

УДК 631.4

**ТЕКСТУРНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ  
СТАРОПАХОТНЫХ ГОРИЗОНТОВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ  
ЗАЛЕЖНЫХ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ***К.Г. Гиниятуллин, М.Р. Хузиева, Р.В. Окунев, Е.В. Смирнова***Аннотация**

Изучена дифференциация старопахотных горизонтов залежных разновозрастных (70–75 лет и 2 года) светло-серых лесных почв по содержанию физической глины и ила, а также по валовому содержанию некоторых порообразующих элементов. Показано, что при применении традиционного метода определения содержания гранулометрических фракций с использованием пирофосфата натрия для дезагрегации почвенных частиц текстурная дифференциация не проявляется из-за маскирующего влияния новообразованного под залежами органического вещества. Применение методов определения тонкодисперсных гранулометрических фракций, предусматривающих жесткое удаление почвенного органического вещества обработкой пероксидом водорода, позволяет отследить закономерное статистически значимое увеличение содержания тонкодисперсных фракций гранулометрического состава в нижней части старопахотного горизонта за счет уменьшения в верхней. Текстурной дифференциации старопахотного горизонта по гранулометрическому составу соответствует изменение его элементного валового состава. На основе полученных результатов сделан вывод о том, что при переходе пахотных почв в залежное состояние процесс суспензионного переноса тонкодисперсных минеральных частиц (известный для пахотных почв под термином «агролессиваж») продолжается в течение достаточно длительного времени, что приводит к существенной дифференциации старопахотного горизонта, которое углубляется с возрастом залежи.

**Ключевые слова:** залежные светло-серые лесные почвы, гранулометрический состав, валовый элементный состав, текстурная дифференциация.

**Введение**

Изменение гранулометрического состава (ГМС) профиля почвы в ходе агрогенеза (часто определяемое термином «агролессиваж») относят к числу важных, но в то же время трудно регистрируемых процессов динамики пахотных почв в гумидной зоне. Агролессиваж может протекать как в форме формирования непосредственно под горизонтом  $A_{\text{пах}}$  горизонта  $A_2$  [1], так и в форме выноса илистого материала из пахотного горизонта в нижележащие слои. Последнее может приводить к достаточно интенсивному обеззеливанию пахотного горизонта [2], что приводит к существенному изменению его минералогического и вещественного состава.

При исследовании агрогенной эволюции почв наряду с прямыми методами все более широко используются методы топорядов, которые предполагают нахождение на определенной территории участков с различными стадиями эволюции почвенного покрова и их детальное изучение, в том числе с учетом

их пространственной неоднородности [1, 3]. Применение такого подхода может оказаться информативным для изучения постагрогенной трансформации почв, в частности при исследовании эволюции старопахотных почв под влиянием залежной растительности. В отличие от агролессиважа, постагрогенный перенос тонкодисперсных фракций должен прежде всего проявляться через текстурную дифференциацию старопахотного горизонта. Однако необходимо учитывать, что процесс суспензионного переноса илистого материала, если он на самом деле происходит в пределах старопахотного горизонта залежных почв, может не диагностироваться из-за вторичного накопления гумуса в его верхней части [4, 5] или формирования горизонта оподзоливания в нижней [6]. Следовательно, изучение процессов постагрогенного лессиважа требует использования специальных методов пробоотбора, позволяющих объективно оценить исходную пространственную вариабельность ГМС старопахотных горизонтов, и методов анализа, позволяющих избавиться от влияния новообразованного гумуса на результаты оценки ГМС.

Цель настоящей работы – исследование постагрогенной текстурной дифференциации старопахотных горизонтов на примере изучения разновозрастных залежных светло-серых лесных почв.

