

МНОГООБРАЗИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОФИЛЕЙ ПАХОТНЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ БРЯНСКОГО ОПОЛЬЯ

¹Д.Г. Кротов, к.с.-х.н., ²В.П. Самсонова, д.б.н., ²М.И. Кондрашкина

¹Брянский государственный аграрный университет, e-mail: krotovd@mail.ru

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, e-mail: vkbun@mail.ru

Рассмотрены результаты статистической обработки данных почвенного картирования, проведенного в 80-е годы XX в. в Брянской области. Показаны пределы возможных значений физико-химических свойств наиболее ценных в агрономическом отношении серых лесных почв. Обсуждается необходимость учета пространственного многообразия свойств почв при мониторинге почвенного покрова.

Ключевые слова: серые лесные почвы, картирование, физико-химические свойства, мониторинг, Брянская область.

THE DIVERSITY OF PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF THE ARABLE GREY FOREST SOILS PROFILES IN THE BRYANSK OPOLIE

¹Ph.D. D.G. Krotov, ²Dr.Sci. V.P. Samsonova, ²M.I. Kondrashkina

¹Bryansk State Agrarian University, e-mail: krotovd@mail.ru

²Moscow Lomonosov State University, e-mail: vkbun@mail.ru

The results of statistical processing data of soil mapping conducted in 80-s years of the XX century are discussed. The possible limits of physical-chemical properties most valuable in agronomical sense grey forest soils are presented. The necessity of taking into account the spatial variability of soil properties for monitoring and assessment of soil cover is discussed.

Keywords: grey forest soils, mapping, physical-chemical parameters, monitoring, Bryansk region.

Надежный прогноз изменения природной среды невозможен на основе знания только ее сегодняшнего состояния. Констатация изменений почвенных свойств, проводимая на основании сопоставления небольшого числа разрезов, всегда страдает большой неопределенностью, поскольку неясно, на какую территорию могут быть распространены те или иные выводы и не является ли полученная закономерность просто особенностью данного конкретного места. Поэтому знание возможного многообразия ситуаций - залог более обоснованных прогнозов на будущее. В 80-е годы XX в. в Брянской области для инвентаризации почвенных ресурсов проведено крупномасштабное почвенное картографирование. Почвенные карты районов масштаба 1:50000 были построены на основе имевшейся к этому времени информации и дополнительных исследований, проведенных с использованием качественной картографической основы (масштаб 1:10000). В пределах отдельных административных районов заложено несколько сотен разрезов, в которых по генетическим горизонтам отобраны почвенные пробы. В пределах почвенного профиля в пробах были определены следующие показатели: рНка потенциометрически, H_+ и сумма поглощенных оснований по Каппену, содержание

гумуса по Тюрину, фосфор по Кирсанову, калий по Пейве в модификации ВИУА определяли лишь в пахотном и подпахотном горизонтах. В некоторых разрезах выполнен анализ гранулометрического состава по Качинскому. Для большинства разрезов имеются сведения о мощностях генетических горизонтов, о характере почвообразующей породы (в пределах первого метра) и о подстилающей породе. Эти данные представляют большую ценность, поскольку могут рассматриваться как реперные значения при оценке изменений, произошедших в почвенном покрове за последние десятилетия,

Наиболее плодородные почвы Брянской области представлены серыми лесными [1-3], они практически полностью распаханы. Длительное сельскохозяйственное использование наложило свой отпечаток на морфологию профилей и свойства эпих почв, что нашло свое отражение в классификации почв РФ 2004 г. [4], где они относятся к типу агросерых почв. Однако, в целях преемственности, в дальнейшем мы будем использовать авторские названия почв.

Автоморфные серые лесные почвы Брянского ополья расположены в основном в границах Брянского и Выгоничского административных районов, Согласно почвенным картам этих районов, общая

площадь таких почв составляет соответственно 38109 и 6601 га. Почвы развиты на карбонатных лессовидных суглинках, вскипающих от НС1 в пределах 100 см слоя или глубже. Именно этот показатель принят в качестве критерия выделения двух наиболее распространенных видов собственно серых лесных почв в классификации 1977 г. [5]. Общее число почвенных профилей 59 в Брянском и 27 в Выгоничском районах. Для профиля пахотных серых лесных почв на лессовидном суглинке обычно выделяют следующие основные горизонты: $A_{\text{пах}}$ - A1A2 - BA2 - B - BC - C. Разные авторы при описании почвенного разреза могут выделять переходные горизонты, которые присутствуют локально и не распространяются на большие территории. В некоторых случаях были выделены переходные горизонты A1, A1B, B2C. Средняя глубина их залегания соответствует более крупным горизонтам - A1A2, A2B, B, поэтому данные по этим горизонтам были объединены с данными для горизонтов, располагающимися на этой же глубине. Чаще всего иллювиальный горизонт B подразделяется на две части - B1 и B2, при этом B2 может соответствовать переходному горизонту BC. В нашем случае во всех изученных разрезах присутствуют оба горизонта с индексацией B, поэтому сравнение определенных физико-химических свойств проводили именно по этим горизонтам. Результаты обрабатывали с использованием пакета Excel.

