

УДК 631.48

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЛЕЖНЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПО ДАНЫМ МАГНИТНЫХ И СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Л. А. Фаттахова, А. А. Шинкарев, Л. Р. Косарева, Л. З. Ихсанова

Аннотация

Изучены магнитные свойства и цветовые характеристики послойных образцов из верхней части профилей залежных серых лесных почв. Проведена оценка возможности корректной диагностики нижней границы старопахотного горизонта по значениям хроматической составляющей цвета (тон, насыщенность) и магнитной восприимчивости. При достаточно большой мощности гумусового горизонта кислых сиаллитных профильно-дифференцированных почв и слабо выраженной дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу результаты определения тона и насыщенности послойных образцов в координатах CIELAB могут оказаться недостаточными для уверенной диагностики нижней границы старопахотного горизонта. Экспериментально показана возможность объективной и надежной диагностики границы перемешанной прошлыми вспашками части профиля залежной почвы с его подпахотной частью по излому на профильных кривых магнитной восприимчивости. Установлено, что селективное удаление органического вещества почв пероксидом водорода не оказывает влияния на профильную дифференциацию значений магнитной восприимчивости. Магнитные измерения являются полезным дополнением к спектрофотометрической оценке цветовых характеристик верхней части профилей залежных почв, поскольку они обеспечивают диагностику признаков постагрогенной дифференциации бывшего пахотного горизонта по магнитным свойствам.

Ключевые слова: залежная светло-серая лесная почва, залежная темно-серая лесная почва, магнитная восприимчивость, цветовые характеристики в координатах CIELAB, несиликатные соединения железа.

Введение и постановка задачи

На примере светло-серой лесной почвы была показана возможность определения нижней границы старопахотного горизонта в залежных кислых сиаллитных профильно-дифференцированных почвах по излому на профильных кривых значений хроматической составляющей цвета в цветовом пространстве CIELAB [1]. Физический смысл использования оптических характеристик заключался в оценке по ним изменения содержания в составе почвенной массы окрашенных соединений Fe на границе перемешанной прошлыми вспашками части профиля с его подпахотной частью.

Светло-серые лесные почвы по своим признакам и свойствам близки к дерново-подзолистым. В профиле почв этого подтипа серых лесных почв осо-

бенно сильно проявляется дифференциация валового химического состава по элювиально-иллювиальному типу. При отчетливо выраженном элювиально-иллювиальном распределении R_2O_3 в профиле и относительно небольшой мощности органогенных горизонтов формирование пахотного горизонта происходит путем их перемешивания и гомогенизации с материалом нижележащих минеральных горизонтов. Все это позволяет говорить о возможности использования в диагностических целях данных спектрофотометрических измерений цвета вполне очевидны. Однако в темно-серых лесных почвах, которые по свойствам близки к черноземам, мощность гумусового горизонта может достигать 40 см, при слабо выраженной дифференциации профиля по содержанию R_2O_3 . В этой ситуации результаты определения нижней границы старопашотного горизонта по цветовым характеристикам могут оказаться недостаточно однозначными, что обуславливает необходимость поиска других подходов к ее диагностике.

В последние два десятилетия, как за рубежом, так и в России широкое развитие получило изучение магнетизма окружающей среды, в том числе и магнитных характеристик почв [2–4]. Показатели магнитных характеристик, такие как магнитная восприимчивость, определяются в первую очередь содержанием в почвах соединений Fe, их фазовым составом и дисперсностью. Установлено, что магнитные свойства ряда зональных почв могут закономерно изменяться с глубиной, формируя магнитный профиль, который обнаруживает тесную связь с типом и выраженностью почвообразовательного процесса. Показано, что профили магнитной восприимчивости серых лесных почв могут представлять собой кривые как элювиально-иллювиального, так и аккумулятивного характера [2,5,6]. Отмечается, что из антропогенных процессов почвообразования наибольшее влияние на магнетизм оказывает образование пахотного горизонта, поскольку периодическая обработка верхней части профиля при земледелии ведет к выравниванию в нем показателей магнитных характеристик [2]. Поэтому магнитная восприимчивость серых лесных почв должна меняться на границе пахотного и подпахотного слоев.

