

9. Markgraf W., Horn R., Peth S. An Approach to Rheometry in Soil Mechanics: Structural Changes in Bentonite, Clayey and Silty Soils. Soil and Tillage Research 91. – 2006. – P. 1-14.

References

1. Sharikov A.Yu., Stepanov V.I., Ivanov V.V., Rimareva L.V., Ignatova N.I., Skvortsova L.I. Perspektivy ispol'zovaniya ekstrudata rzhi v biotekhnologii etanola // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 5. – S. 66-68.

2. Paskaru K.G., Litvyak V.V., Moskva V.V., Andreev N.R., Kostenko V.G., Ospankulova G.Kh. Modifitsirovannye krakhmalosoderzhashchie produkty dlya bureniya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 12. – S. 82-84.

3. Khaidapova D.D., Milanovskii E.Yu., Shein E.V., Pochatkova T.N. Reologicheskie podkhody k izucheniyu pochvennoi struktury // Materialy dokladov VI S"ezda Obshchestva pochvovedov imeni V.V. Dokuchaeva. – T. 2. – Karel'skii nauchnyi tsentr RAN. – Petrozavodsk, 2012. – S. 76-77.

4. Dymov A., Milanovskii E., Khaidapova D., Zhangurov E. Reologicheskie svoistva pochv gorno-tundrovogo pripolyarnogo Urala // Bioraznoobrazie ekosistem Krainego Severa: inventarizatsiya, monitoring, okhrana. Materialy

vserossiiskoi konferentsii (Syktyvkar, 3-7 iyunya 2013 g.). – Institut biologii Komi NTs UrO RAN. – Syktyvkar, 2013. – S. 303-307.

5. Khaidapova D., Milanovskii E., Chestnova V. Reologicheskie svoistva chernozemov pakhotnogo polya i pod lesopoloso / / V Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya po lesnomu pochvovedeniyu s mezhdunarodnym uchastiem. – Raznoobrazie lesnykh pochv i bioraznoobrazie lesov. – Pushchino, 2013. – S. 56-58.

6. Pochatkova T.N., Nikolaeva I.V. Reologicheskie svoistva dernovo-podzolistoi pochvy // Materialy dokladov VI S"ezda Obshchestva pochvovedov imeni V.V. Dokuchaeva. – T. 2. – Karel'skii nauchnyi tsentr RAN. – Petrozavodsk, 2012. – S. 55-57.

7. Smagin A.V., Sadovnikova N.B., Mizuri Maauia Ben-Ali. Opredelenie osnovnoi gidrofizicheskoi kharakteristiki pochv metodom tsentrifugirovaniya // Pochvovedenie. – 1998. – № 11. – S. 1362-1370.

8. Mezger T. The Rheology-Handbook – For Users of Rotational and Oscillatory Rheometers. Vincentz Verlag, Hannover, 2002, 252 pp.

9. Markgraf W., Horn R., Peth S. An approach to rheometry in soil mechanics: structural changes in bentonite, clayey and silty soils // Soil and Tillage Research. – 2006. – Vol. 91. – P. 1-14.



УДК 631.6:631.445.53

И.А. Троценко, М.В. Тарасова
I.A. Trotsenko, M.V. Tarasova

**ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОЙ И ПОВТОРНОЙ МЕЛИОРАЦИИ
НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ МНОГОНАТРИЕВОГО КОРКОВОГО СОЛОНЦА**

**EFFECT OF SINGLE AND REPEATED RECLAMATION ON RECLAMATIVE STATE
OF HIGH-SODIUM CRUSTED SOLONETZ**

Ключевые слова: многонатриевый солонец, мелиорация, гипсование, почвенно-поглощающий комплекс, однократное и повторное гипсование.

