

**ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ МАЛОПЛОДОРОДНЫХ ПОЧВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ
НА ОСНОВЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ****CHEMICAL RECLAMATION OF POOR SOILS
OF THE ALTAI REGION BY USING THE REGIONAL NATURAL RESOURCES**

Ключевые слова: засоленные почвы, солонцы, серые лесные почвы, мелиоранты, гипс, дефекат, влажность, объемная теплоемкость, тепловой поток.

Keywords: saline soils, solonetz soils, gray forest soils, ameliorant, gypsum, lime cake, moisture content, volumetric thermal capacity, heat flux.

Гипсование улучшило химические и агрофизические показатели солонцов. Трансформировались состав обменных катионов и теплофизическое состояние солонцов. При уменьшении объемной теплоемкости почвы увеличилась тепло- и температуропроводность, что способствовало оптимизации теплового режима засоленных почв. Внесение гипса изменило качественный состав гумуса. Возросла доля гуминовых и фульвокислот, связанных с кальцием. Увеличилась концентрация молекул гуминовой кислоты, что изменило соотношение периферической и ядерной частей молекулы в сторону уменьшения первой. Улучшение физических и физико-химических свойств солонцов обусловило резкое повышение урожайности. При полном отсутствии урожая на контрольном солонце она увеличилась на гипсованном участке до 1,5-2,0 т/га. Затраты на мелиорацию при этом окупались за 3 года, а последствие гипсования сохранялось более 15 лет. Также в качестве мелиоранта для кислых почв можно применять дефекат (отходы сахарного производства). Этот мелиорант, будучи внесенным в серую лесную почву, значительно улучшил ее свойства. Уже через 4 мес. произошла оптимизация ее структурного состояния, снизилась плотность, увеличилась биологическая активность. При этом уменьшилась теплоемкость, возросла тепло- и температуропроводность почв, что благоприятно сказалось на гидротермическом режиме почвы. Это активизировало микробиологическую деятельность. Оптимизация почвенных условий под влиянием мелиорантов и удобрений привела к увеличению урожайности выращиваемых культур. Так, урожайность картофеля Адретта повысилась с 11,5 до 14,0 т/га; яровой пшеницы Алтайская 50 – с 1,2 до 2,1, озимой ржи Чулпан – с 2,1 до 3,1 т/га.

Gypsum application improved chemical and agro-physical indices of solonetz soils. The composition of exchange cations and the thermophysical state of the solonetz soils were transformed. With decreased volumetric thermal capacity of the soil, thermal conductivity and thermal diffusivity increased; that contributed to the optimization of the thermal regime of saline soils. Gypsum application changed the qualitative composition of humus. The percentage of humic and fulvic acids associated with calcium increased. The concentration of humic acid molecules increased; that changed the ratio of the peripheral and nuclear parts of a molecule in the direction of reducing the former. The improvement of physical and physico-chemical properties of the solonetz soils led to a dramatic yield increase. There was no yield at all in the control solonetz plot while and at the same time the yield increased in the plot with gypsum application to 1.5-2.0 t ha. The costs of reclamation paid off in 3 years, and the aftereffect of gypsum application remained for over 15 years. Lime cake (sugar production waste) may be used as an ameliorant for acid soils. This ameliorant, being applied to the gray forest soil, significantly improved its properties. In 4 months, there was an optimization of its structural state, the density decreased and biological activity increased. At the same time, the thermal capacity decreased, thermal conductivity and thermal diffusivity of the soils increased which exerted a positive effect on the soil hydro-thermal regime. This intensified microbiological activity. The optimization of soil conditions under the influence of ameliorants and fertilizers led to increased crop yields. The yield of potato "Adretta" increased from 11.5 to 14.0 t ha; that of spring wheat "Altayskaya 50" - from 1.2 to 2.1 t ha, and winter rye "Chulpan" - from 2.1 to 3.1 t ha.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Введение

Мелиорация – неотъемлемый элемент земледелия, направленный на повышение плодородия

почвенного покрова. Крупным резервом увеличения производства сельскохозяйственной продукции является улучшение земельных угодий,

включающих в себя засоленные (солонцы) или кислые (серые лесные) почвы [1, 2].

