

НОРМАТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ СТЕПНОЙ, СУХОСТЕПНОЙ, ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

© 2011 г. И. В. Кузнецова, Н. А. Азовцева, А. Г. Бондарев

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии,
119017, Москва, Пыжевский пер., 7*

Разработаны нормативы изменения физических свойств пахотных черноземов степной, каштановых почв сухостепной и светло-каштановых почв пустынно-степной зон европейской территории России в зависимости от характера антропогенного воздействия. Установлены пределы оптимальных, допустимых и критических значений физических свойств этих почв для роста и развития растений. Для каждой зоны приведены экспертные оценки распределения площадей почв с оптимальными, допустимыми и критическими значениями показателей основных физических свойств почв. Наибольшие отличия наблюдаются в плотности сложения и структурном составе почв разных почвенно-климатических зон. В степной зоне среди обыкновенных черноземов преобладают почвы с оптимальными значениями плотности пахотного слоя ($1.0\text{--}1.2\text{ г/см}^3$); среди предкавказских и южных черноземов – со значениями $1.25\text{--}1.35\text{ г/см}^3$. Среди каштановых почв сухостепной зоны наиболее распространены разности с допустимыми значениями равновесной плотности ($1.30\text{--}1.40\text{ г/см}^3$); в пустынно-степной зоне преобладают светло-каштановые почвы с допустимыми ($1.35\text{--}1.45\text{ г/см}^3$) и критическими значениями ($>1.45\text{ г/см}^3$) равновесной плотности. В пахотном слое почв каждой отдельной зоны агрофизические свойства в значительной мере сnivelированы агротехническими мероприятиями и близкими требованиями возделываемых в зоне культур. Нормативы изменения физических свойств могут служить руководством для оценки современного физического состояния пахотных почв и базовой основой для разработки региональных систем сохранения и воспроизводства плодородия почв.

Ключевые слова: нормативы, плотность, структура, переуплотнение, черноземы, каштановые, светло-каштановые почвы.

Физические свойства почв – важным показателем почвенного плодородия, определяющий рост и развитие сельскохозяйственных растений, получение высоких и устойчивых урожаев.

Интенсивная механическая обработка и использование сельскохозяйственной техники вызывает опасность агрофизической деградации пахотных почв. В связи с этим становится актуальной оценка уровня физических параметров плодородия почв, глубины и тенденций их изменения за последние десятилетия. Создание системы нормативов изменения физических свойств в результате антропогенного воздействия необходимо для мониторинга состояния пахотных почв и совершенствования агротехнологий.

Целью настоящей работы явилась разработка нормативов изменения физических свойств пахотных черноземов степной зоны ЕТР (обыкновенных, южных, предкавказских (обыкновенных высококарбонатных)), каштановых почв сухостепной зоны и светлокаштановых почв полупустынной зоны ЕТР. В связи с тем, что ведущим фактором деградации пахотных почв является воздействие тяжелой сельскохозяйственной техники и связанное с этим переуплотнение почв необходим прогноз изменения плотности пахотного слоя черноземов степной зоны и прогноз потери урожая сельскохозяйственных культур. В работе использовались понятия оптимальных, допустимых и критических значений показателей физических свойств почв для роста и развития растений (Кузнецова и др., 2009).

Оптимальные значения показателей физических свойств – величины показателей физических свойств почв, которые удовлетворяют требованиям сельскохозяйственных растений, обеспечивая их максимальную продуктивность при определенном фиксированном уровне других факторов.

Допустимые значения показателей физических свойств почв – это величины параметров показателей физических свойств, уровень изменения которых в результате деградационных процессов под влиянием антропогенных и природных факторов воздействия носит обратимый или частично обратимый характер. Использование почв для продуктивного сельскохозяйственного производства при этом сохраняется.

Критические значения показателей физических свойств почв – это такие их величины, которые в результате деградационных

процессов достигают условно необратимого уровня изменений всего комплекса физических свойств. Дальнейшее продуктивное использование почв нерационально.

