

УДК 631.416

Ю. Е. КИЗЯКОВ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛОНЦОВ СЕВЕРНОГО ПРИСИВАШЬЯ, ИХ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ И ИЗМЕНЕНИЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСЛЕДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ МЕЛИОРАЦИИ

Изучены физико-химические свойства солонцов каштановых остаточных, установлена высокая вариабельность содержания в них карбонатов, поглощенного магния и натрия. Выявлено существенное влияние глубокой плантажной вспашки и гипсования в сочетании с разноглубинными вспышками на емкость обмена и состав поглощенных оснований солонцов. Показана необходимость применения математической статистики в географо-генетических и агромелиоративных исследованиях солонцов.

Солонцы каштановые остаточные в комплексе с каштановыми солонцеватыми и темно-каштановыми почвами широко распространены в Присивашье. Изучению их генетических особенностей, состава, свойств и способов улучшения посвящено много работ [4, 6—8, 10—13 и др.]. Выявлено, что, несмотря на сравнительно невысокое содержание поглощенного натрия (до 4—12% от суммы оснований), эти почвы имеют характерные для солонцов морфологическое строение и физические свойства. «Физическая солонцеватость» проявляется у них в четкой дифференциации почвенного профиля на гумусово-элювиальный и иллювиальный горизонты, в перемещении по профилю и в накоплении в иллювиальном горизонте илистых частиц, в заплывании поверхности при увлажнении, в слабой оструктуренности пахотного слоя, в плохих водно-физических свойствах и т. д.

При разработке методов детального картирования солонцовых комплексов, а также для целей объективной оценки эффективности мелиоративных приемов, особенно при их длительном последствии, необходимы подробные сведения о степени варьирования физико-химических свойств в пределах солонцовых пятен.

Изучение физико-химических свойств солонцов Северного Присивашья, их вариабельности и изменения при длительном последствии мелиоративных приемов проводили в стационарном полевом опыте на Генической опытной станции, заложенном С. П. Семеновой-Забродиной в 1954 г. Исследования проводили на следующих вариантах опыта: 1) вспашка на 20—22 см в 1954—1961 гг. и на 26—28 см в последующие годы — контроль; 4) однократная плантажная вспашка на 60 см в 1954 г., в последующие годы такая же обработка, как и на контроле; 10) гипсование дозой 12 т/га в 3 приема с промежутками в 3 года и с постепенным доуглублением вспашки до 40 см: в 1954 г. — гипс 4 т/га под вспашку на 20 см, в 1957 г. — гипс 4 т/га под вспашку на 30 см, в 1960 г. — гипс 4 т/га под вспашку на 40 см. В остальные годы проводили такие же обработки, как и на контроле.

На делянках перечисленных вариантов, площадь каждой из которых варьировала в пределах 4800—8792 м², подбирали по 3 пятна (контура) солонцов. На каждом из пятен площадью 300—400 м² бурили по 10 скважин до глубины 60 см и отбирали индивидуальные почвенные

образцы из каждого 10-сантиметрового слоя. При этом использовали вращательный бур типа АМ-16 с внутренним диаметром стакана 4,4 см. Объем индивидуального почвенного образца составлял 152 см³, вес — 200—250 г. Образцы из слоев 0—10 см (гумусово-элювиальный гор. А), 30—40 см (иллювиальный гор. В) и 50—60 см (иллювиально-карбонатный гор. ВС_к) подвергали аналитической обработке. Анализы каждого индивидуального образца выполнены в 2-кратной повторности в отдельных навесках. Расхождения между двумя параллельными определениями во всех анализах, как правило, не превышали ±0,5%. Средние результаты параллельных определений обрабатывали математически (дисперсионный анализ) по методике, предложенной в работе Дмитриева [1]. Основные статистические показатели приведены в таблицах с буквенными обозначениями Дмитриева: *n* — число образцов, подвергавшихся анализу; *M*_А — среднее арифметическое в пределах одного пятна; *M* — среднее арифметическое для всех трех пятен делянки (генеральное среднее); д.г. — доверительные границы (±)*M* и *M*_А; δ_у, δ₂, δ — средние квадратические отклонения; *m* — ошибка среднего арифметического; *v* — коэффициент вариации, %; *e*_А² — показатель влияния месторасположения пятна (контура) на варьирование показателей, %; *n*₁ — необходимый объем выборки (скважин) для получения *M* и *M*_А с допустимой погрешностью *P*_p 10% для вероятности *P*_{0,95}. Погрешность в 10% вполне допустима, если учесть, что допустимые расхождения между результатами параллельных определений основных показателей физико-химических свойств почв составляют ±10% [9]. Связанную углекислоту определяли ацидиметрически с пересчетом результатов на СаСО₃, рН водной суспензии (почва : вода 1 : 25) — потенциометрически, емкость поглощения — универсальным методом К. К. Гедройца. Поглощенные кальций и магний вытеснялись 1,0 *n* раствором хлористого натрия, их определяли комплексометрически, а поглощенный натрий — по К. К. Гедройцу с пропусканием тока углекислоты и определением на пламенном фотометре-колориметре «Флафокол».