Следует заметить, что изучение магнитных свойств залежных почв представляет и самостоятельный интерес. Считается, что кардинальное изменение характера почвообразования при выведении пахотных земель в залежь приводит к эволюции почв. Если климаксные стадии постагрогенных сукцессий вполне достижимы, а такие финальные стадии в геоботанической литературе фактически постулируются [7], то процесс восстановления исходной климаксной растительности должен быть сопряжен с обратимым возвращением почвы в первоначальное состояние.

Однако почвообразование не сводится только к процессам преобразования органических остатков в почвенный гумус, связывания его с минеральными поверхностями той или иной степени дисперсности, гумусонакопления и аккумуляции биофильных элементов, сопровождающихся образованием биогенных органо-аккумулятивных поверхностных горизонтов. Оно включает и медленную химическую трансформацию материнских пород, обусловленную протеканием ряда реакций, которые редко достигают химического равновесия.

Что касается собственно химического выветривания, то в большинстве почв главная роль отводится гидролизу: инконгруэнтному растворению минералов, таких как полевые шпаты, с образованием вторичных тонкодисперсных минералов и появлением катионов щелочных и щелочноземельных металлов в растворе [8]. Однако прямое и косвенное влияние живого вещества на процессы выветривания минералов при почвообразовании, опосредованное спецификой условий среды в ризосфере и в эктомикоризосфере и особенностями синергетического воздействия на минералы грибов, бактерий и высшей растительности, увеличивает скорость процессов выветривания на много порядков [9]. Для старопашотных почв с высокой степенью уверенности можно констатировать отсутствие тождества между компонентным и фазовым составами тонкодисперсных минеральных фаз на стадиях вовлечения целинной почвы в обработку и выведения пахотной почвы в залежь. Из этого со всей очевидностью вытекает, что утверждения о возможности самовосстановления почв до исходного ненарушенного состояния под естественно развивающимися растительными сукцессиями при выведении пахотных земель носят декларативный характер. Некогда гомогенный старопашотный слой, образовавшийся путем перемешивания материала различных горизонтов, следует рассматривать как литологически однородную почвообразующую породу для субпрофиля, формирующегося на ней в процессе сукцессионного восстановления экосистем. Поэтому изучение магнитных свойств верхней части профилей залежных почв целесообразно и в аспекте выявления тех или иных признаков постагрогенной дифференциации бывшего пахотного горизонта.

Цель работы – провести сравнительную оценку возможности корректной диагностики нижней границы старопашотного горизонта в залежных серых лесных почвах по цветовым характеристикам и магнитной восприимчивости послойных образцов и диагностики признаков постагрогенной дифференциации бывшего пахотного горизонта по магнитным свойствам.

1. Объекты и методы

Первый объект исследования – залежная (9-10 лет) темно-серая лесная среднесуглинистая почва на желто-буром бескарбонатном делювиальном среднем суглинке, подстилаемом древне-аллювиальными песками. Участок расположен в Лаишевском районе РТ (55°37' с.ш., 49°10' в.д.) на очень пологом склоне северо-восточной экспозиции. Залежная растительность представлена зарастающим кленом американским разнотравно-злаковым луговым фитоценозом при полном доминировании щучки дернистой, образующей кочки или плотные дернины. Второй объект – залежная (70–75 лет) светло-серая лесная легкосуглинистая почва на желто-буром бескарбонатном делювиальном тяжелом суглинке. Участок расположен в Камско-Устьинском административном районе РТ (55°11' с.ш. 49°17' в.д.) на очень пологом длинном склоне юго-восточной экспозиции. Залежная растительность представлена разнотравно-злаковым луговым фитоценозом, подвергавшимся ранее систематическому сенокосению, без признаков зарастания древесной растительностью [10].

Отбор образцов проводили в узлах гексагональной 7-ми точечной решетки с расстоянием от центрального узла решетки до периферических – 20 м. Образцы отбирали послойно через каждые 5 см на глубину до 35–45 см, включая дернину.

