

631.435

Особенности гранулометрического состава черноземов обыкновенных карбонатных Северного Приазовья

Болдырева В. Э., Безуглова О. С., Морозов И. В., Меженков А. А.,
Литвинов Ю. А.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия;
maskow@mail.ru

DOI: 10.18522/2308-9709-2022-39-3

Аннотация

В данной статье приведены результаты инвентаризации данных гранулометрического состава черноземов обыкновенных карбонатных Северо-Приазовского почвенного района, накопленных в региональном почвенном дата-центра. Характерной особенностью для изучаемых почв является преобладание двух фракций, содержание которых составляет: крупной пыли – $28,4 \pm 5,6\%$ и ила – $35,5 \pm 6,8\%$. Рассчитано среднее содержание физической глины черноземах обыкновенных карбонатных в целом по району ($64,3 \pm 6,6\%$), и по основным почвенным разновидностям: для тяжелых суглинков – $56,4 \pm 5,9\%$, а для легких глин – $66,0 \pm 3,9\%$, также проведен анализ вклада частиц средней, мелкой пыли и ила в физическую глину. Представлены описательные статистические характеристики для содержания ила и физической глины.

Ключевые слова: Гранулометрический состав; черноземы обыкновенные карбонатные; почвенный дата-центр; ил; физическая глина.

Features of the particle-size distribution of ordinary carbonate chernozems of the Northern Azov Sea region

V. E. Boldyreva, O.S. Bezuglova, I. V. Morozov, A. A. Mezhenkov, Yu. A. Litvinov

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; maskow@mail.ru

DOI: 10.18522/2308-9709-2022-39-3

Abstract

The results of inventory of data on the particle-size distribution composition of ordinary calcareous chernozem of the North Azov soil area accumulated in the regional soil data center are presented. A characteristic feature of the studied soils is the predominance of two fractions, the content of which is: coarse silt – $28.4 \pm 5.6\%$ and clay – $35.5 \pm 6.8\%$. The average content of physical clay (the sum of soil particles $<0.01\text{mm}$) in ordinary carbonate chernozems in the whole region ($64.3 \pm 6.6\%$) and for the main soil varieties is calculated: for heavy loams – $56.4 \pm 5.9\%$, and for light clays – $66.0 \pm 3.9\%$. The contribution of particles of medium silt, fine silt and clay to the physical clay ($<0.01\text{mm}$) was also analyzed. Descriptive statistical characteristics for the content of silt and physical clay are presented.

Keywords: particle-size distribution; chernozem ordinary carbonate; soil data center; clay; physical clay.

Введение. Гранулометрическим составом почвы называется массовое соотношение в составе почвы частиц разного размера в пределах непрерывного ряда определенных условных групп крупности. При этом имеется в виду соотношение частиц или механических элементов, представленных минеральными зернами, органическими и органоминеральными гранулами, свободно суспендируемыми в воде после разрушения клеящих материалов (Розанов, 2020).

Механические частицы разной крупности образуются в ходе выветривания горных пород, а так как последние различаются и по составу, и по устойчивости к выветриванию, да и сочетание типов выветривания

(физического, химического, физико-химического и биологического) и их интенсивность могут быть самым разнообразными, то и гранулометрический состав почв различается в значительной степени. Однако общей закономерностью является существенная преемственность между гранулометрическим составом почв и их материнских пород (Ковда, Розанов, 1988).

Гранулометрический состав почвы является её важнейшей генетической и производственной характеристикой, так как во многом определяет и химические, и физические свойства почвы, формирует уровень плодородия.

Гранулометрический состав складывается из элементарных почвенных частиц (ЭПЧ) – механических элементов почвы, которые подразделяют на ряд классов по степени крупности (Воронин, 1986). Общепринятой в российском почвоведении является классификация Н.А. Качинского (1965), в основу которой положено соотношение в мелкозему физического песка и физической глины (частиц крупнее и мельче 0,01 мм).

