

УДК 631.4

**ВЛИЯНИЕ ПОДГОТОВКИ ПОЧВ НА ИНТЕРПРЕТАЦИЮ
ДАНЫХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ***А.А. Валеева, Г.Ф. Копосов***Аннотация**

Исследован гранулометрический состав серых и темно-серых почв Республики Татарстан методом седиментометрии. Пробоподготовка образцов осуществлялась согласно общепринятой методике в России и по международному стандарту, который предусматривает удаление в образцах органического вещества и карбонатов. Удаление из образцов органического вещества обеспечивает перераспределение относительных величин фракций в составе физической глины, снижая её количество от 3% до 6%. В профильном распределении мелкодисперсных фракций, полученных путем сжигания органического вещества, наблюдаются наибольшие изменения в содержании мелкой пыли и ила. Подготовка образца почв для гранулометрического анализа с использованием стандартной методики (диспергирование путем растирания в ступке 4%-ным раствором пиррофосфата натрия) не приводит к полному разрушению микроагрегатов размером 0.005–0.001 мм, которые после удаления органических веществ и карбонатов распадаются, а продукты их распада пополняют илистую компоненту.

Ключевые слова: серые почвы, темно-серые почвы, гранулометрический состав, седиментометрия, подготовка почв.

Введение

Гранулометрический состав (ГС) является фундаментальной характеристикой почв, с которым тесно связаны поведение поступающей атмосферной влаги, закрепление органического вещества (ОВ), создание наиболее благоприятной почвенной структуры, возможности формирования определенного уровня плодородия и формирование многих других свойств почв [1–4].

Определение состава фракций мелкозема почв затрудняется присутствием в верхних их горизонтах ОВ, а в нижних – карбонатов [5]. Осложнения анализа обуславливаются возможным образованием на минеральных микрочастицах почвы оболочки из органоминерального геля. Гелевая оболочка на минеральных частицах способствует связыванию микрочастиц в агрегаты, в результате их средняя плотность уменьшается. Имея больший размер и меньшую плотность, агрегаты оседают с той же скоростью, что и мелкие частицы со средней плотностью твердой фазы, и попадают во фракцию ила, выделяемую методами седиментометрии [6, 7]. Карбонаты, нередко присутствующие в горизонтах нижней части профиля, взаимодействуя с пиррофосфатом натрия, приводят к образованию нерастворимых солей [8, 9], что также влияет на получаемые результаты. Поэтому еще со времен А. Аттерберга – основателя базового метода определения гранулометрического состава, используемого в Западной Европе

и США, рекомендуется проводить подготовку почвенных образцов для гранулометрического анализа, включающую в себя удаление ОВ и карбонатов. В отечественной практике широко используется пропись анализа, разработанная Н.А. Качинским [10] и незначительно модифицированная в более позднее время, которой не предусматривается удаление из образца почв ОВ.

Наиболее часто используемым реагентом для деструкции ОВ почв является 30%-ный H_2O_2 ISO 11277 [4, 11, 12]. Для разрушения и удаления карбонатов по международному стандарту [4, 11] используется раствор HCl 1.0 моль/л. Образец почвы заливается этим раствором и выдерживается на водяной бане при температуре $80\text{ }^\circ\text{C}$ в течение не более 15 мин и затем отмывается от избытка этого реагента.

Целью настоящей работы – исследовать влияние на получаемые количественные результаты различных способов подготовки образцов почв к определению их гранулометрического состава методом седиментации в интерпретации Е.В. Шеина [9] и определить, насколько значимо это влияние применительно к местным суглинистым серым лесным почвам.

1. Объекты и методы

В эксперименте использованы образцы естественных серых лесостепных почв различных районов Республики Татарстан (Лаишевского района – разрез 2, Арского района – разрез 3, Пестречинского района – разрез 8, Кайбицкого района – разрез 25) и темно-серых почв (Алькеевского района – разрез 16 и Тетюшского района – разрез 21).

Суть метода [2, 9], с помощью которого проводилось исследование, – пофракционная жидкостная гравитационная седиментация, основанная на законе Стокса, которым описывается скорость оседания частиц в вязкой среде. Подготовка образцов почв проводилась стандартным методом механического и физико-химического диспергирования – растиранием образца в ступке с 4%-ным раствором пиррофосфата натрия без предварительного удаления ОВ [9].