Результаты проведенных исследований показывают, что содержание карбонатов в генетических горизонтах солонцов каштановых остаточ-

Таблица 1

Статистические показатели распределения карбонатов и величина рН почвенного раствора в солонцах каштановых остаточных

Статистическая характеристика	Вспашка на 20—28 см (контроль)			Плантажная вспашка на 60 см в 1954 г.		
	0—10	30—40	50—60	0—10	30—40	50—60
СаСО ₃ , %						
<i>n</i>	30	30	30	30	30	30
<i>M</i>	0,28	0,28	7,37	1,62	2,62	8,91
д. г. ±	0,05	0,06	0,78	0,15	1,08	1,17
δ _у	0,13	0,17	2,09	0,39	2,91	4,60
<i>m</i>	0,02	0,03	0,38	0,07	0,53	0,84
<i>v</i>	46,0	17,2	28,0	24,4	135,0	51,6
<i>n</i> ₁	85	14	31	25	727	106
рН водной суспензии						
<i>n</i>	30	30	30	30	30	30
<i>M</i>	7,24	7,84	8,24	8,15	8,24	8,61
д. г. ±	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10
δ _у	0,23	0,25	0,25	0,24	0,26	0,26
<i>m</i>	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05
<i>v</i>	3,2	3,0	3,0	2,9	3,2	3,0
<i>n</i> ₁	3	3	3	3	3	3

Таблица 2

Варьирование содержания карбонатов и рН почвенного раствора в пределах пятен солонцов каштановых остаточных

Глубина, см	Вспашка на 20—28 см (контроль)						Плантажная вспашка на 60 см в 1954 г.					
	п	M _A	δ	т	с. %	n ₁	п	M _A	δ	т	с. %	n ₁
СаСО ₃ , %												
Пятно 1												
0—10	10	0,26	0,12	0,04	46,0	85	10	1,97	0,18	0,06	9,2	6
30—40	10	0,96	0,14	0,04	15,0	12	10	4,55	4,12	1,31	381	5920
50—60	10	6,49	0,85	0,27	13,0	9	10	12,37	2,98	0,94	24,1	24
Пятно 2												
0—10	10	0,34	0,09	0,03	27,4	30	10	1,16	0,41	0,04	9,6	7
30—40	10	0,00	0,16	0,05	16,3	13	10	1,08	0,57	0,18	52,8	111
50—60	10	8,33	2,84	0,90	34,0	48	10	9,30	4,41	1,40	47,4	91
Пятно 3												
0—10	10	0,24	0,16	0,05	65,4	171	10	1,72	0,27	0,09	15,9	13
30—40	10	0,98	0,21	0,07	21,4	21	10	0,86	0,66	0,21	77,0	237
50—60	10	7,29	1,85	0,59	25,4	28	10	5,06	3,83	1,21	75,7	226
рН водной суспензии												
Пятно 1												
0—10	10	7,22	0,27	0,09	3,7	3	10	7,91	0,27	0,09	3,4	3
30—40	10	7,69	0,18	0,06	2,0	3	10	8,17	0,30	0,10	3,7	3
50—60	10	8,08	0,23	0,07	2,9	3	10	8,57	0,18	0,03	3,1	3
Пятно 2												
0—10	10	7,21	0,28	0,09	3,9	3	10	8,23	0,05	0,02	0,6	2
30—40	10	7,86	0,26	0,03	3,0	3	10	8,30	0,19	0,06	2,3	3
50—60	10	8,25	0,15	0,05	1,8	3	10	8,65	0,29	0,09	3,4	3
Пятно 3												
0—10	10	7,28	0,14	0,04	1,9	3	10	8,32	0,09	0,03	1,0	2
30—40	10	7,98	0,24	0,08	3,0	3	10	8,23	0,27	0,09	3,3	3
50—60	10	8,39	0,27	0,08	3,2	3	10	8,61	0,30	0,10	3,5	3

ных неоднородно (табл. 1, 2). Наименьшим их количеством (0,3%) отличается гумусово-элювиальный горизонт. Для этого горизонта характерна и наибольшая вариабельность содержания карбонатов как в целом на делянке (46%), так и в пределах отдельных пятен (27—65%), несмотря на ежегодное интенсивное перемешивание почвообрабатывающими орудиями. В иллювиальном горизонте (30—40 см) количество СаСО₃ увеличивается до 1%, а коэффициент вариации его существенно снижается как в целом на делянке, так и в пределах отдельных пятен. В иллювиально-карбонатном горизонте содержание углекислого кальция возрастает до 7,4%, а его вариабельность — до 28%. Следует отметить, что общее варьирование этого показателя в гумусово-элювиальном и иллювиальном горизонтах на 93—97%, а в иллювиально-карбонатном на 100% обусловлено вариабельностью в пределах пятна (контура) солонцов, что необходимо учитывать при полевых исследованиях солонцовых почв и проектировании мелиоративных работ.

