



## МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ АГРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ<sup>1</sup>

**Н.С. Кухарук**  
**Ю.Г. Чендев**  
**А.Н. Петин**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85  
E-mail: Kухарuk@bsu.edu.ru;  
Chendev@bsu.edu.ru; Petin@bsu.edu.ru*

Изложены результаты исследований микростроения шлифов черноземов и серых лесных почв юга Центральной лесостепи. Выявлены микроморфологические особенности органического вещества почв при их агрогенной трансформации. Гумусовое состояние почв рассмотрено в контексте разных сроков распашки территорий.

Ключевые слова: микроморфология почв, гумус, органическое вещество почв, черноземы, серые лесные почвы, почвенные шлифы.

### Введение

Агрогенная трансформация почв представляет собой самый длительный и масштабный вид эволюции почвенного покрова под воздействием антропогенного фактора. В результате этого воздействия меняется общий уровень плодородия почв и, в частности, такой важный показатель, как содержание органического вещества. Почвы территорий Центральной лесостепи России, несмотря на длительный и интенсивный период сельскохозяйственного использования, исследованы лишь с точки зрения общих тенденций изменения во времени гумусового состояния. Методом, который позволяет идентифицировать изменения, происходящие в почвенной массе в ходе сельскохозяйственного использования, в частности вспашки почв, является микроморфологическое исследование [1, 2]. Изучение почвенных шлифов с ненарушенной структурой почв для всей суммы микроморфологических признаков дает возможность раскрыть многие детали динамики и эволюции почвообразования. В данной работе предпринята попытка изучить микростроение почв исследуемых территорий, с особым акцентом на их органическую составляющую. В задачи данной работы входило исследование шлифов почв, подготовленных в ходе изучения естественных и разновозрастных пахотных почв лесостепи Белгородской области в различных зональных обстановках лесостепи (широколиственно-лесных и лугово-степных). Кроме того, были рассмотрены черты сходства и отличий в характере агротехногенной эволюции органического вещества серых лесных почв и черноземов лесостепи на микроморфологическом уровне.

### Объекты и методы исследования

Объектом нашего исследования являются зональные почвы лесостепи Белгородской области (серые лесные почвы и черноземы) разных сроков земледельческого освоения и их аналоги, формирующиеся под естественной растительностью.

Нами была разработана концептуальная схема изучения поведения органического вещества в почвенном покрове агроландшафтов лесостепи, включающая проведение натурных исследований агрогенной трансформации органического вещества почв в различных зональных типах лесостепного ландшафта с использованием метода почвенных агрохронорядов. Этот метод основан на сравнительном анализе строения и свойств почвенных профилей на фоновых угодьях с естественной растительностью

<sup>1</sup> Работа выполнена по проекту № 2.1.1/9571 «Пространственно-временные особенности поведения органического вещества в почвенном покрове агроландшафтов на юге Центральной лесостепи» аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 годы)»



(0-момент агротехногенного почвообразования) и на пашнях, возникших в разное время. При выявлении ключевых участков исследования предпочтение отдавалось территориям с компактным размещением угодий с разновозрастными пашнями рядом с сохранившимся фрагментом угодья с естественным типом растительности.

Источниками для определения таких участков являлись одновременные крупномасштабные картографические материалы и, в первую очередь, планы периодов Генерального (конец XVIII века) и Специального (середина XIX века) межеваний Российской империи. Полевое исследование почв на выбранных ключевых участках подразумевало следующие виды работ: закладка почвенных разрезов; описание строения почвенных профилей; отбор почвенных монолитов на микроморфологический анализ.

Изучались закономерности пространственно-временных изменений качественного и количественного состава органического вещества в почвах пашни на ровных водоразделах или на очень пологих водораздельных склонах (крутизной до 2°), исключающих проявление поверхностной эрозии почв.

В работе используются результаты комплексных исследований агрогенной эволюции серых лесных почв на участках «Самарино», «Верхнеольшанский», «Казачья Лисица», а также черноземов на участках «Юрьевка» и «Жимолостное». Приведем краткую характеристику участков, при изучении почв которых были отобраны почвенные монолиты для подготовки шлифов с целью изучения микростроения почв.

Ключевой участок «Самарино» находится на границе лесостепной и степной зон Среднерусской возвышенности. К югу и юго-востоку от исследуемого участка обширные острова лесов больше не встречаются. Фоновые почвы были изучены в двух разрезах, заложенных под пологом коренного ясенево-дубового леса, который на протяжении последних столетий подвергался лишь выборочным рубкам деревьев. Фоновая почва была идентифицирована как серая лесная среднесуглинистая на карбонатном тяжелом суглинке. Также были заложены разрезы на пашне, возраст освоения которой составляет около 90 лет. На момент закладки разрезов поле засеяно вико-овсяной кормовой травосмесью. Почвы – пахотные темно-серые лесные поверхностно-глееватые тяжелосуглинистые на карбонатном тяжелом суглинке. Третья группа разрезов изучена на пашне, возраст освоения которой примерно равен 150 годам. На поле была произведена уборка посева, состоящего из травосмеси овса и ячменя. Почвы относятся к пахотным темно-серым лесным проградированным, переходным к черноземам выщелоченным, среднесуглинистым на карбонатном тяжелом суглинке.

Участок «Верхнеольшанский» в геоморфологическом отношении представляет собой пологий водораздельный склон восточной экспозиции крутизной 2°. Контуры пашен, возраста 80–130 лет и более 200 лет, компактно расположены вблизи сохранившегося участка леса. Фоновые почвы формируются под пологом ясенево-дубового леса с типичным лесным разнотравьем. По морфологическим признакам и физико-химическим показателям они относятся к фациальному подтипу темно-серых лесных умеренно промерзающих почв. На поле с возрастом распашки 90 лет почвы идентифицированы как пахотные темно-серые лесные поверхностно-глееватые. На старопашотном участке, который расположен к востоку и от леса, судя по описаниям почвенных разрезов и буровых колонок почв, распространены темно-серые лесные почвы, переходные к черноземам оподзоленным, а также черноземы оподзоленные.