Предварительную пробоподготовку послойных почвенных образцов проводили согласно рекомендациям Международной организации по стандартизации [11]. Для удаления органического вещества (ОВ) образцы в течение 15–20 дней подвергались многократной обработке H_2O_2 (30%) при комнатной температуре. Последующие операции включали отделение осадка центрифугированием, его высушивание и гомогенизацию. Для измерения магнитной восприимчивости (χ) использовался измеритель магнитной восприимчивости фирмы Bartington MS2–В. Измерения каждого образца производили в двух режимах высоких и низких частот (0.460 кГц для χ_{lf} и 1.65 кГц для χ_{hf} , соответственно). Предварительно все образцы были измельчены в агатовой ступке. Проведена нормировка по массе проб. послойных образцов, растертых и пропущенных через сито с размером отверстий 0.5 мм, определяли на спектрофотометре X-RiteColor Digital Swatchbook DTP22 производства X-Rite, Inc. (программное обеспечение X-Rite ColorPoint 2.0.5). Спектры отражения регистрировали на спектрофотометре V–650 производства Jasco (программное обеспечение Spectra Manager II). Пробоподготовка состояла в измельчении и пропускании через сито с размером отверстий 0.1 мм. Выделение оксалорастворимых соединений Fe проводили, придерживаясь рекомендаций руководства для лабораторий США [12]. Экстракцию проводили в темноте, чтобы предотвратить фотохимическое восстановление Fe(III) и замедлить растворение окристаллизованных соединений железа. Железо определяли фотометрически с сульфосалициловой кислотой [13,14].

Обработку данных проводили с использованием пакета MS Excel. По критерию Шапиро-Уилка для уровня значимости $\alpha = 0.05$ экспериментально измеренные значения магнитной восприимчивости, координат Lab, разности коэффициентов отражения при 650 и 480 нм и показателей группового состава соединений железа характеризовались нормальным распределением во всех слоях 7-ми профилей двух залежных почв. Поэтому для оценки связи между показателями и их вариабельности использовали параметрические показатели.

2. Результаты и их обсуждение

Эксперименты с темно-серой лесной почвой моделируют жесткий вариант проверки возможностей диагностики нижней границы старопашотного горизонта по цветовым характеристикам послойных образцов без предварительного удаления из них ОВ. Анализ профилей по цветовым характеристикам (рис. 1) свидетельствует, что только в трех из них (№№ 1,3, и 6) можно уверенно связать расстояние от поверхности, на котором фиксируется излом кривых значений тона и насыщенности, с глубиной пахотного слоя. Для этих профильных кривых наблюдается излом в сторону увеличения значений координат а и b. Оценка различий при сопоставлении средних двух несвязных и неравных по численности выборок значений хроматической составляющей цвета до переги-

ба на кривых (включая точку излома) и после перегиба показывает значимую разницу между ними. Для тона и насыщенности значения t -критерия Стьюдента составляют 4.99 и 6.11 соответственно при критическом значении $t_{st} = 2.06$. Для профилей №№ 2,4,5 и 7 проявляется только слабо выраженная и статистически не значимая тенденция уменьшения значений цветовых характеристик с глубиной, начиная со слоя 20-25 см. Таким образом, цветовые характеристики послойных образцов в координатах Lab не обеспечивают однозначной диагностики нижней границы старопашотного горизонта залежной темно-серой лесной почвы. Можно лишь уверенно констатировать, что подвергавшаяся перепахиванию часть профиля подстилается как оставшейся его гумусово-элювиальной частью (в профилях №№ 2,5,4 и 7), так и оставшейся его иллювиальной частью (в профилях №№ 1,3,4 и 6).

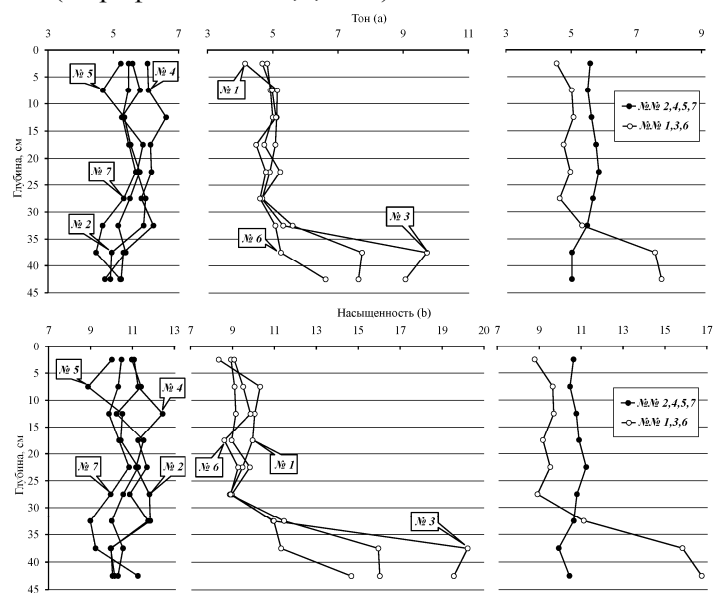


Рис. 1. Значения хроматической составляющей цвета в образцах из верхней части профилей залежной темно-серой лесной почвы как функция от глубины. Справа – средние профильные распределения