Глубокая плантажная вспашка, как известно, проводится с целью вовлечения в гумусово-элювиальный и иллювиальный горизонты 10—15-сантиметрового слоя карбонатного горизонта и их перемешивания. В результате верхние слои существенно обогащаются карбонатом кальция и значительно улучшаются их агрофизические свойства [5, 12, 13].

Через 17 лет последствий глубокой плантажной вспашки значительные различия между этим вариантом и контролем (обычная вспаш-

ка) в распределении углекислого кальция по профилю солонцов проявляются четко. Длительная вспашка на 20—28 см и другие воздействия почвообрабатывающих орудий и машин после глубокого плантажа при этом существенно снижают вариабельность содержания CaCO_3 в верхнем слое (0—10 см). Иллювиальный и иллювиально-карбонатный горизонты до глубины 60 см не подвергаются такому систематическому перемешиванию. Как отмечалось ранее [5], в длительном последствии глубокой плантажной вспашки в них устойчиво сохраняется мозаичное строение, представляющее конгломерат просыпавшегося элювия, иллювия и отдельных иллювиально-карбонатного горизонта. Этим, вероятно, и объясняется значительное увеличение вариабельности содержания карбонатов кальция в слоях 30—40 и 50—60 см на плантажированных делянках по сравнению с немелиорированными.

Для получения среднего арифметического с допустимой погрешностью P_p 10% и вероятностью $P_{0,95}$ при определении содержания углекислого кальция в почве при обычной вспашке (контроль) из слоя 0—10 см необходимо отобрать и проанализировать образцы из 85 скважин, из слоя 30—40 см — из 14 скважин и из слоя 50—60 см — из 31 скважины (внутри отдельных пятен соответственно из 30—171, из 12—21 и из 9—48 скважин). На солонцах с глубокой плантажной вспашкой для слоя 0—10 см необходима 25-кратная повторность отбора почвенного образца, для слоев 30—40 и 50—60 см соответственно 727- и 106-кратная. Такая высокая вариабельность должна учитываться при выявлении влияния длительного последствия глубокой плантажной вспашки на профильное распределение и динамику карбонатов в солонцах каштановых остаточных.

Реакция почвенного раствора в гумусово-элювиальном горизонте исследованных солонцов слабощелочная (рН водной суспензии 7,24). В иллювиальном горизонте (30—40 см) значение рН увеличивается до 7,84, в иллювиально-карбонатном (50—60 см) до 8,24. Вариабельность этого показателя во всех генетических горизонтах невысокая (3,0—3,2%), причем обусловлена она на 78—100% неоднородностью отдельных пятен (контуров).

Глубокая плантажная вспашка в длительном последствии вызывает заметное подщелачивание почвенного раствора во всем мелиорированном слое. Оно вызвано главным образом повышением содержания карбонатов. При этом вариабельность рН водной суспензии по профилю солонцов каштановых остаточных не изменяется, находясь в пределах 2,9—3,2%.

Емкости поглощения, количеству и составу поглощенных оснований, как основным агромелиоративным показателям солонцовых почв, в мелиоративном почвоведении уделяется большое внимание. В методике их определения ввиду сложности объектов изучения (нередкое присутствие карбонатов, гипса, водно-растворимых солей и т. д.) еще много неясного. Проведенное нами в применении к солонцовым почвам Присивашья, не имеющим в слое 0—69 см заметного количества водно-растворимых веществ и гипса, сопоставление универсального метода определения емкости поглощения по Гедройцу и суммы поглощенных оснований ($\text{Ca} + \text{Mg}$ в вытяжке 1,0 н раствора хлористого натрия комплексометрически + Na в вытяжке по Гедройцу с пропуском тока углекислоты и последующим фотометрическим определением) показало их тесную положительную корреляцию ($r + 0,98$) и хорошую сходимость (табл. 3). Сумма поглощенных оснований, как правило, выше емкости поглощения, особенно на мелиорированных делянках, но эти положительные отклонения вполне допустимы, если учесть допуски расхождений между результатами параллельных определений поглощенных оснований и емкостью обмена в карбонатных почвах, составляющие $\pm 10\%$ [9].

Таблица 3

Емкость поглощения и сумма поглощенных оснований солонцов Северного Присивашья

Показатели	Вспашка на 20—28 см (контроль)			Плантажная вспашка на 60 см в 1954 г.			Гипс по 4 т/га в 1954, 1957 и 1960 гг. + вспашка на 20, 30 и 40 см		
	0—10	30—40	50—60	0—10	30—40	50—60	0—10	30—40	50—60
Емкость поглощения, мг-экв/100 г	24,4	33,1	30,1	31,9	30,0	27,4	29,0	31,3	28,0
Сумма поглощенных Са, Mg и Na, мг-экв/100 г	24,2	34,3	31,7	34,3	32,0	29,8	30,7	33,9	29,8
Отклонения, мг-экв/100 г	-0,2	+1,2	+1,6	+2,4	+2,0	+2,5	+1,7	+2,6	+1,8
%	-0,8	+3,6	+5,3	+7,5	+6,7	+9,1	+5,9	+8,3	+6,4