Ключевой участок «Казачья Лисица» расположен в пределах типичной лесостепи, однако в более влажных климатических условиях по сравнению с выше описанными ключевыми участками. На участке, в пределах полностью лесопокрытой в прошлом территории, были исследованы почвы под лесом, на пашне возраста около 90 лет и на пашне с возрастом освоения 230 лет. Фоновый разрез заложен в дубово-ясеновом лесу. Фоновая почва относится к темно-серой лесной со вторым гумусовым горизонтом тяжелосуглинистой на среднем карбонатном лессовидном суглинке. Также были исследованы разрезы на водоразделе, который занят молодой пашней (возраста 90 лет) под плотным посевом яровой пшеницы. Почва в данном разрезе – пахотная темно-серая лесная тяжелосуглинистая на тяжелом карбонатном лессовидном суглинке. Старопашотный участок с возрастом земледельческого освоения 230 лет рас-



положен на том же поле севооборота, что и молодая пашня. Изученная на данном угодье, почва является черноземом оподзоленным среднемоощным, близким к маломощному, тяжелосуглинистым на тяжелом карбонатном лессовидном суглинке.

Ключевой участок «Юрьевка» находится в Губкинском районе Белгородской области к северу и северо-западу от окраины села Юрьевка. Исследуемые почвы относятся к черноземам лугово-степного генезиса. На целинном участке под лугово-степной злаково-разнотравной растительностью были изучены фоновые почвы, являющиеся черноземами типичными среднемоощными, близкими к мощным, среднесуглинистыми на лессовидном суглинке. На близко расположенном от целинного участка пашни со сроком освоения 16 лет были идентифицированы пахотные инварианты черноземов аналогичного классификационного статуса. Группа разрезов на пашне возраста 150 лет, занятой посевами озимой пшеницы, вскрыла почвы, которые были идентифицированы как агрочерноземы типичные, среднемоощные, среднесуглинистые, на лессовидном суглинке. Также разрезы располагались на пашне со сроком освоения около 230 лет, на поле с прошлогодними остатками подсолнечника. Изученная на данном угодье почва – агрочернозем типичный среднемоощный среднесуглинистый на лессовидном суглинке.

Участок «Жимолостное» расположен в Прохоровском районе Белгородской области, на северной окраине пос. Жимолостное. Здесь были исследованы никогда не пахавшиеся черноземы сенокоса-выгона и прилегающие к ним черноземы с возрастом освоения 33 года и 120–200 лет (средний возраст распашки принят в 150 лет) на поле одного севооборота. Целинная почва является черноземом оподзоленным среднесуглинистым. Длительное пребывание чернозема под лугово-разнотравной растительностью способствовало стиранию признаков лесного педогенеза. Поэтому изученная целинная почва идентифицирована как чернозем оподзоленный, проградирующий в выщелоченный. Почвы с возрастом освоения 33 года изучены восточнее мест исследования целинного аналога. Они относятся к пахотным черноземам оподзоленным среднемоощным, близким к мощным, среднесуглинистым. Более старопашотные черноземы с возрастом земледельческого освоения 150 лет однозначно идентифицированы как пахотные черноземы типичные среднемоощные среднесуглинистые.

Микроморфологическое состояние исследуемых почв определялось по методике описания прозрачных шлифов [2]. Для исследования почвенных шлифов использовался комплект оборудования для изучения микростроения почв, геологических пород и аэрозолей включающий микроскопный комплекс на базе поляризационного исследовательского микроскопа проходящего и отраженного света ЛабоПол-3 ИПО вариант 2. Микроскопирование образцов осуществлялось при увеличении 20× и 32×. При изучении шлифов использовалось специальное программное обеспечение «Микро-Анализ», которое позволило производить обработку изображения фотографий шлифов.

### Результаты и их обсуждение

Рассмотрим существующие представления об агрогенной трансформации лесостепных почв и выявим индикаторные показатели этих изменений. Преобладающими почвами на юге Центральной лесостепи являются черноземы и серые лесные почвы и, поскольку они выбраны в качестве объекта исследования, ограничимся их изучением.

Черноземы – основной компонент почвенного покрова, лесостепного юга Среднерусской возвышенности. Черноземы давно и интенсивно используются в земледелии [3, 4, 5 и др.]. Коэффициент земельного использования черноземов по Н.Н. Розову и М.Н. Строгановой составляет 0.74. Деграционные проявления в пахотных черноземах возникают преимущественно в результате воздействия двух групп процессов: эрозии и выпашанности [6, 7]. Важнейшими составляющими процессов, обуславивших выпашанность лесостепных черноземов, являются минерализация гумуса, гумусово-иллювиальный процесс и деграция физических показателей почв (плотности, агрегатного состава, влагоемкости, водопроницаемости, водопрочности агрегатов,



разрушения почвенной структуры) [6]. Пахотный слой черноземов теряет первоначальную структуру в течение сравнительно короткого времени – за 5–6 лет распашки, и главной причиной этого процесса является деградация их гумусного состояния, однако структура большинства старопашотных черноземов относится к нежесткому типу, т.е. обладает резервом восстановления утраченных свойств. Также проблема выпахивания (истощения, «утомления») почв рассматривается как: нарушение санитарного состояния почвы; нарушение баланса питательных веществ; ухудшение водно-воздушного режима; ухудшение систем обработки; утрата или угнетение полезной почвенной биоты [7].