Для оценки вклада ОВ почв в интерпретацию данных ГС параллельные образцы почв обрабатывались 30%-ным H_2O_2 при слабом подогреве на водяной бане (ISO 11277) [11] до прекращения образования пузырьков для удаления ОВ его окислением.

Образцы, содержащие карбонаты ($\text{pH} > 6.8$), предварительно декальцировались для исключения появления новообразованной фазы оксалата кальция при обработке H_2O_2 [11, 13]. Процедура включала в себя последовательную обработку образца сначала 0.2 моль/л HCl , затем 0.05 моль/л HCl и промывкой дистиллированной водой до получения отрицательной реакции на ион Cl^- [8]. После высушивания образец подвергался окислению 30%-ным H_2O_2 на водяной бане при слабом подогреве до прекращения образования пузырьков.

Безгумусная и бескарбонатная почвенная паста слегка подсушивалась. Устойчивые суспензии получали диспергированием подсушенных образцов 4%-ным раствором пиррофосфата натрия. Диспергированная система с частично измененным химическим и минералогическим составом взвеси в дальнейшем разделялась на фракции по общепринятой методике [9].

Выбор плотности минеральных частиц, для выполнения этой процедуры, обычно решается экспертным путем и является серьезной проблемой. Минеральные частицы создаваемой взвеси представляют собой сообщества групп минералов, различающихся плотностью. В процессе подготовки образца почвы к анализу в его составе могут изменяться удельные массы не только групповых разновидностей глинистых минералов, но и индивидуальных представителей в пределах группы [14].

В минеральной основе почв, лишенной ОВ и карбонатов, обычно преобладают кварц, полевые шпаты, каолинит, чья удельная масса колеблется в пределах от 2.54 до 2.74 г/см³, в среднем составляя 2.65 г/см³, которая и устанавливалась при определении ГС безгумусного и бескарбонатного образца. В исходных (гумусированных) образцах плотность определялась экспериментально с использованием стандартного метода [9].

2. Результаты и их обсуждение

Путем обобщения фондовых материалов кафедры почвоведения Казанского (Приволжского) федерального университета и данных, опубликованных в открытой печати, было установлено, что в основе внутритиповой дифференциации серых лесных почв Республики Татарстан лежит ГС гумусового горизонта. Поверхностный горизонт, как известно, в противоположность другим горизонтам профиля непосредственно контактирует с атмосферой и, следовательно, подвергается в процессе почвообразования наибольшей трансформации. В таксономическом отношении поверхностный горизонт является определяющим, так как отражает не только разрушительный (преобразование минеральной основы), но и созидательный (накопление гумуса) аспект почвообразования. Принимая это во внимание, в работе [15] вся генеральная совокупность почв нами была расчленена на подсовокупности. В первую подсовокупность вошли светло-серые и серые лесные почвы, где содержание в поверхностном горизонте физической глины составило от 20% до 47%, илистой компоненты – от 4% до 23%. Во вторую подсовокупность вошли темно-серые лесные почвы с содержанием физической глины от 47% до 66%, где на долю илистой фракции приходится от 23% до 45%.

Для определения вклада ОВ в дифференциацию совокупности первоначально были проанализированы только гумусовые горизонты серых лесных почв, ГС которых колебался от супесчаного до тяжелосуглинистого. Удаление из этих горизонтов ОВ обеспечивает перераспределение относительных величин фракций в составе физической глины, снижая её общее относительное количество от 3% до 6% (табл. 1). Это снижение обеспечивалось прежде всего за счет изменения содержания фракции ила и мелкой пыли. Самые низкие значения получены для содержания мелкой пыли в серой лесной почве (обр. № 25).

Одной из возможных причин этого явления может быть распад микроагрегатов на исходные элементные частицы меньшей размерности, которые во фракции 0.005–0.001 мм были сцементированы гумусовыми веществами, находящимися в комплексе с оксидами и гидроксидами Fe и Al. При сжигании ОВ такие псевдофракции распадаются, а продукты их распада пополняют илистую компоненту.

