

ПРОЯВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПАХОТНЫХ ПОЧВ УКРАИНЫ И ПУТИ ЕЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ (аналитический обзор)

И.В. Плиско

*Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовського,
г. Харьков, Украина*

ВВЕДЕНИЕ

Термин «деградация» происходит от латинского слова «degradatio», что буквально означает «снижение». Применительно к почвам существует немало различных определений этого явления. В работе А.Л. Иванова и др. [1] приведены различные определения деградации почв из отечественных и зарубежных источников. Наиболее исчерпывающим определением деградации почв, на наш взгляд, является следующее: «это совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественного и качественного ухудшения их состава, свойств, режимов и природно-хозяйственной ценности».

Анализ литературных источников, особенно фундаментальных монографий, подготовленных под руководством В.В. Медведева [2], Г.В. Добровольского [3] и R. Lal [4], позволяют нам выделить основные причины физической деградации пахотных почв, среди которых основными являются повышенная склонность почв среднего и тяжелого гранулометрического состава (далее – грансостава), которые доминируют среди пахотных почв, к механической деформации (вследствие, как правило, низкой исходной плотности сложения перед обработкой) и воздействие влаги (вследствие слабой устойчивости минералов смектитового типа, которые преобладают в их минералогическом составе). Физической деградации способствуют также другие процессы, которые, сопровождают современное землепользование в том числе и Украины, а именно: дегумификация и обогащение подвижным «молодым» органическим веществом, потери кальция и, как следствие, подкисление почв. Эти явления повышают риск переуплотнения. При таких условиях систематическое изучение проблем деградации, уточнение причин ее возникновения, условий развития и поиск путей предупреждения и устранения является сверхактуальным.

Физическая деградация представляет собою процесс, приводящий к переуплотнению почвы, потере структуры, ее качества, образованию в поверхностном слое глыб, корки и трещин, а в основе пахотного слоя – плужной подошвы. Диагностические признаки деградации – упрощение морфологии структуры и порового пространства, устойчивое повышение равновесной плотности, снижение меж- и особенно внутриагрегатной пористости, формирование нехарактерных для природных почв преференциальных потоков воды.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований – основные 40 типов почв Украины, выделенные на почвенной карте масштабом 1:2500000 [5], большинство из которых являются пахотными.

Методы исследований – аналитический, полевой, математический, картографический.

Для создания картографических материалов использовались выборки из базы данных «Свойства почв Украины» [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Распространение в мире и в Украине. По данным Международного проекта «Глобальная оценка деградации почв», поддержанного ООН и в котором принимали участие около 180 ученых со всего мира, процессы физической деградации распространены на площади около 1,7 млрд га [3]. К этому виду деградаций отнесены водная и ветровая эрозии, т.е. потеря мощности профиля, а также потеря структуры и переуплотнение. Именно эти виды деградации отмечены для Украины на карте, представленной на форуме в Рио-де-Жанейро в 1992 г. При определении вида и степени физической деградации в этом проекте доминировали экспертные заключения, в большей степени основаны на визуальных и частично экспериментальных данных. Разумеется, в тех случаях, когда интенсивность разрушения почвы достигала значительных масштабов, как это происходило с эрозией почв в США в тридцатые годы прошлого столетия, сомнений относительно физической деградации не возникало. Точно также выражены процессы коркообразования, глыбистости и переуплотнения, которые проявляются тогда, когда процесс негативной трансформации в почвах достигает значительного развития. Вместе с тем, используя качественные, а по сути лишь экспертные оценки и не имея, как правило, эталона с четко фиксированными выходными

показателями, достаточно трудно определить наличие физически деградированной почвы. Тем более, что наблюдений физических свойств, которые можно было бы отнести к эталонным, не было ни при крупномасштабном почвенном обследовании, ни при любом другом обследовании почв. Кстати, в европейских странах, так же как и в Украине, наблюдение за физическими свойствами очень ограничены. Фактически единственным источником информации для выводов о наличии физической деградации являются результаты сравнительных наблюдений на целине и пашне, а также в длительных стационарных полевых опытах.