При длительном земледельческом освоении подвержен трансформации и водный режим черноземов. «Как известно, зернистая структура естественных черноземов, характеризуясь высоким объемом внутриагрегатной порозности, обеспечивает этим почвам своеобразный иммунитет в отношении физического испарения и продуктивного расхода влаги. Агрогенно-преобразованный горизонт, лишенный этого защитного механизма, а также слоя «степного войлока», еще до начала вегетации культурной растительности теряет большую часть весенних запасов влаги» [4].

Гумусовый профиль пахотных черноземов претерпевает различные изменения по мощности, что определяется конкретными условиями формирования почв и их функционирования. При этом трансформируются и другие его морфогенетические свойства. Насыщенность серой окраски ослабевает (вследствие потерь гумуса), структура становится более «грубой» (с наличием комков и глыб), весьма часто возникает горизонт подплужной подошвы, плотность сложения в котором, достигает 1.6 г/см<sup>3</sup>, населенность почвенными организмами (особенно дождевыми червями) снижается.

Однако выявлено, что выраженность процессов деградации почв, вызванных вспашкой, варьирует. Так максимальной природной толерантностью к агротехногенным изменениям во времени обладает структура черноземов обыкновенных: более северные и южные подтипы деградируют значительно быстрее.

Многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что распашка черноземов всегда сопровождалась потерей органического вещества – одной из первопричин «выпахивания» почв. Эта черта, по-видимому, отличает черноземы от серых лесных почв, распространенных на лессовидных карбонатных суглинках, в которых (согласно нашим наблюдениям) по истечении примерно 100 лет распашки происходит смена деградационного тренда стадией улучшения гумусного состояния почв [8]. При смене целины пашней происходит изменение не только количественных показателей гумусного состояния черноземов, – меняются его качественный состав, условия и процессы трансформации органического вещества. На целине значительную роль в процессе переработки органических веществ играют почвенные беспозвоночные. В пахотных же почвах переработка основной массы органических остатков производится почти исключительно микроорганизмами. Гумусовые вещества почвенных растворов в целинных черноземах круглый год находятся в анионной форме, под пашней же – в теплую половину года – в форме катионов, а осенью и ранней весной – в форме анионов. В пахотных черноземах доля лабильного гумуса снижается за счет активного использования его резервов сельскохозяйственными культурами и выноса вниз по профилю. Происходит относительное накопление гуминовых кислот, связанных с кальцием, расширяется отношение С<sub>гк</sub> : С<sub>фк</sub>. При длительном использовании черноземов происходят изменения периода биологической активности и связанного с ним гумусного состояния [5]. Авторы отмечают заметный вклад нисходящей миграции гумуса в формирование качественно нового гумусового статуса пахотных черноземов, одной из особенностей которого является накопление органического вещества в средней части почвенного профиля. Данный процесс особенно ярко проявляется на начальных стадиях распашки черноземов. Содержание гумуса в глубинных горизонтах часто превышает его содержание в горизонте А1: особенно выделяются подгоризонты В1 и В2. Выявлено прогрессирующее подкисление черноземов пашни, вследствие выноса оснований с урожаем, применения физиологически кислых минеральных удобрений, выпадения кислотных атмосферных осадков. Распашка черноземов также сопровождается их подкислением, при окислении органического вещества с образова-



нием нелетучих органических кислот, и в результате более интенсивных окислительных процессов, чем в целинных почвах. Также отмечена тенденция снижения емкости катионного обмена в пахотных горизонтах черноземов вследствие уменьшения содержания органического вещества и илистой фракции. По мнению современных авторов [9], распашка черноземов приводит не только к разбалансировке биологических процессов, но и, соответственно, к дегумификации и иницированию водной эрозии. Эрозионные потери гумуса пахотными почвами могут быть весьма значительными [10]. Согласно расчетам, из всего смытого с почвенным материалом органического углерода примерно 70% его аккумулируется в местных понижениях рельефа, около 20% поступает в атмосферу в виде  $\text{CO}_2$  и 10% выносится в аквальные системы.

Рассмотрим подробнее эволюционную трансформацию серых лесных почв под влиянием антропогенных факторов. На территории типичной лесостепи сравнительный анализ целинных серых и темно-серых лесных почв и их аналогов на разновозрастных пашнях позволил сделать вывод о проградации пахотных серых лесных почв в черноземы. Однако исследованиями, проведенными на территории северной лесостепи, было установлено, что при длительности сельскохозяйственного использования 130–140 лет темно-серые лесные почвы не трансформировались в черноземы, в своих основных чертах сохраняя морфогенетический статус целинных почв. Отмечалось лишь увеличение содержания карбонатов и подщелачивание иллювиальной части профиля старопашотных почв, а также уменьшение содержания гумуса в зависимости от возраста распашки. Длительное сельскохозяйственное использование в районах распространения коричнево-бурых глин приводит к деградации темно-серых лесных почв в серые лесные, однако на карбонатных лессовидных суглинках и глинах темно-серые лесные почвы приобретает свойства выщелоченных и оподзоленных черноземов. Гумус в верхней части профиля почв в различных условиях может стать более фульватным либо гуматным в пахотных серых лесных почвах по сравнению с их целинными эквивалентами. При сведении лесов и распашке серых лесных почв происходит возрастание оптической плотности гуминовых кислот, что свидетельствует об усложнении строения молекул гуминовых кислот в связи с изменившимися условиями почвообразования [11]. В слабокультурных серых лесных почвах отмечается активизация процессов, свойственных пахотным дерново-подзолистым почвам: лессиваж и оглеение.