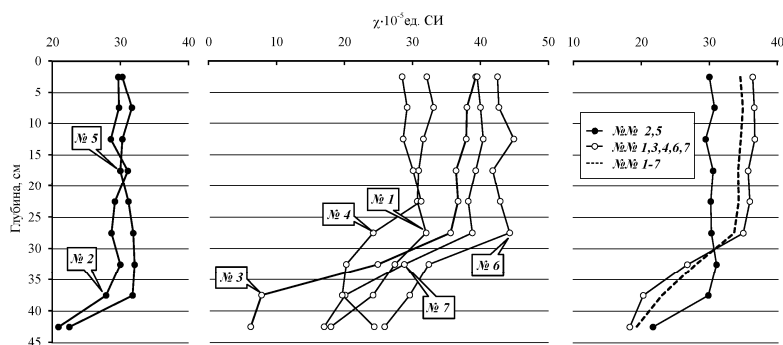


Рис. 2. Магнитная восприимчивость образцов из верхней части профилей залежной темно-серой лесной почвы как функция от глубины. Справа – средние профильные распределения

Графический анализ 7-ми профильных распределений магнитной восприимчивости показывает, что во всех случаях на кривых отчетливо фиксируется излом в сторону уменьшения величины показателя (рис. 2). Это может свидетельствовать о том, что целинная темно-серая лесная почва, скорее всего, характеризовалась аккумулятивным типом магнитного профиля. Расстояние от поверхности, на котором фиксируется излом кривых, сильно варьирует. В одном из профилей (№4) он наблюдается ниже слоя 20–25 см, в четырех профилях (№№1,3,6 и 7) – ниже слоя 25–30 см, а в двух профилях (№№2 и 5) перегиб на кривой отмечается в слое 35–40 см. На рис. 2 профильные кривые сгруппированы по глубине перегиба. Результаты t-теста независимых выборок значений χ_{lf} для профилей с пониженной и повышенной глубиной перегиба показывают значимую разницу между ними. Для профилей №№ 5 и 2 значение t-критерия Стьюдента составляет 4.28 при критическом значении $t_{st} = 2.12$. Для профилей №№ 1,3,4,6 и 7 значение t-критерия составляет 7.77 при критическом значении $t_{st} = 2.02$.

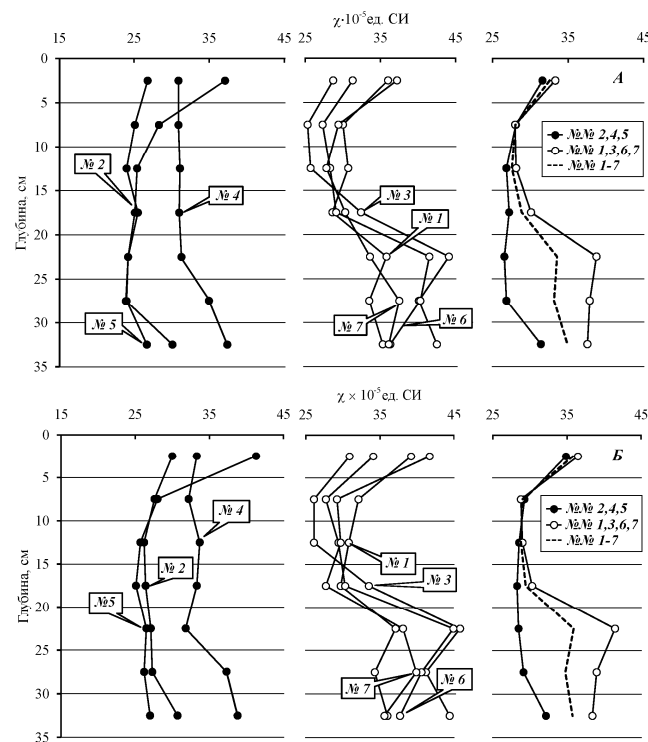


Рис. 3. Магнитная восприимчивость в образцах из верхней части профилей залежной светло-серой лесной почвы до (А) и после (Б) удаления органического вещества 30% H_2O_2 как функция от глубины. Справа – средние профильные распределения

Для светло-серой лесной залежной почвы ранее было установлено, что на исследованном участке мощность верхней части почвенной толщи, которую правомочно рассматривать как старопашотный горизонт (а, следовательно, и как почвообразующую породу для формирующегося на залежи субпрофиля), изменяется в достаточно широких пределах [1]. По цветовым характеристикам при шаге дискретности отбора послойных образцов 5 см она диагностируется

как мощность трех (профиль №3), четырех (профили №№1,6 и 7), пяти (профиль №4) и шести (профили №№2,4 и 5) слоев.