Распространение деградации на пахотных почвах Украины. Сегодня чрезвычайно актуальным является выявление ареалов склонности почв к физической деградации - потере агрономически-ценной структуры, проявления глыбистости, распыления и применения, прежде всего, именно на этих территориях эффективных профилактических мероприятий.

Если чернозем типичный и чернозем обыкновенный среднесуглинистого грансостава обрабатывают в состоянии физической спелости, выход частиц агрономически-ценного размера (10–0,25 мм) лишь не намного меньше оптимальных параметров – 60–80%. Но даже незначительное уплотнение или отклонение от влажности физической спелости существенно ухудшает качество обработки.

Образование глыб. Глыбистость старопахотной почвы является его почти обязательной характеристикой в отличие от целины, где глыб не бывает никогда. Негативное влияние глыб является очевидным, в такой почве невозможно создать достаточный запас доступной влаги, осуществить качественный посев полевых культур, при этом всходы растений являются недружными, а их развитие - неравномерным.

Практически все пахотные почвы Украины потенциально способны образовывать глыбы – частицы размером более 10 мм в диаметре (рис. 1). Даже в черноземных, относительно хорошо гумусированных, почвах при проведении основной обработки может образоваться до 30 % глыб. Такое количество способно погасить все положительные свойства структурной почвы, однако наличие даже 5 % глыб в посевном слое значительно влияет на ее водно-воздушный режим (особенно в условиях засухи), качество посева, прорастания и последующего развития корней и надземной массы.

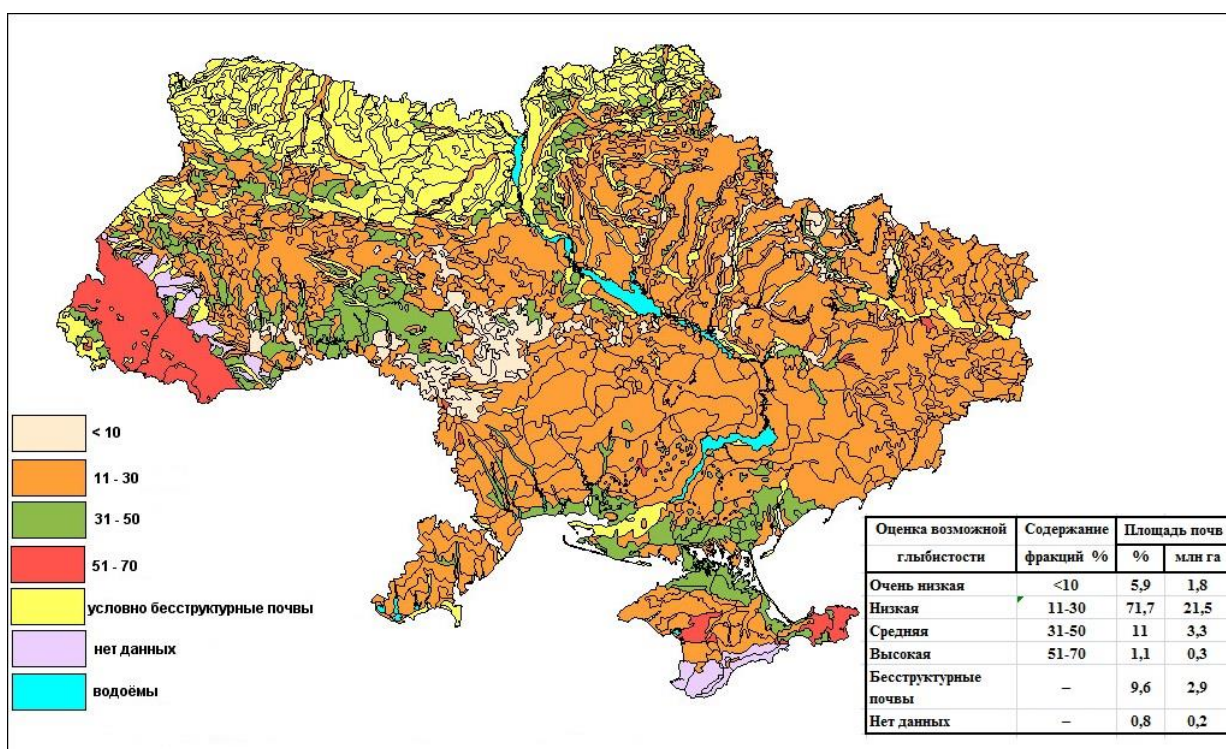


Рис. 1. Распространение и площади пахотных почв Украины с риском проявления глыбистости