Методика исследования состояла в обобщении и анализе результатов исследований физических свойств почв, выполненных сотрудниками лаборатории физики и механики почв Почвенного института им. В.В. Докучаева, а также имеющихся литературных данных; в использовании результатов модельных и полевых опытов и других экспериментальных материалов для обоснования оптимальных, допустимых и критических значений физических свойств; в использовании модели для прогноза уплотнения пахотного слоя черноземных почв движителями техники и модели потери урожая сельскохозяйственных культур при уплотнении.

Наиболее информативными показателями для оценки физических свойств являются равновесная плотность, структурное состояние и водно-физические свойства почв. Нормативы разработаны для почв тяжелого гранулометрического состава.

СТЕПНАЯ ЗОНА ОБЫКНОВЕННЫХ И ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

В связи с биоклиматическими особенностями степной зоны в направлении к востоку почвы зоны становятся более гумусированными и менее мощными. Земледельческая освоенность обыкновенных и южных черноземов Южнорусской, Заволжской и Предкавказской провинций высокая и составляет 60–80%. Основное направление сельского хозяйства – зерновые.

Черноземы обыкновенные занимают в основном северную часть степной зоны. Среди всех подтипов пахотных черноземов степной зоны обыкновенные черноземы обладают наиболее благоприятными физическими свойствами.

Нормативы изменения основных физических свойств черноземов обыкновенных составлены на основании анализа и обобщения исследований, выполненных в Южнорусской провинции на территории Воронежской области (Адерихин, 1960; Шипилов, 1987; Ушакова, 1982; Королев, 2004); в Белгородской области (Кузнецова и др., 1989); в Предкавказской провинции Ростовской области (Вальков, 1980); в Краснодарском крае (Захарова, 1982)); в За-

волжской провинции Самарской области (Буров, 1973). В табл. 1 приведены нормативы изменения параметров физических свойств пахотного слоя черноземов обыкновенных. Содержание гумуса – 5.0–7.0 %. Мощность гумусового слоя 80–100 см. Мощность пахотного слоя достигает 30–32 см.

Параметры показателей физических свойств в таблице представлены в виде интервалов величин, учитывающих пространственное варьирование гранулометрического состава и содержание органического вещества в пределах отдельных почвенных провинций, требования разных групп сельскохозяйственных культур (зерновых, пропашных, многолетних трав) к данному показателю. Оптимальные параметры показателей физических свойств в таблице соответствуют недеградированным почвам.

Таблица 1. Нормативы изменения показателей физических свойств пахотного слоя черноземов обыкновенных тяжелосуглинистого и легкосуглинистого гранулометрического состава на тяжелых суглинках и глинах при антропогенном воздействии. Южнорусская и Заволжская провинции степной зоны ЕТР

| Показатель | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|--|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см ³ | 1.0–1.20 | 1.20–1.30 | >1.30 |
| Общая пористость, % | 55–65 | 55–45 | <45 |
| Пористость аэрации при НВ, % | 15–25 | 15–7 | <7 |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, % | 70–85 | 70–50 | <50 |
| Содержание агрегатов > 10 мм, % | <30 | 30–50 | >50 |
| Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм, % | 40–70 | 40–30 | <30 |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, % | 40–42 | 40–36 | <36 |
| Водопроницаемость, мм/мин* | >1.0 | 1.0–0.5 | <0.5 |
| Наименьшая влагоемкость, % | 36–40 | 36–28 | <28 |

* Здесь и далее. По установившейся скорости фильтрации.

Среди черноземов обыкновенных по экспертной оценке (Бондарев, Кузнецова, 1999) преобладают недеградированные и слабодеградированные почвы с оптимальными или близкими к ним параметрами физических свойств, составляя вместе 70–80% площади пашни этих почв. Среднедеградированные почвы с допустимыми параметрами физических свойств почв составляют 20–25%. Средняя степень деградации характерна для почв с высоким насыщением севооборотов пропашными культурами и сахарной свеклой. Критические значения физических свойств наблюдаются в малогумусных маломощных и выпаханных обыкновенных черноземах.

Южные черноземы занимают преимущественно южную и юго-восточную часть степной зоны.

Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя черноземов южных (табл. 2) разработаны на основании исследований, выполненных в Предкавказской провинции на территории Ростовской области (Гаврилюк, 1964; Садименко и др., 1977) и в Южнорусской провинции на территории Ростовской области (Садименко и др., 1977; Клименко, Крыщенко, 1978; Кузнецова, 1978), в Саратовской области (Азизов, 2006).

