

## АГРЕГАТНАЯ СТРУКТУРА ЕСТЕСТВЕННЫХ И ПАХОТНЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

**З. Тюгай, О.А. Салимгареева, А.В. Иванов, И.Я. Сидорова**

*Факультет почвоведения МГУ, Москва, Россия, e-mail: zemfira53@yandex.ru*

Исследованы микроморфологические и структурные характеристики серой лесной и каштановой почв разного землепользования. Установлено, что длительная распашка почв привела к изменениям как на мезо-, так и на микроуровнях их организации: изменяется микроагрегированность частиц и меняется гидрофильность поверхности твердой фазы почв. В пахотном горизонте серой лесной и каштановой почв отмечается нарушение агрегированности горизонта на 1–2 порядка, исчезновение крупных пор аэрации, биогенных ходов и межагрегатных пор и трещин, частично заполненных глинистым веществом, уменьшение количества растительных остатков и органического вещества в целом.

**Ключевые слова:** серые лесные почвы; каштановые почвы; структурная организация почвы; водоустойчивость; многопорядковость агрегатов; удельная поверхность почв.

Структура почвы на агрегатном уровне ее организации формируется в процессе почвообразования и для каждого типа почв характерны свои особенности ее пространственной организации и свойства, унаследованные от материнской породы в процессе педогенеза. При сельскохозяйственном использовании земель происходит трансформация структуры почв: изменяется пористость, плотность, что сказывается на гидрофизических свойствах почв.

Цель нашей работы – исследование морфологических изменений серой лесной и каштановой почв и их физико-химических характеристик при длительной распашке.

Объектами исследования явились серая лесная почва Тульской области под лесом и пашней, каштановая почва Волгоградской области под залежью и пашней. Для определения основных физических и физико-химических свойств почв были выполнены следующие анализы почв: агрегатный состав почв на виброгрохоте (Германия), содержание водоустойчивых агрегатов – методом мокрого просеивания, содержание общего углерода – методом сухого сжигания на экспресс-анализаторе на углерод АН-7529М (Белоруссия). Определена удельная поверхность общая – по сорбции па-

ров воды по Кутелику; внешняя – по адсорбции паров азота на аналитическом комплексе для определения текстурных характеристик дисперсных систем Vapor 100, Messo 222, 3P INSTRUMENTS (Германия). Смачиваемость почв определяли на анализаторе формы капли воды DSA-100 (Германия) [1, 2]. Микроморфологический анализ почв проводили с использованием почвенных шлифов на поляризационных микроскопах ПОЛАМ P113 и Soptop CX40P с камерой SIMAGIS TC-5CU [3].

Интенсивное сельскохозяйственное использование исследованных почв привело к изменениям в структурной организации как на мезоуровне, так и на микроуровне. Снизилось содержание углерода органического вещества (табл. 1), сформировалась плужная подошва и произошло уплотнение верхнего слоя.

Таблица 1

**Физико-химические свойства исследованных почв**

Тип земле- пользования	Горизонт, глубина, см	C, %	S общая по H <sub>2</sub> O м <sup>2</sup> /г	S общая по N, м <sup>2</sup> /г	КУС, в гра- дусах
Серая лесная почва					
лес	AУ 1-15	1,99	51,4	2,8	83,6
	AEL 15-32	1,04	36,8	3,6	81,8
	BEL 32-63	0,72	86,6	26,7	76,2
	BT 63-90	0,26	90,2	14,5	73,8
	BC > 90см	0,21	72,2	15,9	68,5
пашня	P 0-32	1,03	48,4	5,8	63,2
	BEL 32-70	0,37	91,6	27,9	62,0
	BT 70-92	0,37	99	32,3	57,8
	BC > 92	0,32	104,1	24,3	48,2
Каштановая почва					
залежь	AJ 1-15	1,42	101,1	11,94	42,3
	BMK 15-32	0,73	137,1	38,67	24,4
	CAT 32-63	2,01	89,6	24,97	25,6
	BC 63-90	1,98	86,7	22,84	39,2
пашня	PУ 0-32	0,85	101,0	24,49	35,1
	CAT 32-70	1,34	89,8	24,7	40,2
	BC 70-92	1,54	102,0	25,75	65,4