В зоне недостаточного увлажнения лесостепной зоны Западной Сибири (Ишим-Иртышское

междуречье) при среднегодовом количестве осадков 325 мм установлены отличительные особенности действия разных доз при однократном и повторном фосфогипсовании солонца лугово-черноземного коркового многонатриевого содового засоления. В отличие от однократного повторное гипсование обеспечило более высокую

насыщенность ППК обменным кальцием, наиболее глубокое рассоление почвенного профиля и удаление продуктов обмена за пределы метрового слоя. В результате мелиоративного процесса в почве выделяются три зоны солесодержания: зона опреснения, зона транзита и зона аккумулярования солей. Чем выше доза мелиоранта, тем больше опреснение при однократном фосфогипсовании. При повторном в отличие от однократного зона опреснения и зона транзита солей большей мощности независимо от дозы мелиоранта и несмотря на дополнительное внесение солей уровень засоления двухметровой толщи не повышается. По полученным многолетним данным установлено, что при однократном гипсовании успешный и длительный эффект мелиорации обеспечивается внесением полной дозы мелиоранта. В отличие от однократного повторная мелиорация дает более высокую насыщенность ППК кальцием гипса, наиболее глубокое рассоление почвы и удаление продуктов обмена за пределы метрового слоя. В повторно мелиорированном солонце дозами 8, 16 т/га количество фактически прореагировавшего фосфогипса существенно выше внесенных расчетных доз и практически такое же как при действии двойной дозы 32 т/га. Установлено, что при этом в обменном процессе участвует не только повторно внесенный фосфогипс, но и кальций первичного гипсования, а также внутрипочвенный кальций, что дает возможность уменьшить дозу мелиоранта или рассчитать её на слой 0-10 см.

Keywords: *high-sodium solonetz, reclamation, gypsuming, soil adsorption complex (SAC), single and repeated gypsuming.*

In the area of insufficient moistening of the forest-steppe zone of West Siberia (Ishim-Irtysh interfluvium) along with the average annual precipitation of 325 mm, the effect of single and repeated application of different rates of phosphogypsum to meadow-chnozem crusted high-sodium solonetz soils of sodium carbonate salinization has been revealed. As opposed to single gypsuming, repeated gypsuming ensured higher SAC saturation with exchange calcium, the deepest desalination of soil profile and the removal of exchange products beyond one-meter layer. As a result of reclamation, the following three salt content areas are distinguished in the soil: desalination area, transit area and salt accumulation area. The greater the ameliorant rate is the greater desalination occurs by single phosphogypsum application. According to long-term data, at single gypsuming, a successful and long-lasting reclamation effect is achieved by the application of a complete ameliorant rate. In contrast to single reclamation, repeated reclamation ensures greater SAC saturation with gypsum calcium, deeper soil desalination and the removal of exchange products beyond one-meter layer. In the solonetz repeatedly reclaimed by the rates of 8 and 16 t ha, the amount of actually reacted phosphogypsum is much greater than the designated rates applied, and it is practically the same as with the action of a double rate of 32 t ha. It is found that at repeated reclamation the exchange process involves not only repeatedly applied phosphogypsum, but also the calcium of the first gypsuming and soil calcium; that enables reducing the ameliorant application rate or calculating it for 0-10 cm soil layer.

Троценко Ирина Александровна, к.с.-х.н., доцент, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. Тел.: 951-420-53-94; (3812) 65-27-81. E-mail: Trocentik@yandex.ru.

Тарасова Марина Владимировна, к.т.н., ст. преп., Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. Тел.: 962-033-39-63; (3812) 65-27-81. E-mail: GTM-OmGAU@yandex.ru.

Trotsenko Irina Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Asst. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. Ph.: 951-420-53-94; (3812) 65-27-81. E-mail: Trocentik@yandex.ru.

Tarasova Marina Vladimirovna, Cand. Tech. Sci., Asst. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. Ph.: 962-033-39-63; (3812) 65-27-81. E-mail: GTM-OmGAU@yandex.ru.

Введение

В Западной Сибири сосредоточено более 40% всех солонцов России. Располагаясь «пятнами» среди луговых и черноземных почв, солонцы, вследствие неблагоприятных водно-физических свойств, препятствуют своевременному проведению полевых работ, вызывая снижение урожайности всего почвенного комплекса [1]. Разработана технология выборочного гипсования, при соблюдении всех элементов которой 1 т гипса дает 1,8-6,4 ц к.ед./га дополнительной продукции.

Цель исследований. В производственных условиях зачастую нарушаются технология гипсования и обработка мелиорированных полей, что ведет к ухудшению свойств солонца и со временем наблюдается затухание мелиоративного эффекта [2].