Площадь засоленных почв в Алтайском крае составляет около 1,3 млн га. Также в пашню вовлечено 0,4 млн га серых лесных почв с повышенной кислотностью. Следует отметить, что в крае есть собственные ресурсы для их мелиорации. В сухостепной зоне для мелиорации солонцов имеются большие запасы гипса в оз. Джиря Кулундинского района. Здесь залежи гипса приурочены к пересыхающей части озера, достигающей 2 м. Во влажные годы поверхность гипса покрыта слоем воды, глубиной 10-20 см, в сухие – обнажена [3].

Месторождение Назаровское Михайловского района представлено мергелистым гипсом, сосредоточенным в оз. Битенкино и Дунай. В последнем запасы гипса характеризуются мощностью пласта до 3 м и сосредоточены в центральной части озера. Эти отложения могут удовлетворить потребность в мелиоранте.

Объекты и методы

Цель работы – изучение малоплодородных щелочных и кислых почв и возможностей повышения их плодородия. Объектами исследований явились солонцеватые почвы и солонцы сухой степи, а также серые почвы лесной зоны, расположенные на территории Алтайского края. При этом были использованы общепринятые в почвоведении методы, температура измерялась электронным термометром, теплофизические характеристики – импульсным методом [4-6].

Результаты исследований

Засоленные почвы и солонцы. Согласно валовому химическому анализу в составе гипсовых пород в этих месторождениях преобладают окси-

ды кальция и серы. Другие элементы встречаются в значительно меньшем количестве (табл. 1).

Минералогия указывает на преобладание мелкокристаллического гипса с примесью других минералов. По данным К.В. Шумиловой, в составе минералов в оз. Дунай содержится 53,8% гипса, оз. Джиря – 70,4%, CaCO₃ – соответственно, 15,6 и 13,1%.

Наши исследования показали, что количество гипса в разных частях оз. Джиря колеблется от 69,1 до 93,0% от массы. Содержание CaCO₃ от 1,6 до 9,2%, MgCO₃ – в пределах 1,0-3,2%, хлоридов, включая NaCl, – от 2,1 до 3,1%.

Опыт химической мелиорации в степных районах Сибири имеет 50-летний срок. Независимо от агроклиматических факторов наиболее эффективно гипсование содовых многонатриевых солонцов. Самоосадочный гипс, как мелиорант, обладает благоприятными свойствами: при высыхании он не образует прочных образований, а при внесении в почву рассыпается на мелкие фрагменты. Нами он использовался в качестве мелиоранта в паровом поле. Дозы гипса рассчитывались по обменному натрию.

После внесения гипса улучшились химические и агрофизические показатели солонцов. Трансформировался состав обменных катионов. Так, количество обменного натрия за 20-летний период снизилось с 60% от емкости поглощения до 8%. Произошла коагуляция коллоидов, понизились дисперсность и плотность (на 0,3-0,4 г/см³), возросла фильтрация почвы.

Трансформировалось теплофизическое состояние солонцов. При уменьшении объемной теплоемкости почвы увеличились тепло- и теплопроводность, что способствовало оптимизации теплового режима засоленных почв.

Таблица 1

Химический состав гипса в месторождениях Алтайского края

Месторождение	Содержание, %							
	ппп	SiO ₂	R ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	Σ
Оз. Джиря	25,3	7,81	1,45	31,1	1,1	32,75	-	99,54
Оз. Дунай	26,0	10,24	2,05	27,65	3,51	28,52	2,63	100,62

Большое значение в этом играет пахотный слой. В нем наблюдается превращение лучистой энергии в тепловую, и формируются компоненты теплового режима в нижележащих слоях почвенного профиля. Довольно часто создаются критические для сельскохозяйственных культур температуры, что обуславливает появление неблагоприятных явлений, снижающих их продуктивность. С другой стороны, здесь же появляются возможности целенаправленного управления гидротермическим режимом почв через воздействие на физико-механические и физико-химические показатели гумусово-аккумулятивного горизонта.

С целью изучения особенностей формирования гидротермического состояния в черноземно-луговой солонцеватой почве и солонцах сухой степи под воздействием химической мелиорации и произрастающими культурами нами в 1996-2001 гг. были организованы комплексные исследования на полях стационара проблемной лаборатории солонцов Алтайского ГАУ (Романовский район Алтайского края).