### 1. Объекты и методы

Объекты исследования – сопряженные участки залежных разновозрастных (2 года и 70–75 лет) светло-серых лесных легкосуглинистых среднемощных почв, расположенные в Камско-Устьинском районе Республики Татарстан. Участки приурочены к одному элементу рельефа – слабополомому склону юго-восточной экспозиции. Молодая залежь находится в пионерной стадии зарастания сорняками. Залежь 70–75-летнего возраста представлена стабильным разнотравно-злаковым луговым фитоценозом. Образцы из старопахотного горизонта отбирались послойно (через 5 см) на глубину до 20 см специальным буром из трех точек отбора, приуроченных к трем противоположным узлам гексагональных систематических решеток, заложенных на каждом залежном участке. В образцах определяли содержание фракций физической глины ( $< 0.01$  мм) и ила ( $< 0.001$  мм) традиционным пипеточным методом с применением пирофосфата натрия [7] и методом, соответствующим аналитическому стандарту X 31-107, разработанному в 1983 г. и описанному в работе [8], который предусматривает жесткое удаление органического вещества длительной обработкой пероксидом водорода. Определение содержания тонкодисперсных фракций ГМС проводили в двукратной повторности. Содержание органического углерода определяли по методу Тюрина, общего азота – фотометрически с реактивом Несслера [9]. Определение содержания отдельных элементов минеральной части почв проводили в экстрактах, полученных после сплавления почвы с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Содержание кремнезема и полуторных окислов определяли гравиметрическим методом. Содержание железа и марганца определяли на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst 200 (Perkin Elmer, США) в пламени ацетилен – воздух. Смешанные образцы для валового элементного анализа готовили в лабораторных условиях методом квартования воздушно-сухих послойных образцов (3 шт.), которые использовались для определения содержания

физической глины и ила. Для оценки результатов исследований проводили двухфакторный дисперсионный анализ в соответствии с методическими рекомендациями Мешалкиной и Самсоновой [10]. Расчеты и статистическую обработку данных проводили с применением пакетов MS Excel и STATISTICA 6.0.

## 2. Результаты и их обсуждение

На рис. 1 представлено изменение содержания физической глины и ила в зависимости от глубины отбора образцов из старопашотных горизонтов разновозрастных залежных почв. Результаты определения тонкодисперсных фракций ГМС пирофосфатным методом пересчитывали на абсолютно сухую навеску. На графике наблюдается достаточно равномерное содержание тонкодисперсных фракций, практически не зависящее от глубины отбора образцов. Тренды носят разнонаправленный характер. Результаты анализа могут трактоваться как отсутствие сколь-либо заметной дифференциации почвенного материала в пределах старопашотного горизонта по содержанию тонкодисперсных фракций ГМС.

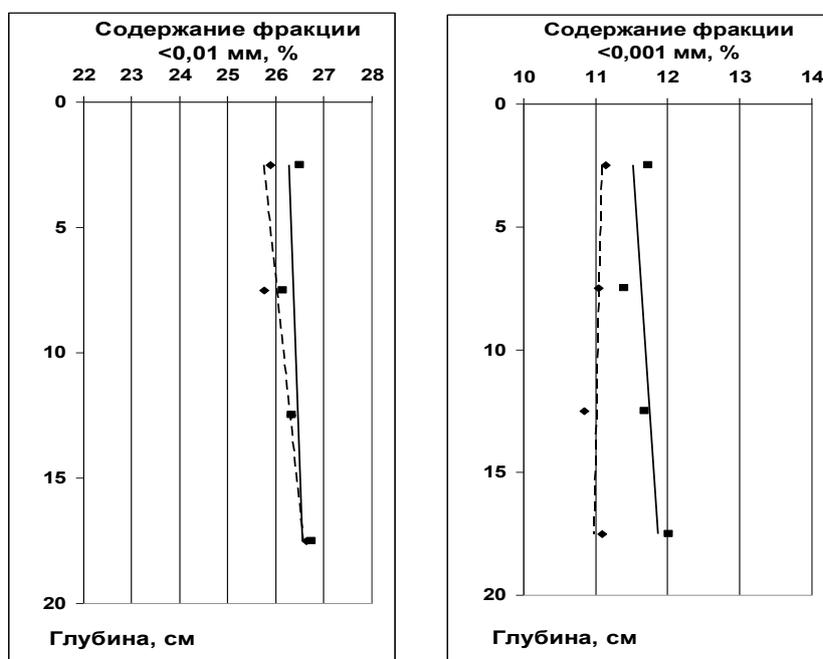


Рис. 1. Зависимость содержания фракций физической глины и ила в разновозрастных (◆ – залежь 70–75 лет, ■ – залежь 2 года) светло-серых лесных почвах от глубины отбора образцов из  $A_{\text{старопаш}}$ . Определение фракций ГМС проведено пирофосфатным методом с пересчетом содержания на абсолютно сухую навеску

На рис. 2 представлено содержание физической глины и ила в послойных образцах, отобранных из  $A_{\text{старопаш}}$ , определенное по методике, описанной в работе [8]. Результаты определения тонкодисперсных фракций ГМС пересчитаны также на абсолютно сухую навеску.