Графический анализ магнитных профилей (рис. 3А) показывает, что по виду они подобны профильным кривым значений координат тона и насыщенности, приведенным в работе [1]. Расстояния от поверхности, на которых фиксируется излом на профильных кривых магнитной восприимчивости и значений хроматической составляющей цвета, полностью соответствуют друг другу.

Расстояние от поверхности, на котором фиксируется излом на профильных кривых магнитной восприимчивости и значений хроматической составляющей цвета полностью соответствует друг другу. Так же, как и для значений координат a и b , оценка различий при сопоставлении средних для выборок значений χ_{lf} до и после перегиба на профильных кривых показывает значимую разницу между ними. При сравнении χ_{lf} для профилей №№1,3,6 и 7 значение t -критерия Стьюдента составляет 5.98 при критическом значении $t_{st} = 2.06$. Для профилей №№2,4 и 5 значение t -критерия составляет 2.09 при критическом значении $t_{st} = 2.09$. Установлено, что селективное удаление ОВ не оказывает влияния на профильную дифференциацию значений магнитной восприимчивости (рис. 3Б). Несколько повышенные абсолютные значения χ_{lf} в верхней части профилей обусловлены тем, что после обработки пероксидом водорода навеска состоит из минеральной матрицы, содержащей магнитные минералы, в отличие от органической составляющей.

Ниже старопашотного слоя значения χ_{lf} возрастают, следовательно, целинная почва имела элювиально-иллювиальный тип магнитного профиля. Магнитная восприимчивость почв отражает качественные и количественные характеристики содержащихся в них соединений Fe. Частично, информацию о таких характеристиках дают показатели группового состава соединений Fe, с которыми в свою очередь связаны и цветовые характеристики, определяемые спектрофотометрическими методами. В уже упомянутой работе [1] результаты корреляционного анализа показали сильную прямую корреляционную связь между значениями координат a и b в цветовом пространстве CIELAB для послонных образцов залежной светло серой лесной почвы и содержанием в них несиликатных форм Fe. Поэтому представляет интерес сопоставить магнитную восприимчивость послонных образцов с их цветовыми характеристиками.

На рис. 4 приведены спектры отражения в видимой области послонных образцов профиля с повышенной (№3) и пониженной (№4) границей старопашотного горизонта. На кривых отражения ясно выражен перегиб в интервале длин волн от 480–500 до 600–700 нм, причем различия между спектрами послонных образцов гораздо сильнее проявляются в профиле с меньшей мощностью старопашотного горизонта. Перегиб на кривых отражения принято связывать с присутствием несиликатных соединений Fe, и по разности коэффициентов отражения при 480 и 650 нм: $\Delta R = R_{650} - R_{480}$ – обычно судят об относительном содержании несиликатных соединений Fe [15].

Для интегральной характеристики цвета образцов в координатах Lab может быть использован индекс красноцветности, предложенный в работе [16], который рассчитывают по формуле:

$$R_{Lab} = a(a^2 + b^2)^{1/2} 10^{10} / bL^6,$$

где a – тон, b – насыщенность, L – светлота.

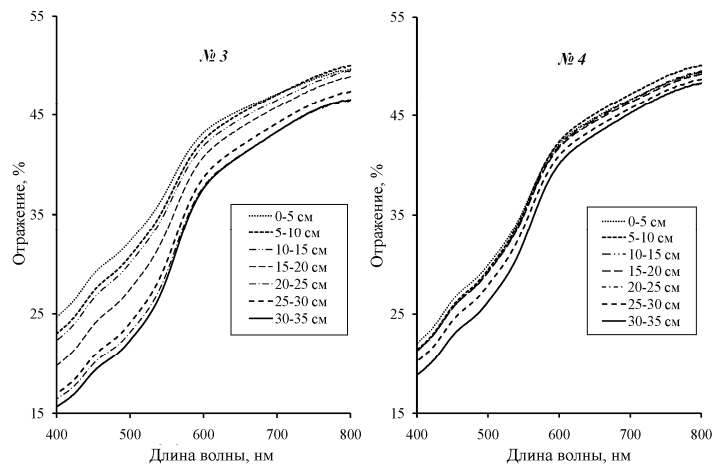


Рис. 4. Спектры отражения образцов из верхней части профилей залежной светло-серой лесной почвы после удаления органического вещества 30% H_2O_2