Табл. 1

Гранулометрический состав физической глины гумусового горизонта серых и темно-серых почв без удаления ОВ (числитель) и после удаления ОВ (знаменатель)

№ разреза	Гумус, %	Содержание фракций в составе физической глины (частиц $d < 0.01$ мм), %			Общее содержание физической глины
		фракция средней пыли (0.01–0.005 мм)	фракция мелкой пыли (0.005–0.001 мм)	илистая фракция (< 0.001 мм)	
2	2.80	<u>6.0</u>	<u>8.0</u>	<u>4.1</u>	<u>18.1</u>
		5.7	6.0	3.4	15.1
3	2.93	<u>9.3</u>	<u>9.5</u>	<u>14.9</u>	<u>33.7</u>
		9.6	7.3	13.2	30.1
25	4.65	<u>11.7</u>	<u>16.3</u>	<u>18.1</u>	<u>46.1</u>
		10.8	11.9	19.1	41.8
8	6.52	<u>10.9</u>	<u>13.6</u>	<u>14.6</u>	<u>39.1</u>
		8.7	11.0	13.3	33.0
16	8.54	<u>8.3</u>	<u>14.3</u>	<u>26.5</u>	<u>49.1</u>
		10.3	11.4	23.6	45.3
21	9.75	<u>8.8</u>	<u>11.7</u>	<u>25.7</u>	<u>46.2</u>
		8.1	10.7	22.5	41.3

Происходящее при сжигании ОВ перераспределение фракций внутри физической глины невозможно оценивать только изменением содержания илистых частиц, так как при этом происходит относительное перераспределение фракций физической глины во всех фракциях ГС. Это изменение, неизбежно обусловливаемое самим механизмом метода, хотя и незначительное, может играть определяющую роль в идентификации ГС почв.

В состав физической глины входит фракция средней пыли, элементные частицы которой частично состоят из кварца и аморфной кремнекислоты и могут составлять различную относительную её долю. Известно, что они не способны формировать устойчивые связи с ОВ. Вследствие этого наиболее информативным показателем является сумма фракций мелкой пыли и ила, в которых сосредоточивается ОВ почв. Поэтому удаление ОВ из анализируемого образца почвы наиболее рельефно отражается на относительном содержании элементных частиц, входящих во фракцию < 0.005 мм (снижается на 2.7–3.9% в серых и на 4.2–5.8% в темно-серых почвах).

На рис. 1 и 2 представлено профильное распределение размерных фракций в исследуемых почвах, которое определено с использованием различных методов подготовки образцов к гранулометрическому анализу. Представляемые почвы выбраны из имеющейся в нашем распоряжении коллекции в качестве представителей, формирующихся на наиболее однородных почвообразующих толщах. Однородность почвенной толщи выявлялась по значению, рассчитанному по отношению содержания фракций среднего песка к мелкому песку в горизонтах всего профиля и по отношению суммы песчаных частиц к содержанию крупнопылеватой фракции по горизонтам [16–21]. Предпочтение отдавалось тем разрезам, в которых содержание физической глины и илистой фракции находится в переходном положении в выделенных совокупностях.

Серая почва (разрез 25) на делювиальных отложениях характеризуется тяжелоуглинистым гранулометрическим составом. Почвенный профиль полностью выщелочен от карбонатов. Кислотность гумусового горизонта (рН водный) в верхней части профиля составляет 6.3 и смещается вниз по профилю до 5.8. Темно-серая тяжелоуглинистая почва (разрез 16) сформировалась на остаточных карбонатных легкоглинистых желто-бурых отложениях, где с глубины 100 см в местах скопления карбонатов обнаруживается локальное вскипание от соляной кислоты.

В профильном распределении мелкодисперсных фракций, полученных путем сжигания ОВ, наибольшие изменения наблюдаются во фракции мелкого песка, мелкой пыли и ила. Изменение во фракции мелкого песка связано с вычислением его по разности суммы всех фракций от 100%. Поэтому в дальнейшем рассматриваются только илистая и мелкопылевая фракции.