Средние величины плотности гумусового горизонта на агрофонах составили, соответственно, 1200, 1410 и 1240 кг/м³. Значения влажности и объемной теплоемкости представлены в таблице 2. Оказалось, что распределение теплофизических коэффициентов в профиле почвы имеет некоторые особенности. Верхний 20-сантиметровый слой солонца имеет повышенное значение теплоемкости. Так, под ломкоколосником она оказалась равна $3,210 \times 10^{-6}$ Дж/(м³ К), в то время как в черноземно-луговой почве и на гипсованном участке была ниже.

Это способствовало большему прогреванию солонца на фоне неблагоприятных термических условий, формирующихся в солонцовом и подсолонцовом горизонтах, пониженной тепло- и теплопроводностью, что снизило передачу тепла вниз по профилю и способствовало накоплению тепла в пахотном горизонте.

При внесении гипса «тепловой барьер» разрушается только частично, поэтому перенос тепла, хотя и в меньшей степени, чем на контроле, оказывается затруднен. В черноземно-луговой почве

формируются более благоприятные тепловые условия. В ней нет засоленных и сильно уплотненных горизонтов, поэтому теплопроводность здесь выше, и поступившее в почву тепло интенсивно распространяется в почвенной толще.

Таблица 2
Влажность (U, %) (числитель)
и объемная теплоемкость (ср x 10⁻⁶ Дж/(м³ К)
(знаменатель) пахотного слоя почвы
весной и осенью 1997 г.

Агрофон	Срок наблюдения	
	6.05	10.09
Ломкоколосник		
Черноземно-луговая почва	<u>33.2</u> 2,841	<u>18.0</u> 2,075
Солонец (контроль)	<u>30.6</u> 3,210	<u>13.9</u> 2,221
Гипс (60 т/га)	<u>28.2</u> 2,672	<u>15.7</u> 2,021
Черный пар		
Черноземно-луговая почва	<u>37.2</u> 3,043	<u>25.8</u> 2,478
Солонец (контроль)	<u>33.3</u> 3,370	<u>23.6</u> 2,296
Гипс (60 т/га)	<u>29.1</u> 2,762	<u>27.7</u> 2,646

С целью более полной характеристики теплового режима почвы нами в начале осени, когда в большей степени проявился результат гипсования, на основе суточной динамики температуры рассчитаны потоки тепла (табл. 3).

Данные таблицы 3 показывают, что динамика теплообмена на пару, по сравнению с агрофонами, занятыми культурами, выше. Поэтому здесь более контрастны переходы от периода с теплопотоками в почву днем к периоду с потоками тепла из почвы ночью, и наоборот.

При одинаковом поступлении инсоляции на поверхность поля создающиеся более интенсивные потоки тепла по черному пару обусловлены не только более значительными теплофизическими характеристиками парующейся почвы, но и отсутствием здесь растительного покрова, который затеняет почву и уменьшает поступление солнечного тепла непосредственно на ее поверхность.

Суточные теплотокки (P , Вт/м²) в почве на различных агрофонах (10-11.09.97)

Ломкоколосник			Черный пар		
черноземно-луговая	солонец (контроль)	гипс 60 т/га	черноземно-луговая	солонец (контроль)	гипс 60 т/га
216,3	128,7	246,4	289,68	229,6	317,1

Максимальный поток тепла как под ломкоколосником, так и на пару отмечен на гипсованном участке, а минимальный – в солонце. Это обусловлено различием в теплофизических параметрах почвы как под влиянием природно-климатических факторов, так и особенностями почвенных горизонтов.

Внесение гипса изменило качественный состав гумуса. Возросла доля гуминовых и фульвокислот, связанных с кальцием. Увеличилась концентрация молекул гуминовой кислоты, что изменило соотношение периферической и ядерной частей молекулы в сторону уменьшения первой.

Улучшение физических и физико-химических свойств солонцов обусловило резкое повышение урожайности. При полном отсутствии урожая на контрольном солонце она увеличилась на гипсованном участке до 1,5-2,0 т/га. Затраты на мелиорацию при этом окупались за 3 года, а последействие гипсования сохранялось более 15 лет.