В гумусовых горизонтах почв темноокрашенные органические компоненты могут влиять на цветовые характеристики минеральных компонентов и в ряде случаев используют модифицированный критерий красноцветности, из которого исключена переменная координата светлоты [17]. Расчет ведут по формуле:

$$R(ab) = a(a^2 + b^2)^{1/2} 7b^6.$$

Табл. 1.

Корреляции между цветовыми характеристиками и магнитной восприимчивостью по-слойных образцов залежной светло-серой лесной почвы

	исходные образцы				
	Содержание несиликатных соединений Fe, мг/г	Тон (a)	Насыщенность (b)	Критерий красноцветности ($R(ab)$)	
Магнитная восприимчивость, $\chi \cdot 10^{-8}$ ед. СИ	0.785 ($\alpha=0.001$)	0.633 ($\alpha=0.001$)	0.547 ($\alpha=0.001$)	0.648 ($\alpha=0.001$)	
	после обработки пероксидом водорода				
	$\Delta R = R_{650} - R_{480}$	Тон (a)	Насыщенность (b)	Критерий красноцветности ($R(ab)$)	Индекс красноцветности (R_{lab})
Магнитная восприимчивость, $\chi \cdot 10^{-8}$ ед. СИ	0.508 ($\alpha=0.001$)	0.692 ($\alpha=0.001$)	0.651 ($\alpha=0.001$)	0.689 ($\alpha=0.001$)	0.714 ($\alpha=0.001$)

Результаты корреляционного анализа показывают сильную прямую связь между магнитной восприимчивостью образцов и содержанием в них несиликатных соединений Fe (табл. 1). В полном соответствии с обнаруженной ранее для тех же образцов тесной взаимосвязью между содержанием несиликатных соединений Fe и значениями координат Lab, результаты корреляционного анализа также показывают среднюю и сильную прямую корреляционную связь между магнитной восприимчивостью и цветовыми характеристиками (табл. 1). Таким образом, данные магнитных и спектрофотометрических измерений вполне согласуются между собой.

Отношение содержания оксалоторастворимых соединений Fe к содержанию соединений Fe экстрагируемых обработкой дитионит-цитрат-бикарбонатом при параллельной схеме экстракции (коэффициент Швертмана) принято использовать как характеристику доли «аморфных» и слабоокристаллизованных форм среди всех несиликатных соединений Fe [18]. Наличие сильной обратной связи на уровне значимости $\alpha = 0.001$ между магнитной восприимчивостью и значениями коэффициента Швертмана (рис. 5) можно расценивать как свидетельство определяющего вклада окристаллизованных соединений Fe в магнитные свойства верхней части профиля залежной светло-серой лесной почвы.

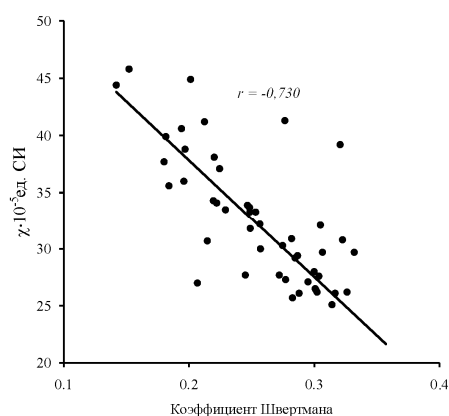


Рис. 5. Зависимость между магнитной восприимчивостью образцов и долей «аморфных» и слабоокристаллизованных форм среди всех несиликатных соединений Fe

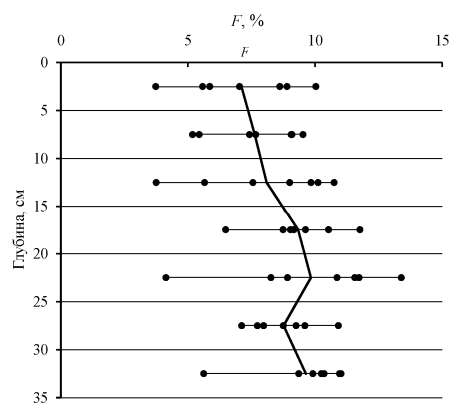


Рис. 6. Частотно-зависимая магнитная восприимчивость образцов из верхней части профилей залежной светло-серой лесной почвы как функция от глубины.