В пахотном горизонте серой лесной почвы отмечено более плотное сложение, которое проявляется как в уменьшении межагрегатной порозности, так и в сокращении количества пор во внутриведной массе по сравнению с верхними горизонтами серой лесной почвы под лесом (рис. 1). В исследованных почвах производилась вспашка до глубины 32 см, при которой происходило вовлечение в пахотный горизонт и перемешивание как верхней части горизонта АЕL с характерной для него слоистой структурой агрегатов (рис. 1d), так и нижней части АЕL, в которой наблюдались обломки кутан и анизотропность глинистой плазмы в зонах обогащения (рис. 1e-f). В пахотном горизонте участки ориентированной глинистой плазмы встречаются локально (рис. 1a-b) и плазма в основном анизотропная, как в горизонте АУ под лесом (рис. 1c). Анализ шлифов выявил изменение структуры порового пространства пахотных горизонтов серой лесной почвы на микроуровне в связи с разрушением агрегатов, исчезновением крупных пор аэрации, биогенных ходов и межагрегатных пор и трещин, частично заполненных глинистым веществом.

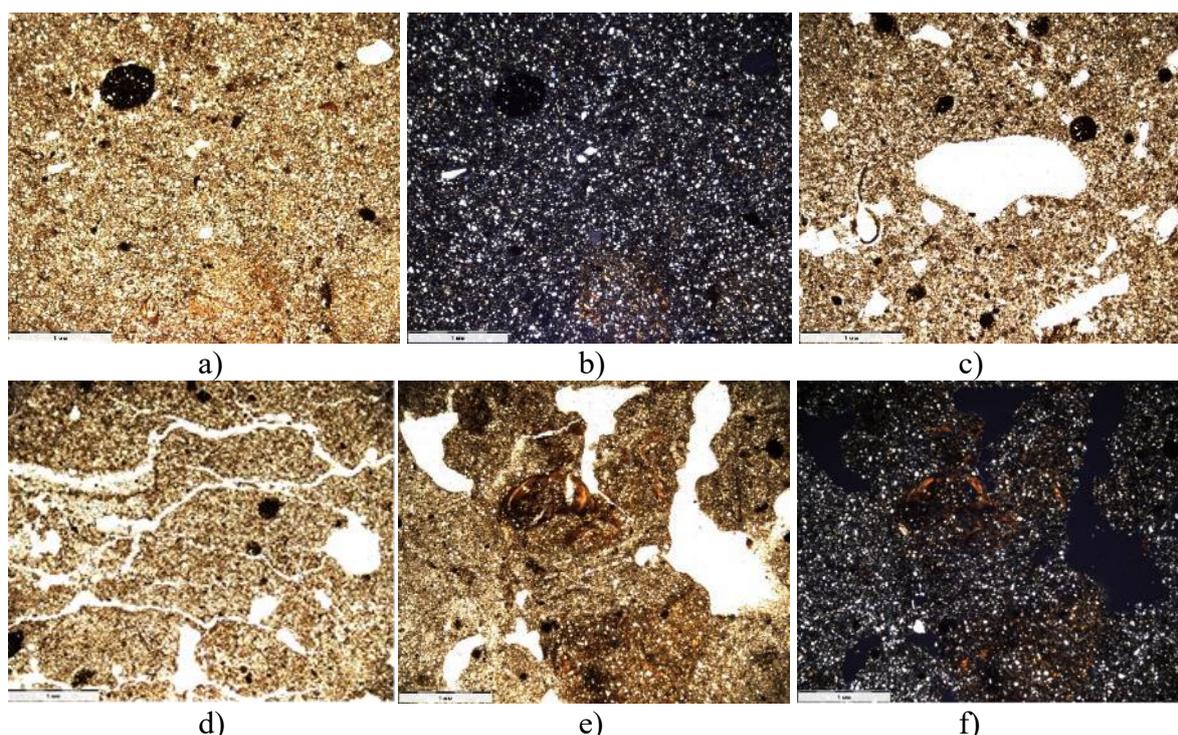


Рис. 1. Фото шлифов серой лесной почвы: внутриведная масса (ВПМ) пахотного горизонта Р а-б); под лесом – ВПМ АУ с); верхняя часть АЕL d); нижняя часть АЕL e-f) x40. Фото b, f) с анализатором. Масштабный отрезок 1 мм.