Оптимальная равновесная плотность южных черноземов несколько выше плотности черноземов обыкновенных – 1.10–1.25 г/см³, что, как правило, связано с более низким содержанием гумуса (4.5–5.5%) и более тяжелым гранулометрическим составом этих почв. Допустимые значения равновесной плотности – 1.25–1.30 г/см³, критические – больше 1.35 г/см³. Критические значения показателей физических свойств наблюдаются в малогумусных, маломощных (эродированных) и солонцеватых южных черноземах. Преобладают черноземы южные с допустимыми значениями физических свойств.

Черноземы обыкновенные высококарбонатные (предкавказские) расположены в самой южной и юго-западной части степной зоны, отличающейся особенно большой пестротой почвообразующих пород. Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя этих почв разработаны на основе результатов исследований в Предкавказской провинции на территории Ростовской области (Гаврилюк, 1964; Садименко и др., 1977) и в Краснодарском крае (Русанов, Небогин 1998).

Таблица 2. Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя черноземов южных тяжелосуглинистого и легкогоглинистого гранулометрического состава на желто-бурых глинах при антропогенном воздействии. Южнорусская провинция степной зоны ЕТР

| Показатель | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|--|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см ³ | 1.10–1.25 | 1.25–1.35 | >1.35 |
| Общая пористость, % | 50–60 | 50–45 | <45 |
| Пористость аэрации при НВ, % | 15–25 | 15–10 | <10 |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, % | 65–75 | 50–65 | <50 |
| Содержание агрегатов > 10 мм, % | <30 | 30–40 | >40 |
| Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм, % | 40–60 | 40–30 | <30 |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, % | 40–42 | 40–36 | <36 |
| Водопроницаемость, мм/мин* | >1.0 | 0.7–0.5 | <0.5 |
| Наименьшая влагоемкость, % | 34–38 | 34–30 | <30 |

Черноземы предкавказские отличаются от обыкновенных черноземов большей мощностью гумусовых горизонтов (до 100–150 см), меньшим содержанием гумуса – 4–5.5%. Оптимальная величина равновесной плотности пахотного слоя этих почв – 1.10 – 1.25 г/см³; допустимые и критические значения находятся в том же диапазоне, что и у южных черноземов (табл. 3).

На основе проведенного анализа материалов исследований физических свойств пахотных черноземов разных почвенных провинций степной зоны можно сделать вывод, что оптимальная плотность пахотного слоя (мощностью 0–30 см) чернозема обыкновенного имеет следующую тенденцию: при движении с юго-запада к северо-востоку степной зоны значения оптимальной плотности черноземов уменьшаются, а содержание гумуса в пахотном слое увеличивается. Это во многом связано с тем, что с увеличением в почве органического вещества оптимум плотности пахотного слоя сдвигается в сторону снижения ее значений. Так,

Таблица 3. Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя черноземов предкавказских тяжелосуглинистого и легкогоглинистого гранулометрического состава на тяжелых суглинках и глинах при антропогенном воздействии. Предкавказская провинция

| Показатель | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|--|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см ³ | 1.10–1.25 | 1.25–1.35 | >1.35 |
| Общая пористость, % | 50–60 | 50–45 | <45 |
| Пористость аэрации при НВ, % | 15–25 | 15–10 | <10 |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, % | 65–75 | 50–65 | <50 |
| Содержание агрегатов > 10 мм, % | <30 | 30–50 | >50 |
| Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм, % | 40–60 | 40–30 | <30 |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, % | 40–42 | 40–36 | <36 |
| Водопроницаемость, мм/мин* | >1.0 | 0.7–0.5 | <0.5 |
| Наименьшая влагоемкость, % | 34–38 | 34–30 | <30 |

наиболее высокие значения оптимальной плотности пахотного слоя (1.18–1.20 г/см³) отмечаются в черноземах обыкновенных Южнорусской провинции с содержанием гумуса 4–6%. Наиболее низкие значения – 0.94–1.08 г/см³ отмечаются в черноземах обыкновенных Заволжской провинции с более высоким содержанием гумуса – 7.3–8.3%. Анализ результатов исследований черноземов южных Южнорусской (Саратовская область) и Предкавказской (Ростовская область) провинций показал, что аналогичные тенденции наблюдаются и в пахотном слое южных черноземов. Диапазон значений оптимальной плотности пахотного слоя этих почв, расположенных южнее обыкновенных черноземов, изменяется в сторону увеличения и составляет 1.10–1.25 г/см³ при более низком содержании гумуса (3.5–4.5%).