Отдельный вопрос – диагностика признаков постагрогенной дифференциации бывшего пахотного горизонта по данным магнитных измерений. После 9–10-ти лет пребывания темно-серой лесной почвы в залежи признаков формирования магнитного субпрофиля в старопахотном горизонте не обнаружено (рис. 2). В то же время в светло-серой лесной почве, находившейся в залежи 70–75 лет, кривые распределения магнитной восприимчивости в верхних трех-четырёх слоях имеют явно аккумулятивный характер (рис. 3). По формуле $F = (\chi_{lf} - \chi_{hf}) / \chi_{lf} 100\%$ был определен F -фактор, отражающий наличие ферримагнетиков в суперпарамагнитном состоянии. Полученные значения варьируют в пределах от 4% до 13%, что свидетельствует о наличии в магнитной фракции как

мелких, так и крупных зерен, однако статистически значимая вертикальная неоднородность старопахотного горизонта по F -фактору не проявляется (рис. 6). Что же касается магнитной восприимчивости, то результаты t -теста независимых выборок показывают значимую разницу χ_{lf} между верхним и следующими тремя слоями старопахотного горизонта (значение t -критерия Стьюдента составляет 3.20, при критическом значении $t_{st} = 2.06$). Однако следует заметить, что вопрос о генезисе магнетиков в почвах пока остается слишком дискуссионным, чтобы приписать формирующийся аккумулятивный магнитный субпрофиль только влиянию растительности и микроорганизмов, поскольку не исключена и возможность их техногенного поступления [2].

Заключение

Экспериментально показано, что при достаточно большой мощности гумусового горизонта кислых сиаллитных профильно-дифференцированных почв и слабо выраженной дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу результаты определения цветовых характеристик послойных образцов в координатах Lab могут оказаться недостаточными для однозначной диагностики нижней границы старопахотного горизонта. В то же время граница перемешанной прошлыми вспашками части профиля залежной темно-серой лесной почвы с его подпахотной частью может надежно определяться по излому на профильных кривых магнитной восприимчивости. Это можно расценивать как экспериментальное свидетельство принципиальной возможности использования данных магнитных измерений для определения нижней границы старопахотного слоя в залежных черноземах, характеризовавшихся до распашки аккумулятивным типом магнитного профиля. При отчетливо выраженном элювиально-иллювиальном распределении R_2O_3 в профиле и относительно небольшой мощности органогенных горизонтов почв, формирующихся в кислой среде при промывном водном режиме на сиаллитной переотложенной коре выветривания, для корректной оценки мощности пахотного слоя достаточно спектрофотометрических измерений. Тем не менее, магнитные измерения во всех случаях окажутся полезным дополнением к любой характеристике верхней части профилей залежных серых лесных почв, поскольку они обеспечивают диагностику признаков постагрогенной дифференциации бывшего пахотного горизонта по магнитным свойствам.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

Литература

1. Шинкарев А.А., Кузьмина К.И., Субботина М.Г., Низамова Д.Р. Диагностика нижней границы старопахотного горизонта в залежной светло-серой лесной почве // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2014. – Т. 156, кн. 4. – С. 60–69.
2. Бабанин В.Ф., Трухин В.И., Карпачевский Л.О., Иванов А.В., Морозов В.В. Магнетизм почв. – М.–Ярославль: ЯГТУ, 1995. – 222 с.