Серые лесные почвы. Наряду с засоленными в Алтайском крае широко представлены и кислые почвы. Значительное распространение имеют серые лесные почвы на Бие-Чумышской возвышенной равнине. Они имеют место под березово-осиновыми лесами на древнеаллювиальных равнинах, где распространены лессовидные суглинки.

Они содержат минимальное количество карбонатов (вскипания от НС1 не обнаружено до 2,5 м), поэтому серые лесные почвы обеднены кальцием и имеют высокую кислотность. Минералогический состав таких почв беден и на 45% представлен кварцем. Твердая фаза почвы представлена горными породами и полевыми шпатами, в которых количество оксида алюминия варьирует от 18 до 36%. При выветривании минералов он поступает

в почвенный раствор, обеспечивая кислую реакцию.

Серые лесные почвы используются в сельскохозяйственном производстве. Они характеризуются малым содержанием гумуса (не более 3%), слабой биологической активностью и недостаточным количеством подвижных форм компонентов питания.

Основным приемом мелиорации кислых почв является известкование. В качестве мелиоранта часто используют тонкоразмолотый известняк. Но в районе распространения серых лесных почв нет месторождений известняка и не налажено производство извести в виде высокодисперсного осадка углекислого кальция с размером частиц около 17 мкм. В результате высыхания при влажности 25-30% он превращается в сыпучую массу, которую можно вносить в почву без переработки.

Также в качестве мелиоранта для кислых почв можно применять дефекат (отходы сахарного производства). Этот мелиорант содержит определенную долю извести. В Алтайском крае его запасы на сахарных заводах составляют сотни тысяч тонн [7].

Влажность дефеката сахарного завода с. Черемное при его заделке в почву находилась в пределах 14% от массы, величина рН была равна 8,07, а содержание карбонатов составляло 54%, общий азот, фосфор и калий, соответственно, равнялся 0,47; 0,51 и 0,48% от массы дефеката. Количество тяжелых металлов в мелиоранте было равно для свинца 12,96; кадмия – 0,83; меди – 14,32; цинка – 39,63 и ртути – 0,024 мг/кг, то есть не превышало ПДК.

Мы установили, что дефекат на сильно- и среднекислых почвах не уступает по эффективности извести и зачастую превосходит ее. Этот

мелиорант, будучи внесенным в серую лесную почву, значительно улучшил ее свойства. Уже через 4 мес. произошла оптимизация ее структурного состояния, снизилась плотность, увеличилась биологическая активность. При этом уменьшилась теплоемкость, возросла тепло- и теплопроводность почв, что благоприятно сказалось на гидротермическом режиме почвы. Это активизировало микробиологическую деятельность.

Ускорились процессы трансформации органических и минеральных форм азота, стала выше степень разложения клетчатки и снизилась численность грибов в слое внесения дефектата. При дозе мелиоранта, равной 15 т/га, величина рН почвы увеличилась на единицу, возросла степень насыщенности почвы основаниями, исчезло кальциевое голодание растительности. Оптимизация почвенных условий под влиянием мелиорантов и удобрений привела к увеличению урожайности

выращиваемых культур (табл. 4). Так, урожайность картофеля Адретта повысилась с 11,5 до 14,0 т/га; яровой пшеницы Алтайская 50 – с 1,2 до 2,1 т/га, озимой ржи Чулпан – с 2,1 до 3,1 т/га.

Наиболее эффективно сказалось внесение дефектата под фасоль, продуктивность которой выросла в 2 раза.

Яровая пшеница на кислых почвах зачастую приводит к низкой урожайности зерна. Поэтому дефектат, особенно вместе с минеральными удобрениями, увеличивает урожайность таких сортов пшеницы, как Алтайская 92, Омская 28 в 2-3 раза по сравнению с контролем.

Следует отметить, что наши предложения по использованию в качестве мелиорантов для засоленных и кислых почв региональных ресурсов гипса, сосредоточенных в степных озерах Алтайского края, и дефектата, накопленного на сахарных заводах, оказались весьма эффективны.