В серых и темно-серых почвах окисление 30%-ным H_2O_2 приводит к снижению содержания фракции мелкой пыли не только в гумусовом, но и в нижележащих горизонтах. Изменение мелкой пыли по профилю становится более постоянным и стабилизируется по мере приближения к материнской породе. Наибольшее уменьшение наблюдается в субэлювиальном горизонте серых почв (разрез 25). После удаления ОВ содержание мелкой пыли в этом горизонте уменьшается на 5.4%, в гумусовом горизонте – на 4.4%. В текстурной части профиля уменьшается на 1–2% и в исходной породе практически не изменяется. В темно-серых почвах максимальное уменьшение наблюдается в горизонте С (на 4%), что связано с вытеснением обменных оснований и удалением карбонатов при обработке HCl. Вероятно, карбонат кальция склеивает более мелкодисперсные частицы в микроагрегаты, которые не разрушаются при длительном растирании резиновым пестиком и попадают во фракцию мелкой пыли. В остальных частях профиля содержание мелкой пыли уменьшается на 1.7–2.2%.

В гумусовых горизонтах, как это отмечалось выше, изменение связано с удалением ОВ. В текстурной части профиля частицы меньшей размерности могут быть объединены полуторными оксидами, которые перемещаются из верхней части профиля и аккумулируются в текстурной части преимущественно в форме, связанной с ОВ. Существует возможность растворения несиликатных форм Fe и Al за счет комплексообразования с низкомолекулярными органическими соединениями, содержащими кислые OH-группы и донорные атомы O и N и образующимися при окислении ОВ 30%-ным H_2O_2 [22].

Мелкие фракции после разрушения микроагрегатов размером 0.005–0.001 мм попадают в илистую часть, что иногда может быть причиной увеличения илистой фракции после удаления карбонатов и ОВ. Это особенно ярко выражено в тех горизонтах, где уменьшение фракции мелкой пыли достигало максимальных значений (рис. 1 и 2). В таких горизонтах количество илистой фракции после окисления ОВ и декальцирования увеличивалось по сравнению с почвами с традиционной подготовкой образцов к анализу. По содержанию ила после удаления карбонатов и ОВ можно установить его реальное перемещение по профилю.

В серых почвах его содержание по сравнению с материнской породой изменилось на 18.4%. Вероятно, расчетное перераспределение фракций в этом случае позволяет наиболее рельефно отражать в профиле количественные результаты

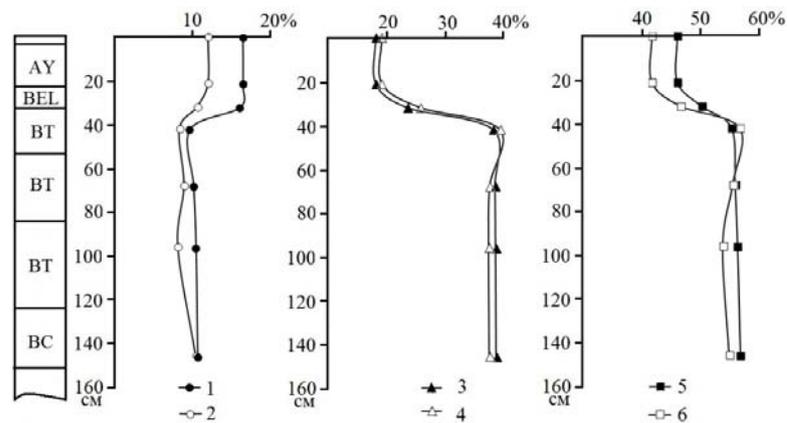


Рис. 1. Профильное распределение гранулометрических фракций в серых почвах: мелкая пыль (1, 2), ил (3, 4), физическая глина (5) до удаления ОВ, физическая глина (6) после удаления ОВ