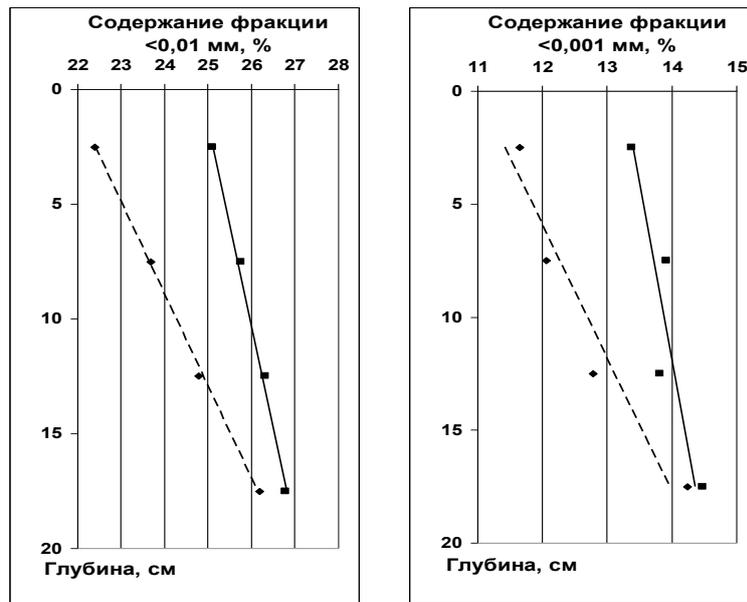


Рис. 2. Зависимость содержания фракций физической глины и ила в разновозрастных (◆ – залежь 70–75 лет, ■ – залежь 2 года) светло-серых лесных почвах от глубины отбора образцов из  $A_{\text{старопах}}$ . Определение фракций ГМС проведено после сжигания ОВ  $H_2O_2$  с пересчетом содержания на абсолютно сухую навеску

Табл. 1

Содержание органического углерода, общего азота и отношение C/N в смешанных послойных образцах из старопахотных горизонтов разновозрастных залежных светло-серых лесных почв (средние значения из двух повторностей)

Глубина отбора образцов, см	Залежь 70–75 лет			Залежь 2 года		
	Общий углерод, %	Общий азот, %	C/N	Общий углерод, %	Общий азот, %	C/N
0–5	2.42	0.26	9.5	0.86	0.14	6.1
5–10	0.92	0.17	5.3	0.75	0.11	6.6
10–15	0.69	0.16	4.3	0.63	0.12	5.1
15–20	0.66	0.16	4.1	0.58	0.10	5.6

Из графика видно, что значения содержания физической глины и ила закономерно увеличиваются от верхнего слоя (0–5 см) к нижнему (15–20 см). В старой залежи обеднение верхней части старопахотного горизонта проявляется значительно сильнее, чем в молодой залежи. Данная закономерность характерна как для фракции физической глины, так и для ила. В целом результаты определения тонкодисперсных фракций ГМС после глубокого удаления ОВ из почвенных образцов жесткой обработкой пероксидом водорода, в отличие от результатов определения данных фракций с применением традиционного пирофосфатного метода пробоподготовки к анализу ГМС, свидетельствуют о суспензионном переносе дисперсного минерального материала в пределах пахотного горизонта под залежной растительностью.

В табл. 1 представлена общая характеристика ОВ в послойных образцах, отобранных из старопахотных горизонтов изучаемых залежных почв.