Изменения, происходящие в профилях пахотных серых лесных почв, характеризуются противоречивым набором процессов и свойств. По динамике некоторых параметров (увеличению мощности гумусовых горизонтов, ослаблению седоватости на гранях агрегатов, поднятию к поверхности карбонатов, подщелачиванию нижней части профилей, расширению отношения  $\text{C}_{\text{гк}} : \text{C}_{\text{фк}}$ ), можно говорить о сближении этих почв с черноземами. По другим тенденциям (усиление выщелачивания, возрастание подвижности гумуса, проявление лессиважа и оглеения, ухудшение структуры верхних горизонтов и их дегумификация) пахотные серые лесные почвы приобретают свойства более гумидных, северных типов почв.

Таким образом, агрогенная трансформация затрагивает широкий спектр свойств почв и определенные изменения могут быть идентифицированы на уровне микростроения. На двух группах исследуемых ключевых участков почв – фоновых угодьях и пашне разных сроков земледельческого освоения – в ходе проведения полевых исследований были отобраны почвенные монолиты для изготовления шлифов. Общее количество изготовленных почвенных шлифов составило 86 штук. Отбор почвенных монолитов производился на широколиственно-лесных и лугово-степных ключевых участках изучения агрогенной трансформации во времени органического вещества почв: широколиственно-лесных участках лесостепи – «Верхнеольшанском», «Казачьей Лисице», «Самарино»; лугово-степных участках – «Жимолостное», «Юрьевка». Поскольку микроморфология органического вещества сводится к диагностике форм гумуса в верхнем горизонте и рассмотрению всей совокупности проявлений биогенного фактора в профиле почв, последовательно остановимся на этих аспектах, причем в качественных показателях.



Нами проанализированы фотографии изготовленных почвенных шлифов в соответствии с их принадлежностью к конкретным участкам агрохронорядов и к конкретным генетическим горизонтам почвенных профилей. В данной статье приведем рисунок, представляющий фотографии почвенных шлифов для серых лесных почв и черноземов (рис. 1).

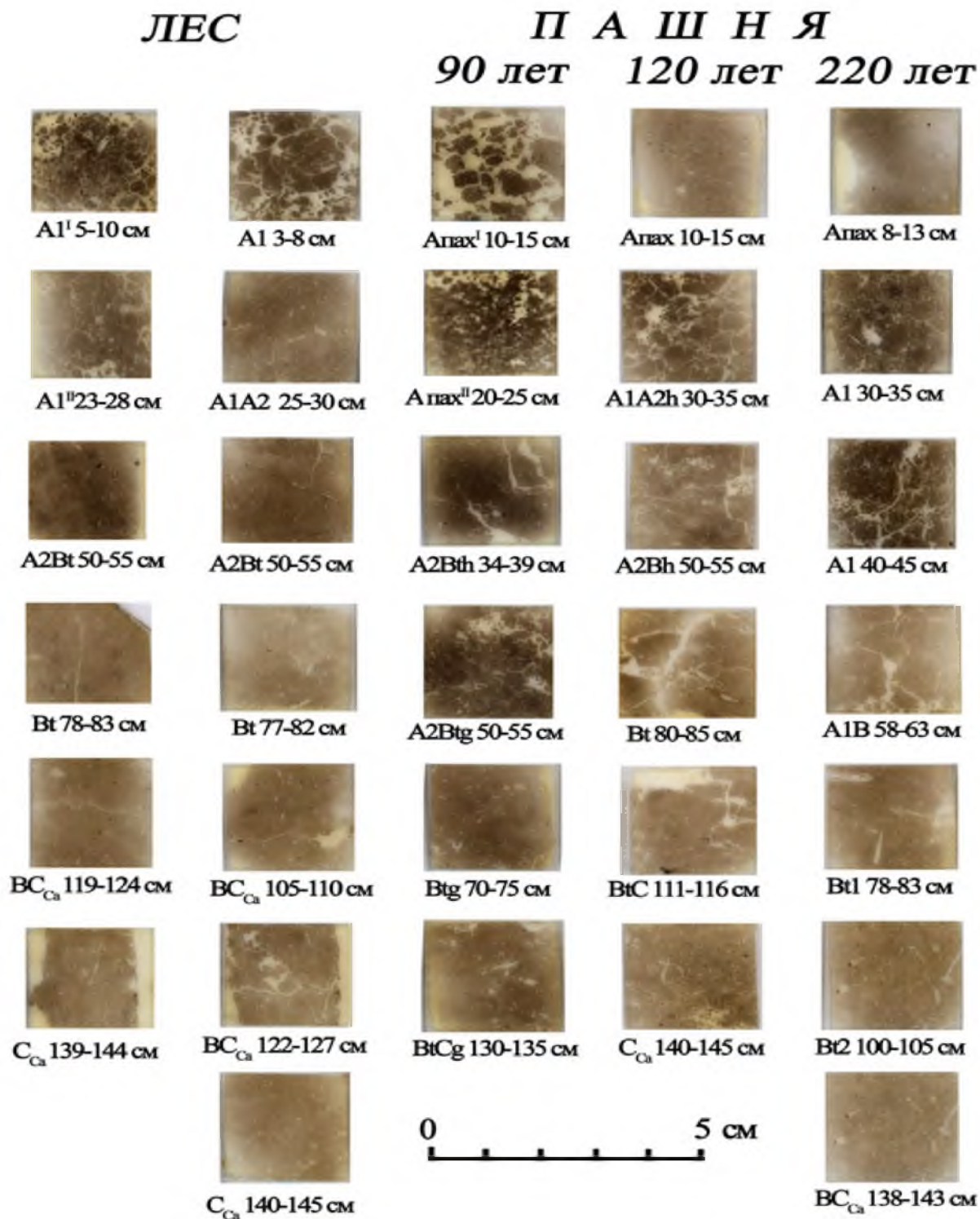


Рис. 1. Фотографии почвенных шлифов, отражающих микростроение почв, изученных на участке «Верхнеольшанский» (фотомонтаж Ю.Г. Чендева)