В настоящее время в почвоведении отсутствуют стандарты, регламентирующие процедуру количественного учета фракций ЭПЧ и, в том числе, этап подготовки почвенных образцов к анализу. Исследования по сравнению методов определения гранулометрического состава показывают, что результаты, полученные при разных способах подготовки и методах количественного учета ЭПЧ, могут существенно отличаться по содержанию отдельных фракций и даже целых групп фракций в одной и той же почве, что отрицательно сказывается на решении не только научных, но и прикладных задач (Шеин, 2009; Валеева, Копосов, 2013; Шкуропадская и др., 2019; Безуглова и др., 2022). Тем не менее в практике производства почвенных анализов в системе ГИПРОЗЕМА гранулометрический состав традиционно определялся методом пипетки, сначала с кислотнo-щелочной подготовкой к

анализу (Качинский, 1965), а начиная с 70-х годов прошлого столетия – с пиррофосфатной подготовкой (Шеин, 2005). Как показали наши исследования (Болдырева и др., 2022) разница в результатах при определении методом пипетки с использованием этих двух способов подготовки почвы к анализу лежит в пределах ошибки метода, поэтому массив материалов, накопленных в базе данных (БД) по черноземам обыкновенным карбонатным можно считать достаточно однородным.

Цель работы – выявить особенности гранулометрического состава черноземов обыкновенных карбонатных Северного Приазовья Ростовской области.

Объекты и методы исследования.

Черноземы обыкновенные карбонатные (североприазовские), впервые описанные как самостоятельный подтип под наименованием приазовские черноземы Л. И. Прасоловым (2016), характеризуются рядом особенностей в морфологии (мощность А+В) и гумусном состоянии (Безуглова, Хырхырова, 2008), тем не менее общие черты (вскипание от 10% HCl в пределах горизонта А, масштабы накопления гумуса и его фульватно-гуматный состав) с черноземами обыкновенными карбонатными (предкавказскими) предопределили их объединение в один подтип. В данной работе рассматриваются только черноземы обыкновенные карбонатные Северо-Приазовского почвенного района (Гаврилюк, 1960), все они в прошлые годы диагностировались как североприазовские.

Работа проводилась с материалами регионального почвенного дата-центра Ростовской области, выгруженными в виде таблиц Excel, содержащих данные по Северо-Приазовскому почвенному району, имеющимися в базе. Результаты гранулометрического состава, определенные методом пипетки с пиррофосфатной подготовкой в модификации Долгова-Личмановой, представлены в виде процентного соотношения (%) ЭПЧ песка (1–0,25; 0,25–

0,05), пыли (0,05–0,01; 0,01–0,005; 0,005–0,001) и ила <0,001, а также содержания физической глины <0,01 мм.

Результаты и обсуждение

Инвентаризация данных гранулометрического состава проводится после описанной нами ранее проверки данных (Болдырева и др., 2022), Она показала, что черноземы обыкновенные карбонатные (североприазовские) Ростовской области представлены в БД следующими разновидностями почв: средние и тяжелые суглинки, легкие, и средние глины (таблице 1).

Разделение на разновидности почвы или текстурные классы проведено по количеству физической глины согласно классификации Н. А. Качинского (1965). Выборка составила 206 разреза, причем почти три четверти из них (72,5%) представлено легкоглинистой разновидностью.

Таблица 1 – Распределение разрезов по содержанию физической глины в верхних горизонтах по Северо-Приазовскому району, согласно данным Регионального почвенного дата-центра.