Результаты. Средние значения рассматриваемых показателей изменяются с глубиной стандартным образом [2]: гидролитическая кислотность уменьшается, а для остальных показателей минимальные значения приурочены к средней части профиля (табл. 1 и 2). Вертикальные профили средних значений гидролитической кислотности обоих видов почв практически совпадают. Профили остальных свойств заметно отделены друг от друга.

Стандартные отклонения и коэффициенты вариации. Абсолютные величины варьирования свойств (стандартные отклонения) практически не изменяются с глубиной. Коэффициенты варьирования (относительная изменчивость) несколько увеличиваются в центральной части профиля, что может быть связано с уменьшением средних значений. Наибольшее варьирование обнаруживается у гидролитической кислотности, коэффициенты вариации которой приближаются к 100%, а иногда и превышают их.

Статистические распределения. Близость медиан и средних значений, а также и разностей между медианой и нижним квартилем, верхним квартилем и медианой свидетельствует

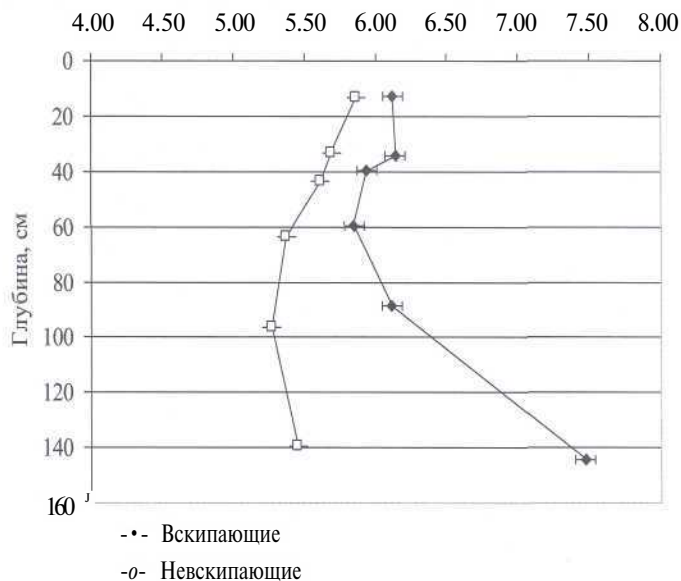


Рис. 1. 95% доверительные интервалы для средних значений величин рН

о том, что распределения в центральной части симметричные и приближаются к нормальному. Нарушения отмечаются для гидролитической кислотности в области высоких значений. Они немногочисленны, однако приводят к тому, что коэффициенты вариации становятся очень большими.

Доверительные интервалы. Поскольку число проанализированных профилей было значительным, ошибки средних, обратно пропорциональные корню из числа повторностей, оказываются сравнительно небольшими. Поэтому доверительные интервалы для средних значений получаются сравнительно узкими. На рисунке 1 можно видеть, что два вида серых лесных почв имеют резко различающиеся профили средних значений рН, так что 95% доверительные интервалы для средних пересекаются лишь в пахотном горизонте. То же самое наблюдается и для остальных свойств, за исключением гидролитической кислотности, средние значения которой в одноименных горизонтах практически совпадают.

Значения свойств в индивидуальных профилях, как и должно быть, варьируют больше средних величин. Из таблиц 1 и 2 можно видеть, что минимальные и максимальные значения в отдельных почвенных горизонтах разных видов серых лесных почв очень близки, так что единичный почвенный профиль для рассматриваемых свойств может оказаться далеким от усредненных значений.

Для представления варьирования данных в природных объектах часто используют представление:

$$\bar{x} \pm s,$$

где \bar{x} - среднее, s - стандартное отклонение. Однако эти так называемые толерантные пределы [6] ограничивают лишь приблизительно 68% варьирования свойства.