Таблица 4

Количество поглощенных оснований и его варьирование в солонцах каштановых остаточных

Глубина, см	Статистические показатели							
	мг-экв/100 г					%		
	n	M	m	д. г. ±	δ _y	v	e _A ²	n ₁
Вспашка на 20—28 см (контроль)								
0—10	30	24,2	0,28	0,56	1,50	6,2	7	5
30—40	30	34,3	0,38	0,78	2,08	6,1	20	5
50—60	30	31,7	0,33	0,68	1,82	5,8	17	4
Плантажная вспашка на 60 см в 1954 г.								
0—10	30	34,3	0,10	0,20	0,53	1,5	4	3
30—40	30	32,0	0,53	1,07	2,90	9,1	3	6
50—60	30	29,9	0,29	0,60	1,60	5,4	36	4
Гипс по 4 т/га в 1954, 1957 и 1960 гг. + вспашка на 20, 30 и 40 см								
0—10	20	30,7	0,52	1,09	2,33	7,6	91	5
30—40	20	33,9	0,34	0,60	1,50	4,4	0	4
50—60	20	29,8	0,24	0,49	1,04	3,5	1	3

Приведенные материалы позволяют считать, что в применении к солонцовым почвам Присивашья в агромелиоративных исследованиях можно вполне обходиться без малопродуктивного и дорогостоящего определения емкости обмена.

Количество и состав поглощенных оснований по профилю солонцов каштановых остаточных неоднородны (табл. 4—6). Наименьшим количеством их (24,2 мг-экв/100 г) отличается гумусово-элювиальный горизонт, обедненный илстой фракцией. Вариабельность суммы поглощенных оснований в этом горизонте невелика, причем на 78% обусловлена различиями между пятнами. Для получения среднего арифметического с допустимой погрешностью 10% и вероятностью 0,95 при отборе образцов достаточна 5-кратная, а в пределах одного пятна — 3-кратная повторность. В иллювиальном горизонте количество поглощенных оснований резко увеличивается, достигая максимума (34,3 мг-экв/100 г), что связано с накоплением в этом горизонте высокодисперсных частиц. Глубже оно постепенно уменьшается и на глубине 50—60 см (гор. ВС_K) составляет 31,7 мг-экв/100 г почвы. Вариабельность суммы поглощенных оснований в горизонтах V₁ и ВС_K также невелика (6,1—5,8%), причем в отличие от гумусово-элювиального горизонта, наоборот, на 77—80% обусловлена неоднородностью почв в пределах пятна.

В длительном последствии плантажной вспашки на глубину 60 см, проведенной в 1954 г., резко изменяется строение солонцовых почв, вы-

Таблица 5

Содержание поглощенных оснований и его варибельность в солонцах каштановых остаточных

Статистическая характеристика	Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺			Na ⁺		
	0—10	30—40	50—60	0—10	30—40	50—60	0—10	30—40	50—60
Вспашка на 20—28 см (контроль)									
<i>n</i>	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<i>M</i>	16,1	19,5	19,4	7,3	12,7	9,9	0,9	2,1	2,4
д. г. ±	0,32	0,86	1,13	0,42	1,27	0,79	0,12	0,33	0,37
δ_y	0,86	2,32	3,03	1,07	3,42	2,13	0,34	0,90	1,00
<i>m</i>	0,16	0,42	0,55	0,20	0,63	0,39	0,06	0,16	0,18
<i>v</i>	5,3	11,9	15,7	14,7	27,0	21,6	39,4	42,6	41,0
e_A^2	48	14	9	44	29	43	46	6	2
<i>n</i> ₁	4	9	13	11	30	21	64	69	64
Плантажная вспашка на 60 см в 1954 г.									
<i>n</i>	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<i>M</i>	24,6	18,7	17,1	9,0	11,1	10,0	0,8	1,9	2,7
д. г. ±	0,49	0,78	1,02	0,41	0,82	0,47	0,07	0,23	0,09
δ_y	1,30	2,08	2,75	1,10	2,20	1,26	0,19	0,62	0,25
<i>m</i>	0,24	0,38	0,50	0,20	0,40	0,23	0,04	0,11	0,05
<i>v</i>	5,3	11,2	16,1	12,2	19,3	12,6	24,0	31,7	9,2
e_A^2	61	37	16	47	0	0	98	7	16
<i>n</i> ₁	4	8	13	9	17	9	24	39	6
Гипс по 4 т/га в 1954, 1957 и 1960 гг. + вспашки на 20, 30 и 40 см									
<i>n</i>	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>M</i>	21,6	20,4	17,6	8,6	12,3	10,4	0,6	1,2	1,8
д. г. ±	1,55	1,19	0,84	0,58	1,19	0,63	0,09	0,20	0,30
δ_y	3,31	2,54	1,80	1,25	2,55	1,35	0,20	0,43	0,65
<i>m</i>	0,74	0,57	0,40	0,28	0,57	0,30	0,04	0,10	0,15
<i>v</i>	15,3	12,5	10,2	14,6	20,8	12,9	35,6	34,9	36,4
e_A^2	10	39	0	38	15	0	36	58	23
<i>n</i> ₁	12	9	7	11	19	9	51	49	53

Примечание. *M*, д. г., σ_y , *m* — мг. экв/100 г; *v*, e_A^2 — %.