Разновидность	Содержание физической глины, %	Количество разрезов
Средний суглинок	30-45	2
Тяжелый суглинок	45–60	33
Переходный	60	12
Легкая глина	60–75	148
Переходный	75	4
Средняя глина	75–85	7
Общее количество		206

Из общего массива данных для расчетов рассматриваемых в этой статье показателей нами были исключены средние суглинки и глины, в силу того, их очень мало и черноземы обыкновенные карбонатные с таким гранулометрическим составом не характерны для Северо-Приазовского района. Был проанализирован пофракционный гранулометрический состав из

разрезов без разделения на разновидности (общий) и по каждой разновидности почвы отдельно. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднестатистический гранулометрический состав верхних горизонтах черноземов обыкновенных карбонатных Северо-Приазовского почвенного района

Разновидность	1– 0,25	0,25– 0,05	0,05– 0,01	0,01– 0,005	0,005– 0,001	<0,001	<0,01
Общий ГМС	0,6	6,6	28,4	10,2	16,7	37,5	64,6
Тяжелый суглинок	2,3	11,2	30,2	9,3	15,6	31,4	56,4
Легкая глина	0,2	5,2	28,5	10,5	16,8	38,5	66,0

Согласно расчетам, гранулометрический состав черноземов обыкновенных карбонатных (североприазовских) характеризуется почти полным отсутствием фракции песка крупнее 0,25 мм, количество этих частиц в среднем не превышает 0,5%. Мелкий песок крупностью 0,25—0,05 мм содержится также в незначительном количестве — обычно ниже 10%. Преобладающими являются две фракции: крупно-пылеватая фракция (0,05—0,01 мм), содержание которой в среднем около 28,4±5,6%. Среднее содержание илистых частиц диаметром менее 0,001 мм составляет для черноземов обыкновенных карбонатных 35,5±6,8%. Среднее содержание физической глины равно 64,3±6,6 %, что согласуется с литературными данными относительно района исследования и выбранного метода исследования. (Безуглова, Хырхырова, 2008). Вычисление среднестатистического состава по разновидностям показало, что в целом для черноземов обыкновенных карбонатных Северного Приазовья соотношение фракций внутри разновидностей сохраняется: максимальное количество частиц сосредотачивается во фракциях крупной пыли и ила. С утяжелением текстурного класса сохраняется общая тенденция распределения ЭПЧ по фракциям: происходит некоторое уменьшение количества крупной пыли,

незначительное увеличение мелкой пыли и заметное увеличение количества ила (рис.1).