1. Статистические характеристики серых лесных почв. А. Вскипающие

Горизонт	Статистики	Средняя глубина, см	pH _{ка}	Н _т , мг-жв/100 г	S, мг-жв/100г	ЕКО, мг-жв/нимг	V, %
Апах.	п	74	74	71	71	71	71
	<i>X_{min}</i>	8,50	4,80	0,50	10,00	11,40	62,10
	<i>X_{0,25}</i>	12,00	5,73	1,20	14,00	16,35	85,50
	<i>X_{0,5}</i>	13,00	6,10	1,90	16,70	19,00	89,50
	<i>X_{0,75}</i>	14,00	6,60	2,80	18,80	21,75	94,15
	<i>X_{max}</i>	17,00	7,60	8,90	34,30	36,60	100,00
	\bar{x}	12,78	6,12	2,26	17,01	19,28	88,83
	s		0,61	1,49	4,41	4,56	6,68
	CV		10,0	65,8	25,9	23,6	7,5
А1А2	п	40	40	38	38	38	38
	<i>X_{min}</i>	27,00	4,90	0,50	10,10	11,50	56,10
	<i>X_{0,25}</i>	31,00	5,80	1,00	13,18	15,40	88,63
	<i>X_{0,5}</i>	34,50	6,00	1,50	14,90	16,50	90,37
	<i>X_{0,75}</i>	35,00	6,70	1,80	16,10	17,70	93,88
	<i>X_{max}</i>	45,00	7,40	9,40	20,80	21,70	98,90
	\bar{x}	34,39	6,14	1,67	14,76	16,43	90,23
	s		0,58	1,38	2,21	2,29	6,71
	CV		9,4	83,1	15,0	14,0	7,4
А2В	п	31	31	31	31	31	31
	<i>X_{min}</i>	24,50	4,70	0,60	10,20	10,90	78,80
	<i>X_{0,25}</i>	31,00	5,50	1,20	12,90	14,15	87,25
	<i>X_{0,5}</i>	36,00	5,90	1,40	14,30	16,20	90,00
	<i>X_{0,75}</i>	45,00	6,45	2,00	15,55	17,35	92,60
	<i>X_{max}</i>	60,00	6,90	3,70	18,80	19,70	96,00
	\bar{x}	39,40	5,94	1,65	14,16	15,84	89,57
	s		0,62	0,78	2,03	2,21	4,11
	CV		10,4	47,1	14,3	13,9	4,6
В1	п	58	58	57	57	57	56
	<i>X_{min}</i>	35,00	4,30	0,20	9,50	10,60	66,00
	<i>X_{0,25}</i>	50,00	5,43	0,90	13,00	14,20	88,80
	<i>X_{0,5}</i>	55,00	5,75	1,40	14,00	15,30	90,65
	<i>X_{0,75}</i>	65,00	6,30	1,80	15,00	16,90	93,93
	<i>X_{max}</i>	95,00	8,40	4,60	18,20	19,40	99,80
	\bar{x}	59,57	5,85	1,43	13,82	15,24	90,61
	s		0,69	0,73	1,87	2,19	5,40
	CV		11,9	51,2	13,6	14,3	6,0
В2	п	63	63	58	58	58	58
	<i>X_{min}</i>	50,00	4,30	0,20	9,00	9,70	80,70
	<i>X_{0,25}</i>	80,00	5,65	0,70	11,10	12,13	90,28
	<i>X_{0,5}</i>	90,00	6,00	1,00	13,00	13,85	92,70
	<i>X_{0,75}</i>	97,50	6,70	1,20	14,25	15,10	94,25
	<i>X_{max}</i>	115,00	7,60	2,20	18,40	20,10	99,00
	\bar{x}	88,73	6,11	1,04	12,82	13,84	92,23
	s		0,73	0,44	2,13	2,25	3,51
	CV		11,9	42,4	16,6	16,3	3,8
Ск	п	71	71	3	3	3	3
	<i>X_{min}</i>	110,00	5,00	0,20	9,70	11,60	83,62
	<i>X_{0,25}</i>	130,00	7,40	0,55	11,85	13,25	86,96
	<i>X_{0,5}</i>	145,00	7,60	0,90	14,00	14,90	90,30
	<i>X_{0,75}</i>	155,00	7,60	1,40	15,00	15,55	94,55
	<i>X_{max}</i>	205,00	7,90	1,90	16,00	16,20	98,80
	\bar{x}	144,31	7,47	1,00	13,23	14,23	90,91
	s		0,40	0,85	3,22	2,37	7,61
	CV		5,4	85,4	24,3	16,7	8,4