равниваются их механический состав, профильное распределение гумуса, горизонты А и В₁ обогащаются карбонатами кальция [5, 6]. Это, несомненно, сказывается на физико-химических свойствах солонцов. В верхнем горизонте (0—10 см) количество поглощенных оснований резко возрастает, достигая 34,3 мг. экв/100 г почвы. Почти ежегодный оборот пласта, культивации и другие виды механической обработки в течение 17 лет способствовали хорошему перемешиванию пахотного слоя и равномерному распределению в нем извлеченного на поверхность при глубоком плантаже почвенного материала из горизонтов В₁, В₂ и ВС_к. Это вызвало заметное выравнивание агрономических свойств и, в частности, количества и состава поглощенных оснований. Коэффициент вариации суммы оснований в целом по данным обработки результатов анализов индивидуальных образцов из 30 скважин уменьшился с 6,2 до 1,5%.

Подпахотный слой (30—60 см), как отмечалось выше, после глубокого плантажа уже длительное время в своем строении остается мозаичным. Призмы и столбики иллювия в нем чередуются с просыпавшимся элювием и вовлеченной массой карбонатного горизонта, что обуслов-

Таблица 6

Варьирование содержания поглощенных оснований внутри контуров (пятен)
солонцов каштановых остаточных

№ контура	Показатели	Са ⁺⁺			Mg ⁺⁺			Na ⁺		
		0—10	30—40	50—60	0—10	30—40	50—60	0—10	30—40	50—60
Вспашка на 20—30 см (контроль)										
1	M _a	15,9	20,5	20,8	6,3	10,9	8,8	1,0	1,7	2,2
	Y	3,9	13,8	16,7	14,4	31,5	22,8	23,2	68,2	66,2
	n ₁	3	10	14	11	39	22	23	179	179
2	M _a	16,9	20,0	19,4	8,1	12,1	8,9	1,1	2,1	2,3
	Y	4,0	9,5	15,2	7,3	20,2	18,2	25,8	8,4	30,8
	n ₁	3	7	12	5	18	15	28	6	37
3	M _a	15,5	18,1	17,9	7,5	15,0	11,9	0,5	2,5	2,8
	Y	3,6	8,0	11,8	11,6	18,1	8,6	44,5	29,9	21,3
	n ₁	3	6	8	8	15	5	83	36	20
Плантажная вспашка на 60 см в 1954 г.										
1	M _a	23,1	17,4	15,3	10,1	11,3	10,1	1,0	2,1	3,0
	Y	2,6	11,0	16,2	6,6	12,3	12,8	14,2	25,1	16,5
	n ₁	3	8	13	5	9	9	10	26	13
2	M _a	25,5	20,2	18,2	8,2	11,2	9,7	0,7	1,6	2,2
	Y	4,0	11,2	18,8	12,6	26,5	13,5	22,9	47,3	47,8
	n ₁	3	8	16	9	29	10	22	89	91
3	M _a	25,0	18,4	17,7	8,8	11,9	10,3	0,8	2,1	3,0
	Y	3,0	4,3	6,6	7,0	18,2	11,9	20,8	20,9	15,5
	n ₁	3	4	5	5	15	9	19	19	12
Гипс по 4 т/га в 1954, 1957 и 1960 гг. → вспашки на 20, 30 и 40 см										
1	M _a	24,7	22,0	17,7	7,8	11,1	10,5	0,4	0,9	1,5
	Y	5,3	11,7	11,6	16,3	24,2	16,1	15,8	36,7	51,1
	n ₁	4	8	8	17	25	13	13	53	105
2	M _a	18,5	18,8	17,5	9,3	13,4	10,4	0,7	1,6	2,1
	Y	3,0	6,0	10,9	6,1	14,4	10,6	32,1	12,9	15,7
	n ₁	3	4	8	5	11	7	41	9	13

ливают спорадическое вокипание. В слое 30—40 см несколько увеличивается вариабельность суммы поглощенных оснований. Средние арифметические этого показателя по отдельным пятнам в слоях 0—10 и 30—40 см весьма близки между собой, и вариабельность на 96—97% обусловлена неоднородностью почв внутри пятен. На глубине 50—60 см степень влияния месторасположения пятен на варьирование количества поглощенных оснований увеличивается до 36%. Для получения среднего арифметического для всей делянки (генерального среднего) при определении суммы поглощенных оснований или емкости поглощения с погрешностью 10% и вероятностью 0,95 достаточно из слоя 0—10 см отобрать и проанализировать 3, из слоя 30—40 см 6 и из слоя 50—60 см 4 индивидуальных образца.