Обязательное требование к предпосевной обработке – отсутствие глыб. Если после вспашки осенью с определенным их количеством можно примириться, то весной глыбы ни в коем случае недопустимы, так как из-за повышенной глыбистости происходит испарение доступной влаги из посевного слоя почвы. Способность к образованию глыб при обработке является признаком проявления физической деградации. Наибольшей склонностью к их образованию характеризуются солонцеватые черноземы тяжелого грансостава, расположенные на юге страны, основную обработку которых осуществляют преимущественно в пересушенном состоянии, осолоделые и

солонцеватые почвы Среднего Приднепровья, эродированные почвы Правобережной Лесостепи, олеенные почвы Прикарпатья и Закарпатья.

Если рассматривать в качестве допустимого параметра количество глыб при основной обработке в 30 %, то около 12 % пашни страны характеризуются повышенной склонностью к образованию глыб, которую нельзя допускать. При предпосевной обработке площадь таких почв возрастает до 82,8 %. Особенно повышенные требования нужно предъявить к качеству предпосевной обработки почти всех пахотных почв страны.

Значительное присутствие глыб в пахотном и особенно посевном слоях – следствие торможения процессов агрегации, главным образом, из-за потери гумуса и декальцинирования. Проведение обработки при физической спелости (когда способность почвы к качественному измельчению является оптимальной) и повышение общей культуры земледелия (прежде всего, внесение органических удобрений) – важные условия уменьшения негативного влияния глыб.

Образование пыли. Склонность почвы к потере агрономически-ценной структуры можно оценить по количеству пылеватых микроагрегатов и по фактору дисперсности (рис. 2). Из полученных нами данных следует, что приблизительно на 20 % пашни страны вследствие различных причин образование структуры тормозится, а примерно на половине площадей при обработке почвы в пересушенном состоянии может образоваться более 10 % пыли. Этого количества пыли вполне достаточно, чтобы значительно ухудшить важные агрономические свойства корнеобитаемого слоя почвы.

