см при переходе почв от глубокой безотвальной к минимальной обработке или прямому посеву.

При традиционной глубокой безотвальной обработке почв содержание гумуса в пахотном горизонте в 2003–2006 гг. в слоях 0–10 и 10–25 см находится примерно в равных количественных выражениях. В 2011–2013 гг. при переходе на этих площадках на минимизацию обработки происходит некоторое торможение минерализации органического вещества в слое 0–10 см и колеблется от 1,93 до 2,98%. В слое 10–25 см при длительном отсутствии перемешивания в почве при минимизации обработки наблюдается снижение гумуса с показателей 1,89–2,90% в 2003–2006 гг. до 1,54–2,71% в 2011–2013 гг. Такая же тенденция наблюдается с содержанием общего азота и валового фосфора в слое 10–25 см; при сравнительном анализе данных 2003–2006 и 2011–2013 гг. снижение составило 0,01–0,02% (табл. 2).

В данном случае это объясняется тем, что идет расслоение пахотного горизонта по плодородию. В верхнем 0–10 см слое темно-каштановых почв идет накопление гумуса и валовых элементов питания в связи с ежегодным поступлением пожнивных остатков в виде стерни, которая остается на поверхности и не заделывается в нижележащие слои при прямом посеве и мелкой минимальной обработке. В то же время этот слой быстро, уже сразу после посева в условиях засушливого климата, теряет влагу, корневая система здесь практически не развивается и соответственно вынос элементов питания из этого слоя затормаживается. В слое же 10–25 см отмечается снижение плодородия почв, поскольку здесь сосредоточивается максимум корневой системы и наиболее интенсивно происходят процессы использования и выноса гумуса и валовых элементов питания с ежегодным сбором урожая возделываемых растений.

Таким образом, при сельскохозяйственном использовании темно-каштановые почвы уплотняются, их структурное состояние ухудшается. Особенно отчетливо это проявляется при минимизации обработок на площадках 58 и 62. На стационарных экологических площадках 18 и 19 мелкая минимальная обработка и прямой посев применялись один год, на площадках 63 и 86 – два года, на остальных площадках – три года. Увеличение срока минимизации обработки темно-каштановых карбонатных почв тяжелого гранулометрического состава до трех лет и более приводит к значительному переуплотнению слоя 10–25 см и потере урожая сельскохозяйственных культур. Кроме того, вследствие дезинтеграции почвенной структуры имеют место трансформация порового пространства, уплотнение почвы и образование крупных полигональных блоков с термическими трещинами, т.е. происходит ухудшение физических свойств почв, равновесная плотность в слое 10–25 см переходит в плотную степень уплотненности и достигает 1,45 г/см³, образуя «плужную подошву».

Заключение

Как глубокая безотвальная, так и мелкая минимальная обработки не избавляют почвы от деградационных процессов. Одним из последствий применения минимальных обработок является уменьшение содержания гумуса, общего азота и валового фосфора в слое 10–25 см. В результате проведенных исследований на темно-каштановых почвах получены доказательства увеличения интенсивности процессов деградации в почве по мере минимизации обработки, существенную роль в этом играют переуплотнение почв и вынос элементов питания с урожаем. Основным фактором ухудшения физических свойств почв на фоне минимальной обработки является высокая степень уплотненности нижнего пахотного горизонта, что нарушает водный и воздушный режимы и ухудшает развитие корневой системы растений.

На темно-каштановых карбонатных среднесиловых тяжелосуглинистых и легкосуглинистых почвах необходимо ограничить срок применения мелких минимальных обработок от одного до двух лет или же применять чередование глубокой и мелкой обработки для целей энергосбережения и получения более устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Литература

1. *Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2013 г.* / отв. ред. К.А. Ускенбаев. Астана : РГП «НПЦзем», 2014. 255 с.
2. *Лебедева И.И.* Современные гумусовые аккумуляции в черноземах Русской равнины // *Современные проблемы почвоведения* : Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева РАСХН. М., 2000. С. 55–67.
3. *Муха В.Д.* Естественно-антропогенная эволюция почв (общие закономерности и зональные особенности). М. : Колос, 2004. 271 с.
4. *Проблемы деградации, охраны и восстановления продуктивности сельскохозяйственных земель России* / под ред. Г.А. Романенко. М. : ВНИИА, 2007. 76 с.
5. *Паракишина Э.М., Паракишин Ю.П., Тычина А.Н.* Итоги научно-исследовательских работ Целиноградского отделения Института почвоведения АН КазССР за 1962–1973 гг. / *Почвы Северного Казахстана и их мелиорация*. Алма-Ата : Наука, 1974. С. 5–11.
6. *Тулеубаев Ж.С.* Физическая деградация почвы и пути ее снижения. Алма-Ата : Галым, 1994. С. 15.
7. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. 2-е изд. М. : Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
8. *Бондарев А.Г., Кузнецова И.В., Спосожников П.М.* Переуплотнение почв сельскохозяйственной техникой, прогноз явления и процессы разуплотнения // *Почвоведение*. 1994. № 4. С. 58–64.
9. *Buliński J., Marczuk T.* Wyposażenie w maszyny i ciągniki gospodarstw rolnych województwa podlaskiego w aspekcie ugniatania gleby kołami. XI Międzynarodowe Sympozjum «Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej». SGGW-IBMER Warszawa 21–22.09.2006. S. 21.
10. *Wolkowski R.P.* Relationship between wheel-traffic-induced soil compaction, nutrient availability, and crop growth: a review // *J. Product. Agr.* 1990. Vol. 3, № 4. P. 460–3469.
11. *Schuurman J.J.* Influence of soil density on root development and growth of oats // *Plant Soil*. 1965. № 22. P. 352–374.

