

Каюгина С.М. Квантильный анализ плотности сложения и пористости целинных
серых лесных почв юга Тюменской области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 631.431.1

Квантильный анализ плотности сложения и пористости целинных серых лесных почв юга Тюменской области

Каюгина С.М.

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

Выполнена статистическая обработка большого массива данных по плотности сложения и общей пористости целинных серых лесных почв юга Тюменской области. Для оценки вариабельности значений был использован квантильный анализ (диаграммы boxplot). Установлено, что тип серых лесных почв имеет сравнительно благоприятные агрофизические свойства. Средняя плотность сложения гумусового горизонта (A₁) во всех трёх подтипах имеет значения, входящие в диапазон «оптимума» большинства сельскохозяйственных культур. Иллювиальный горизонт светло-серых и собственно-серых лесных почв уплотнён, поэтому при введении данных почв в пашню в дождливые годы высока вероятность нарушения аэрации и поверхностного переувлажнения.

Ключевые слова: СЕРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ, ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ, ПОРИСТОСТЬ, КВАНТИЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, ДИАГРАММА BOXPLOT

Введение

Юг Тюменской области является динамично развивающимся агропромышленным регионом. Полностью обеспечивая население основными продуктами питания, область реализует излишки продукции за свои пределы. Имеющийся ресурсный потенциал позволяет региону дальнейшее наращивание объёмов производства продукции животноводства и растениеводства, что потребует вовлечение в сельскохозяйственный оборот ранее не обрабатываемых земель [1].

По данным Росгипрозема на юге Тюменской области под серыми лесными почвами занято 888,5 тыс. га, из них на подтип светло-серых приходится 18%, собственно-серые почвы занимают 42% и тёмно-серые лесные почвы – 40%. Тип серых лесных почв активно

используется как в пашне, в основном собственно-серые и тёмно-серые, так и под сенокосами и пастбищами. Площади целинных светло-серых лесных почв составляют 25 тыс. га, собственно-серых – 69 тыс. га, тёмно-серых – 74 тыс. га [2]. Поэтому в перспективе серые лесные почвы могут быть использованы для расширения пахотного фонда региона.

Для рационального использования серых лесных почв в сельском хозяйстве необходимо тщательное изучение их основных свойств. Для этого требуется собрать и обработать большой объём данных, охватывающих значительную территорию.

Одними из наиболее важных элементов плодородия считаются агрофизические свойства почвы, такие как плотность сложения и общая пористость [3]. Поэтому **целью исследования** стало изучение агрофизических свойств серых лесных почв юга Тюменской области в разрезе подтипов.

Материалы и методы исследований

Основой для статистической обработки послужили данные за 1965–2020 годы, полученные кафедрой почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья. В общей сложности сделано и исследовано 330 полнопрофильных разрезов на территории подтайги и северной лесостепи юга Тюменской области, выполненных на почвах, ранее не обрабатываемых. Из них 96 разрезов выполнено на светло-серых, 111 – на, собственно-серых, 123 – на тёмно-серых лесных почвах.

Плотность сложения определяли по Качинскому в двенадцатикратной повторности, плотность твёрдой фазы находили пикнометрическим методом, а пористость рассчитывали по общепринятой формуле:

$$P_{\text{общ.}} = (1 - dv / d) * 100\%,$$

где dv – плотность сложения почвы, $г/см^3$; d – плотность твёрдой фазы $г/см^3$.

Обработка полученных данных выполнялась в пакете программного обеспечения Statistica 6.1. Для оценки диапазона изменчивости значений в исследуемых выборках были построены диаграммы boxplot («ящики с усами»), которые служат наглядной формой представления результатов квантильного анализа. На диаграммах boxplot показаны: медиана (Q_{50}), межквартильный размах ($Q_{75} - Q_{25}$), размах вариации ($x_{\text{max}} - x_{\text{min}}$). Анализируя расстояние между различными частями «ящика с усами» можно оценить дисперсию и асимметрию исследуемой совокупности.

Результаты исследований и их обсуждение

Плотность зависит от гранулометрического состава, структурного состояния почвы, а также имеет обратную корреляционную зависимость от содержания гумуса, поэтому в серых лесных почвах данный показатель может варьировать в широком диапазоне [4-7].