Степная зона обыкновенных и южных черноземов относится к территории с высокой эффективностью минимальных обработок. На обыкновенных мощных и южных среднемощных и среднегуг-

мусных черноземах с оптимальными или близкими к ним параметрами физических свойств возможно применение различных видов минимальных обработок (Кузнецова, 1978; Бондарев, Кузнецова, 2004; Азизов, 2006).

СУХОСТЕПНАЯ ЗОНА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Эта зона характеризуется более резким, чем для степной зоны, различием между количеством годовых осадков и испаряемостью. Количество годовых осадков – 200–400 мм, испаряемость может достигать 900 мм/год. Степень континентальности и сухость климата сухостепной зоны увеличиваются при движении с запада на восток, так же как в лесостепной и степной зонах.

Сухостепная зона темно-каштановых и каштановых почв в пределах европейской части страны включает три провинции: Восточно-Предкавказскую, Донскую и Заволжскую.

Темно-каштановые и каштановые почвы Восточно-Предкавказской провинции характеризуются карбонатностью с поверхности и отсутствием солонцеватости. Восточнее, в Донской провинции, наряду с карбонатностью, проявляется солонцеватость темно-каштановых и каштановых почв, которая увеличивается в почвах Заволжской провинции. Значительные территории этой провинции заняты комплексным почвенным покровом. Встречаются как двухчленные, так и трехчленные почвенные комплексы (Классификация..., 1977; Почвенно-географическое районирование..., 1962).

Каштановые почвы занимают ведущее место в земледелии сухостепной зоны страны в условиях как богарного, так и орошаемого земледелия. Земледельческая освоенность территории – около 52%. Обрабатываемые площади каштановых суглинистых почв в основном используются под зерновые.

Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя каштановых почв разработаны на основе обобщения результатов исследований, выполненных в Донской провинции Ростовской области (Гаврилюк, 1964; Садименко, 1977) и в Волгоградской области (Бондарев, 1977, 1978, Воронин, Манучаров, 1977).

Каштановые суглинистые и тяжелосуглинистые почвы сухостепной зоны отличаются невысоким содержанием органического

вещества – 3–4% и мощностью гумусового слоя не более 50 см. Они характеризуются широким диапазоном варьирования физических свойств, в первую очередь, структуры и плотности сложения (табл. 4). Это связано со значительной выпашанностью этих почв, их дегумификацией и переуплотнением сельскохозяйственной техникой, особенно в условиях орошаемого земледелия. В основном это каштановые почвы с допустимыми значениями физических свойств (слабой и средней степени деградации), занимающие по экспертной оценке 60–70% площади пашни этих почв. Каштановые почвы с оптимальными параметрами физических свойств занимают всего 5–10% площади пашни.

Критические значения показателей физических свойств характерны для каштановых солонцеватых почв, почв, переуплотненных сельскохозяйственной техникой и сильновыпаханных.

На пахотных каштановых почвах Нижнего Заволжья (Бондарев, 1978) под воздействием относительно легкого трактора ДТ-75

Таблица 4. Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя каштановых почв тяжелосуглинистого и суглинистого гранулометрического состава на лёссовидных суглинках при антропогенном воздействии. Заволжская провинция сухостепной зоны ЕТР

| Показатель | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|--|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см ³ | 1.20–1.30 | 1.30–1.40 | >1.40 |
| Общая пористость, % | 50–55 | 50–40 | <45 |
| Пористость аэрации при НВ, % | 15–25 | 15–10 | <10 |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, % | 60–70 | 60–50 | <50 |
| Содержание агрегатов > 10 мм, % | <30 | 30–50 | >50 |
| Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм, % | >40 | 40–20 | <20 |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, % | 40–42 | 40–36 | <36 |
| Водопроницаемость, мм/мин* | >0.5 | 0.5–0.3 | <0.3 |
| Наименьшая влагоемкость, % | 30–34 | 30–26 | <26 |