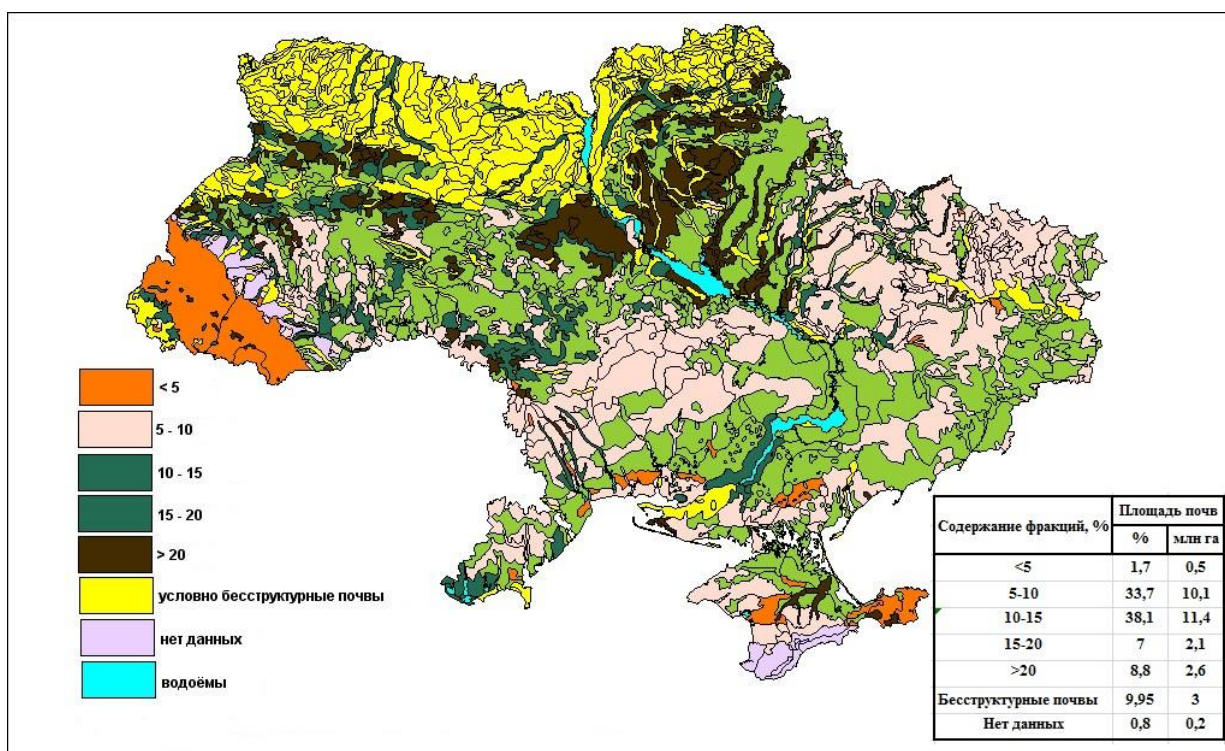


Рис. 2. Распространение и площади пахотных почв Украины с риском проявления распыления

В наибольшей степени распылению подвержены черноземы типичные среднесуглинистого грансостава Лесостепи. В связи с этим минимизация обработки в этой зоне крайне актуальна.

Переуплотнение. Плотность черноземной почвы суглинистого грансостава на целине составляет примерно 1,0–1,1 г/см³, тогда как чернозема на пашне – в диапазоне от 0,8–0,9 г/см³ непосредственно после обработки до 1,15–1,35 г/см³ – в равновесном состоянии. Период уравнивания (релаксации) в зависимости от агрофона и осадков продолжается от нескольких дней до двух недель. В этот период становится особенно заметной динамика водно-воздушных и биологических свойств почвы, зависящих от плотности сложения. Вследствие низкой плотности и влажности, близкой к физической спелости, весной существует реальная угроза переуплотнения всех без исключения пахотных почв. При этом она намного сильнее выражена на черноземах по сравнению с другими почвами.

Если воспользоваться обобщенным критерием равновесной плотности сложения корнеобитаемого слоя для сельскохозяйственных культур (1,25 г/см³), предложенным В.В.Медведевым [7] то окажется, что около 58 % пашни страны имеет более высокий показатель (рис. 3). Последнее означает, что на этой части пашни в течение вегетации, за исключением процесса релаксации после обработки фактическая плотность сложения не совпадает с

требованиями корневых систем растений. При длительной обработке возникает новое явление - консолидация агрегатов и уменьшение внутриагрегатной пористости, что ухудшает условия водно-минерального питания растений.

Потенциальная склонность пахотных почв Украины к переуплотнению довольно значительная. По нашим данным, рассчитанным на основании грансостава, исходного увлажнения и плотности при обработке, а также модельных экспериментов [8] она существует почти на 75 % пашни. Переуплотнение особенно выражено при использовании машинно-тракторных агрегатов с давлением, превышающим допустимые границы. При таких условиях оно проявляется даже на почвах, не подверженных деградации.

На переуплотненной почве снижается полевая всхожесть семян, отмечается изреженность посевов, отставание в росте и развитии растений в течение вегетации. Вследствие ухудшения агрофизического состояния почвы и основных почвенных режимов снижается урожай всех сельскохозяйственных культур. Переуплотнение черноземных почв в Лесостепи приводит к потере урожая ячменя на 22 %, озимой пшеницы – 27 %, кукурузы – 26 %, сахарной свеклы – 37 %, проса – 65 %. На дерново-подзолистой почве Полесья потери соответственно составляют: овса – 22 %, озимой пшеницы – 23 %, картофеля - 28-34 % [8].