Поэтому в прогнозе многолетнего использования солонцовых почв первостепенное значение имеет изучение влияния повторной мелиорации на скорость протекания обменных процессов и удаления продуктов обмена за пределы корнеобитаемой толщи в зависимости от доз мелиоранта. Необходимо установить эффективность, длительность и глубину мелиоративных изменений, продуктивность повторно мелиорированных полей.

Объекты исследований

Изучение поставленных вопросов проводилось в опыте № 11 в аграрном объединении (АО) «Голубковское» Омской области (Ишим-Иртышское междуречье) на солонце лугово-черноземном корковом многонатриевом содового засоления с исходным содержанием поглощенного натрия

17,6 мг=экв/100 г почвы, что составляет 45% от емкости катионного обмена (ЕКО), обменного кальция 5,0 и магния 16,4 мг=экв/100 г почвы с уровнем залегания грунтовых вод 2,8-3,2 м, с минерализацией 1,3-2,8 г/л.

Первоначально в 1970 г. опыт включал три варианта: контроль, кислота и гипс. Полная доза гипса, рассчитанная на вытеснение обменного натрия из 0-20 см слоя, составила 32 т/га.

После существенного ослабления действия повторно внесли фосфогипс в 1985 г. поперек гипсованного и контрольного вариантов и заделали поверхностно БДТ-3. Опыт заложен в двух-шестикратной повторности по следующей схеме: однократное фосфогипсование по варианту негипсованного в 1970 г. солонца в дозах 8, 16, 32 т/га (доза 32 т/га является полной для слоя 0-20 см) с оставлением абсолютного контроля (гипс и фосфогипс не вносились ни в 1970, ни в 1985 гг.). По фону гипсованного варианта (гипс внесли в единой дозе 32 т/га в 1970 г.) повторно также провели фосфогипсование в дозах 8, 16, 32 т/га с оставлением фона – гипсование 1970 г. (в дальнейшем для удобства изложения и их отличия будем называть фон – гипсование 1970 г. «фоновым солонцом»). При повторном фосфогипсовании доза 16 т/га является полной для слоя 0-20 см.

Обсуждение полученных результатов

Проведенные наблюдения за составом ППК за период (1986-2005 гг.) позволили установить, что содержание натрия нестабильно. Так, на абсолютном контроле (мелиорант не вносился ни в 1970, ни в 1985 гг.) количество натрия, вытесненного из ППК колеблется от 11,7 (1989 г.) до 18,8 (1986 г.) в слое 0-20 см и 12,8 (2000 г.) – 21,7 (1987 г.) мг=экв/100 г почвы на глубине 20-40 см. В широких пределах изменяется потребность почвы в кальции и в несколько меньших – количество вытесненного магния (табл. 1, 2). При доминировании процесса засоления идет процесс обратный мелиоративному – внедрение натрия в ППК, и наоборот.

Однократное внесение полной дозы фосфогипса 32 т/га (оптимальная для слоя 0-20 см) значительно снизило содержание натрия в ППК в слое 0-20 см с 18,8 в контрольном варианте до 12,7 по истечении первого года мелиорации и до 2,2; 0,7 и 2,9 мг=экв/100 г почвы на четвертый и седьмой и двадцатый годы послемелиоративного периода.

Такое энергичное вытеснение натрия привело к насыщению ППК кальцием фосфогипса [определенного по Герингу], до 24,1 на

четвертый год, достигнув максимума на седьмой год – 25,6 мг=экв/100 г почвы с сохранением высокого содержания его и в 2005 г. – 21,8 мг=экв/100 г почвы (табл. 2). Внесение половинной дозы фосфогипса 16 т/га (оптимальная для слоя 10 см) даже при соблюдении всех элементов технологии за весь исследуемый период заметно снижает эффект мелиорации и создает улучшенный слой меньшей мощности.

Четвертная доза фосфогипса недостаточна для качественных изменений ППК. В многолетнем динамичном цикле она не обеспечивает устойчивых изменений и создает временный улучшенный слой мощностью 10 см. В мелиоративный период (1986-1990 гг.) содержание натрия в ППК уменьшилось до 8,3 после года действия фосфогипса с увеличением его на седьмой и двадцатый годы до 15,2 и 15,0 мг=экв/100 г почвы соответственно с содержанием на контроле 18,8; 15,2 и 15,0.