2. Статистические характеристики серых лесных почв. Б. Невскипающие

Горизонт	Статистики	Средняя глубина, см	pH _{га}	N, мг-экв/100 г	S, мг-экв/100 г	ЕКО, мг-экв/100 г	У, %
Апах.	n	71	71	69	69	69	69
	X _{min}	9,00	5,00	0,70	6,90	9,40	73,40
	X _{0,25}	12,00	5,40	1,60	12,30	15,00	79,60
	X _{0,5}	13,00	5,80	2,60	14,20	17,20	85,30
	X _{0,75}	14,00	6,30	3,30	16,90	19,70	90,30
	X _{max}	20,00	7,30	5,70	28,80	30,60	97,80
	\bar{x}	13,08	5,87	2,54	15,24	17,80	85,38
	s	2,25	0,60	1,23	4,22	4,26	6,40
CV		10,3	48,3	27,7	23,9	7,50	
A1A2	n	55	55	55	55	55	55
	X _{min}	25,00	5,00	0,50	8,30	10,70	70,20
	X _{0,25}	30,00	5,45	1,80	11,60	13,80	81,55
	X _{0,5}	33,00	5,70	2,40	13,00	15,60	85,20
	X _{0,75}	35,00	5,90	2,90	14,70	17,25	87,90
	X _{max}	45,00	6,60	5,60	30,70	34,60	95,50
	\bar{x}	33,19	5,69	2,43	13,59	16,02	84,73
	s	4,74	0,42	1,08	3,64	4,16	5,82
CV		7,4	44,4	26,8	26,0	6,86	
A2B	n	29	29	29	29	29	29
	X _{min}	29,00	4,40	0,70	7,70	9,80	68,30
	X _{0,25}	35,00	5,20	1,40	10,70	12,40	84,80
	X _{0,5}	45,00	5,60	1,70	12,10	13,70	87,42
	X _{0,75}	47,00	5,90	2,20	13,70	15,40	89,60
	X _{max}	80,00	6,80	6,20	18,10	24,20	95,30
	\bar{x}	43,74	5,62	2,01	12,23	14,24	86,15
	s		0,59	1,23	2,44	2,99	6,07
CV		10,5	61,1	19,9	21,0	7,04	
B1	n	70	70	70	70	70	70
	X _{min}	45,00	4,70	0,70	6,40	8,40	75,00
	X _{0,25}	55,00	5,00	1,40	11,25	12,70	84,10
	X _{0,5}	65,00	5,30	1,80	12,75	14,45	87,65
	X _{0,75}	65,00	5,70	2,48	14,20	16,38	90,00
	X _{max}	95,00	6,20	4,60	23,20	27,80	92,70
	\bar{x}	63,80	5,37	1,91	12,70	14,58	86,78
	s		0,38	0,67	2,37	2,77	3,87
CV		7,1	34,9	18,6	19,0	4,46	
B2	n	65	65	65	65	65	65
	X _{min}	65,00	4,40	0,60	5,70	7,50	50,00
	X _{0,25}	90,00	5,00	1,20	10,60	12,40	86,50
	X _{0,5}	95,00	5,20	1,60	12,10	13,60	87,92
	X _{0,75}	105,00	5,50	1,90	13,30	15,20	91,20
	X _{max}	135,00	6,40	5,60	17,60	19,00	94,59
	\bar{x}	96,43	5,27	1,64	11,99	13,71	87,24
	s		0,44	0,76	2,03	2,30	7,11
CV		8,3	46,2	16,9	16,8	8,15	
Cк	n	63	63	60	60	60	60
	X _{min}	105,00	4,40	0,20	7,00	7,40	76,50
	X _{0,25}	125,00	5,00	0,90	10,40	11,48	87,75
	X _{0,5}	145,00	5,20	1,20	11,40	12,80	90,45
	X _{0,75}	145,00	5,80	1,60	12,93	14,48	93,01
	X _{max}	205,00	7,40	3,20	17,20	19,70	98,20
	\bar{x}	139,52	5,46	1,31	11,69	12,97	89,94
	s		0,66	0,63	2,30	2,59	4,44
CV		12,1	48,3	19,7	20,0	4,93	