Таким образом, склонность пахотных почв Украины к проявлению неблагоприятных физических свойств за счет действия природных или антропогенных факторов является достаточно выраженной, нередко превышая допустимые пределы.

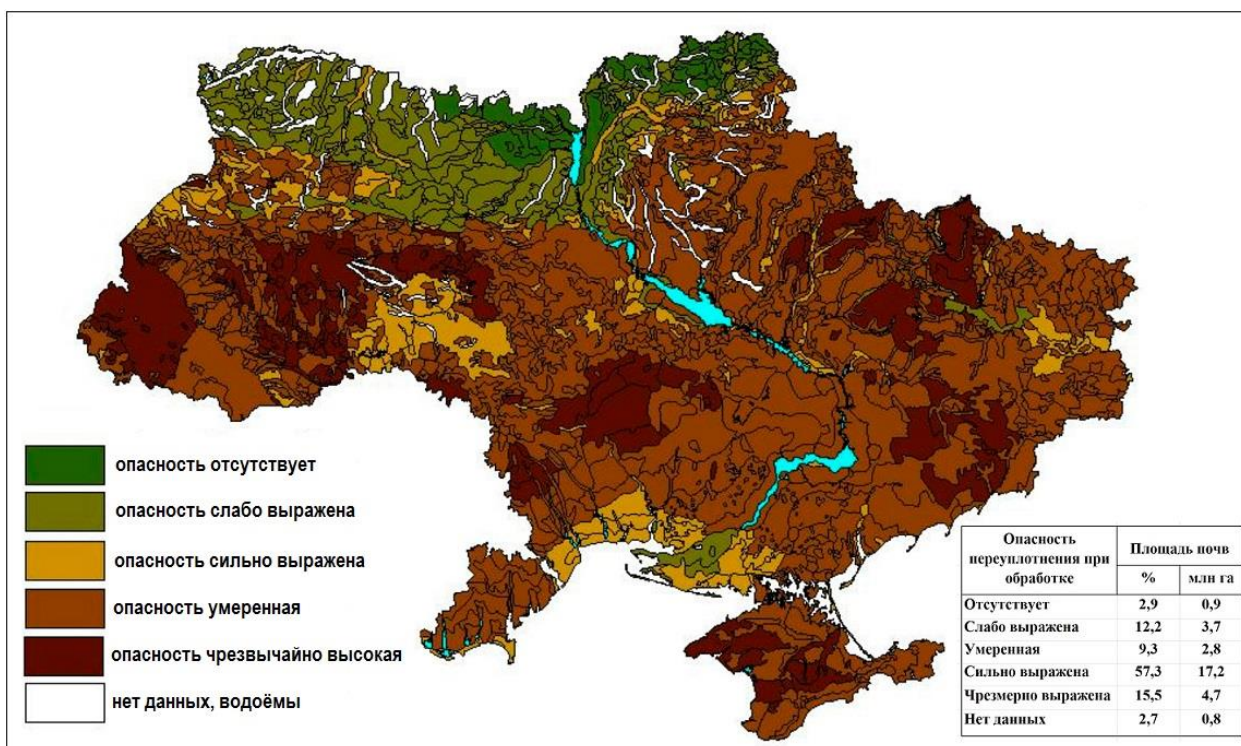


Рис. 3. Распространение и площади пахотных почв Украины с риском проявления переуплотнения

Плужная подошва. Некоторое представление о степени выраженности плужной подошвы и ее параметрах на исследованных полях Полесья и Лесостепи представлены в табл.1. Нами установлена хорошо заметная высокая пестрота проявления плужной подошвы – от полного ее отсутствия (вследствие повышенного увлажнения при плохо работающей оросительной системе в Маневичском районе Волынской области) до заметного преимущества в почвенном покрове поля с параметрами, которые требуют принятия срочных мер по ее устранению. Опираясь на собранные нами данные [9], можно утверждать, что если твердость в плужной подошве превышает 35–40 кгс/см², рост корней в глубину ограничивается. Это означает, что при такой твердости адаптивные возможности корней ухудшаются, особенно в условиях недостатка доступной влаги. Одновременно это же означает, что с плужной подошвой надо бороться не только профилактическими средствами (периодической сменой глубины основной плужной обработки), но и с помощью глубокого рыхления.