Повторная мелиорация «фоновом солонца» в дозах 8, 16 и 32 т/га фосфогипса, соответственно, рассчитанных на слой 10, 20, 30 см, позволила улучшить мелиоративные показатели и создать более мощный однородный мелиорированный слой. На фоне остаточного влияния первичного гипсования в слое 0-10 см повторное фосфогипсование обеспечивает наиболее глубокое трансформирование ППК в варианте с дозой 32 т/га.

Так, в 0-20 см толще невытесняемое количество натрия из ППК уже на первый-четвертые годы исследований находится в пределах 2,6; 0,6; 1,0 и 1,3 мг=экв/100 г почвы (табл. 2).

Поскольку натрий, по мнению Н.В. Семендяевой, в многонариевых солонцах находится на поверхности органо-мине-ральных комплексов и легко вступает в обменные реакции, периодически в отдельные годы из ППК он вытесняется полностью и переходит в водорастворимую форму – 0,0 мг=экв/100 г почвы (1991, 1992, 1994, 1998, 2000, 2003 гг.) [5].

Для этого варианта характерна устойчивость насыщения обменным кальцием в течение всего мелиоративного и послемелиоративного периодов (табл. 2).

Влияние фосфогипсования заметно и в слое 20-40 см, о чем свидетельствует статистически достоверная убыль натрия из ППК $t_{\text{факт}} = -3,2; -7,1$, соответственно в слоях 0-20 и 20-40 см, и магния $t_{\text{факт}} = -2,4$ и $-1,8$, а также достоверное снижение потребности почвы в кальции $t_{\text{факт}} = -10,1$ и $-5,8$ и увеличение обменного кальция $t_{\text{факт}} = 15,1$ и $6,9$ (табл. 1).

Изменение качественного состава ППК с 1986 по 2005 гг.

Доза гипса, т/га	Однократное гипсование			Повторное гипсование		
	колебания по годам	$\bar{x} \pm m$	$t_{\text{факт}}$	колебания по годам	$\bar{x} \pm m$	$t_{\text{факт}}$
1. Метод Шуновера						
а) вытесненный из ППК Na^+ (расчетный)						
слой 0-20 см						
0	18,8-11,7	14,8±0,4	-	18,6-7,3	11,2±0,5	-
8	21,1-8,3	13,7±0,8	-1,5	8,0-2,7	4,9±0,7	-7,9
16	14,0-5,9	10,2±0,6	-7,7	6,3-0,9	4,6±0,8	-8,2
32	12,7-0,7	4,3±0,5	-18,9	2,6-0,0	1,7±0,7	-13,2
слой 20-40 см						
0	21,7-12,8	18,2±0,7	-	24,2-15,1	19,2±0,8	-
8	25,8-18,5	21,1±0,6	4,6	20,4-11,0	15,5±0,7	-4,8
16	23,9-17,2	19,9±0,5	2,9	21,3-9,5	14,8±0,8	-5,3
32	21,9-14,2	17,8±0,7	-0,6	16,8-4,4	12,3±0,9	-7,1
б) потребность почвы в Ca^{2+}						
слой 0-20 см						
0	25,4-16,1	20,5±0,5	-	23,0-11,8	16,6±0,7	-
8	24,2-12,8	18,7±0,7	-2,3	20,0-7,2	9,8±0,9	-6,3
16	17,9-9,2	14,7±0,6	-8,7	11,7-6,1	8,9±0,8	-8,1
32	18,9-4,4	8,4±0,6	-18,7	9,3-3,0	5,2±0,9	-10,1
слой 20-40 см						
0	28,9-21,7	24,8±0,7	-	27,8-20,5	25,2±0,9	-
8	29,2-19,9	25,5±0,9	0,9	26,1-16,5	21,5±0,8	-4,2
16	28,6-20,9	25,1±0,9	0,4	27,6-17,3	20,8±0,8	-4,5
32	29,5-16,9	22,7±0,6	-3,1	24,5-12,7	18,9±0,9	-5,8
в) вытесненный Mg^{2+}						
слой 0-20 см						
0	7,2-4,1	5,6±0,4	-	8,0-3,0	5,1±0,4	-
8	5,6-3,1	4,3±0,3	-4,0	6,4-3,7	4,8±0,3	-1,7
16	8,7-3,0	4,6±0,3	-3,6	5,4-3,8	4,5±0,3	-2,6
32	6,2-3,2	4,4±0,2	-5,0	6,2-2,4	4,3±0,3	-2,4
слой 20-40 см						
0	8,2-3,9	6,6±0,6	-	9,6-4,3	5,9±0,3	-
8	9,1-3,3	4,5±0,5	-4,6	9,1-4,3	6,3±0,4	0,9
16	8,8-4,0	5,1±0,3	-4,5	7,2-5,3	6,1±0,3	0,8
32	7,7-4,1	5,5±0,3	-3,2	9,1-3,6	6,4±0,3	1,8
2. Метод Геринга – Ca^{2+} обменный						
слой 0-20 см						
0	6,3-10,2	8,7±0,3	-	5,7-16,9	12,5±0,4	-
8	2,0-15,0	10,9±0,8	2,7	18,2-24,8	21,4±0,7	12,7
16	9,3-15,5	14,7±0,4	13,8	18,8-25,3	22,0±0,6	14,9
32	15,6-25,6	20,9±0,6	21,9	19,6-26,9	23,7±0,7	15,1
слой 20-40 см						
0	2,8-6,0	3,8±0,6	-	1,4-8,1	4,3±0,4	-
8	1,0-4,6	2,6±0,5	-2,2	1,5-10,3	7,2±0,6	4,8
16	1,5-4,6	2,9±0,4	-1,4	4,6-17,0	9,8±0,7	6,5
32	1,0-9,5	5,3±0,9	1,9	4,7-18,5	10,7±0,9	6,9