В светло-каштановой почве на мезоуровне обнаружены следующие изменения пахотного горизонта по сравнению с аналогом на залежи: отмечается более плотное сложение горизонта, агрегаты преимущественно

меньшего порядка. На микроморфологическом уровне в пахотном горизонте наблюдаются следующие изменения: нарушение агрегированности горизонта на 1–2 порядка, уменьшение количества пор, трещин, растительных остатков и органического вещества в целом (рис. 2). Плазма карбонатно-глинистого состава без признаков оптической ориентации. Местами вокруг порового пространства и по трещинам просматриваются карбонаты в виде микрокристаллического кальцита.

Согласно классификации Н.А. Качинского, оба варианта серой лесной почвы относятся к суглинку среднему. Содержание физической глины (фракции  $<0.01$  мм) по всему профилю  $\sim 36\text{--}45\%$ . Содержание тонких

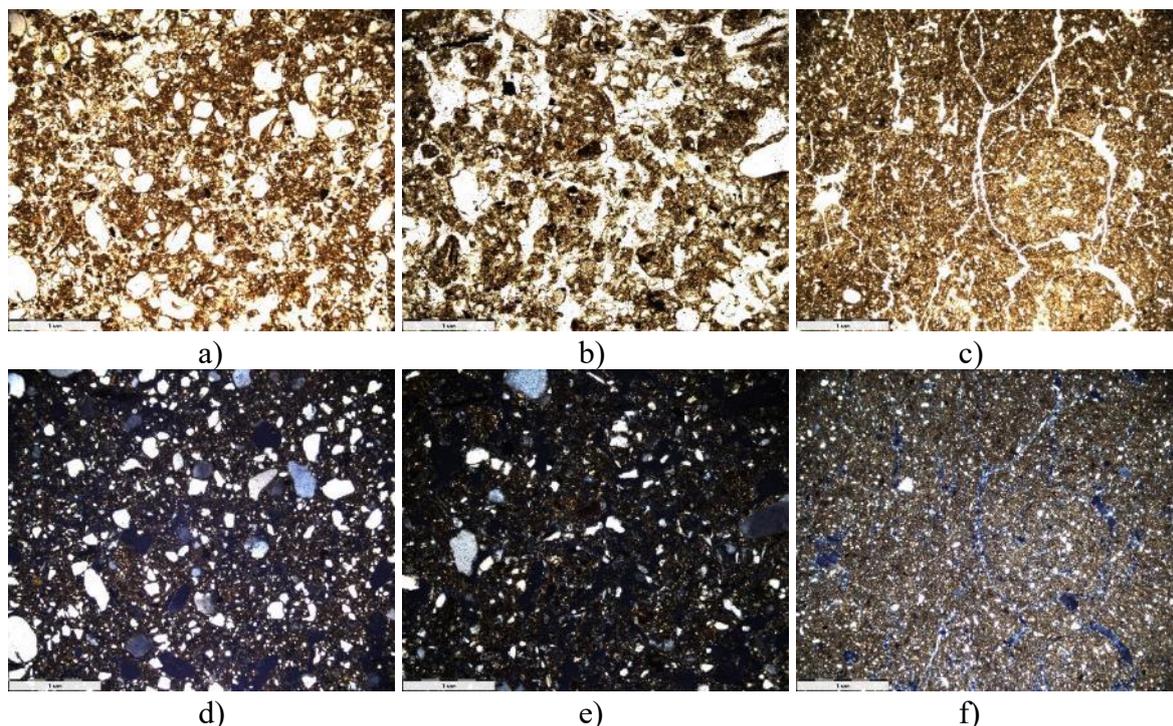


Рис. 2. Фото шлифов каштановой почвы: ВПМ пахотного горизонта РУ а), d); под залежью – ВПМ АЖ b), e); ВМК с), f)  $\times 40$ . Фото а-с) – без анализатора, d-f) – с анализатором. Масштабный отрезок 1 мм.