Таблица 1

Твердость почвы в плужной подошве с показателями выше 40 кгс/см²

Объект	Административная область, почва, которая преобладает на поле	Площадь поля, га	Часть поля с твердостью в плужной подошве выше 40 кгс/см ²	
			га	%
Колки	Волынская, дерново-подзолистая	11	0	0
Романов	Волынская, серая оподзоленная	63	0,1	0,5
Ведильцы	Черниговская, дерново-подзолистая	105	56,6	59,5
Коротич	Харьковская, темно-серая оподзоленная	31	8,5	27,5
Коммунар	Харьковская, чернозем типичный	30	0,7	2,4

Особенности трансформации почв при деградации. Исходя из сравнения структурного состава, плотности сложения и других свойств на целине и пашне, следует признать, что все старопашотные почвы следует считать деградированными. Для этого достаточно обратиться к табл. 2, чтобы убедиться, в существенных потерях агрономически-ценной структуры, ее водостойчивости и изменениях других свойств на пашне по сравнению с целиной. Это означает, что такой вывод будет справедлив для всех пахотных почв Лесостепи и Степи Украины, по крайней мере, для тех из них, которые находятся в пашни не менее 100 лет, так как именно такого возраста пашня была объектом нашего исследования (Сумская область, чернозем типичный среднесуглинистый, Михайловская целина и смежная с ней пашня).

Таблица 2

Усредненные параметры 0-30 см слоя целинного (природного) и старопашотного (деградированного) чернозема типичного среднесуглинистого (Сумская область)

Параметры, единицы измерения	Природная почва	Деградированная почва
Структура:		
глыбистость (>10 мм), %	5–7	18–20
агрономически-ценные агрегаты (10–0,25 мм), %	80–85	50–60
пыль (<0,25 мм), %	8–10	14–16
коэффициент водостойчивости	0,7–0,8	0,5
механическая прочность агрегатов, %	92	66
Плотность сложения:		
Во время посева яровых культур, г/см ³	1,0–1,1	1,1–1,2
равновесная, г/см ³	1,1–1,2	1, 2–1,3
Содержание гумуса, %	6,3	4,6
Водопроницаемость при равновесной плотности:		
за 6 часов, мм/час	65–70	50–52
коэффициент угасания	1,1–1,2	3,5–4,0
Фактор дисперсности	4,0	7,5
Почвенно-гидрологические константы при равновесной плотности, %:		
ВЗ	11,0–11,5	12,0–12,5
ВРК	16,0–17,0	18,0–19,0
НВ	25,0–26,0	24,0–25,0
ДАВ	9,0	6,0
Микростроение агрегатов и пор:		
Коэффициент оформленности	0,40–0,50	0,10–0,25
порядковость	5–6	2–3
соотношение агрегатов высокого и низкого порядков	15:5	10:10
количество неагрированного материала в порах, %	8	32

Важный диагностический признак физической деградации - сравнительно длительный период восстановления показателей почв в естественных условиях. Для этого нужно не менее 15–25 лет,

так как только за это время могут постепенно сформироваться характерные для целины процессы трансформации органического вещества и гумификации и разуплотнения консолидированных агрегатов. В качестве доказательства того, что потенциальные возможности старопахотного чернозема для восстановления структуры сохраняются, служат результаты расчетов фактора дисперсности Н.А. Качинского, которые на целине и пашне практически одинаковые.