Анализ данных показывает, что в верхней части старопашотного горизонта содержание органического углерода и общего азота значительно выше, чем в нижних слоях, особенно в старой залежи. Отношение C/N в верхних слоях также существенно выше. Для 75-летней залежи отношение C/N в слое 0–5 см в два с лишним раза выше, чем в слое 15–20 см. Известно, что низкое содержание азота характерно для детритной (грубой) фракции гумуса [11], накопление которой под залежами происходит в основном в верхней части старопашотного горизонта [12]. Полученные результаты показывают, что в старопашотном горизонте под залежной растительностью идет значительное, но неравномерное накопление гумуса, которое отличается по своему качественному составу, что не может не сказаться на результатах анализа ГМС. Поэтому для получения более реалистичных данных о текстурной дифференциации минерального материала старопашотных горизонтов содержание фракций физической глины и ила в послойных образцах, полученное по методу, описанному в работе [8], пересчитывали с помощью поправочных коэффициентов на абсолютно сухую навеску с учетом потери от обработки  $H_2O_2$ . Расчет на навеску с учетом удаления ОВ и гигроскопической влаги является общепринятым и используется в ряде европейских стандартов [13, 14]. Для получения поправочных коэффициентов параллельные навески почв обрабатывались пероксидом водорода, так же как и в оригинальной методике. Остаток после сжигания ОВ переносили в тарированные центрифужные стаканы, отделяли от раствора  $H_2O_2$  центрифугированием, промывали дистиллированной водой, высушивали при температуре 105 °С и определяли потерю в навеске ОВ и гигроскопической влаги.

На рис. 3 представлено содержание физической глины и ила в послойных образцах, отобранных из  $A_{\text{старопаш}}$ , пересчитанное на абсолютно сухую навеску и с учетом потери от обработки  $H_2O_2$ . Из графика видно, что пересчитанные значения содержания физической глины и ила в образцах несколько увеличились, прежде всего в старой залежи, где наблюдается максимальная дифференциация старопашотного горизонта по содержанию ОВ. Увеличение содержания тонкодисперсных фракций ГМС с глубиной отбора послойных образцов стало несколько меньше, но общая тенденция перераспределения тонкодисперсных минеральных частиц в  $A_{\text{старопаш}}$  сохранилась.

Для оценки значимости выявленных закономерностей, представленных на рис. 3, выборки оценивались как двухфакторные дисперсионные комплексы отдельно по содержанию физической глины и ила. Первый фактор характеризовал глубину отбора образца (4 градации: 0–5 см, 5–10 см, 10–15 см, 15–20 см), второй – горизонтальную пространственную неоднородность (3 градации по 3 точкам пространственного отбора образцов). Общий объем выборки каждого из дисперсионных комплексов с учетом двукратной повторности анализов составил  $N = 24$ . Дисперсионный анализ (табл. 2) показал статистически значимую (при заданном уровне значимости, равном 0.05) горизонтальную неоднородность старопашотного горизонта по содержанию фракций физической глины и ила, которая проявляется на разновозрастных залежных участках, что свидетельствует о значительной пространственной неоднородности обоих участков по ГМС.

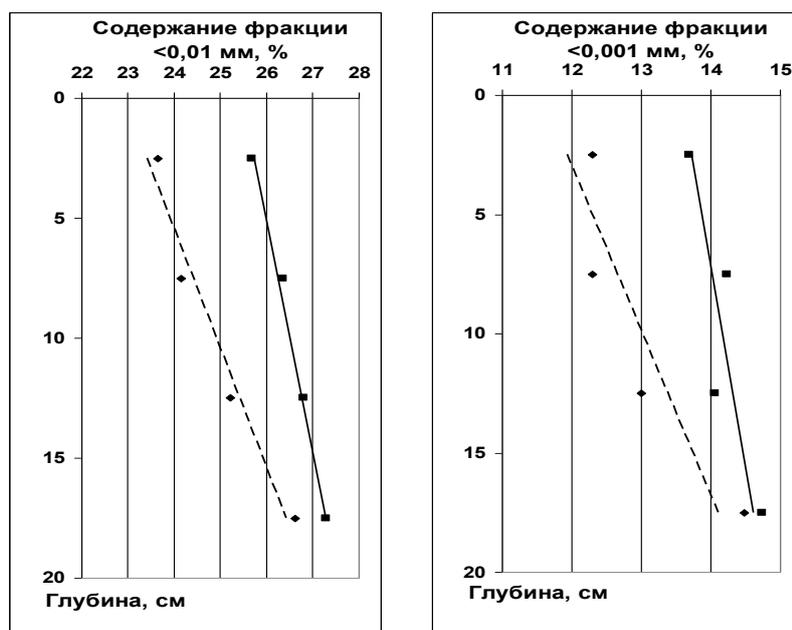


Рис. 3. Зависимость содержания фракций физической глины и ила в разновозрастных (◆ – залежь 70–75 лет, ■ – залежь 2 года) светло-серых лесных почвах от глубины отбора образцов из  $A_{\text{старопах}}$ . Определение фракций ГМС проведено после сжигания ОВ  $H_2O_2$  с пересчетом содержания на абсолютно сухую навеску и с учетом потери от обработки  $H_2O_2$