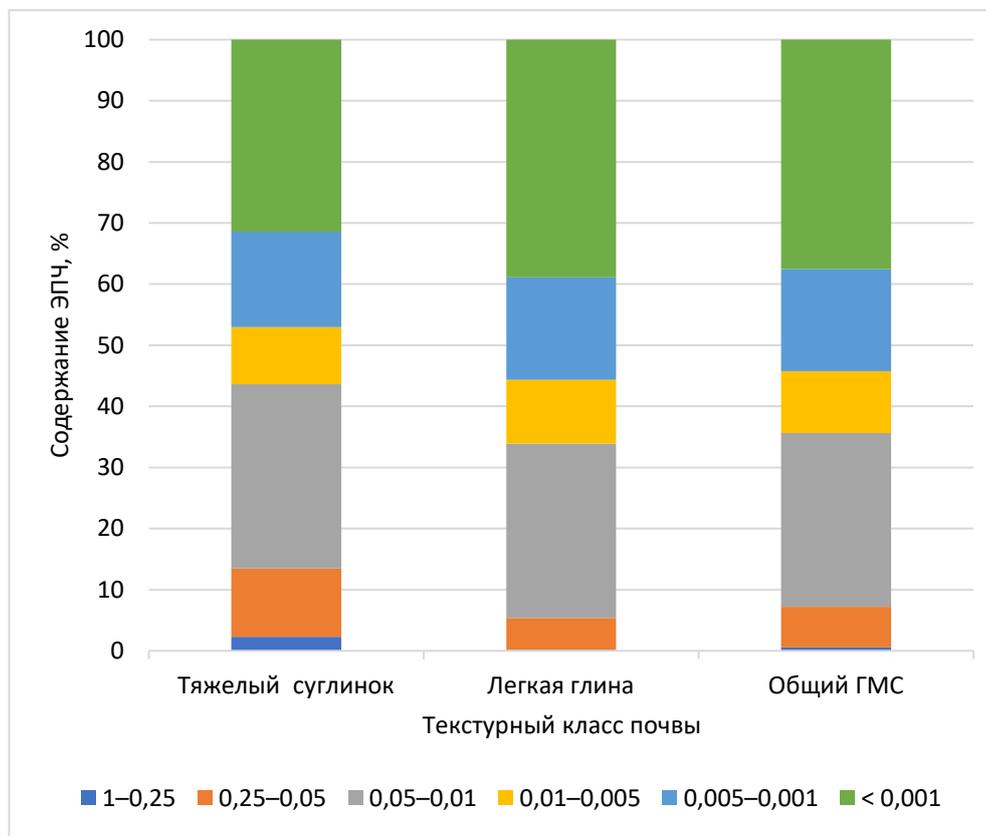


Рис. 1 – Тенденция перераспределения ЭПЧ в зависимости от почвенной разновидности по Северо-Приазовскому району

Средние значения содержания физической глины по разновидностям составляют для тяжелых суглинков – $56,36 \pm 3,97\%$, для легких глин – $66,01 \pm 3,91\%$.

Такое содержание физической глины, определенное по материалам регионального почвенного дата-центра, согласуется с литературными данными. По О. С. Безугловой, М. М. Хырхыровой (2008) содержание физической глины в пахотном слое глинистых разновидностей на лессовидных глинах $64,0-65,0\%$, в тяжелосуглинистых разновидностях – $56,9\%$ (в среднем). По данным В. Ф. Валькова с соавторами (2008)

содержание физической глины в верхних горизонтах тяжелосуглинистых разновидностей в среднем составляет 57,0–59,0 %.

Необходимо отметить, что для черноземов обыкновенных карбонатных североприазовских в качестве диагностического признака выявлено преобладание лёссовой фракции (0,05–0,005), унаследованное от материнской породы. Содержание этих частиц в горизонте А в среднем равно 38,6%. Также нами была исследована фракция физической глины горизонта А черноземов обыкновенных карбонатных (табл. 3). Из таблицы видно, что физическая глина более чем на 50% состоит из илистой фракции, а с утяжелением гранулометрического состава, вклад каждой фракции меняется – содержание пылеватых частиц уменьшается в пользу ила.

Таблица 3 – Вклад ЭПЧ в физическую глину (горизонт А) в черноземах обыкновенных карбонатных Северного Приазовья, %

Разновидность	Содержание ФГ	Вклад фракций в ФГ		
		0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001
Общий ГМС	64,6	15,9	25,4	58,9
Тяжелый суглинок	56,4	15,2	25,6	59,3
Легкая глина	66,0	16,1	25,4	58,6

Данные по содержанию физической глины и ила были статистически обработаны, и вычислены следующие описательные характеристики (Самсонова, Мешалкина, 2020): средняя арифметическая (\bar{x}), коэффициент вариации (V), стандартное отклонение (S), стандартная ошибка среднего ($s_{\bar{x}}$). Данные представлены в таблице 4.

По анализу статистических характеристик можно сделать вывод о том, что выборка однородна, так как коэффициент вариации не превышает 33%, а в силу того, что коэффициент вариации по физической глине менее 10% для всего количества черноземов обыкновенных карбонатных, этот показатель также является диагностическим для этого подтипа чернозема (Дмитриев,

2009). Так степень вариации ила – средняя, она почти в два раза выше вариации физической глины в силу того, что ил более динамичная фракция и активнее участвует в почвенных процессах.

Для суждения об относительной величине коэффициента вариации необходимо хотя бы приблизительно знать средние величины этих коэффициентов для аналогичных случаев, т. е. для объектов, подобных изучаемому, и при использовании сходных методов анализа (Дмитриев, 1995).