$n = 22, t_{\text{теор}}^{05} = 2,09$

* t – критерий существенности разности рассчитывали между вариантами и абсолютным контролем при однократном гипсовании и между вариантами и «фоновым солонцом» при повторном гипсовании; \bar{x} – среднее арифметическое; n – повторность; m – ошибка средней разности; $\max\text{-}\min$, *среднее их содержание (мг=экв/100 г почвы) и критерии существенности различий, рассчитанные по данным метода Шуновера и Геринга (1986-2005 гг.) [3,4].

Таблица 2

Изменение состава ППК по годам, определенных разными методами в слое 0-20 см, мг=экв/100 г почвы

Годы	Гипс, т/га	Однократное гипсование				Ca ²⁺ обмен. по Герингу	Повторное гипсование			Ca ²⁺ обмен. по Герингу
		метод Шуоверера			поглощено Ca ²⁺		метод Шуоверера		Ca ²⁺ обмен.	
		поглощено Ca ²⁺	вытеснено				поглощено Ca ²⁺	вытеснено		
			Mg ²⁺	Na ⁺ расчетный			Mg ²⁺	Na ⁺ расчетный		
1986	0	23,1	4,3	18,8	9,0	18,2	5,5	12,7	9,0	
	32	18,9	6,2	12,7	15,6	7,6	5,0	2,6	19,6	
1987	0	19,7	4,1	15,6	6,5	12,1	3,9	8,2	13,3	
	32	10,4	5,3	5,1	18,4	48	4,2	0,6	23,5	
1988	0	21,1	4,1	16,7	8,5	17,8	5,7	12,1	11,8	
	32	10,8	4,9	5,9	18,5	5,7	4,7	1,0	22,5	
1989	0	20,3	4,4	15,9	10,0	15,0	4,2	10,8	13,6	
	32	6,5	4,3	2,2	24,1	5,0	3,7	1,3	24,3	
1990	0	23,4	5,2	18,2	9,5	11,8	4,5	7,3	16,9	
	32	9,0	4,6	4,4	23,5	5,2	4,9	0,3	25,7	
1991	0	23,0	5,4	17,6	8,1	17,5	5,3	12,2	13,8	
	32	6,9	4,6	2,3	21,2	4,3	4,3	0,0	24,7	
1992	0	20,3	5,1	15,2	9,8	14,5	6,3	8,2	15,3	
	32	4,4	3,7	0,7	25,6	6,1	5,1	0,0	26,9	
1994	0	19,3	4,2	15,1	7,1	13,5	4,3	9,2	13,2	
	32	5,9	3,7	2,2	20,8	3,0	3,0	0,0	25,0	
1996	0	25,4	7,2	18,2	9,5	16,5	5,3	11,2	14,2	
	32	7,6	3,2	4,4	23,5	6,4	4,8	1,6	23,9	
1997	0	21,0	6,7	14,3	6,3	21,2	6,7	14,5	5,7	
	32	6,7	4,2	2,5	19,7	6,1	4,1	2,0	23,4	
1999	0	16,9	4,4	11,7	9,3	16,5	5,5	11,0	11,5	
	32	8,8	4,6	1,2	20,5	5,8	4,6	1,2	22,9	
2001	0	20,5	5,6	14,9	9,3	21,8	8,0	13,8	8,9	
	32	9,0	3,9	5,1	21,5	9,3	6,8	2,5	25,0	
2002	0	20,3	4,3	16,0	He	23,0	4,4	18,6	He	
	32	6,3	3,4	2,9	опр.	6,8	5,6	1,2	опр.	
2004	0	19,7	6,4	15,3	He	17,8	5,5	6,6	He	
	32	10,3	4,1	6,2	опр.	3,8	4,3	1,9	опр.	
2005	0	21,5	6,5	15,0	8,9	20,5	7,8	12,7	10,3	
	32	5,9	3,0	2,9	21,8	5,1	4,3	0,8	22,4	