12. McSweeney K., Jansen J.J. Soil structure and associated rooting behavior in minesoils // Soil Sci. Soc. Am. J. 1984. № 48. P. 607–612.
13. Власенко А.Н., Шарков И.Н. и др. Минимизация обработки почвы и минерализация соединений азота // Почвоведение. 2001. № 9. С. 1111–1117.

Поступила в редакцию 14.10.2014 г.; повторно 23.12.2014 г.; принята 15.01.2015 г.

Авторский коллектив:

Васильченко Николай Иванович – канд. с.-х. наук, гл. специалист управления земельного кадастра Республиканского государственного предприятия «Научно-производственный центр земельного кадастра» (г. Астана, Респ. Казахстан).

E-mail: vassilchenko-n@rambler.ru

Звягин Григорий Александрович – докторант кафедры почвоведения и агрохимии Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (г. Астана, Респ. Казахстан).

E-mail: regor1984111@rambler.ru

Vasil'chenko NI, Zvyagin GA. Agrogenic transformation of soils in the dry steppe zone of the Republic of Kazakhstan. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2015;1(29):6-15. doi: 10.17223/19988591/29/1. In Russian, English summary

Nikolay I. Vasil'chenko¹, Grigoriy A. Zvyagin²

¹ Republican State Enterprise "Research and Production Center of Land Cadastre", Astana, Republic of Kazakhstan

² S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Astana, Republic of Kazakhstan

Agrogenic transformation of soils in the dry steppe zone of the Republic of Kazakhstan

We present the results of monitoring investigations of agrogenic temporary transformation of humus parameters, volume weight, total nitrogen and phosphorus in the arable horizon of dark chestnut carbonate light argillaceous and heavy argillo-arenaceous soils in the transition from the deep subsurface to shallow minimum tillage and direct seeding. We carried out monitoring investigations of agrogenic soil transformation in the dry steppe zone on arable lands of Akmola region, which were represented by 10 permanent ecological plots. We analyzed soils according to the following types and methods: humus by Tyurin in Simakov's modification, total nitrogen by Kjeldahl, total phosphorus by Ginsburg and bulk density by Kachinskii. At present, dark-chestnut soils in the dry steppe have a pronounced tendency to deterioration of physical properties of soils in the transition to minimal tillage and direct seeding and in this case, the equilibrium density in the 10-25 cm layer goes often in a strong degree of compaction and reaches 1.45 g/cm³, which ultimately leads to reduced grain yields. Grain yields decrease with bulk density increasing, which shows a close relationship of productivity of agricultural crops with soil density. Quantitative evaluation of changes in the humus and the total phosphorus in the upper horizon of dark chestnut arable soils shows the unevenness of its distribution in the arable horizon during the soil processing transition from deep subsurface tillage to minimum tillage or direct seeding. In terms of time dark-chestnut carbonate light argillaceous and heavy argillo-arenaceous soils there is a tendency to a decrease in the arable horizon percentage of humus, total nitrogen, and, to a lesser extent, total phosphorus. Traditional humus content of subsurface soils in the arable horizon in the layers 0-10 cm and 10-25 cm is approximately in equal quantitative terms, while, minimizing processing, there is some inhibition of organic matter mineralization in the layer 0-10 cm and ranges from 1,93% to 2,98%, as in

2003-2006 and in 2011-2013. In the 10-25 cm layer, during a long absence of mixing in the soil, while minimizing processing, we noticed a decrease in humus from 1,89-2,90% in 2003-2006 to 1,54-2,71% in 2011-2013. We observed the same trend with the content of total nitrogen and total phosphorus in the 10-25cm layer and during a comparative analysis of data for 2003-2006 and 2011-2013 the reduction was 0,01-0,02%.

We conclude that soils in the dry steppe zone of Kazakhstan experience intense human pressure in the transition to a smaller minimum and zero tillage of heavy granulometric soils, which leads to even greater soil degradation and pronounced separation of the arable horizon in humus percentage and other parameters of soils productivity.