Таблица 4 – Описательная статистика показателей ил и физическая глина верхних горизонтов черноземов обыкновенных карбонатных Северного Приазовья

Показатель		Средняя арифметическая (\bar{x}), %	Коэффициент вариации (V), %	Стандартное отклонение, (S), %	Стандартная ошибка среднего, ($S_{\bar{x}}$), %
ГМС	Ил (<0,001)	37,6	17,7	6,8	0,5
	Ф.Г. (<0,01)	64,6	9,3	6,6	0,4
Тяжелый суглинок	Ил (<0,001)	31,4	18,9	5,9	0,9
	Ф.Г. (<0,01)	56,3	7,0	3,9	0,6
Легкая глина	Ил (<0,001)	38,9	14,1	5,5	0,4
	Ф.Г. (<0,01)	66,0	5,9	3,9	0,3

Так же необходимо отметить, что степень вариации различных показателей зависит от их природы и происхождения, а в случае с гранулометрическим составом наследуется от материнской породы в наибольшей степени (Вальков, 1977).

Вычисление стандартной ошибки среднего, позволило определить, насколько точно среднее значение выборки соответствует истинному среднему значению генеральной совокупности, и зависит от вариабельности присущей признаку и репрезентативности выборки: чем чище и больше выборка, тем меньше ошибка, чем меньше вариабельность, тем меньше

ошибка, а при увеличении повторностей она стремится к нулю (Дмитриев, 2009). Таким образом, исходя из ошибки среднего, можно так же заключить, что выборка однородна и репрезентативна, и отражает объективные свойства, а именно гранулометрический состав черноземов обыкновенных карбонатных.

Заключение

Инвентаризация данных гранулометрического состава черноземов обыкновенных карбонатных Северо-Приазовского регионального почвенного дата-центра показала, что более чем почти три четверти из них (72,5%) представлено легкоглинистой разновидностью.

Рассчитано среднее содержание двух преобладающих фракций ЭПЧ для крупно-пылеватой количество в среднем около $28,4 \pm 5,6\%$, для илистой – $35,5 \pm 6,8\%$. Среднее содержание физической глины для исследуемых почв равно $64,3 \pm 6,6\%$, при этом для тяжелых суглинков количество этой фракции составляет – $56,4 \pm 5,9\%$, а для легких глин – $66,0 \pm 3,9$. Содержание лёссовой фракции (0,05–0,005) в горизонте А, унаследованное от материнской породы, в среднем составляет 38,6%, а вклад фракций в физическую глину происходит в следующем соотношении 15,9/25,4/58,9 для средней, мелкой пыли и ила, соответственно

Статистическая обработка показала, что выборка черноземов обыкновенных представленных в базе данных регионального почвенного дата-центра по Северо-Приазовскому почвенному району однородна и отражает объективные свойства рассматриваемых почв.

Исследование выполнено при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-449.2022.5).

Литература

1. Безуглова О. С., Хырхырова М. М. Почвы Ростовской области. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2008. 352 с.
2. Болдырева В.Э., Безуглова О.С., Меженков А.А., Литвинов Ю.А., Морозов И.В. Сравнительный анализ методов определения гранулометрического состава почв Северного Приазовья // АгроЭкоИнфо, 2022. № 1 (49). DOI: <https://doi.org/10.51419/202121126>.
3. Болдырева В.Э., Безуглова О.С., Морозов И.В. Значение систематизации результатов гранулометрического состава по данным регионального почвенного дата-центра в изучении особенностей черноземов обыкновенных Северного Приазовья // Агроэкоинфо, 2022. №2: http://www.agroecoinfo.ru.STATYI/2022/2/st_231.pdf.
4. Валеева А.А., Копосов Г.Ф. Влияние подготовки почв на интерпретацию данных гранулометрического состава почв // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки, 2013. Том 155, кн. 2. С. 172–181.
5. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Почвы Юга России. Ростов-на-Дону: Эверест, 2008. 276 с.
6. Гаврилюк Ф. Я. Почвенные районы Нижнего Дона// Почвенное районирование СССР. Вып.1. МГУ, 1960. С.49-91
7. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. Издательство: Книжный дом Либроком, 2009. – 327 с.
8. Качинский Н. А. Физика почв. Ч.1. М.: Высшая школа, 1965. – 324 с.
9. Прасолов Л. И. О черноземе Приазовских степей // Почвоведение, 1916. № 1. С. 23–46.
10. Розанов, Б. Г. Морфология почв: учебник для высшей школы / Розанов Б. Г. - Москва: Академический Проект, 2020. - 432 с.