Таблица 4

Влияние дефектата и удобрений на урожайность озимой ржи Чулпан и картофеля Адретта, т/га

Варианты	Годы исследований						Средняя за 3 года	
	1999		2000		2001			
	урожай	прибавка, %	урожай	прибавка, %	урожай	прибавка, %	урожай	прибавка, %
Рожь Чулпан								
Контроль	2,97	-	2,74	-	1,83	-	2,51	-
Дефектат 15 т/га	3,73	25,6	3,98	45,2	2,81	53,5	3,51	41,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,98	34,0	4,58	67,2	3,01	64,4	3,85	55,2
Дефектат + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,51	51,8	5,83	112,7	4,32	136,1	4,88	100,2
HCP ₀₅ , т/га	0,23	-	0,32	-	0,29	-	-	0,41
Картофель Адретта								
Контроль	16,47	-	13,69	-	11,90	-	14,02	-
Дефектат 15 т/га	20,70	25,7	18,63	36,1	14,99	25,9	18,10	29,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20,68	25,5	22,34	63,1	18,34	54,1	20,45	29,1
Дефектат + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	32,11	95,2	28,15	105,6	24,10	102,5	28,12	100,5
HCP ₀₅ , т/га	0,90	-	1,12	-	1,07	-	-	1,21

Выводы

1. После внесения гипса улучшились химические и агрофизические показатели солонцов. Трансформировался состав обменных катионов. Произошла коагуляция коллоидов, понизились дисперсность и плотность (на 0,3-0,4 г/см³), возросла фильтрация почвы.

2. Улучшилось теплофизическое состояние солонцов. При уменьшении объемной теплоемкости почвы возросла тепло- и теплопроводность, что способствовало оптимизации теплового режима засоленных почв.

Это предопределило ускоренное прогревание почвы на фоне неблагоприятных термических условий, формирующихся в солонцовых горизонтах.

3. Позитивное изменение физических и физико-химических свойств солонцов обусловило резкое повышение урожайности. При полном отсутствии урожая на контрольном солонце он увеличился на гипсованном участке до 1,5-2,0 т/га. Затраты на мелиорацию при этом окупались за 3 года, а последствие гипсования сохранялось более 15 лет.

4. Дефекат, внесенный в серую лесную почву, значительно улучшил ее свойства. Уже через 4 мес. произошла оптимизация ее структурного состояния, снизилась плотность, увеличилась биологическая активность. При этом уменьшилась теплоемкость, возросла тепло- и теплопроводность почв, что благоприятно сказалось на гидротермическом режиме почвы. Оптимизация почвенных условий под влиянием мелиорантов и удобрений привела к увеличению урожайности выращиваемых культур.

Библиографический список

1. Трофимов И.Т., Макарычев С.В., Иванов А.Н. Особенности мелиорации кислых и щелочных почв Алтайского края // *Агрохимический вестник*. – 2006. – № 6. – С. 12-18.

2. Трофимов И.Т., Курсакова В.С. Параметры плодородия мелиорированных малонатриевых солонцов, определяющие продуктивность ячменя ярового // *Мелиоративные особенности почв*

солончаково-солонцовых комплексов Западной Сибири: сб. науч. тр. – Омск: Изд-во ОмСХИ, 1990. – С. 62-68.

3. Пудовкина Т.А. Засоленные почвы зоны влияния Кулундинского канала // *Особенности мелиорации солонцово-солончаковых почв Западной Сибири: сб. науч. тр.* – Омск: Изд-во ОмСХИ, 1986. – С. 28-33.

4. Болотов А.Г. Измерение температуры почвы с помощью технологии 1-WIRE // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 11 (97). – С. 29-30.

5. Макарычев С.В. Теплофизические свойства выщелоченных черноземов Алтайского Приобья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / ИПА СО АН СССР. – Новосибирск, 1980. – 24 с.

6. Болотов Г.А., Беховых Ю.В., Семенов Г.А. Определение теплофизических свойств капиллярно-пористых тел импульсным методом с использованием технологии визуального программирования // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 6 (68). – С. 37-40.

7. Трофимов И.Т., Макарычев С.В. Использование дефеката для известкования почв Западной Сибири // *Плодородие*. – 2006. – № 4 (31). – С. 15-16.