плотность почвы повышалась в пахотном слое (0–20 см) до 1.28–1.43 г/см³ при 1.18–1.24 г/см³ на уплотненной почве. Под воздействием тяжелого колесного трактора Т-150К увеличение плотности наблюдалось на глубину до 45 см. Наибольшее повышение плотности также отмечено в пахотном слое. Из-за высокой влажности и более интенсивного сельскохозяйственного использования каштановые орошаемые почвы подвергаются еще большему переуплотнению под действием сельскохозяйственной техники, чем почвы в богарных условиях.

Светло-каштановые почвы распространены в северной части полупустынной или пустынно-степной зоны. Характерная особенность зоны – резко континентальный климат. Засушливость климата увеличивается с запада на восток. Годовая сумма осадков равна 125–300 мм, испаряемость в 4–5 раз превышает количество осадков и составляет 750–925 мм.

На территории ЕТР в полупустынную зону входит одна почвенная провинция – Прикаспийская. Характерная особенность провинции – комплексность почвенного покрова, связанная с микро- и мезорельефом, обуславливающим перераспределение влаги по поверхности (Димо, Келлер, 1907). Однако светло-каштановые почвы встречаются и на территориях, граничащих с Прикаспийской провинцией.

Светло-каштановые почвы имеют разную степень солонцеватости. В составе поглощенных оснований от 3 до 15% приходится на натрий. Несолонцеватые виды светло-каштановых почв встречаются редко. Земледелие на светло-каштановых почвах эффективно только при орошении.

Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя светло-каштановых почв разработаны на основе обобщения результатов исследований, выполненных на светло-каштановых почвах в Прикаспийской провинции Ростовской области (Гаврилюк, 1964; Садименко и др., 1977); в Южнорусской и Заволжской провинциях Волгоградской области (Вадюнина, 1970; Бондарев, 1977; Кузнецова, 1977) (табл. 5). Светло-каштановые почвы с оптимальными значениями физических свойств составляют 8–10% площади пашни. Критические значения физических свойств встречаются в солонцеватых разностях.

Таблица 5. Нормативы изменения физических свойств пахотного слоя светло-каштановых почв тяжелосуглинистого и суглинистого гранулометрического состава на лёссовидных суглинках при антропогенном воздействии. Прикаспийская провинция полупустынной зоны ЕТР

| Показатель | Оптимальные | Допустимые | Критические |
|--|-------------|------------|-------------|
| Равновесная плотность, г/см ³ | 1.20–1.35 | 1.35–1.45 | >1.45 |
| Общая пористость, % | 50–55 | 50–45 | <45 |
| Пористость аэрации при НВ, % | 15–25 | 15–10 | <10 |
| Содержание агрегатов 0.25–10 мм, % | 60–70 | 60–50 | <50 |
| Содержание агрегатов > 10 мм, % | <30 | 30–50 | >50 |
| Содержание водопрочных агрегатов >0.25 мм, % | >40 | 40–20 | <20 |
| Пористость агрегатов 5–7 мм, % | 40–42 | 40–36 | <36 |
| Водопроницаемость, мм/мин* | >0.5 | 0.5–0.3 | <0.3 |
| Наименьшая влагоёмкость, % | 30–34 | 30–26 | <26 |

В качестве примера уплотняющего воздействия движителей сельскохозяйственной техники на плотность сложения почв степной зоны могут служить результаты работ, выполненных на обыкновенных тяжелосуглинистых черноземах Воронежской области (Шипилов, 1987). Исследования показали, что при однократных весенних проходах тяжелых колесных тракторов К-701 и Т-150К по полю с влажностью 0.8–0.9 НВ физические свойства почв изменяются на глубину до 40 см, при многократных – на глубину до 50 см. При уплотнении почвы легкими тракторами МТЗ-80 и ДТ-75 изменения физических свойств менее значительны и распространяются до глубины 30 см. Полное саморазуплотнение обыкновенных черноземов после уплотнения трактором К-701 под действием естественных факторов происходило медленно и затягивалось на несколько лет. Полного разуплотнения на следующий год не происходило даже при проведении вспашки на 20–22 см и культивации. Сохранялась глыбистость.