11. Самсонова В.П., Мешалкина Ю.Л. Часто встречающиеся неточности и ошибки применения статистических методов в почвоведении // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 102. С. 164-182. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-102-164-182
12. Шейн Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 432 с.
13. Шкуропадская К. В., Пшеничная А. А., Болдырева В. Э., Морозов И. В. Сравнительный анализ методов определения гранулометрического состава почв // Живые и биокосные системы, 2019. № 30, <https://jbks.ru/archive/issue-30/article-6>.
14. Shein E.V. Particle-size distribution in soils: the problems of research methods, result interpretation, and classifications // Eurasian Soil Science, 2009. 42(3):284-291 DOI: 10.1134/S1064229309030053

References

1. Bezuglova, O.S. and Khyrkhyrova, M.M. 2008. Soils of the Rostov region. 352 p. Southern Federal University Press, Rostov-on-Don, Russia. Shein E. V. The Course of Soil Physics. Moscow, Izd. Mosk. Univ., 2005. 432 p. (In Russian).
2. Boldyreva V. E., Bezuglova O.S., Mezhenkov A. A., Litvinov Yu. A., Morozov I. V. Comparative analysis of methods for determining the granulometric composition of soils in the Northern Azov region // AgroEcoInfo, 2022. № 1 (49). DOI: <https://doi.org/10.51419/202121126>.
3. Boldyreva V. E., Bezuglova O.S., Morozov I. V. The importance of systematization of the results of particle-size distribution according to the data of the regional soil data center in the study of the characteristics of ordinary chernozems of the Northern Azov Sea region // AgroEcoInfo, 2022. №2: http://www.agroecoinfo.ru.STATYI/2022/2/st_231.pdf.

4. Valeeva A.A., Kopsov G.F. Influence of soil preparation on the interpretation of particle-size distribution data // *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2011, vol. 155, no. 2, pp. 172-181
5. Valkov V. F., Kazeev K. Sh., Kolesnikov S. I. *Soils of the South of Russia*. Rostov-on-Don: Everest, 2008. 276 p.
6. Gavrilyuk F. Ya. Soil areas of the Lower Don// *Soil zoning of the USSR*. Issue 1. MSU, 1960. pp.49-91
7. Dmitriev EA, *Mathematical statistics in soil science*. M.: Book House Librocom, 2009. — 327 p
8. Kaczynski NA. *Physics of the soil. Part 1*. Hardcover – January 1, 1965 ... M. Higher School. 1965. 324 p.
9. Prasolov L.I. About the chernozem of the Azov steppes. *Soil science*. 1916, no. 1, pp. 23-46
10. Rozanov, B. G. *Morphology of soils*. Moscow, Academic Project, 2020. – 432 p.
11. Samsonova V.P., Meshalkina J.L. Common inaccuracies and errors in the application of statistical methods in soil science. *Dokuchaev Soil Bulletin*. 2020;(102):164-182. (In Russ.) <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-102-164-182>
12. Shein E.V. *Course of soil physics*. – M.: Publishing house of Moscow. un-ta, 2005. – 432 p.
13. Shein E.V. Particle-size distribution in soils: the problems of research methods, result interpretation, and classifications // *Eurasian Soil Science*, 2009. 42(3):284-291 DOI: 10.1134/S1064229309030053
14. Shkuropadskaya K. V., Pshenichnaya A. A., Boldyreva V. E., Morozov I. V. Comparative analysis of methods for determining the particle size distribution of soils // *Living and biocontainable systems*, 2019. № 30, <https://jbks.ru/archive/issue-30/article-6>.