3. *Evans M.E., Heller F.* Environmental Magnetism: Principles and Applications of Environmental Magnetism. – San Diego: Acad. Press, 2003. – 311 p.
4. *Liu Q., Roberts A.P., Larrasoana J.C., Banerjee S.K., Guyodo Y., Tauxe L., Oldfield F.* Environmental magnetism: Principles and applications // *Rev. Geophys.* – 2012. – V. 50, No 4. – Art. RG4002, P. 1–50. – doi: 10.1029/2012RG000393.
5. *Бусоргина Н.А.* Магнитная восприимчивость почв Среднего Предуралья как генетический и диагностический их показатель: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – Уфа, 2002. – 23 с.
6. *Обыденнова Л.А.* Магнитная восприимчивость почв Среднего Предуралья как показатель агроэкологической оценки их свойств: Автореф. дис.... канд. биол. наук. – М., 2003. – 23 с.
7. *Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Т.* Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. – М.: ГЕОС, 2010. – 416 с.
8. *Retallack G.J.* Soils and global change in the carbon cycle over geological time // *Treatise on Geochemistry.* – 2003. – V. 5. – P. 581–605.
9. *Соколова Т.А.* Роль почвенной биоты в процессах выветривания минералов (обзор литературы) // *Почвоведение.* – 2011. – № 1. – С. 64–81.
10. *Гиниятуллин К.Г., Мухаметгалиева Г.Я., Латыпова А.И.* Применение различных подходов к репрезентативному пробоотбору при изучении гумусонакопления в залежных почвах // *Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки.* – 2013. – Т. 155, кн. 3. – С. 208–220.
11. ISO 11464. 1994. Soil Quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analysis. – 11 p.
12. *Soil survey laboratory methods manual* // Soil survey investigations report. – 2004. – Version 4.0. – № 42. – 700 p.
13. *Глебова Г.И.* Показатели и методы оценки группового (фракционного) состава соединений химических элементов в почвах // *Теория и практика химического анализа почв.* – М.: ГЕОС, 2006. – С. 248–309.
14. *Федорова Н.Н., Касаткина Г.А., Растворова О.Т.* Показатели и методы определения элементного состава минеральной части почв (валовой анализ) // *Теория и практика химического анализа почв.* – М.: ГЕОС, 2006. – С. 141–193.
15. *Физико-химические методы исследования почв* / Под. ред Н.Г. Зырина, Д.С. Орлова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 382 с.
16. *Barron V., Torrent J.* Use of the Kulbeka-Munk theory to study the influence of iron oxides on soil color // *J. Soil Science.* – 1986. – V. 37. – P. 499–510.
17. *Водяницкий Ю.Н., Шишов Л.Л.* Изучение некоторых почвенных процессов по цвету почв. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2004. – 85 с.
18. *Schwertmann U.* Occurrence and formation of iron oxides in various pedoenvironment // *Iron in soils and clay minerals.* – NATO. Dordrecht: Reidel. – 1988. – P. 267–308.

Поступила в редакцию
12.08.15

Фаттахова Лейсан Айдаровна – аспирант кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: L.a.fattakhova@yandex.com

Шинкарев Александр Александрович – доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: Ashinkar@mail.ru

Косарева Лина Раисовна – инженер-проектировщик кафедры геофизики и геоинформационных технологий, НИЛ «Лаборатория палеоэкологии, палеоклиматологии, палеомагнетизма», Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: Lina.kosareva@mail.ru

Ихсанова Лейсан Заудатовна – студент кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: L.Ikhsanova@mail.ru

THE CHARACTERISTIC OF FALLOW GREY FOREST SOILS ACCORDING TO MAGNETIC AND SPECTROPHOTOMETRIC MEASUREMENTS

L.A. Fattakhova, A.A. Shinkarev, L.R. Kosareva, L.Z. Ikhsanova

Abstract

Magnetic properties and color characteristics of layerwise samples from the upper part of fallow grey forest soils profiles are studied. The estimation of possibility to objectively and reliably diagnose the lower boundary of the old-arable horizon has been carried out by determining the chromatic components (hue, saturation) and magnetic susceptibility. It has been shown that spectrophotometric measurements of hue and saturation of layerwise samples of dark grey forest soils in coordinates CIELAB can be insufficient for correct diagnose the lower boundary of the old-arable horizon. The possibility to reliably diagnose the lower boundary of the old-arable horizon in fallow dark grey forest soils has been demonstrated experimentally by determining the magnetic susceptibility of their layerwise samples. The boundary is defined by an inflection point on the profile curves of magnetic susceptibility. It has been established that selective removal of soil organic matter by hydrogen peroxide does not influence on magnetic susceptibility distribution as a function of soil depth. Magnetic measurements are useful addition to the spectrophotometric evaluation of the color characteristics of profile upper part of fallow soils. They provide a feature diagnostic of postagrogenic differentiation of the former arable horizon by the magnetic properties.

Key words: fallow light-grey forest soil, fallow dark-grey forest soil, magnetic susceptibility, CIELAB chromaticity coordinates, non-silicate compounds of Fe.