На основе модели прогноза уплотнения пахотных почв движителями сельскохозяйственной техники, предложенной П.М. Сапожниковым и А.Н. Прохоровым (1992), сделан прогноз изменения плотности пахотного слоя чернозема обыкновенного тяжелосуглинистого, исследованного М.А. Шипиловым в ходе описанных полевых экспериментов. По модели В.В. Медведева (2004) оценены возможные потери урожая озимых зерновых культур (табл. 6, 7). Результаты прогнозов сопоставимы с результатами М.А. Шипилова, полученными в полевых и производственных условиях.

Аналогичные прогнозы составлены для черноземов других почвенных провинций степной зоны. Их анализ подтверждает полученные разными исследователями в модельно-полевых опытах и производственных условиях закономерности по влиянию уплотняющего воздействия современной сельскохозяйственной техники на изменение плотности сложения пахотного слоя почв.

Анализ прогнозов уплотнения черноземов обыкновенных с разным (от 4.1 до 8.3%) содержанием органического вещества показал, что черноземы близкого гранулометрического состава с

Таблица 6. Прогноз уплотнения пахотного слоя чернозема обыкновенного тяжелосуглинистого после однократного прохода машинотракторных агрегатов при различных сочетаниях влажности и исходной плотности

| S, м ² /г | P, кПа | W, % | Исходная плотность пахотного слоя почвы, г/см ³ | | | | | |
|----------------------|--------|------|--|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | 0.93 | 1.0 | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.40 |
| 110 | 80 | 20 | 1.02 | 1.10 | 1.17 | 1.24 | 1.39 | 1.46 |
| | | 24 | 1.05 | 1.12 | 1.19 | 1.26 | 1.40 | 1.47 |
| | | 28 | 1.08 | 1.15 | 1.21 | 1.28 | 1.41 | 1.48 |
| | 180 | 30 | 1.11 | 1.17 | 1.24 | 1.30 | 1.42 | 1.49 |
| | | 20 | 1.06 | 1.13 | 1.20 | 1.27 | 1.41 | 1.48 |
| | | 24 | 1.10 | 1.17 | 1.24 | 1.31 | 1.44 | 1.50 |
| | | 28 | 1.20 | 1.27 | 1.33 | 1.40 | 1.52 | 1.57 |
| | | 30 | 1.30 | 1.38 | 1.45 | 1.52 | 1.65 | 1.68 |

Примечание: S – активная удельная поверхность твердой фазы почвы; P – максимальное динамическое давление агрегата на поверхность почвы; W – влажность почвы, % от массы почвы; жирным шрифтом выделены критические значения плотности.

Таблица 7. Потеря урожая озимых зерновых культур после однократного прохода МТА с разным максимальным давлением движителя при различных сочетаниях влажности и исходной плотности, %

| S, м ² /г | P, кПа | W, % | Исходная плотность пахотного слоя почвы, г/см ³ | | | | | |
|----------------------|--------|------|--|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | 0.95 | 1.0 | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.40 |
| 110 | 80 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25–50 | 50–75 |
| | | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25–50 | 50–75 |
| | | 28 | 0 | 0 | 0 | 5–10 | 25–50 | 50–75 |
| | 180 | 30 | 0 | 0 | 0 | 5–10 | 25–50 | >75 |
| | | 20 | 0 | 0 | 0 | 5–10 | 25–50 | 50–75 |
| | | 24 | 0 | 0 | 0 | 10–25 | 25–50 | >75 |
| | | 28 | 0 | 0 | 10–25 | 25–50 | >75 | >75 |
| | | 30 | 10–25 | 25–50 | 50–75 | >75 | >75 | >75 |

большим содержанием органического вещества более чувствительны к действию внешнего давления по сравнению с черноземами с низким содержанием органического вещества.