Проведя анализ 96 полнопрофильных разрезов светло-серых лесных почв, выявлено, что плотность сложения гумусового горизонта (A_1) имеет размах значений от 0,88 до 1,34 г/см³ (рис. 1 А), в среднем по выборке составляет 1,14 г/см³. Медиана (Q_{50}) незначительно выше среднего и равна 1,15 г/см³, что указывает на слабую левостороннюю асимметрию, когда более половины значений выборки выше среднего. Значения нижнего (Q_{25}) и верхнего (Q_{75}) квартилей составляют 1,08 и 1,2 г/см³ соответственно, в этот диапазон входит 50% почвенных образцов, что оптимально для выращивания большинства культур [8-10]. Размах вариации и межквартильный размах плотности сложения гумусово-элювиального горизонта (A_1A_2) светло-серых лесных почв меньше, по сравнению с гумусовым, что наглядно иллюстрирует диаграмма «ящик с усами». Плотность сложения варьирует в диапазоне от 1,11 до 1,4 г/см³ при среднем значении 1,26 г/см³. Равенство среднего и медианы указывает на симметричное распределение значений в выборке. Плотность иллювиального горизонта светло-серых лесных почв достигает 1,55 г/см³, что нарушает водо- и воздухопроницаемость почвенного профиля, тем самым способствуя избыточному увлажнению почвы и, возможно, заболачиванию.

В изученных 111 разрезах собственно-серых лесных почв плотность сложения в гумусовом горизонте (A_1) имеет больший разброс значений, чем в подтипе светло-серых, которые варьируют от 0,8 до 1,49 г/см³ (рис. 1 Б). Среднее по выборке значение плотности сложения составило 1,26 г/см³, что ниже медианы, равной 1,28 г/см³, и указывает на преобладание в подтипе уплотнённых почв. В интервале от 1,22 до 1,32 г/см³ плотность сложения гумусового горизонта имеют половина исследованных разрезов. В гумусово-элювиальном горизонте (A_1A_2) плотность сложения имеет меньший размах значений, по сравнению с гумусовым, и варьирует от 1,13 до 1,57 г/см³. В среднем по выборке плотность сложения гумусово-элювиального горизонта собственно-серых лесных почв составляет 1,39 г/см³, что выше значений гумусового горизонта. В иллювиальном горизонте плотность сложения возрастает и на отдельных участках, занимающих понижения рельефа, достигает 1,68 г/см³. Водопроницаемость и воздухопроницаемость

при таком уплотнении нарушаются, что имеет негативные последствия для развития корневой системы растений [3].