Действие дозы фосфогипса 16 т/га (повторно) на изменение количественных и качественных показателей ППК также высоко, и её стабилизирующая и мелиорирующая роль охватывает слой 0-40 см. Близкое к варианту с дозой гипса 16 т/га и такое же успешное развитие мелиоративного процесса дает повторное фосфогипсование дозой 8 т/га, рассчитанной на улучшение 0-10 см слоя. Доминантой в многолетнем сохранении длительного последствия так же как и на других вариантах являются реакции обмена между Na⁺ ППК и Ca²⁺ фосфогипса – r = 0,9 и 0,8.

Как свидетельствуют данные рисунка 1, через год после мелиорации в пахотном 0-20 см слое солонца, мелиорированного дозой 32 т/га однократно, количество прореагировавшего гипса составило 15,2 т/га, или 47% от внесенной дозы. При этом столько же практически удалено натрия из ППК. По данным водной вытяжки следует, что вытесненный натрий перешел в водорастворимую форму [6, 7].

По мере растворения фосфогипса и взаимодействия его Ca²⁺ с ППК на четвертый год мелиорации (1989 г.) практически весь он вступил в обменную реакцию с натрием ППК – 31,6 т/га, или 98,8% (рис. 1).

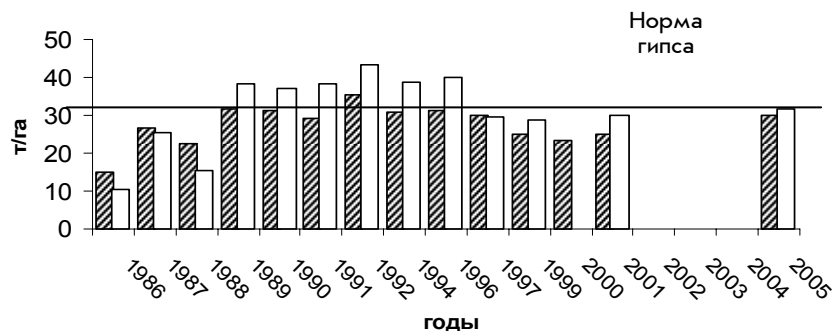
В благоприятных условиях увлажнения ещё быстрее протекает процесс насыщения ППК кальцием гипса при сокращении дозы наполовину. На второй год после взаимодействия мелиоранта с почвой фосфогипс прореагировал в количестве 19,3 т/га, или 120,6%, что выше расчетного (рис. 2).

В соответствии с этим при однократном гипсовании можно рекомендовать снижение доз мелиоранта до половинной не в полевых севооборотах, а при залужении многолетними травами с тем, чтобы создать улучшенный слой небольшой мощности 0-10 см.