## ЦЕЛИНА

## ПАШНЯ

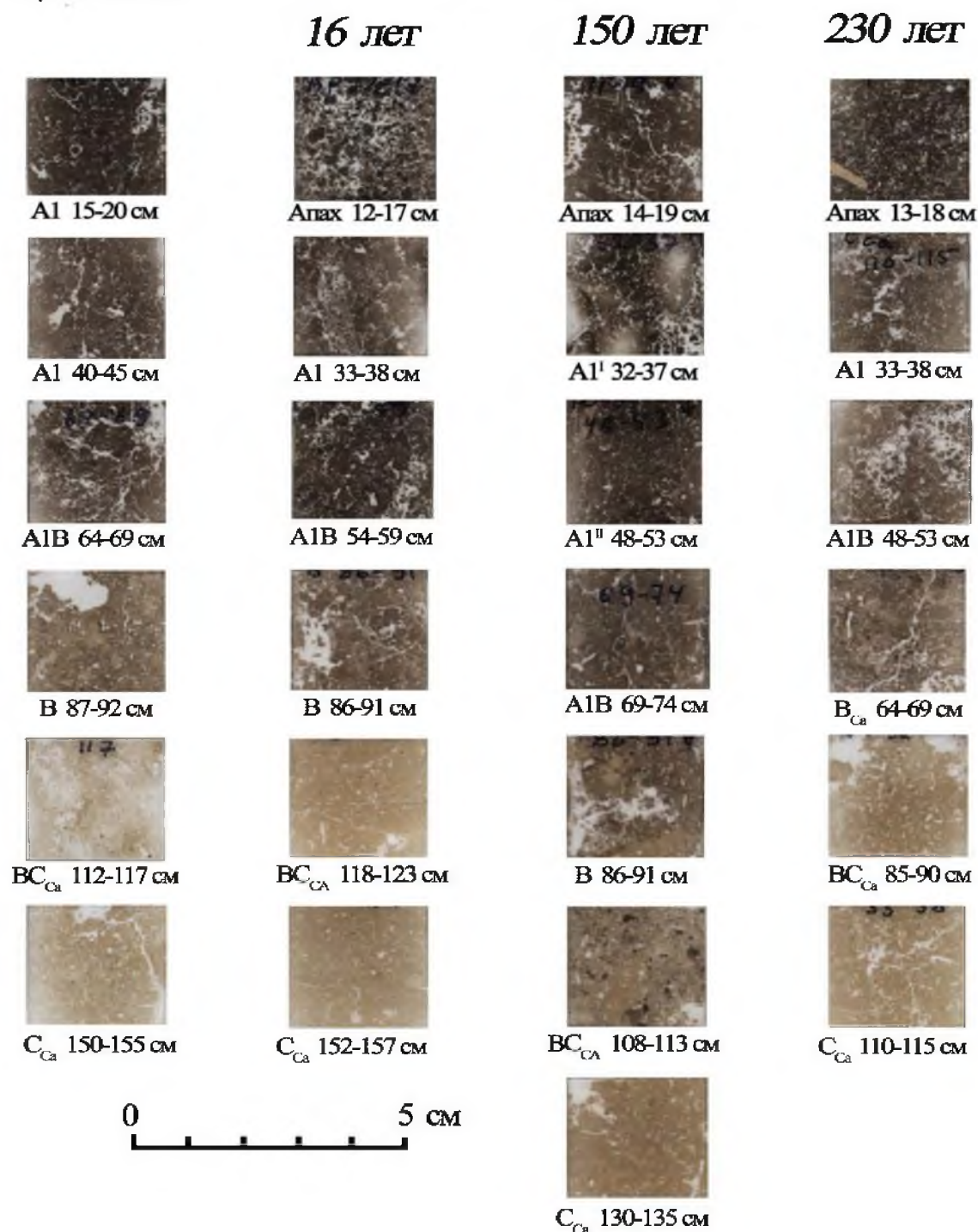


Рис. 1 (окончание). Фотографии почвенных шлифов, отражающих микростроение почв, изученных на участке «Юрьевка» (фотомонтаж Ю.Г. Чендева)

Некоторые выводы уже можно сделать исходя из характеристики общего вида почвенных шлифов даже при небольшом увеличении. В частности, выявляются особенности агрогенного изменения во времени почвенной структуры как индикатора содержания гумуса в верхней половине почвенных профилей: в агрохронорядях серых лесных почв имеет место тенденция улучшения структурного состояния подпахотной части почвенных профилей, а в агрохронорядях черноземов – ухудшение данного по-

казателя. Кроме того, в агрохронорядах черноземов обнаружено потемнение гумусово-глинистой плазмы в глубинных горизонтах при сравнении пахотных вариантов черноземов с их целинными аналогами. Данное наблюдение свидетельствует об усилении вертикального перемещения гумуса по профилю черноземов в пахотную стадию их развития в ходе активизации процессов иллювиирования органического вещества почв.

Для оценки различий органических компонентов исследуемых почв определялась одна из важнейших составляющих микроморфологических исследований органического вещества – форма гумуса. Под формой гумуса в узком, сугубо микроморфологическом понимании, подразумевается сочетание по профилю растительных остатков разной степени разложения, выделений почвенных животных, сопутствующей микрофлоры и особенно гумусовых кислот [1]. Характеристика форм гумуса, выявленных при микроскопировании почвенных шлифов с указанием степени выраженности признака, приведена в табл. 1. В соответствии с данными, отражающими формы гумуса в исследуемых шлифах почв, обнаружено, что агрогенные модификации как серых лесных, так и черноземных почв в верхних горизонтах, вследствие их перемещения при вспашке, могут содержать единичные элементы грубого гумуса в слабой степени трансформации и переходные формы гумуса. В целом серые лесные почвы при их вовлечении в распашку приобретают обогащенность зрелыми формами гумуса, а по черноземам тенденция противоположная – растет доля менее зрелого гумуса.