Внесение повышенной дозы гипса (12 т/га) в 3 приема (по 4 т/га) с промежутками в 3 года в сочетании с разноглубинными вспашками (на 20, 30 и 40 см соответственно) для лучшего контакта мелиоранта с почвой вызывает заметное изменение строения мелиорированного слоя (0—40 см), распределения механических фракций, органического вещества и физико-химических свойств. Количество поглощенных оснований в верхнем слое (0—10 см) под влиянием этого способа мелиорации увеличилось с 24,2 до 30,7 мг·экв/100 г вследствие утяжеления механического состава и повышения содержания илистой фракции. Вариабельность суммы поглощенных оснований в этом слое невысокая (7,6% в

целом для делянки и 2,2% внутри отдельных пятен), и для получения среднего арифметического с погрешностью 10% и вероятностью 0,95 достаточной повторностью отбора образца на делянке будет 5-кратная, а в пределах одного пятна — 3—4-кратная.

В нижней части мелиорированного слоя (30—40 см) на участках с повышенными дозами гипса и доуглублением вспашки (вариант 10) по сравнению с верхней частью (0—10 см) количество поглощенных оснований остается более высоким (33,9 мг·экв/100 г), а варибельность его уменьшается до 4,4%. В слое 50—60 см сумма поглощенных оснований составляет 29,8 мг·экв/100 г, варибельность этого показателя 3,5%. Следует отметить, что варьирование количества поглощенных оснований в слое 0—10 см на 91% обусловлено различиями между пятнами, а в слоях 30—40 и 50—60 см, наоборот, на 99—100% неоднородностью внутри отдельных пятен солонцов.

Распределение поглощенного кальция по профилю солонцов аналогично распределению суммы оснований. Минимальное абсолютное содержание этого катиона на немелиорируемых делянках обнаруживается в верхнем горизонте (0—10 см). В горизонтах В и ВС_n его заметно больше, причем различия между этими двумя горизонтами математически недостоверны. Варьирование содержания поглощенного кальция в верхнем горизонте невелико, с глубиной оно заметно увеличивается. Степень влияния местоположения пятна на варибельность, наоборот, имеет максимум в верхнем горизонте (48%) и вниз по профилю уменьшается до 14—9%.

В длительном последствии глубокой плантажной вспашки распределение поглощенного кальция по профилю солонцов существенно изменяется. В верхнем горизонте (0—10 см) его количество увеличивается в 1,5 раза, достигая 24,6 мг·экв/100 г почвы. При этом доля кальция в составе поглощенных оснований возрастает с 66,5 до 71,5%. Коэффициент вариации содержания поглощенного кальция в слоях 0—10, 30—40 и 50—60 см на плантажированных делянках остается практически таким же, как и на контрольных делянках с обычной вспашкой. Влияние различий между пятнами на варибельность количества поглощенного кальция несколько увеличивается. В слоях 30—40 и 50—60 см абсолютное содержание поглощенного кальция на плантажированных делянках по сравнению с немелиорированными несколько ниже, но это снижение не выходит за пределы доверительных границ. Относительное содержание поглощенного кальция в слое 30—40 см в длительном последствии плантажа почти не изменилось, в слое 50—60 см оно уменьшилось с 61,2 до 57,2% от суммы оснований.

Достаточной повторностью при отборе и анализе почвенных образцов для определения поглощенного кальция и получения среднего арифметического с погрешностью 10% и вероятностью 0,95 на немелиорированных и плантажированных делянках в слое 0—10 см будет 4-кратная, в слое 30—40 см — 8—9-кратная, в слое 50—60 см — 13-кратная. Внутри отдельного пятна при этом из указанных слоев достаточно отобрать соответственно 3, 4—10 и 5—16 образцов.

В длительном последствии гипсования повышенной дозой в сочетании с доуглублением вспашки (вариант 10) в верхней части мелиорированного слоя (0—10 см) абсолютное содержание поглощенного кальция увеличилось до 21,6 мг·экв/100 г почвы. В слоях 30—40 и 50—60 см оно осталось близким к содержанию на немелиорированных и плантажированных делянках (в пределах доверительных границ). Варибельность этого показателя в верхнем слое (0—10 см) наибольшая (15,3%), глубже уменьшается до 10,2% (50—60 см). В слоях 0—10 и 50—60 см она на 90—100%, а в слое 30—40 см на 61% обусловлена неоднородностью почвы внутри пятна. Для получения среднего арифметического с погрешностью 10% и вероятностью 95% в целом на делянке

(4800 м²) необходима для слоя 0—10 см 12-кратная, 30—40 см — 9-кратная и 50—60 см — 7-кратная повторность, в пределах отдельных пятен соответственно 3—4-, 4—8- и 8-кратная.