Методы преодоления физической деградации. Общие принципы построения системы преодоления физической деградации устанавливаются достаточно просто, так как они основаны на использовании хорошо известных приемов. Нужно «всего лишь» не допустить переуплотнения и ухудшение структурности почвы. Если параметры этих свойств находятся в почве в благоприятном интервале значений, то основная направленность земледельческих технологий должна состоять в применении профилактических средств с целью их сохранения. По мере ухудшения физических свойств почв, распахиваемости, насыщенности улучшающими приемами должна возрастать. И, наконец, если почва необратимо деградирована, ее следует вывести из сельскохозяйственного использования. Разумеется, это только общая схема, в которую необходимо вносить уточнения в зависимости от реального состояния физических свойств, генетических, климатических, орографических, литологических и многих других особенностей почвенного покрова, а также от направленности и интенсивности его хозяйственного использования. Если почва суглинистого грансостава имеет плотность сложения в пахотном слое не выше $1,3 \text{ г/см}^3$, а содержание агрономически-ценных агрегатов - не менее 60% при их водостойкости не менее 50 %, не образует глыбы после вспашки и не имеет плужной подошвы с параметрами твердости более $20\text{--}25 \text{ кгс/см}^2$, такая почва является высококультурной. Главное – не допустить ее ухудшения всеми возможными способами – агротехническими, организационными и др. Если в такой почве, к тому же, содержится не менее 4,5–5,0 % гумуса, а емкость насыщения обменными катионами кальция и магния не менее 80–85 %, она способна поддерживать благоприятные физические свойства неопределенно долго. Земледелие на такой почве должно быть организовано так, чтобы не нарушить этой ее способности, что достигается за счет создания бездефицитного баланса гумуса, минимизации механического воздействия и соблюдения правил высококультурного хозяйствования.

В последние десятилетия обязательная ранее ежегодная глубокая вспашка уступает место разнообразным поверхностным и даже нулевым технологиям. Важнейшими принципами нулевой обработки является полный отказ от обработки вообще и круглогодичное сохранение напочвенного растительного покрова. Это означает запрет сжигания стерни, размещение на поверхности почвы мульчи, посев, так называемых, покровных культур. В такой системе нежелательны не только пахота, но и дискование, и культивация. Сеять нужно специальными орудиями, которые не разрушают растительный покров. Минеральные удобрения и средства защиты нужно вносить одновременно с посевом в поверхностные слои почвы.

Важно отметить, что поддержание постоянного растительного покрова или мульчи постепенно высвобождает почву от сорных растений, формирует своеобразный круговорот питательных элементов подобно лесной или степной экосистемам. Значительное усиление биологических и экологических факторов способствует росту биоразнообразия и вообще устойчивости агроландшафтов и земледелия, то есть, гармонии между производительными и экологическими функциями почв. Именно нулевая технология, является идеальным приемом сохранения физических свойств почв в благоприятном интервале значений, а если необходимо, то и преодоления физической деградации.

Таким образом, физическая деградация успешно преодолевается при применении следующих мер, перечень которых определяется, главным образом, в зависимости от исходных (равновесных) параметров структуры и плотности строения почв:

- минимизации механического воздействия на почву до полного отказа от обработки вообще (разумеется, там, где для этого есть соответствующие предпосылки);

- соблюдении приемов высокой культуры земледелия, цель которых должна состоять в поддержке бездефицитного баланса органического вещества, биофильных элементов и сохранении агрономически полезной структуры.

Нерешенные вопросы. Актуальными теоретическими и прикладными задачами в области физической деградации, требующими решения, являются следующие:

- на основе отечественных, российских, европейских и мировых подходов обосновать (или уточнить) типы, критерии и нормативные параметры физической деградации пахотных почв;

- установить зональные особенности процесса физической деградации в зависимости от почвенно-климатических и хозяйственных условий;

- упорядочить имеющиеся картографические и аналитические материалы о современном состоянии физических свойств пахотных почв;

- оценить склонность почв к физической деградации в зависимости от грансостава, гумусированности, агрегированности, механической или химической нагрузки и других причин;

- экспертно оценить скорость отдельных видов физической деградации;