фракций  $<0,001$  мм незначительное –  $1,5\text{--}4,3\%$ . Из всех фракций преобладает фракция крупной пыли (фракции размерами  $0,01\text{--}0,05$  мм). Оба варианта каштановой почвы относятся к суглинку тяжелому. Содержание физической глины (фракции  $<0,01$  мм по всему профилю  $\sim 41\text{--}53\%$ . Содержание тонких фракций  $<1$  мкм  $4,91\text{--}8,71\%$ . Из всех фракций преобладает фракция крупной пыли (фракции размерами  $0,01\text{--}0,05$  мм). Гранулометрический состав почв в результате длительной распашки не изменился. Агрегатный состав в результате распашки изменился (табл. 2). В серой лесной почве распашка привела к увеличению глыбистости структуры и почва под пашней

перешла в другую градацию по сравнению с целинным аналогом. В каштановой почве распашка, наоборот способствовала снижению глыбистости структуры. Установлено снижение содержания водопрочных агрегатов в верхних гумусо-аккумулятивных горизонтах пашни. Верхние гумусо-аккумулятивные горизонты характеризуются наименьшими величинами общей удельной поверхности, что связано с высоким содержанием органического вещества в них (табл. 1). Наиболее ярко заметно влияние органического вещества на степень дисперсности почвенных частиц при определении величины внешней удельной поверхности по адсорбции паров азота. Вовлечение почвы в севооборот в нашем случае не привело к увеличению общей степени дисперсности почвы. Величина внешней удельной поверхности на пашне увеличилась в 1,5–2 раза. Что свидетельствует об изменении микроагрегированности почвенных частиц. Об этом же и свидетельствуют данные по величинам краевых углов смачивания. Почвенные частицы при длительной распашке характеризуются более низкими величинами углов смачивания по сравнению с их целинными аналогами.

Таблица 2

**Свойства структуры исследованных почв**

Тип землепользования	Горизонт, см	Сумма агрегатов (10-0,25 мм), %	Агрегаты >10мм, %	Оценка структуры
Серая лесная почва				
лес	АУ 1-15	61,6	20,8	отличное
пашня	Р 0-32	53,6	47,9	хорошая
Каштановая почва				
залежь	АЖ 1-15	49,2	39,68	неудовлетворительное
пашня	РУ 0-32	49,4	27,4	неудовлетворительное

Длительная распашка почв привела к изменениям как на мезо- так и на микроуровнях их организации: изменяется микроагрегированность частиц и гидрофильность поверхности твердой фазы почв.

Исследование проведено по темам НИР: «Физические основы экологических функций почв: технологии мониторинга, прогноза и управления» (№ 121040800146-3) и «Почвенные информационные системы и оптимизация использования почвенных ресурсов» (№ 121040800147-0).

Авторы статьи выражают огромную благодарность заведующей кафедрой физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ про-

фессору Умаровой Аминат Батальбиевне за предоставленную возможность провести исследования на Аналитическом комплексе Vapor100, Meso 222, 3P INSTRUMENTS.

### **Библиографические ссылки**

1. *Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А.* Методы исследования физических свойств почв и грунтов. М. : Изд-во Высшая школа, 1973. 399 с.

2. *Хайдапова Д. Д., Милановский Е. Ю., Тюгай З. Н., Бутылкина М. А., Шейн Е. В., Дембовецкий А. В.* Практикум по физике твердой фазы почв : учебное пособие. М. : Издательство ООО «Буки-Веди», 2022. ISBN 978-5-4465-3536-1. 132 с.

3. Методическое руководство по микроморфологии почв. Учеб. пособие / Под ред. Г. В. Добровольского. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1983. 80 с.