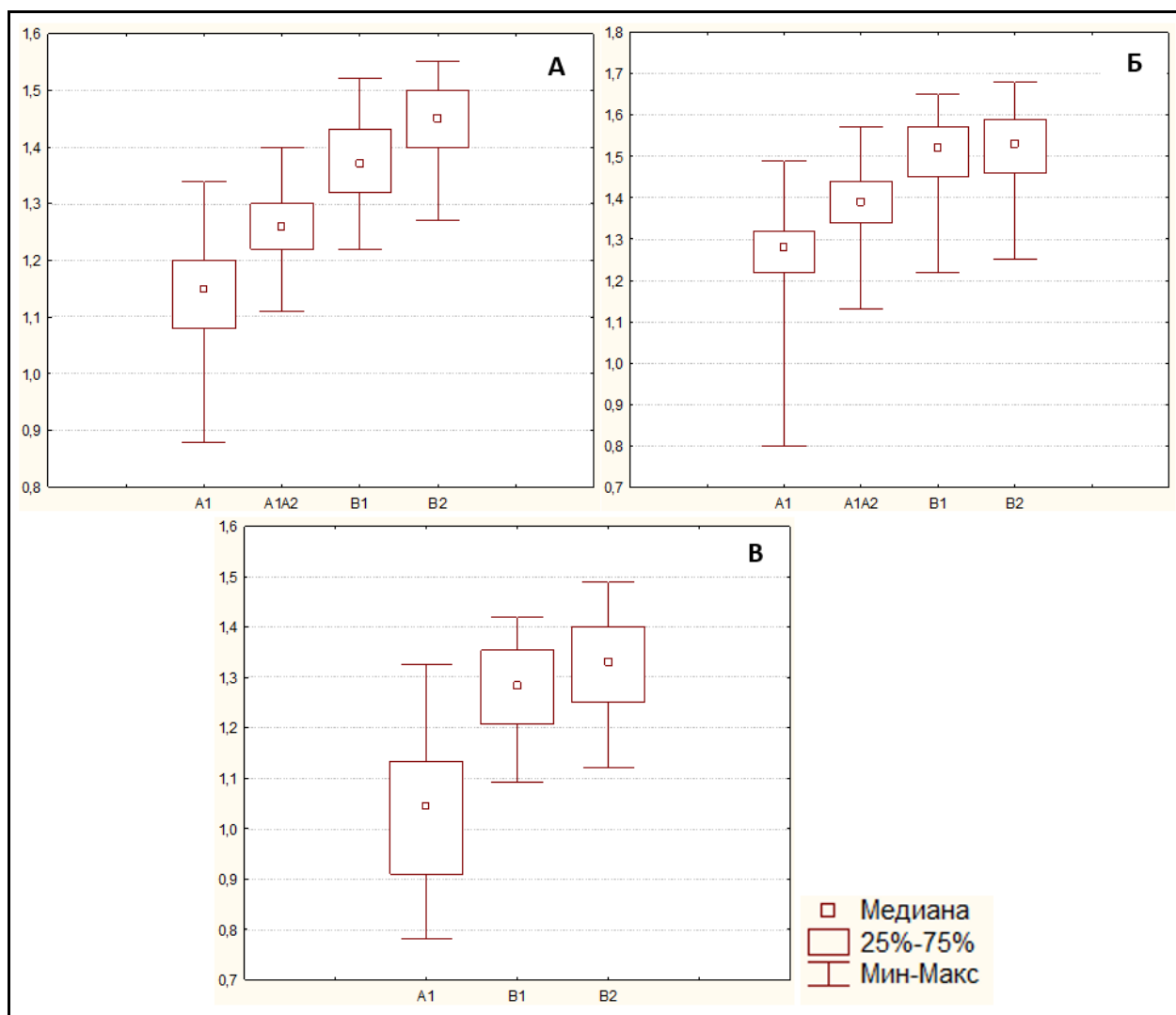


Рис. 1. Квантильный анализ плотности сложения серых лесных почв

Примечание: А – светло-серые; Б – собственно-серые; В – тёмно-серые.

При исследовании 123 почвенных разрезов тёмно-серых лесных почв было установлено, что в гумусовом горизонте (A₁) плотность сложения изменяется по выборке в диапазоне от 0,78 до 1,33 г/см³ (рис. 1 В) при среднем значении 1,03 г/см³. Половина почвенных разрезов имеют плотность сложения в диапазоне 0,91-1,13 г/см³, что указывает на вспушенность почвы или обогащенность органическим веществом. Вниз по профилю тёмно-серых лесных почв плотность сложения возрастает. В горизонте В₁ она изменяется в диапазоне от 1,09 до 1,42 г/см³, в среднем по выборке равна 1,28 г/см³, что не будет

препятствовать аэрации и движению воды вниз по профилю. Горизонт В₂ характеризуется более высокой плотностью сложения (от 1,12 до 1,49 г/см³), чем горизонты А₁ и В₁, но это не окажет негативное влияние на развитие сельскохозяйственных культур.

Знание общего объёма пор почвы даёт возможность прогнозировать условия аэрации всего почвенного профиля. Степень пористости зависит от структуры почвы, гранулометрического состава и содержания гумуса.

В светло-серых лесных почвах пористость гумусового горизонта (А₁) в среднем по выборке составляет 54% от объёма, изменяется в интервале 44–64% (рис. 2 А). Распределение симметричное (медиана и среднее равны). У половины почвенных образцов пористость находится в пределах 51–57%, что соответствует удовлетворительному состоянию. В гумусово-элювиальном горизонте (А₁А₂) светло-серых лесных почв объём пустот изменяется в выборке от 38 до 50%, что неудовлетворительно. В иллювиальном горизонте пористость снижается до минимальных значений, нарушая движение почвенной влаги и ухудшая аэрацию.

В анализируемой выборке собственно-серых лесных почв общая пористость гумусового горизонта (А₁) принимает значения от 35 до 58% (рис. 2 Б). При этом половина разрезов имеют пористость в диапазоне 44–53%, что оценивается как неудовлетворительно. Пористость гумусово-элювиального горизонта (А₁А₂) собственно-серых лесных почв ниже, чем гумусового, изменяется в пределах от 32 до 55%. В нижней части почвенного профиля пористость становится еще ниже и в нижней части иллювиального горизонта (В₂) достигает минимальных значений - 29% от объёма почвы.