Поскольку традиционно выделяют три уровня организации органического материала почвы, различающиеся качественными характеристиками – тип органофилия; стратотип гумуса и морфотип гумуса – мы попытались охарактеризовать изучаемые почвы с этих позиций. Тип органофилия отражает направленность и особенности гумусонакопления предшествующих и современных стадий почвообразования. Он определяется профильными характеристиками органического вещества. В данном случае, в целом, профили почв могут быть отнесены к равномерно убывающим по содержанию органических компонентов. Стратотип гумуса характеризуется специфическим сочетанием морфотипов гумуса и определенной локализацией в пределах почвенного профиля. В исследуемых агрогенных почвах, относительно их природных аналогов, наблюдается перераспределение органического вещества вниз по почвенному профилю вследствие распашки. Максимум аккумуляции наблюдается в подпахотных горизонтах, и более длительный срок освоения этих почв позволяет визуализировать эти закономерности в шлифах при изучении почвенных профилей разных сроков освоения. Морфотип гумуса нами был диагностирован по набору агрогенных форм с однотипным морфологическим строением. Таким образом, в верхней части профилей почв преобладает аккумулятивный сгустковый морфотип гумуса; вниз по профилю возрастает доля колломорфно-иллювиального гумуса для агрогенных модификаций почв. По морфологии и составу компонентов морфотипы гумуса природных почв в большинстве случаев могут быть классифицированы как простые – это морфологически неделимые части органического вещества, представляющие собой сгустки колломорфного гумуса. Для агрогенных горизонтов почв характерны сложные морфотипы гумуса, включающие сложные морфологические компоненты, состоящие из нескольких составных единиц: органических экскрементов, растительных тканей, элементов зрелого гумуса и др.

Главные микроморфологические признаки, выявленные при изучении природных типичных черноземов (рис. 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13): высокая агрегированность гумусовых горизонтов; агрегаты по происхождению либо фитогенные, либо копрогенно-коагуляционные; порядковость агрегатов 3–5; органофильный профиль представлен изотропной плазмой, темно-серым тонкодисперсным гумусом, с наличием в профиле редких хорошо разложившихся органических остатков; в переходных горизонтах (A1B) плазма слабоанизотропная, гумусово-глинистая; карбонаты в иллювиально-карбонатном горизонте представлены микрокристаллическим кальцитом в различных формах; агрегированность горизонта карбонатами – средняя.





Таблица 1

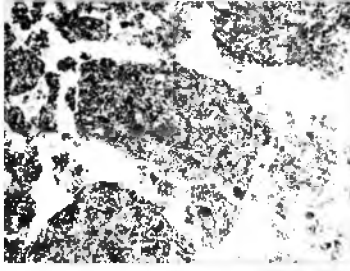

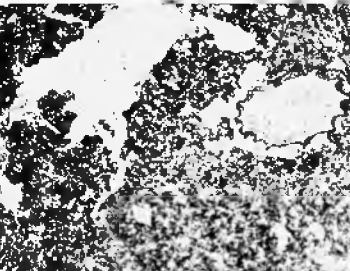
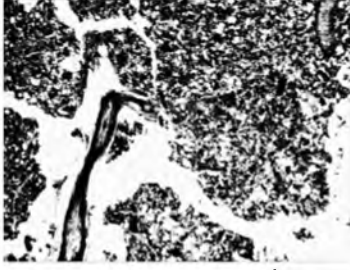
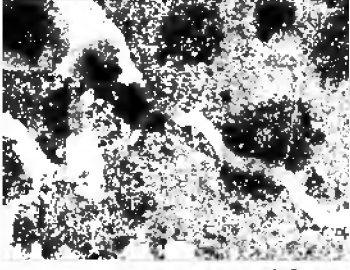
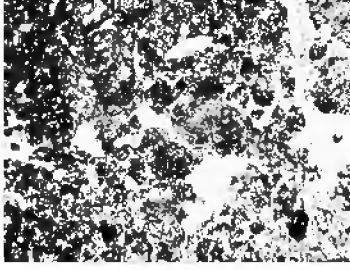
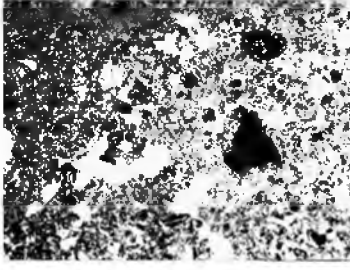
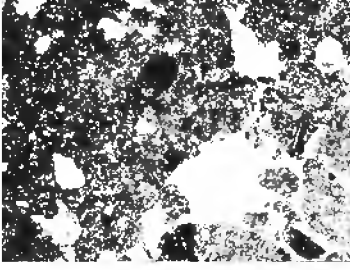
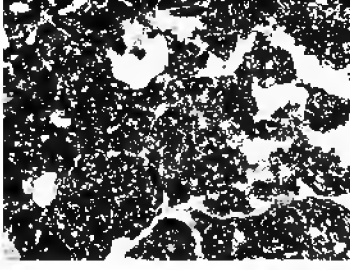
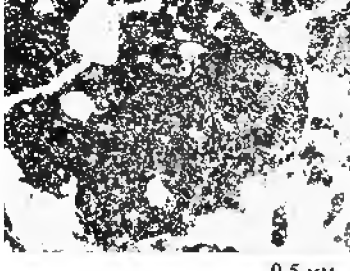
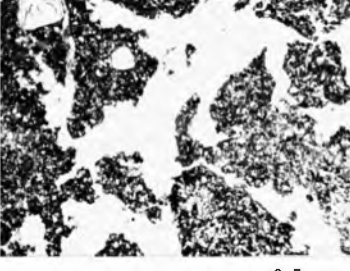
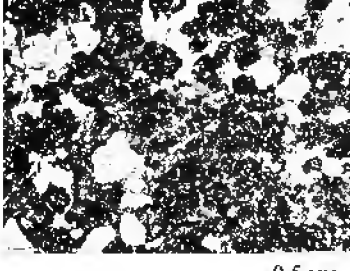
**Особенности форм гумуса верхних горизонтов природных черноземов  
и серых лесных почв и их агрогенных модификаций**