В отличие от однократной при повторной мелиорации насыщение кальцием ППК в пересчете на количество прореагировавшего фосфогипса CaSO₄·2H₂O неэквивалентно количеству вытесненного натрия из ППК в пересчете на Na₂SO₄·2H₂O. Различия достоверны

$t_{\text{факт}} = -2,3; -4,1; -8,9$ $t_{\text{теор}} = 2,2$, соответственно дозам фосфогипсования 8, 16, 32 т/га. При повторном фосфогипсовании, наоборот, с уменьшением доз фосфогипса относительное количество поглощенного кальция увеличивается. Разные дозы дают

практически близкое насыщение им ППК – 31,4; 35,4; 39,6 т/га (392, 221, 124%) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и существенно ниже количество образовавшегося $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ соответственно 15,6; 16,0; 28,8 т/га (рис. 3, 4).



Условные обозначения к рисункам 1-4

▨ слой 0-20см □ слой 0-40см

Рис. 1. Количество прореагировавшего $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ относительно однократно внесенной дозы 32 т/га

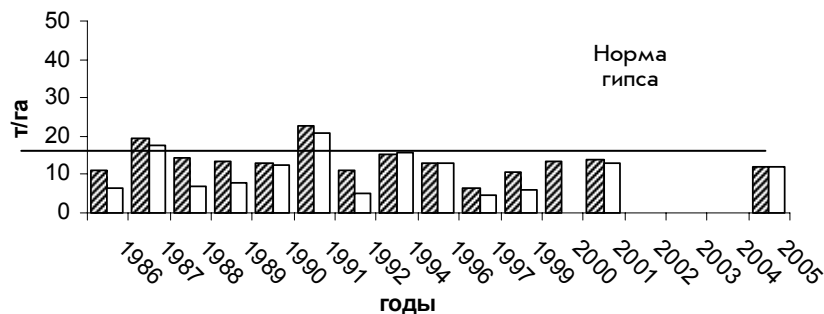


Рис. 2. Количество прореагировавшего $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ относительно однократно внесенной дозы 16 т/га

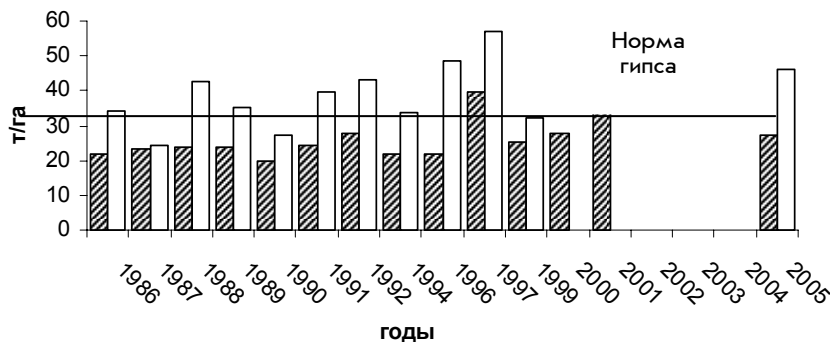


Рис. 3. Количество прореагировавшего $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ относительно повторно внесенной дозы 32 т/га

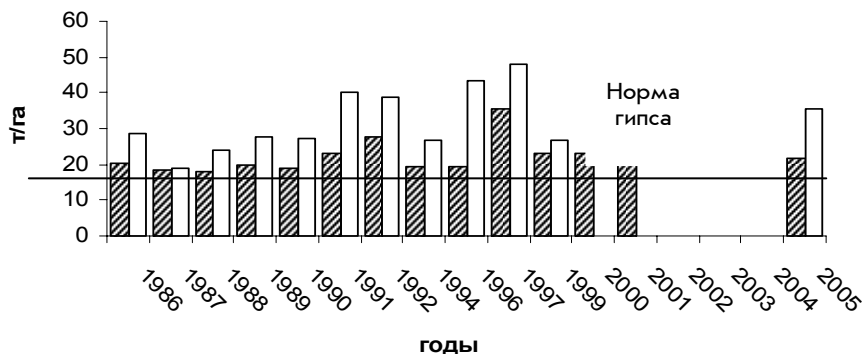


Рис. 4. Количество прореагировавшего $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ относительно повторно внесенной дозы 16 т/га

По нашему мнению, при повторном фосфогипсовании дозами 8 и 16 т/га в мелиоративном процессе участвует кальций первичного гипсования, а также в реакции обмена наряду с кальцием гипса подключаются внутрипочвенные запасы кальция.