Характерной особенностью почв основных подтипов черноземов тяжелосуглинистого и легкосуглинистого гранулометрического состава степной зоны является способность к самовосстановлению, которое происходит за счет процессов набухания и усадки, замерзания и оттаивания. Способность к самовосстановлению черноземных почв связана с высоким содержанием илистой фракции в их гранулометрическом составе, а в ее составе – высоким содержанием минералов монтмориллонитовой группы (содержание байделита достигает 50–70% от веса фракции (Шурыгина, 1953; Чижикова, 1995)).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны нормативы изменения физических свойств пахотных черноземов степной, каштановых почв сухостепной и светло-каштановых почв полупустынной зон ЕТР в зависимости от характера антропогенного воздействия. Нормативы изменения физических свойств могут служить руководством для оценки современного физического состояния пахотных почв и базовой основой для разработки региональных систем сохранения и воспроизводства плодородия почв.

Установлены пределы оптимальных, допустимых и критических значений физических свойств исследуемых почв для роста и развития растений.

Оптимальные параметры основных физических свойств пахотного слоя черноземов разных подтипов степной зоны близки между собой. Наибольшие отличия наблюдаются в плотности сложения и структурном составе. Оптимальные значения плотности сложения пахотного слоя черноземов увеличиваются с уменьшением содержания органического вещества и утяжелением гранулометрического состава от 1.00–1.20 г/см³ в черноземе обыкновенном с содержанием органического вещества 6–8% до 1.10–1.25 г/см³ в черноземе южном и предкавказском с содержанием органического вещества 4–6%.

Среди обыкновенных черноземов степной зоны преобладают почвы с оптимальными или близкими к ним параметрами физических свойств почв; среди предкавказских и южных черноземов – почвы с допустимыми параметрами физических свойств.

Изучение пахотного слоя черноземов основных подтипов разных провинций степной зоны ЕТР показало, что провинциальные различия физических свойств, обусловленные географическим положением, почвообразующими породами и биоклиматическими условиями, в целом не велики. В пахотном слое они в значительной мере сnivelированы агротехническими мероприятиями и близкими требованиями возделываемых в зоне культур.

Разработаны нормативы изменения физических свойств каштановых тяжелосуглинистых почв сухостепной и светлокаштановых средне- и тяжелосуглинистых почв полупустынной зон ЕТР.

Составлен прогноз уплотнения и возможных потерь урожая сельскохозяйственных культур для обыкновенных черноземов степной зоны.

Использованные программы для прогноза уплотнения почв тяжелого гранулометрического состава и расчета потерь урожая зерновых культур при уплотнении могут быть рекомендованы к применению в прикладных и теоретических работах при исследовании почв тяжелого гранулометрического состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адерихин П.Г.* Изменение структуры почв Воронежской области при использовании в сельском хозяйстве // Охрана природы Центрально-черноземной полосы. Воронеж: Воронежское книжное изд-во, 1960. Сб. № 3. С. 9–30.
2. *Азизов З.М.* Влияние приемов основной обработки на агрофизические свойства южных черноземов Поволжья // Почвоведение. 2006. № 12. С. 1484–1491.
3. *Бондарев А.Г.* Агрофизическая характеристика почв солонцового комплекса Волгоградского Заволжья // Агрофизическая характеристика почв степной и сухостепной зон европейской части СССР. М.: Колос, 1977. С. 164 - 193.1977.
4. *Бондарев А.Г.* Водно-физические свойства почв сухостепной зоны и приемы их улучшения при орошении // Физические условия почвенного плодородия. Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1978. С. 70–79.
5. *Бондарев А.Г., Кузнецова И.В.* Проблемы деградации физических свойств почв России и пути ее решения // Почвоведение. 1999. № 9. С. 1126–1131.
6. *Бондарев А.Г., Кузнецова И.В.* Почвенно-физические основы применения энергосберегающих минимальных обработок почв // Теоретические и научно-практические достижения науки и техники. Журнал АПК. 2004. Май. С. 11.
7. *Буров Д.Е., Е.В. Дудинцев, Г.И. Казаков.* Изменение агрофизических свойств обыкновенного чернозема при обработке // Почвоведение. 1973. № 2. С. 46–56.
8. *Вадюнина А.Ф.* Агрофизическая и мелиоративная характеристика каштановых почв юго-востока европейской части СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 325 с.
9. *Вальков В.Ф., Клименко Г.Г., Крыщенко В.С.* Сравнительная характеристика обыкновенного и южного черноземов Нижнего Дона // Почвоведение. 1980. № 10. С. 5–13.
10. *Воронин А.Д., Манучаров А.С.* Агрофизическая характеристика почв темно-каштанового комплекса южной части Приволжской возвышенности // Агрофизическая характеристика почв степной и сухостепной зон европейской части СССР. М.: Колос, 1977. С. 154–162.