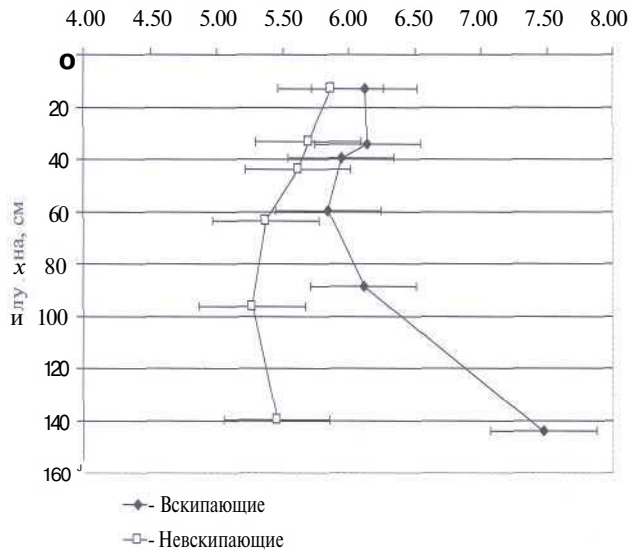


Рис. 2. Толерантные пределы для величин pH

Если же рассматривать 90% и тем более 95% доверительные интервалы, диапазоны изменчивости свойств отдельных видов почв будут перекрываться практически везде, кроме вспахающего горизонта С, что и демонстрируется для величин pH на рисунке 2.

Данные о почвенном покрове, полученные в результате почвенного картирования, проведенного в Советском Союзе в конце XX в., представляют большую ценность с разных точек зрения. Можно спорить о качестве классификаций, о правильности диагностики и т.п., но нельзя отрицать тот факт, что они позволяют оценить многообразие свойств почв в рамках использованных классификационных единиц. Это позволяет рассматривать их как основу для будущего мониторинга.

В настоящее время в России пространственная изменчивость почвенных свойств практически не учитывается при оценке качества почвенного покрова,

при мониторинговых наблюдениях и т.п. Однако, сопоставление показателей в единичных разрезах, заложенных в разное время, может очень сильно исказить выводы просто в силу большой пространственной изменчивости свойств, которая может проявляться даже на малых расстояниях [7, 8]. В представленной работе это демонстрируется даже для такого сравнительно мало изменчивого свойства, как величина pH. Для более изменчивых свойств ошибочные заключения могут быть более серьезными. Поэтому следует с осторожностью относиться к утверждениям, например, о том, что при некотором способе обработок почвы ее свойства могут изменяться в пределах метровой толщи и глубже. Достаточная повторность выборки — это трудоемкий, но единственно надежный способ обеспечения достоверности выводов. Для рассмотренных величин pH, например, проверка гипотезы об одинаковости средних значений в пахотном горизонте в разное время при доверительной вероятности 95% и мощности критерия в 80% потребует не менее 15 значений в каждый из сроков наблюдения [6].

Таким образом: 1. Диапазон изменчивости единичных профилей физико-химических свойств разных видов серых лесных почв с вероятностью 0,95 перекрывает возможные видовые различия.

2. Расчеты показывают, что единичные почвенные профили непригодны для мониторинга состояния физико-химических свойств серых лесных почв на уровне вида.

3. Для надежной диагностики различия профильных распределений средних значений физико-химических свойств двух видов серых лесных почв требуется не менее 15 профилей, причем размещение этих профилей должно быть случайным в пределах возможного пространственного распространения анализируемых почвенных выделов.

Литература

1. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Мельникова О.В. Результаты проведения длительного полевого опыта с удобрениями № 30 геосети (год закладки опыта 1983) / Результаты длительных исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями Российской Федерации. - М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2012; Вып. 2. - С. 27-37.
2. Воробьев Г.Т., Бобровский А.И., Прудников П.В. Агрохимические свойства почв Брянской области и применение удобрений. - Брянск: Брянский Центр «Агрохимрадиология», 1995. - 121 с.
3. Кротов Д.Г., Початкова Т.Н., Самсонова В.П., Чепурных А.Д. Влияние разных уровней сельскохозяйственных нагрузок на физико-химические свойства агросерой почвы // Агрохимический вестник, 2015, № 5. - С. 32-35.
4. Классификация и диагностика почв России. - М.: Ойкумена, 2004. - 341 с.
5. Классификация и диагностика почв СССР. - М., 1977. - 231 с.
6. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. - М.: ЛИБРОКОМ, 2008. - 326 с.
7. Кротов Д.Г. Характеристика почвенного покрова опытного поля Брянской ГСХА Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне России / Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященный 30-летию Брянской ГСХА и 70-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, д.с.-х.н., профессора В.Ф. Мальцева, вып. 4, 2010. - С. 274-280.
8. Самсонова В.П., Мешалкина Ю.Л., Мелиховская П.В., Кондрашкина М.И., Дядькина С.Е., Кондрашкин Б.Е., Кошкин Р.В., Кротов Д.Г. Пространственная изменчивость агрохимических свойств в пределах сельскохозяйственного угодья (агросерые почвы) // Агро XXI, 2010, № 7-9. - С. 47-48.