Название форм гумуса	Растительные остатки в гумусовом профиле		Почвенные беспозвоночные функции	Агрегированность	Связь с минеральной частью почвы	Степень выраженности признака			
	грубые	сильно разложившиеся				для серых лесных почв	для агрогенных серых лесных почв	для черноземов	для агрогенных черноземов
Гумус скелетный	максимальное количество, волнистые, слабо измельченные	нет	превращение свежих остатков в выбросы (в мягкие ткани)	нет	нет	-	-	-	-
Грубый гумус	преобладают незначительно измельченные, слабо разложившиеся	пятна бурой плазмы за счет мягких тканей и выбросов, коллоидные вещества только в выбросах	измельчение, частичная переработка, склеивание	единичные непрочные агрегаты	нет	-	+	-	+
Модер (переходная форма)	среднее содержание, частично волоконистые, средне разложившиеся	бурые коллоидные сгустки и хлопья	переработка тонко дисперсная	умеренная (копренное склеивание)	очень слабая механическая	++	+++	++	+++
Муллеподобный модер	незначительное количество; бурые, измельченные	только в выбросах	активная переработка, перемешивание	значительная, в том числе копренная	механическая при хорошей перемешанности	+++	++	++	++
Мулла	единичные мелкие	нет	активная переработка, агрегирование	сплошная за счет копролитов	глинисто-гумусовые комплексы	++	+++	+++	++

В пахотных черноземах признаки микростроения следующие: агрегированность гумусовых горизонтов средняя, агрегаты преимущественно агрогенные, порядковость агрегатов ниже 2–3; органопрофиль состоит из изотропной плазмы, преобладает серый тонкодисперсный гумус с наличием растительных остатков в разной степени разложения (слаборазложившиеся; средне- и сильноразложившиеся; углеподобные частицы); в переходных горизонтах наблюдается потемнение гумусово-глинистой плазмы (в результате агрогенно спровоцированного иллювиования гумуса), нижние горизонты по микростроению аналогичны фоновым почвам, поэтому перечисление этих свойств не целесообразно.

Одно из важных наблюдений состоит в том, что по мере увеличения возраста распашки происходит затухание интенсивности агрогенных изменений гумусово-глинистой плазмы черноземов. Например, отличия целинного чернозема и чернозема с 16-летним сроком распашки более существенны, чем, выявляемые различия между черноземами с возрастом распашки 150 и 230 лет (по объекту «Юрьевка»).

Рассмотрим особенности микроморфологических признаков серых лесных почв (рис. 5–9).

 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>
<p><i>Рис. 2.</i> А1 целинного чернозема на участке «Жимолостное»</p>	<p><i>Рис. 3.</i> А<sub>пах</sub> чернозема с возрастом освоения <b>33</b> года на участке «Жимолостное»</p>	<p><i>Рис. 4.</i> А<sub>пах</sub> чернозема с возрастом освоения <b>150</b> лет на участке «Жимолостное»</p>
 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>
<p><i>Рис. 5.</i> А1 темно-серой лесной почвы под лесом на участке «Казачья Лисица»</p>	<p><i>Рис. 6.</i> А<sub>пах</sub> темно-серой лесной почвы с возрастом освоения <b>90</b> лет на участке «Казачья Лисица»</p>	<p><i>Рис. 7.</i> А<sub>пах</sub> темно-серой лесной почвы с возрастом освоения <b>230</b> лет на участке «Казачья Лисица»</p>
 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>
<p><i>Рис. 8.</i> А1 серой лесной почвы под лесом на участке «Самарино»</p>	<p><i>Рис. 9.</i> А<sub>пах</sub> серой лесной почвы с возрастом освоения <b>150</b> лет на участке «Самарино»</p>	<p><i>Рис. 10.</i> А1 целинного чернозема на участке «Юрьевка»</p>
 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;">0,5 мм</p>
<p><i>Рис. 11.</i> А<sub>пах</sub> чернозема с возрастом освоения <b>16</b> лет - участок «Юрьевка»</p>	<p><i>Рис. 12.</i> А<sub>пах</sub> чернозема, возраст освоения <b>150</b> лет - участок «Юрьевка»</p>	<p><i>Рис. 13.</i> А<sub>пах</sub> чернозема, возраст освоения <b>230</b> лет - участок «Юрьевка»</p>

*Рис. 10–13.* Микроорганизация горизонтов А1 и А<sub>пах</sub> почв черноземов (увеличение 32×) (фото Н.С. Кухарук)