11. *Гаврилюк Ф.Я.* Агрохимическая характеристика почв СССР (районы Северного Кавказа). М.: Наука, 1964. С.26–60.
12. *Димо Н.А., Келлер Б.А.* Почвенные и ботанические исследования на юге Царицынского уезда Саратовской губернии. Изд-во Саратовского Губ. Земства. Почвенная лаборатория, 1907. 215 с.
13. *Захарова Н.Н.* Закономерности изменения противодефляционной устойчивости обыкновенных черноземов Предкавказья. Автореф. дис. ... к. с-х. н. М., 1982. 20 с..
14. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 233 с.
15. *Клименко Г.Г., Крыщенко В.С.* К характеристике химического состава южных черноземов правобережья Нижнего Дона // Почвоведение. 1978. № 3. с. 18–25.
16. *Королев В.А.* Физические свойства антропогенного преобразования черноземов Центра Русской равнины // Черноземы центра России: генезис, география, эволюция. Мат-лы междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения П.Г. Адрихина. Воронеж, 2004. С. 59–78.
17. *Кузнецова И.В.* Физические свойства южных черноземов Ростовской области и некоторые вопросы их обработки // Физические условия почвенного плодородия. Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1978. С. 110–124.
18. *Кузнецова И.В.* Влияние органического вещества на структуру, сложение и устойчивость почв к деградации физических свойств // Современные проблемы почвоведения. М., 2000. С. 423–432.
19. *Кузнецова И.В., Уткаева В.Ф., Бондарев А.Г.* Оценка изменения физических свойств пахотных дерново-подзолистых суглинистых почв нечерноземной зоны России в зависимости от характера антропогенного воздействия // Почвоведение. 2009. С. 152–162.
20. *Кузнецова И.В., Старцев А.Д., Данилова В.И.* Изменение плотности черноземов при сельскохозяйственном использовании // Изменение агрофизических свойств почв под воздействием антропогенных факторов: Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева М., 1989. С. 46–55.
21. *Медведев В.В., Лындина Т.Е., Лактионова Т.Н.* Плотность сложения почв. Генетические, экологические и агрономические аспекты. Харьков, 2004. 243 с.

22. Почвенно-географическое районирование СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 186–196.
23. *Русанов В.А., Небогин И.С.* Оценка эффективности восстановления характеристик уплотнения почвы чизелеванием // Проблема воздействия движителей на почву и эффективные направления ее решения. Тез. докл. Междунар. науч. практической конференции Всероссийский научно исследовательский институт механизации сельского хозяйства (ВИМ), 1998. С. 105-106.
24. *Садименко П.А., Симантовская К.И., Забегайлов А.А.* Агрофизическая характеристика почв Ростовской области // Агрофизическая характеристика почв степной и сухостепной зон европейской части СССР. М.: Колос, 1977. С. 135–153
25. *Сапожников П.М., Прохоров А.Н.* Модель уплотнения пахотного слоя движителями сельскохозяйственной техники // Почвоведение. 1992. №11. С. 43–54.
26. *Ушакова Л.А.* Изменение физических свойств некоторых типов почв при их сельскохозяйственном использовании. Автореф. дис. ... к. с-х. н. М., 1982. 23 с.
27. *Шипилов М.А.* Переуплотнение пахотных почв // Причины, следствия, пути уменьшения. М.: Наука, 1987. 216 с.
28. *Шурыгина Е.А.* Минералогическая характеристика илистой фракции черноземов Каменной степи // Вопр. Травопольной системы земледелия. Т. 2. Итоги работ по изучению изменения почв под воздействием комплекса Докучаева–Костычева–Вильямса. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 268–302.
29. *Чижикова Н.П.* Влияние орошения на изменение минералогического состава черноземов и каштановых почв // Почвоведение 1995. №1. С. 128–144.