The article contains 2 Tables, 13 References.

Key words: productivity; agrogenic transformation; soil depletion; degradation processes; anthropogenesis.

References

1. Svodnyy analiticheskiy otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazakhstan za 2013 g. [Consolidated analytical report on the status and use of lands in the Republic of Kazakhstan for 2013]. Uskenbaev KA, editor. Astana: RGP "NPTzem" Publ.; 2014, 255 p. In Russian
2. Lebedeva II. Sovremennye gumusovye akumulatsii v chernozemakh Russkoy ravniny [Current humus accumulations in the chernozems of the Russian Plain]. In: *Sovremennye problemy pochvovedeniya*. Nauch. tr. pochv. in-ta im. VV Dokuchaeva RASKhN [Modern problems of soil science. Proc. of VV Dokuchaev Soil Science Institute of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. Moscow: Institute im. VV Dokuchaeva RASKhN Publ.; 2000. pp. 55-67. In Russian
3. Mukha VD. Estestvenno-antropogennaya evolyutsiya pochv (obshchie zakonomernosti i zonal'nye osobennosti) [Natural and anthropogenic evolution of soils (general patterns and zonal peculiarities)]. Moscow: Kolos Publ.; 2004. 271 p. In Russian
4. Problemy degradatsii, okhrany i vosstanovleniya produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh zemel' Rossii [Problems of degradation, protection and restoration of agricultural land productivity in Russia]. Romanenko GA, editor. Moscow: VNIIA Publ.; 2007. 76 p. In Russian
5. Parakshina EM, Parakshin YuP, Tychina AN. Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot Tselinogradskogo otdeleniya Instituta pochvovedeniya AN KazSSR za 1962-1973 gg. [The results of scientific research of Tselinograd Division of the Institute of Soil Science of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR for 1962-1973]. In: *Pochvy Severnogo Kazakhstana i ikh melioratsiya* [Soils of Northern Kazakhstan and their reclamation]. Alma-Aty: Nauka Publ.; 1974. pp. 5-11. In Russian
6. Tuleubaev ZhS. Fizicheskaya degradatsiya pochvy i puti ee snizheniya [Physical degradation of soils and ways of its reducing]. Alma-Aty: Galym Publ.; 1994. p. 15. In Russian
7. Arinushkina EV. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Guidance for chemical analysis of soils]. 2nd ed. Moscow: Moscow State University Publ.; 1970. 488 p. In Russian
8. Bondarev AG, Kuznetsova IV, Spozhnikov PM. Pereuplotnenie pochv sel'skokhozyaystvennoy tekhnikoy, prognoz yavleniya i protsessy razuplotneniya [Soil compaction by agricultural machinery, phenomenon forecast and processes of soil softening]. *Pochvovedenie*. 1994;4:58-64. In Russian
9. Buliński J, Marczuk T. Wyposażenie w maszyny i ciągniki gospodarstw rolnych województwa podlaskiego w aspekcie ugniatania gleby kołami. In: *Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej*. XII Międzynarodowe Sympozjum. Warszawa, 21-22 września, 2006. Warszawa: SGGW Publ.; 2006. p. 21. In Polish

10. Wolkowski RP. Relationship between wheel-traffic-induced soil compaction, nutrient availability, and crop growth: a review. *J. Product. Agr.* 1990;3(4):460-469. doi: [10.2134/jpa1990.0460](https://doi.org/10.2134/jpa1990.0460)
11. Schuurman JJ. Influence of soil density on root development and growth of oats. *Plant Soil.* 1965;22:352-374. doi: [10/1007/BF01422434](https://doi.org/10.1007/BF01422434)
12. McSweeney K, Jansen JJ. Soil structure and associated rooting behavior in minesoils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1984;48:607-612. doi: [10.2136/sssaj1984.03615995004800030028x](https://doi.org/10.2136/sssaj1984.03615995004800030028x)
13. Vlasenko AN, Sharkov IN, Sineshchekov VE, Prozorov AS. Minimizatsiya obrabotki pochvy i mineralizatsiya soedineniy azota [Soil tillage minimization and mineralization of nitrogen compounds]. *Pochvovedenie.* 2001;9:1111-1117. In Russian

Received 14 October 2014;

Revised 23 December 2014;

Accepted 15 January 2015

Authors info:

Vasil'chenko Nikolay I, Cand. Sci. (Agric.), Chief specialist management of land cadastre of the Republican State Enterprise "Research and Production Center of Land Cadastre", 25 Zheltoksan Str., Astana 010000, Republic of Kazakhstan.

E-mail: vassilchenko-n@rambler.ru

Zvyagin Grigoriy A, PhD student, Department of Soil Science and Agrochemistry, Agronomic Faculty, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, 62 Pobedy Ave., Astana 010000, Republic of Kazakhstan.

E-mail: regor1984111@rambler.ru