Поглощенного магния в немелиорированных солонцах меньше всего в слое 0—10 см (7,3 мг·экв/100 г) и максимум его в слое 30—40 см (12,7 мг·экв/100 г). Варибельность этого показателя в 1,5—2,5 раза выше, чем варибельность содержания поглощенного кальция, причем наибольшего значения (27%) оно достигает в иллювиальном горизонте. Вызывается такое широкое варьирование большей частью неоднородностью генетических горизонтов в пределах одного солонцового пятна и в меньшей мере различиями между пятнами. Вследствие высокой варибельности содержания поглощенного магния необходимая повторность при отборе и анализе образцов для получения достоверных (cP_p 10% и $P_{0,95}$) результатов увеличивается в слое 0—10 см до 11 в целом для делянки и до 5—11 в пределах пятна, в слое 30—40 см до 30 и 15—39, в слое 50—60 см — до 21- и 5—22-кратной соответственно.

В длительном последствии глубокой плантажной вспашки абсолютное содержание поглощенного магния в верхнем горизонте (0—10 см) увеличивается до 9,0 мг·экв/100 г (увеличение математически достоверно), в глубжележащих горизонтах оно остается на том же уровне, что и на контрольных делянках со вспашкой на 20—28 см. Варибельность этого показателя на плантажированных делянках по сравнению с контрольными несколько ниже в слое 0—10 см и значительно ниже в слоях 30—40 и 50—60 см. В верхнем горизонте (0—10 см) она обусловлена на 53%, а в глубжележащих на 100% неоднородностью почв внутри пятна.

Длительное последствие гипсования дозой 12 т/га с доуглублением вспашки до 40 см вызвало некоторое увеличение абсолютного содержания поглощенного магния (до 8,6 мг·экв/100 г) в слое 0—10 см. Слои 30—40 и 50—60 см по этому показателю гипсованных и немелиорированных солонцов близки между собой. Варибельность количества поглощенного магния на гипсованных делянках по сравнению с контролем в слое 0—10 см не изменилась, в слоях 30—40 и 50—60 см существенно снизилась. Как и на плантажированных делянках, она обусловлена в основном неоднородностью почв внутри пятна.

Поглощенного натрия в верхнем горизонте (0—10 см) солонца каштанового остаточного немного (0,9 мг·экв/100 г почвы), в иллювиальном (30—40 см) и иллювиально-карбонатном (50—60 см) его количество увеличивается до 2,1—2,4 мг·экв/100 г, составляя 6,1—7,6% от суммы оснований. Этот показатель во всех генетических горизонтах немелиорированных солонцов отличается весьма высокой и примерно равной варибельностью (39,4—42,6%). В гумусово-элювиальном горизонте она обусловлена неоднородностью почв внутри отдельных пятен на 54%, а в иллювиальном и иллювиально-карбонатном горизонтах на 94—98%. Для получения достоверных результатов при определении поглощенного натрия с погрешностью 10% и вероятностью 0,95 в солонцах до глубины 60 см при отборе образцов необходима 64—69-кратная, в пределах отдельных пятен для слоя 0—10 см — 23—83-кратная, 30—40 см — 6—179-кратная и 50—60 см — 20—179-кратная повторность.

Различия между плантажированными и немелиорированными делянками солонцов по абсолютному содержанию поглощенного натрия во всех изученных слоях не выходят за пределы доверительных границ. При этом варибельность количества натрия в плантажированных солонцах значительно меньше (19,2—31,7%).

Длительное последствие гипсования повышенной дозой с доуглублением вспашки до 40 см вызвало заметное уменьшение содержания поглощенного натрия во всех изученных слоях; варибельность этого показателя несколько снизилась и выравнилась по профилю.

Результаты проведенных исследований показывают, что в условиях Северного Присивашья важнейшие агрономические показатели солонцовых почв — содержание карбонатов, реакция почвенного раствора, емкость обмена и состав поглощенных оснований — существенно различаются по пространственной variability. К маловариабельным, или «географически устойчивым», признакам солонцов каштановых остаточных (малонатриевых) можно отнести реакцию почвенного раствора (рН водной суспензии), емкость поглощения и сумму поглощенных оснований. В составе поглощенных оснований по variability как у немелиорированных, так и у плантажированных и типсованных солонцов четко определяется ряд кальций < магний < натрий. Наибольшей пространственной изменчивостью отличается содержание карбонатов и поглощенного натрия, причем в большинстве случаев варьирование определяется не месторасположением пятен солонцов, а неоднородностью почв внутри пятна. В этой связи при характеристике таких показателей необходима значительная повторность отбора и анализа почвенных образцов. Следует особо подчеркнуть, что выводы о долговечности глубокой плантажной вспашки как способа мелиорации малонатриевых солонцов, основанные на направленности динамики содержания карбонатов кальция в верхней части мелиорированного слоя (стабилизация или выщелачивание), должны обязательно подкрепляться убедительными материалами математической статистики.

Важной особенностью, на которую также необходимо обратить внимание в географо-генетических и мелиоративных исследованиях солонцов каштановых остаточных (малонатриевых), является то, что даже у немелиорированных солонцов variability физико-химических свойств во многих случаях с глубиной не уменьшается, а наоборот, остается стабильной или даже увеличивается.