Выводы

Таким образом, полученный экспериментальный материал свидетельствует о целесообразности повторного гипсования и позволяя сделать следующие выводы:

1. В зоне недостаточного увлажнения Ишим-Иртышского междуречья лесостепной зоны при среднегодовом количестве осадков 325 мм даже при однократном фосфогипсовании оптимальной дозой 32 т/га д.в. (на слой 0-20 см) происходит не только полное растворение гипса на 3-5-й годы действия, но и полное вхождение его в ППК.

2. Повторная мелиорация обеспечивает высокую скорость протекания обменных процессов и более активное рассоление почвенного профиля и удаление продуктов обмена за пределы метрового слоя. В течение 20-летних наблюдений признаков вторичного засоления не установлено [6].

3. В повторно мелиорированном солонце в мелиоративный процесс подключается не только первично внесенный мелиорант, но и внутрипочвенные карбонаты, что дает возможность на солонце содового засоления продлить в значительной степени эффект действия расчетной дозы, а при залужении многолетними травами – снизить её наполовину или рассчитать на слой 0-10 см.

5. За исследуемый период (1986-2005 гг.) на практически бесплодной до повторной мелиорации почве среднегодовая прибавка составляла по 1,33; 1,50; 1,68 т к.ед/га соответственно дозам фосфогипсования 8, 16, 32 т/га. Затраты на мелиорацию окупались на 3-4 года.

Библиографический список

1. Березин Л.В. Мелиорация и использование солонцов Сибири: монография. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – 208 с.

2. Окорков В.В. Коллоидно-химические исследования солонцов Северного Казахстана и опыт их химической мелиорации: дис. докт. с.-х. наук. – М., 1990. – 566 с.

3. Schoonover W.R. Examination of soil for alkali. University of California Extension Service, Berkeley. – California, USA, 1952.

4. Булучевский С.И. Применение метода Геринга для определения поглощенного кальция в карбонатных и известкованных почвах

// Сравнительное изучение методов химического и физико-химического анализа почв. – Л., 1931. – С. 20-23.

5. Семендяева Н.В., Добротворская Н.И. Теоретические и практические аспекты химической мелиорации солонцов Западной Сибири. – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 2005. – 156 с.

6. Воропаева З.И. Особенности солевого режима и динамики обменных оснований мелиоративных солонцов Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03. – Новосибирск, 1990. – 22 с.

7. Троценко И.А. Изменение свойств многонариевых солонцов лесостепной зоны Ишим-Иртышского междуречья при разовом и повторном гипсовании // Доклады Омского отделения Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – Омск; СПб., 2009, – Т. 8. – Вып. № 2 (15). – С. 69-83.

References

1. Berezin L.V. Melioratsiya i ispol'zovanie solontsov Sibiri: monografiya. – Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2005. – 208 s.

2. Okorkov V.V. Kolloidno-khimicheskie issledovaniya solontsov Severnogo Kazakhstana i opyt ikh khimicheskoi melioratsii: dis. d-ra s.-kh. nauk. – M., 1990. – 566 s.

3. Schoonover W.R. Examination of soil for alkali. University of California Extension Service, Berkeley, California, USA, 1952.

4. Buluchevskii S.I. Primenenie metoda Geringa dlya opredeleniya pogloshchennogo kal'tsiya v karbonatnykh i izvestkovannykh pochvakh // Sravnitel'noe izuchenie metodov khimicheskogo i fiziko-khimicheskogo analiza pochv. – L., 1931. – S. 20-23.

5. Semendyaeva N.V., Dobrotvorskaya N.I. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty khimicheskoi melioratsii solontsov Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Zap.-Sib. kn. izd-vo, 2005. – 156 s.

6. Voropaeva Z.I. Osobennosti solevogo rezhima i dinamiki obmennykh osnovanii meliorativnykh solontsov Zapadnoi Sibiri: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 06.01.03. – Novosibirsk, 1990. – 22 s.

7. Trotsenko I.A. Izmenenie svoistv mnogonatrievykh solontsov lesostepnoi zony Ishim-Irtyshskogo mezhdurech'ya pri razovom i povtornom gipsovaniy // Doklady Omskogo otdeleniya Mezhdunarodnoi akademii nauk ekologii i bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti. – T. 8. – Vyp. № 2 (15). – Omsk; SPb, 2009. – S. 69-83.