Табл. 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа содержания фракций физической глины и ила в послыно отобранных образцах из  $A_{\text{старопах}}$  разновозрастных залежных почв

Факторы	Залежь 70–75 лет				Залежь 2 года			
	Фракция <math><0,01\text{ мм}</math>		Фракция <math><0,001\text{ мм}</math>		Фракция <math><0,01\text{ мм}</math>		Фракция <math><0,001\text{ мм}</math>	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Глубина отбора образца из $A_{\text{старопах}}$ (4 градации)	5.0	0.018	4.8	0.020	14.8	0.000	2.1	0.158
Горизонтальная пространственная неоднородность (3 градации)	3.9	0.049	11.1	0.002	195.4	0.000	53.2	0.000

Примечание: 1 – значение  $F$ -критерия; 2 – значимость ( $p$ ).

Несмотря на это, статистически значимая вертикальная неоднородность  $A_{\text{старопах}}$  по содержанию физической глины проявляется также на обоих массивах залежи. Вертикальная неоднородность  $A_{\text{старопах}}$  по содержанию ила выявляется только в случае залежи возрастом 70–75 лет. Результаты показывают, что старопахотные горизонты изучаемых залежных почв существенно дифференцированы по содержанию тонкодисперсных фракций ГМС, что является закономерным процессом постагрогенной трансформации пахотных почв в лесной и лесостепной зонах.

Табл. 3

Содержание валового кремния, полуторных окислов, железа и марганца в послонных образцах, отобранных из старопашотных горизонтов разновозрастных залежных почв (в перече на прокаленную навеску)

Возраст залежи	Глубина отбора образцов из Астаропах, см	SiO <sub>2</sub> , %	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Молекулярное отношение SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Молекулярное отношение SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub> , %
70–75 лет	0-5	85.8	6.9	12.5	2.13	40.3	0.076
	5-10	85.9	7.1	12.2	2.15	40.0	0.076
	10-15	83.9	8.1	10.3	2.36	35.6	0.085
	15-20	83.1	8.4	9.9	2.34	35.5	0.081
2 года	0-5	82.6	7.1	11.6	2.39	34.5	0.088
	5-10	83.8	7.5	11.1	2.33	36.0	0.083
	10-15	81.2	8.1	10.0	2.44	33.3	0.074
	15-20	82.5	8.3	9.9	2.44	33.8	0.105

Процессы лессиважа всегда сопровождаются изменением вещественного состава почвенного материала – обеднением полуторными оксидами и относительным обогащением оксидом кремния горизонта вымывания и, наоборот, обогащением полуторными оксидами слоя, в котором происходит аккумуляция тонкодисперсных минеральных частиц. Величины молекулярных отношений SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в профилях почв, сформированных на литологически однородных породах, наряду оценкой изменения ГМС, традиционно используются в почвоведении для диагностики элювиально-иллювиального перераспределения вещества в результате процессов оподзоливания или лессиважа [15].

В табл. 3 представлено содержание валового кремния, полуторных окислов (R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), железа и марганца в послонных образцах, отобранных из старопашотных горизонтов разновозрастных залежных почв. Анализ результатов показывает, что послонные образцы имеют примерно одинаковое валовое содержание кремния при закономерном увеличении содержания R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub> от верхней к нижней части старопашотного горизонта.

Увеличение к нижней части старопашотного горизонта содержания как полуторных окислов в целом, так и валового железа на фоне достаточно однородного содержания валового кремния отражается на молекулярных отношениях SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, которые закономерно снижаются от верхней к нижней части Астаропах. Снижение значений молекулярных отношений в пределах старопашотного горизонта под залежь возрастом 70–75 лет проявляется значительно сильнее, чем под залежь молодой. Дифференциация старопашотных горизонтов по содержанию валового кремния, полуторных окислов и железа, а также уменьшение молекулярных отношений SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> согласуются с дифференциацией Астаропах по содержанию физической глины и ила.

### Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что при переходе пашотных почв в залежное состояние процесс агролессиважа продолжается в течение длительного времени (видимо, до закрепления водно-пептизируемого ила в агрегаты), что приводит к существенной дифференциации материала старопашотного горизонта

как по гранулометрическому составу, так и по содержанию конституционных пороодообразующих элементов. Вопрос о формировании под залежами в зоне лесостепи в пределах старопашотного слоя оподзоливания остается открытым, в настоящей статье он не рассматривался. Можно только отметить, что традиционные подходы к диагностике процесса оподзоливания, основанные на оценке изменений молекулярных отношений  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$  и ГМС почвенного материала, неприемлемы при постагрогенной текстурной дифференциации старопашотных горизонтов, по крайней мере на начальной стадии трансформации пахотных почв под залежами.

### Литература

1. Козловский Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова. – М.: ГЕОС, 2003. – 536 с.
2. Козловский Ф.И., Рюльман Й, Травникова Л.С., Кузяков Я.В. Дифференциация исходно гомогенных субстратов по илу в многолетнем полевом опыте // Почвоведение. – 2001. – № 2. – С. 149–159.
3. Самсонова В.П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: На примере дерново-подзолистых почв. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 160 с.
4. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Швиденко А.З., Сапожников П.М. Изменение общего пула органического углерода в залежных почвах России в 1990–2004 гг. // Почвоведение. – 2010. – № 3. – С. 361–368.
5. 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.
6. Владыченский А.С., Телеснина В.М., Иванько М.В. Изменение некоторых свойств таежных почв при прекращении их сельскохозяйственного использования (на примере Костромской области) // Докл. по экол. почвоведению. – 2006. – Вып. 3, № 3. – С. 130–150.
7. Шейн Е.В., Карпачевский Л.О., Березин П.Н. Гранулометрический состав почв // Теории и методы физики почв. – М.: Гриф и К, 2007. – С. 54–90.
8. Pansu M., Gautheyrou J. Handbook of soil analysis. Mineralogical, organic and inorganic methods. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. – 993 p.
9. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
10. Мешалкина Ю.Л., Самсонова В.П. Математическая статистика в почвоведении: Практикум. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 84 с.
11. Six J., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. Review // Plant Soil. – 2002. – V. 241, No 2. – P. 155–176.
12. Гиниятуллин К.Г., Шинкарев А.А., Фазылова А.Г., Кузьмина К.И., Шинкарев А.А. (мл.) Пространственная неоднородность вторичной аккумуляции гумуса в старопашотных горизонтах залежных светло-серых лесных почв // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2012. – Т. 154, кн. 4. – С. 61–70.
13. ISO 11277:1998. Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation. – Geneva, Switzerland: Int. Organ. Stand., 1998 – 30 p.

14. Soil Survey Staff. Soil survey laboratory methods manual. Soil survey investigations reports No. 42. Version 3.0. USDA-NRCS, Lincoln, 1996 – 693 p.
15. Градусов Б.П., Фрид А.С., Градусова О.Б. Эволюция подзолистых горизонтов суглинистых подзолистых и дерново-подзолистых почв по показателям ила и основных оксидов // Бюл. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. – 2005. – № 57. – С. 19–30.

Поступила в редакцию  
03.07.15

---

**Гиниятуллин Камиль Гашикович** – кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: *Giniyatullin@mail.ru*

**Хузиева Минзиля Рамилевна** – студент кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: *zilveger1993@mail.ru*

**Окунев Родион Владимирович** – аспирант кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: *tutinkaz@yandex.ru*

**Смирнова Елена Висильевна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: *elenavsmirnova@mail.ru*

\* \* \*

#### TEXTURAL DIFFERENTIATION OF THE OLD ARABLE HORIZONS OF UNEVEN-AGED FALLOW LIGHT-GRAY FOREST SOILS

*K.G. Giniyatullin, M.R. Khuzieva, R.V. Okunev, E.V. Smirnova*

##### Abstract

Differentiation of the old arable horizons of uneven-aged (70–75 and 2 years) fallow light-gray soils by the content of < 0.01 and < 0.001 mm fractions, as well as by the total content of some rock-forming elements was studied. The results demonstrated that the textural differentiation cannot be revealed by the traditional methods for determining the content of granulometric fractions with the use of sodium pyrophosphate to disaggregate soil particles due to the masking effect of newly formed organic matter under the fallows. Application of the methods for determining the content of fine granulometric fractions, which are conditioned by organic matter removal with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> treatment, makes it possible to trace the statistically significant increase in the content of fine fractions in the lower part of the old arable horizons at the expense of its reduction in the upper part. The textural differentiation of the old arable horizon by granulometric composition corresponds to the changes in its total elemental composition. Based on the obtained results, it was concluded that the process of suspended transfer of fine mineral particles (known as “agrolessivage” for arable soils) as arable soils are converted in fallows continues over a long period of time and leads to significant differentiation of the old-arable horizon, which deepens with the fallow age.