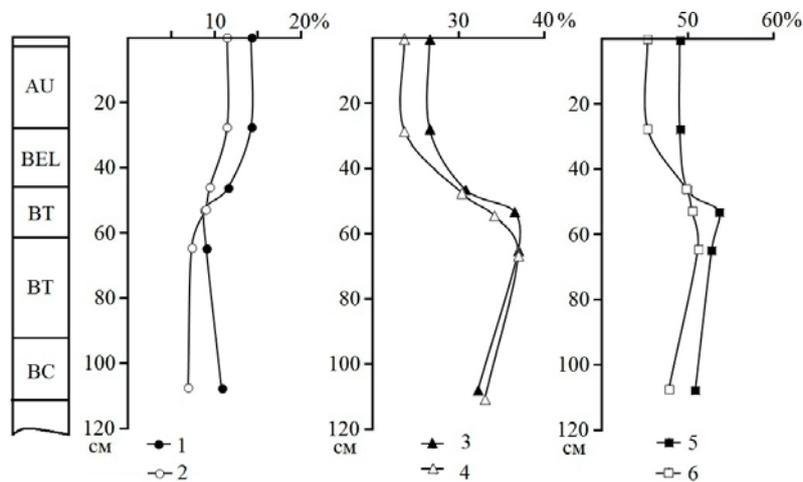


Рис. 2. Профильное распределение гранулометрических фракций в темно-серых почвах: мелкая пыль (1, 2), ил (3, 4), физическая глина (5) до удаления ОВ, физическая глина (6) после удаления ОВ и карбонатов

перераспределения ила лессиважем. В темно-серых почвах эта тенденция выражена менее отчетливо. Содержание ила по сравнению с материнской породой изменилось на 94%. Максимум его содержания наблюдается на глубине 63–70 см, тогда как при традиционном методе подготовки образцов – на глубине 49–58 см. Это связано, во-первых, с иным уровнем обогащенности профиля органическим веществом, во-вторых, с менее выраженными масштабами перемещения ила внутри профиля.

Заключение

Удаление ОВ в гумусовых горизонтах исследованных почв снижает относительное количество физической глины от 3% до 6% за счет уменьшения содержания фракции ила и мелкой пыли и обеспечивает реально существующую картину распределения высокодисперсных фракций, отражающую количест-

венные результаты механического их передвижения (лессиважа). Удаление ОВ не повлияло на классификационную принадлежность исследованных нами почв. Однако в некоторых случаях (при приближении реального результата к нижнему пределу градационной шкалы определения гранулометрического состава по Н.А. Качинскому) удаление ОВ будет способствовать облегчению гранулометрического состава на одну градацию.

Подготовка образца почв для гранулометрического анализа с использованием стандартной методики (диспергирование путем растирания в ступке 4%-ным раствором пиррофосфата натрия) не приводит к полному разрушению микроагрегатов размером 0.005–0.001 мм, которые после удаления ОВ и карбонатов распадаются, а продукты их распада пополняют илистую компоненту. Вследствие этого для оценки вклада ОВ в интерпретацию данных ГС почв информативным показателем является сумма фракций мелкой пыли и ила, в которых сосредоточивается ОВ почв.

Литература

1. *Качинский Н.А.* Физика почвы. – М.: Высш. шк., 1965. – Ч. 1. – 323 с.
2. *Шеин Е.В.* Курс физики почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 432 с.
3. *Шеин Е.В.* Гранулометрический состав почв: проблемы методов исследования, интерпретации результатов и классификаций // Почвоведение. – 2009. – № 3. – С. 309–317.
4. Soil Survey Laboratory Methods Manual: Soil Survey Investigations Report No. 42. Version 4.0. – 2004. – 700 p. – URL: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/u2008411111ssir_42_v4.pdf, свободный.
5. *Шинкарев А.А., Корнилова А.Г., Трофимова Ф.А., Гордеев А.С., Гиниятуллин К.Г., Лыгина Т.З.* Сравнение методов седиментометрии и лазерной дифракции в анализе гранулометрического состава глинистой фракции почв // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2010. – Т. 152, кн. 2. – С. 251–260.
6. *Шеин Е.В., Милановский Е.Ю., Молов А.З.* Гранулометрический состав: роль органического вещества в различиях данных седиментометрического и лазерно-дифракционного методов // Докл. по экол. почвоведению. – 2006. – Т. 1, № 1. – С. 17–30.
7. *Федотов Г.Н., Шеин Е.В., Путляев В.И., Архангельская Т.А., Елисеев А.В., Милановский Е.Ю.* Физико-химические основы различий седиментометрического и лазерно-дифракционного методов определения гранулометрического состава почв // Почвоведение. – 2007. – № 3. – С. 310–317.
8. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
9. *Шеин Е.В., Карпачевский Л.О.* Теории и методы физики почв. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.
10. *Качинский Н.А.* Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.
11. 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.
12. *Kunz G.W., Dixon J.B.* Pretreatment for mineralogical analysis // Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods / Ed. By A. Klute. – Madison, WI: Am. Soc. Agronomy, 1982. – P. 91–10.