Гумусовый горизонт (А₁) тёмно-серых лесных почв характеризуется широким диапазоном размаха значений общей пористости: от 38% (неудовлетворительная) до 65% (повышенная) (рис. 2 В). Среднее по выборке значение пористости составляет 54% от объёма почвы. У половины исследованных разрезов пористость находится в диапазоне от 47 до 59% от объёма почвы и соответствует удовлетворительному состоянию. Медиана равна 56%, что выше среднего и указывает на преобладание в выборке почвенных образцов с высокой пористостью. В верхней части иллювиального горизонта (В₁) пористость закономерно снижается по сравнению с гумусовым горизонтом, варьируя в широком диапазоне от 30 до 56%. В нижней части иллювиального горизонта (В₂) пористость в среднем равна 38%, однако в отдельных разрезах имеет крайне низкие значения – 25%. Данный факт указывает на то, что небольшая часть тёмно-серых лесных

почв юга Тюменской области, как правило, занимающая понижения рельефа, может иметь нарушения аэрации подпахотного горизонта в дождливые годы [11, 12].

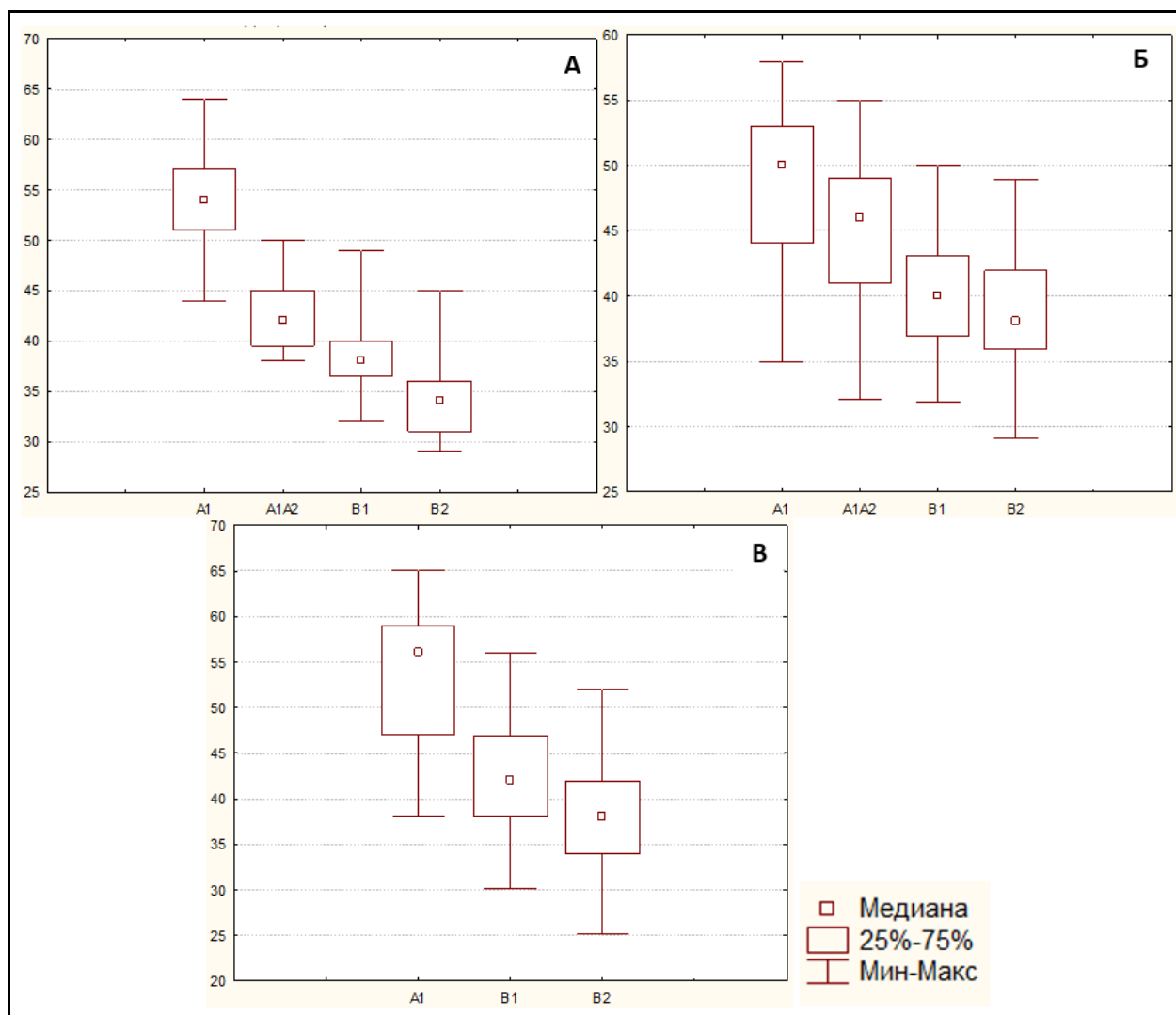


Рис. 2. Квантильный анализ общей пористости серых лесных почв

Примечание: А – светло-серые; Б – собственно-серые; В – тёмно-серые.

Заключение

Проведённый анализ показал, что в целом тип серых лесных почв обладает благоприятными агрофизическими свойствами и большинство исследованных почвенных разрезов имеют оптимальные значения плотности сложения в гумусовом горизонте. Вниз по профилю плотность сложения почвы возрастает во всех трёх подтипах, однако в светло-серых и собственно-серых лесных почвах нижняя часть иллювиального горизонта

более уплотнена, в сравнении с тёмно-серыми почвами, что нарушает движение воды и воздуха и может привести к переувлажнению почв.

В подтипах светло-серых и тёмно-серых лесных почв общая пористость гумусового горизонта характеризуется как удовлетворительная, однако в собственно-серой лесной почве большинство почвенных разрезов имело более низкую пористость, оцениваемую как неудовлетворительную. Вглубь профиля во всех трёх подтипах пористость закономерно снижается, следовательно, в дождливые годы серые лесные почвы могут иметь нарушения аэрации подпахотного горизонта.

Список использованных источников:

1. Ерёмин Д.И. Агрофизические свойства светло-серых лесных почв Северного Зауралья / Д.И. Ерёмин, С.М. Каюгина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (69). – С. 29–34.
2. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 286 с.
3. Сарсенов А.Е. Влияние плотности почвы на рост, развитие и урожай сельскохозяйственных культур / А.Е. Сарсенов, А.К. Куан // Наука и Образование. – 2019. – Т.2. – № 4. – С. 247.
4. Ерёмин Д.И. Агрофизические свойства тёмно-серых лесных почв Северного Зауралья / Д.И. Ерёмин, С.М. Каюгина // Вестник Курганской ГСХА. – 2022. – № 2 (42). – С. 3–10.
5. Зинченко С.И. Вариабельность агрофизических характеристик серых лесных почв / С.И. Зинченко, Е.В. Шеин, М.К. Зинченко // Новая наука: От идеи к результату. – 2017. – Т. 1. – № 3. – С. 226–231.
6. Зинченко С.И. Изменение плотности сложения в агроэкосистемах серой лесной почвы // Владимирский земледелец. – 2020. – № 4 (94). – С. 4–7.
7. Каюгина С.М., Пространственная неоднородность агрофизических свойств серых лесных почв Северного Зауралья / С.М. Каюгина, Д.И. Ерёмин // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 3 (96). – С. 25–30.
8. Конищев А.А. Исследование взаимосвязи «оптимальной плотности сложения» с влажностью почвы и урожайностью ячменя / А.А. Конищев, Н.В. Перфильев, И.И. Гарифуллин // Агрофизика. – 2019. – № 2. – С. 25–31.
9. Оптимальная плотность почвы — резерв повышения урожайности / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский [и др.]. // Сельский механизатор. – 2017. – № 11. – С. 12–13.

Каюгина С.М. Квантильный анализ плотности сложения и пористости целинных
серых лесных почв юга Тюменской области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

10. Перфильев Н.В. Исследование взаимосвязи «оптимальной плотности» почвы с урожайностью зерновых культур / Н.В. Перфильев, О.А. Вьюшина, А.А. Конищев, И.И. Гарифуллин // Агрофизика. – 2017. – № 4. – С. 16–24.

11. Каюгина С.М. Вариабельность свойств серых лесных почв Северного Зауралья: дисс. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2023. – 196 с.

12. Шахова О.А. Изменение агрофизических свойств серой лесной почвы при различных видах зяблевой обработки в условиях северной лесостепи Тюменской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (66). – С. 33–37.

=====

Цитирование:

Каюгина С.М. Квантильный анализ плотности сложения и пористости целинных серых лесных почв юга Тюменской области [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_502.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202135502>.