- выяснить особенности развития физической деградации в зависимости от латеральной или вертикальной неоднородности почв поля;
- определить и конкретизировать генетические, экономические, экологические и социальные негативные последствия физической деградации пахотных почв;
- проработать педотрансферные модели физической деградации при участии основных ее факторов;
- оценить устойчивость почв к физической деградации;
- разработать предложения по уменьшению проявления физической деградации на пахотных почвах Украины, в том числе за счет совершенствования подходов к выводу деградированных и малопродуктивных земель с пашни, введение различных ограничений механической или иной нагрузки, совершенствование технологий и орудий почвозащитного земледелия, особенно внедрение различных способов минимальной обработки;
- обосновать концепцию организации мониторинга физической деградации пахотных почв (кризисного мониторинга);
- осветить гуманитарные и образовательные аспекты преодоления физической деградации;
- критически проанализировать законодательную базу по преодолению физической деградации;
- разработать предложения к государственной и местным программам по преодолению физической деградации, определить источники финансирования, приоритеты с учетом зональной специфики физической деградации;
- создать национальный «Резервный Банк решений информации об эффективных способах и технологии преодоления физической деградации пахотных почв Украины».

ВЫВОДЫ

В ходе исследований установлено, что большинство пахотных почв Украины являются обесструктуренными за счет сверхбольшого количества глыбистых агрегатов, уменьшенного количества агрономически-ценных слабо водоустойчивых агрегатов, в результате чего они переуплотнены, особенно в подсеменном слое после посевных работ и в плужной подошве.

На основании анализа состояния исследований по физической деградации пахотных почв Украины обозначены проблемы, требующие решения. Наиболее актуальными задачами являются регионализация информации о физической деградации пахотных почв, определение нормативных параметров потери структуры и переуплотнения и разработка предложений по ведению бездеградационного земледелия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. (Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий); под ред. А.Л. Иванова. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – Т. 1. – 756 с.
2. Медведев В.В. Физичекая деградація чернозкмов. Діагностика. Причини. Следствия. Предупреждения / В.В. Медведев. – Харьков: Изд-во «Городская типография», 2013. – 324 с.
3. Деградация и охрана почв; под ред. Г.В. Добровольской. – М.: МГУ, 2002. – 654 с.
4. Lal R. Methods for assessment of soil degradation / R. Lal, W. H. Blum, C. Valentine // CRC Press. Boca Raton, New York. – 1998. – P. 558.
5. Почвенная карта Украинской ССР. Масштаб 1:2500000. УкрНИИ почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского; под ред. Н.К. Крупского.– М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР (ГУГК), 1977.
6. База данных «Свойства почв Украины» (структура и порядок использования). / Т.Н. Лактионова [и др.]. – 2-е изд. – Харьков: Апостроф, 2012. – 150 с.
7. Медведев, В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.
8. Медведев В.В. Плотность сложения почв. Генетический, экологический и агрономический аспект / В.В. Медведев, Т.Е. Лындына, Т.Н. Лактионова. – Харьков: 13 типография, 2004. – 244 с.
9. Неоднородность почв и точное земледелие. Ч 2. Результаты исследований; под общ. ред. В.В. Медведева. – Харьков: Городская типография, 2009.– 260 с.

THE MANIFESTATION OF PHYSICAL DEGRADATION ON ARABLE LANDS IN UKRAINE (THE LITERARY REVIEW)

I.V. Plisko

Summary

A review of quantitative and qualitative criteria of physical degradation of arable lands was carried on the basis of own research and literature data about the physical degradation of arable soils. A definition physical degradation was given. The reasons of its occurrence and development were considered. The soil areas of predisposition to the physical degradation were determined. On these areas, where loss of agronomically valuable structure, manifestation of increased cloddy, dissipation and repacking, the application of effective prophylactic measures was justified. Based on the analysis of state of research of physical degradation of arable soils, the urgent problems in Ukraine were indicated. The most pending tasks are the regionalization of information about physical degradation of arable soils, determination of normative parameters of destroying and repacking and development of proposals on implementation of non-degradation agriculture.

Поступила 21.11.16