В гумусово-аккумулятивном горизонте отмечается наличие разнообразных растительных остатков, но в небольшом количестве, состав плазмы гумусово-глинистый, микроразнообразие по гумусу выражено слабо; в гумусово-аккумулятивно-элювиальном горизонте отмечается микроразнообразие по плазме разного состава, заметны микроразнообразия элювирования, мелкие, гумусово-глинистые и глинистые кутаны, тонкодисперсный гумус темный, неоднородно распределен, иллювиальный горизонт содержит глинистые и гумусово-глинистые кутаны, микростроение чешуйчато-волоконистое, карбонаты встречаются локально, мелкокристаллический кальцит, как правило, связан с порами. Агрогенные почвы серых лесных почв по тому же ключевому участку исследования приобретают следующие признаки микростроения: в гумусово-аккумулятивном горизонте отмечается наличие растительных остатков, но в значительной степени разложения, плазма темная со значительным участием гумуса, микроразнообразие по гумусу – заметная; в гумусово-аккумулятивно-элювиальном горизонте отмечаются темные гумусированные и редкие мелкие элювиальные микроразнообразия, по плазме разного состава, заметны микроразнообразия элювирования, мелкие, гумусово-глинистые и глинистые кутаны, тонкодисперсный гумус преобладает; иллювиальный горизонт содержит гумусово-глинистые кутаны, количество, которых уменьшается книзу, плазма слабоанизотропна, местами окарбоната, микро- и мелкокристаллические стяжения карбонатов. На основании проведенного микроморфологического исследования можно констатировать, что процессы лессиважа в пахотных почвах (на первых этапах распашки) происходят более интенсивно, чем в лесных аналогах. Наряду с этим, отмечено закономерное изменение качественного состава гумусово-глинистой плазмы верхних горизонтов от почв целинных к почвам старопахотным, что можно объяснить с позиций «созревания гумуса». Происходит сокращение микроразнообразия с бурокрашенной плазмой, возрастает доля тонкодисперсного гумуса, образуются черно-бурые комочки глинисто-гумусового состава.

### **Заключение**

На основе использования микроморфологической диагностики и сравнительного анализа микростроения органического вещества пахотных лесостепных почв были выявлены определенные закономерности, отражающие антропогенную трансформацию почв в почвенном покрове агроландшафтов Центральной лесостепи. В процессе длительного земледельческого освоения серых лесостепных почв и лесостепных черноземов, в их профилях на микроуровне происходят существенные изменения микростроения, вызванные дифференциацией признаков и процессов, затрагивающих как пахотный горизонт, так и более глуболежащие слои. Обнаруживается стадийность агрогенной эволюции гумусовых профилей лесостепных почв. По направленности изменений во времени, длительная распашка на ровных водоразделах изменяет свойства серых лесостепных почв и лесостепных черноземов в противоположных направлениях: серые лесные почвы улучшают свое качество и имеют тренд трансформации в черноземы, а лесостепные подтипы черноземов трансформируются в менее плодородные разности. В целом, распашка стимулирует гомогенизацию гумусового состояния почв лесостепи, первоначально представленной менее плодородными ареалами серых лесных почв и более плодородными ареалами черноземов.

Органическое вещество серых лесных почв и черноземов в результате агрогенной трансформации приобретает микроморфологические особенности, выражающиеся в однотипных проявлениях по трем уровням организации органического материала почвы, различающимся качественными характеристиками: тип органофилия, стратотип гумуса и морфотип гумуса, причем, чем более длительный период распашки, тем больше конвергенция микроморфологических признаков почв.

### Список литературы

1. Герасимова М.И., Губин С.В., Шоба С.А. Микроморфология почв природных зон СССР. – Пушино: ПНЦ РАН, 1992. – 214 с.
2. Парфенова Е.И., Ярилова Е.А. Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении. – М.: Наука, 1977. – 198 с.
3. Карпачевский, Л.О. Экологическое почвоведение. – М.: ГЕОС, 2005. – 337 с.
4. Лебедева И.И. Гидрологические профили миграционно-карбонатных (типичных) черноземов и агрочерноземов // Почвоведение. – 2002. – № 10– С. 1214–1223.
5. Русанов, А.М., Агишева С.Ю. Экологические условия гумусообразования черноземов Урала // Вестн. ОГУ. – 2009. – № 6 (100). – С. 597–600.
6. Природно-антропогенные геосистемы Центральной лесостепи Русской равнины. – М.: Наука, 1989. – 276 с.
7. Козловский, Ф.И., Чаплин В.А. Агродеградация черноземов // Степи Русской равнины: состояние, рационализация аграрного освоения. – М.: Наука, 1994. – С. 174–191.
8. Чендев Ю.Г. Агротехногенное изменение темно-серых лесных почв Центральной лесостепи за последние 200 лет // Почвоведение. – 1997. – № 1. – С. 10–21.
9. Эрозия и потери органического углерода почв при распашке склонов / А.Н. Геннадиев, А.П. Жидкин, др. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2010. – № 6. – С. 32–37.
10. Тишкина Э.В., Иванова Н.Н. Почвенный покров распаханых и целинных прибалочных склонов (Курская область) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2010. – № 6. – С. 73–79.
11. Ахтырцев Б.П., Щетинина А.С. Изменение серых лесных почв Среднерусской лесостепи в процессе сельскохозяйственного освоения. – Саранск, 1969. – 164 с.

## FEATURES MICROMORPHOLOGICAL ORGANIC MATTER AGROGENNOY IN TRANSFORMATION OF SOIL FOREST-STEPPE ZONE

**N.S. Kukharuk**  
**Yu.G. Chendev**  
**A.N. Petin**

*Belgorod State National Research University  
Victory St., 85, Belgorod, 3080015, Russia*

*E-mail: Kukharuk@bsu.edu.ru;  
Chendev@bsu.edu.ru; Petin@bsu.edu.ru*

The results of studies of the microstructure of thin chernozems and gray forest soils in south central steppe are set forth. Micromorphological features of soil organic matter under the agrogenic transformation are revealed.

Humus soil conditions are considered in the context of different periods of plowing up the areas.

Key words: micromorphology of soil, humus, organic matter soils, chernozem, gray forest soil, soil thin sections.