13. *Pansu M., Gautheyrou J.* Handbook of soil analysis. Mineralogical, organic and inorganic methods. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. – 993 p.
14. *Lagaly G.* Colloid clay science // *Developments in Clay Science*. V. 1. – Amsterdam: Elsevier Ltd., 2006. – P. 141–245.
15. *Валеева А.А., Александрова А.Б., Копосов Г.Ф.* Серые лесные почвы Республики Татарстан // *Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки.* – 2011. – Т. 153, кн. 2. – С. 238–249.
16. *Корнилова А.Г., Шинкарев А.А., Лыгина Т.З., Гиниятуллин К.Г.* Диагностика литологической однородности почвенного профиля по индексным элементам. – Казань: Казан. ун-та, 2010. – 28 с.
17. *Турсина Т.В.* Подходы к изучению литологической однородности профиля и полигенетичности почв // *Почвоведение.* – 2012. – № 5. – С. 530–546.
18. *Beshay N.F., Sallam A.Sh.* Evaluation of some methods for establishing uniformity of profile parent materials // *Arid Land Res. Manage.* – 1995. – V. 9, No 1. – P. 63–72.
19. *Busacca A.J., Singer M.J.* Pedogenesis of a chronosequence in the Sacramento Valley, California, U.S.A., II. Elemental chemistry of silt fractions // *Geoderma.* – 1989. – V. 44, No 1. – P. 43–75.
20. *Cabrera-Martinez F., Harris W.G., Carlisle V.W., Collins M.E.* Evidence for clay translocation in coastal plain soils with sandy/loamy boundaries // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 1989. – V. 53, No 4. – P. 1108–1114.
21. *Stolt M.H., Baker J.C., Simpson T.W.* Soil-landscape relationships in Virginia: I. Soil variability and parent material uniformity // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 1993. – V. 57, No 2. – P. 414–421.
22. *Корнилова А.Г., Шинкарев А.А., Лыгина Т.З., Гиниятуллин К.Г., Гильмутдинов Р.Р.* Оптимизация подготовки образцов к валовому анализу минеральной части лесостепных почв // *Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки.* – 2011. – Т. 153, кн. 3. – С. 171–182.

Поступила в редакцию
25.02.13

Валеева Альбина Альбертовна – аспирант кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.
E-mail: valeyabc@mail.ru

Копосов Геннадий Федорович – доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.
E-mail: gkoposov@yandex.ru

* * *

INFLUENCE OF SOIL PREPARATION ON THE INTERPRETATION OF PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION DATA

A.A. Valeeva, G.F. Koposov

Abstract

This paper deals with the sedimentometric analysis of the particle-size distribution of gray and dark gray soils within the Republic of Tatarstan. The sample preparation was carried out using a technique commonly applied in Russia and according to the international standard which requires the removal of organic matter and carbonates from the samples. The removal of organic matter from the samples provides

a redistribution of the relative sizes of the fractions of physical clay, reducing its overall amount from 3% to 6%. In the profile distribution of fine particle fractions obtained by the combustion of organic matter, the largest changes in the content of fine dust and silt (0.005–0.001 mm and < 0.001 mm) are observed. The soil sample preparation for the particle-size distribution analysis using a standard technique (dispersion via trituration by 4% Na₄P₂O₇) does not lead to the total destruction of micro-aggregates (0.005–0.001 mm), which, after the removal of organic matter and carbonates, decompose, and the products of their decomposition replenish the silt fraction (< 0.001 mm).

Keywords: gray soil, dark gray soil, particle-size distribution, sedimentometric analysis, soil preparation.