**Key words:** fallow light-gray forest soils, granulometric composition, total elemental composition, textural differentiation.

##### References

1. Kozlovskii F.I. Theory and Methods of Studying the Soil Cover. Moscow, GEOS, 2003. 536 p. (In Russian)
2. Kozlovskii F.I., Rühlmann J., Travnikova L.S., Kuzyakov Ya.V. Clay differentiation in initially homogeneous substrates upon long-term field experiments. *Soil Sci.*, 2001, vol. 34, no. 2, pp. 130–138.

3. Samsonova V.P. Spatial Variability of Soil Properties: By the Example of Soddy Podzolic Soils. Moscow, Izd. LKI, 2008. 160 p. (in Russian).
4. Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Shvidenko A.Z., Sapozhnikov P.M. Changes in the organic carbon pool of abandoned soils in Russia (1990–2004). *Soil Sci.*, 2010, vol. 43, no. 3, pp. 333–340.
5. Giniyatullin K.G., Mukhametgalieva G.Ya., Latypova A.I. Application of various approaches to representative sampling for studying humus accumulation in fallow soils. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2013, vol. 155, no. 3, pp. 208–220. (In Russian)
6. Vladychenskii A.S., Telesnina V.M., Ivan'ko M.V. Changes in some properties of taiga soils upon termination of their agricultural use (by the example of Kostroma region). *Dokl. Ekol. Pochvoved.*, 2006, vol. 3, no. 3, pp. 130–150. (In Russian)
7. Shein E.V., Karpachevskii L.O., Berezin P.N. Granulometric composition of soils. *Teorii i metody fiziki pochv* [Theories and Methods of Soil Physics]. Moscow, Grif i K, 2007, pp. 54–90. (In Russian)
8. Pansu M., Gautheyrou J. Handbook of Soil Analysis. Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2006. 993 p.
9. Vorob'eva L.A. (Ed.) Theory and Practice of Chemical Analysis of Soils. Moscow, GEOS, 2006. 400 p. (In Russian)
10. Meshalkina Yu.L., Samsonova V.P. Mathematical Statistics in Soil Science: Practical Course. Moscow, MAKS Press, 2008. 84 p. (In Russian)
11. Six J., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. Review. *Plant Soil*, 2002, vol. 241, no. 2, pp. 155–176.
12. Giniyatullin K.G., Shinkarev A.A., Fazylova A.G., Kuzmina K.I., Shinkarev A.A. (Jr.) Spatial heterogeneity of secondary humus accumulation in old-arable horizons of fallow light-grey forest soils. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2012, vol. 154, no. 4, pp. 61–70. (in Russian)
13. ISO 11277:1998. Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation. Geneva, Switzerland, Int. Organ. Stand., 1998. 30 p.
14. Soil Survey Staff. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Reports No. 42. Version 3.0. USDA-NRCS, Lincoln, 1996. 693 p.
15. Gradusov B.P., Frid A.S., Gradusova O.B. Evolution of podzolic horizons of loamy podzolic and soddy podzolic soils by the parameters of sludge and basic oxides. *Byull. Pochv. Inst. im. V.V. Dokuchaeva*, 2005, no. 57, pp. 19–30. (In Russian)

Received  
July 3, 2015

---

**Giniyatullin Kamil Gashikovich** – PhD in Biology, Associate Professor, Department of Soil Science, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: [Giniyatullin@mail.ru](mailto:Giniyatullin@mail.ru)

**Khuzieva Minzilya Ramilevna** – Student, Department of Soil Science, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: [zilveger1993@mail.ru](mailto:zilveger1993@mail.ru)

**Okunev Rodion Vladimirovich** – PhD Student, Department of Soil Science, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: [tutinkaz@yandex.ru](mailto:tutinkaz@yandex.ru)

**Smirnova Elena Vasil'evna** – PhD in Biology, Associate Professor, Department of Soil Science, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: [elenavsmirnova@mail.ru](mailto:elenavsmirnova@mail.ru)