Выводы

1. Солонцы каштановые остаточные Северного Присивашья имеют характерное для хлоридно-сульфатных солонцовых почв распределение карбонатов по профилю, слабощелочную реакцию почвенного раствора в верхнем горизонте и увеличение его щелочности с глубиной. Им свойственны также невысокая емкость поглощения гумусово-элювиального горизонта и небольшие ее значения в иллювиальном, заметные количества магния и присутствие натрия в поглощающем комплексе верхней части профиля. Максимум поглощенного магния обнаруживается в иллювиальном, натрия — в иллювиально-карбонатном горизонтах.

2. При полевых исследованиях солонцов Присивашья, отборе и анализе почвенных образцов для генетической и агрономической характеристики следует учитывать, что многие показатели, в частности содержание карбонатов, поглощенного магния и особенно натрия, весьма variability во всех генетических горизонтах. При этом в большинстве случаев variability обусловлена неоднородностью генетических горизонтов солонцов в пределах отдельных пятен. В географо-генетических исследованиях и при оценке эффективности тех или иных мелиораций солонцовых почв необходимо применение математической статистики.

3. Высокая сходимость и весьма тесная корреляция результатов определения емкости поглощения и суммы поглощенных оснований позволяют применительно к солонцам Присивашья исключить из программы почвенно-мелиоративных исследований трудоемкие анализы емкости поглощения и непосредственно определять поглощенные основания производственными общепризнанными методами.

4. Глубокая плантажная вспашка способствует окарбоначиванию и связанному с ним некоторому повышению щелочности почвенного раствора верхнего горизонта солонцов, увеличению его емкости обмена, абсолютного и относительного содержания поглощенного кальция. В длительном ее последствии весь поглощенный натрий и значительная часть магния, привнесенные в верхний слой с высокодисперсным материалом иллювиального и иллювиально-карбонатного горизонтов, выщелачиваются.

5. Гипсование повышенной дозой (12 т/га) в 3 приема с промежутками в 3 года в сочетании со вспашками на 20, 30 и 40 см вызвало увеличение емкости обмена в верхнем горизонте (0—10 см), повышение содержания кальция и значительное уменьшение доли натрия в составе поглощенных оснований мелиорированного слоя.

Литература

1. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. Изд. МГУ, 1972.
2. Дмитриев Е. А. Об использовании математической статистики в почвоведении. Почвоведение, 1972, № 5.
3. Дмитриев Е. А. О некоторых статистических понятиях при исследованиях и трактовке результатов в экспериментальном почвоведении. Почвоведение, 1976, № 2.
4. Кизяков Ю. Е., Гниненко Н. В., Лаврентьев Н. М. Последствие плантажной вспашки на агрофизические свойства солонцов Присивашья. Бюл. ВНИИ кукурузы, 1971, вып. 6 (23).
5. Кизяков Ю. Е., Гниненко Н. В. Выявление агромелиоративных особенностей солонцовых почв Присивашья и влияния на их плодородие длительного последия различных способов мелиорации. Промежуточный отчет отдела агропочвоведения ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1972.
6. Кизяков Ю. Е., Неред З. А., Дуброва Л. А. Органическое вещество солонцовых почв Северного Присивашья и влияние на него различных способов мелиорации. Почвоведение, 1974, № 2.
7. Можейко А. М. Солонцеватые каштановые почвы Украины и их химическая мелиорация. Тр. комис. по ирригации, вып. 6. Изд. АН СССР, 1936.
8. Можейко А. М., Воротник Т. К. Плантажная вспашка на темно-каштановых солонцеватых почвах УССР как прием повышения их плодородия. В сб.: Вопросы повышения плодородия солонцовых почв. Изд. АН УССР, 1954.
9. Пособие по проведению анализов почв и составлению агрохимических картограмм. «Колос», 1969.
10. Розмахов И. Г. К вопросу о возникновении солонцовых комплексов. Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 22, вып. 1, 1940.
11. Самбург Г. Н. Почвенно-мелиоративное районирование территории орошения юга УССР. Почвоведение, 1954, № 4.
12. Семенова-Забродина С. П. Окультуривание солонцов Присивашья путем перевала в богарных условиях. Почвоведение, 1952, № 5.
13. Семенова-Забродина С. П., Неред З. А. Пути окультуривания солонцов и каштановых солонцеватых почв юга Украины в неорошаемых условиях. В сб. Мелиорация солонцов в Черноземной зоне Европейской части СССР. М., 1960.

Всесоюзный НИИ кукурузы
ВАСХНИЛ

Дата поступления:
20.1.1977 г.

Уч. Е. KIZYAKOV

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOLONETZES IN THE NORTH SIVASH AREA, THEIR VARIABILITY AND CHANGES DURING LONG-TERM AFTERACTION OF DIFFERENT RECLAMATION PRACTICES

A study has been carried out of chestnut residual solonetz physico-chemical properties. A high variability in their carbonate, adsorbed magnesium and sodium contents is stated. An essential influence of the deep-trench ploughing and application of gypsum in combination with different in depth ploughing on cation exchange capacity and the composition of adsorbed bases of solonetztes has been found.