References

1. Kachinskii N.A. Soil Physics. Moscow, Vysshaya Shkola, 1965, Part 1. 323 p. (In Russian)
2. Shein E.V. The Course of Soil Physics. Moscow, Izd. Mosk. Univ., 2005. 432 p. (In Russian)
3. Shein E.V. Particle-size distribution in soils: the problems of research methods, result interpretation, and classifications. *Pochvovedenie*, 2009, no. 3, pp. 309–317. (In Russian)
4. Soil Survey Laboratory Methods Manual: Soil Survey Investigations Report No. 42. Version 4.0 (2004). 700 p. Available at: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/u2008411111ssir_42_v4.pdf.
5. Shinkarev A.A., Kornilova A.G., Trofimova F.A., Gordeev A.S., Giniyatullin K.G., Lygina T.Z. Comparison of sedimentometric analysis with laser grain size analysis for the determination of particle-size distribution of the soil clay fraction. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2010, vol. 152, no. 2, pp. 251–260. (In Russian)
6. Shein E.V., Milanovskii E.Yu., Molov A.Z. Particle size distribution: the role of organic matter in the differences between the data of sedimentology method and laser-diffraction technique. *Doklady po ekologicheskomu pochvovedeniyu*, 2006, vol. 1, no. 1, pp. 17–30. (In Russian)
7. Fedotov G.N., Shein E.V., Putlyaev V.I., Arkhangelskaya T.A., Eliseev A.V., Milanovskii E.Yu. Physico-chemical foundations of the differences between sedimentology and laser-diffraction methods for determining particle-size distribution of soils. *Pochvovedenie*, 2007, no. 3, pp. 310–317. (In Russian)
8. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods for studying physical properties of soils. Moscow, Agropromizdat, 1986. 416 p. (In Russian)
9. Shein E.V., Karpachevskii L.O. Theories and methods of soil physics. Moscow, Grif i K, 2007. 616 p. (In Russian)
10. Kachinskii N.A. Mechanical and micro-aggregate composition of soils and the methods of its study. Moscow, Izd. Akad. Nauk SSSR, 1958. 192 p. (In Russian)
11. 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.
12. Kunz G.W., Dixon J.B. Pretreatment for mineralogical analysis. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*, ed. by A. Klute. Madison, WI, Am. Soc. Agronomy, 1982, pp. 91–10.
13. Pansu M., Gautheyrou J. Handbook of soil analysis. Mineralogical, organic and inorganic methods. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2006. 993 p.
14. Lagaly G. Colloid clay science. *Handbook of Clay Science. Vol. 1*. Amsterdam, Elsevier Ltd., 2006, pp. 141–245.
15. Valeeva A.A., Aleksandrova A.B., Kopusov G.F. Gray forest soils of the Republic of Tatarstan. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2011, vol. 153, no. 2, pp. 238–249. (In Russian)
16. Kornilova A.G., Shinkarev A.A., Lygina T.Z., Giniyatullin K.G. Diagnosis of the lithological homogeneity of a soil profile according to index items. Kazan, Kazan Univ., 2010. 28 p. (In Russian)
17. Tursina T.V. Approaches to the study of the lithological homogeneity of soil profiles and soil polygenesis. *Pochvovedenie*, 2012, no. 5, pp. 530–546. (In Russian)

18. Beshay N.F., Sallam A.Sh. Evaluation of some methods for establishing uniformity of profile parent materials. *Arid Land Res. Manage.*, 1995, vol. 9, pp. 63–72.
19. Busacca A.J., Singer M.J. Pedogenesis of a chronosequence in the Sacramento Valley, California, U.S.A., II. Elemental chemistry of silt fractions. *Geoderma*, 1989, vol. 44, pp. 43–75.
20. Cabrera-Martinez F., Harris W.G., Carlisle V.W., Collins M.E. Evidence for clay translocation in coastal plain soils with sandy/loamy boundaries. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1989, vol. 53, pp. 1108–1114.
21. Stolt M.H., Baker J.C., Simpson T.W. Soil-landscape relationships in Virginia: I. Soil variability and parent material uniformity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1993, vol. 57, pp. 414–421.
22. Kornilova A.G., Shinkarev A.A., Lygina T.Z., Giniyatullin K.G., Gilmutdinov R.R. Optimization of sample preparation for total elements determination in the mineral part of forest-steppe soils. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennyye Nauki*, 2011, vol. 153, no. 3, pp. 171–182. (In Russian)

Received
February 25, 2013

Valeeva Albina Albertovna – PhD Student, Department of Soil Science, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: valeyabc@mail.ru

Koposov Gennadii Fedorovich – Doctor of Biology, Professor, Department of Soil Science, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: gkoposov@yandex.ru