References

1. Trofimov I.T., Makarychev S.V., Ivanov A.N. Osobennosti melioratsii kislykh i shchelochnykh pochv Altayskogo kraya // *Agrokhimicheskiy vestnik*. – 2006. – No. 6. – S. 12-18.

2. Trofimov I.T., Kursakova V.S. Parametry plodorodiya meliorirovannykh malonatrievykh solontsov, opredelyayushchie produktivnost yachmenya yarovogo // *Sb. nauch. tr. Meliorativnye osobennosti pochv solonchakovo-solontsovykh kompleksov Zapadnoy Sibiri*. – Omsk: Izd-vo OmSKhI, 1990. – S. 62-68.

3. Pudovkina T.A. Zasoennye pochvy zony vliyaniya Kulundinskogo kanala // *Sb. nauch. tr. Osobennosti melioratsii solontsovo-solonchakovykh pochv Zapadnoy Sibiri*. – Omsk: Izd-vo OmSKhI, 1986. – S. 28-33.

4. Bolotov A.G. Izmerenie temperatury pochvy s pomoshchyu tekhnologii 1-WIRE // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 11 (97). – S. 29-30.

5. Makarychev S.V. Teplofizicheskie svoystva vyshchelochennykh chernozemov Altayskogo Prioby: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk // IPA SO AN SSSR. – Novosibirsk, 1980. – 24 s.

6. Bolotov G.A., Bekhovykh Yu.V., Semenov G.A. Opredelenie teplofizicheskikh svoystv kapillyarno-poristykh tel impulsnym metodom s ispolzovaniem tekhnologii vizualnogo programmirovaniya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 6 (68). – S. 37-40.

7. Trofimov I.T., Makarychev S.V. Ispolzovanie defekata dlya izvestkovaniya pochv Zapadnoy Sibiri // Plodorodie. – 2006. – No. 4 (31). – S. 15-16.



УДК 631.213

М.А. Мазиров, С.В. Макарычев
M.A. Mazirov, S.V. Makarychev

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ ПО БОРОЗДАМ НА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЗЕМОВ ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

THE EFFECT OF FURROW IRRIGATION ON THE CHEMICAL PROPERTIES OF THE SIEROZEMS OF THE WESTERN TIEN SHAN

Ключевые слова: серозем, гумус, азот, фосфор, калий, карбонаты, гипс.

Keywords: sierozem, humus, nitrogen, phosphorus, potassium, carbonates, gypsum.

Сероземные почвы Узбекистана приурочены к области перехода горного Тянь-Шаня в равнины Туранской низменности. Они принадлежат к почвам вертикальной зональности, образуя нижний отдел почвенно-климатической поясности, и поднимаются с высоты 250-400 до 1200-1500 м. Процесс образования сероземов ускоряется при переходе от светлых сероземов к темным. Выщелачивание происходит активнее в типичных сероземах. По сравнению с вымыванием сульфатов выщелачивание карбонатов гораздо слабее из-за их слабой растворимости. В то же время в сероземах формируется иллювиальный карбонатный горизонт, ясно выраженный из-за скопления конкреций, псевдомицелия, пятен и белесого налета на структурных элементах. В темных и типичных сероземах он проявляется с глубины 30 см и простирается вниз по профилю. В смытых склоновых темных сероземах гумусовые горизонты содержат 4-6% карбонатов. В типичных сероземах на водоразделе его количество равно 5-8%. В орошаемых сероземно-луговых почвах карбонаты распределены по профилю довольно равномерно – от 7% в верхнем слое до 9% на глубине 110 см. Следует отметить, что содержание гипса в профиле темных и типичных сероземах ничтожно и составляет сотые доли процента.

Sierozem soils of Uzbekistan are confined to the region of transition of the mountain Tien Shan to the plains of the Turan lowland. They belong to the soils of vertical zoning and form the lower part of the soil-climatic zone rising from a height of 250-400 to 1200-1500 meters. Sierozem formation is accelerated at the transition from light to dark sierozems. Leaching occurs more actively in typical sierozems. As compared to sulfate leaching, leaching of carbonates is much weaker due to their low solubility. At the same time, an illuvial carbonate horizon is formed in sierozems which is clearly expressed due to the accumulation of concretions, carbonate veins, spots and whitish mottles on the structural elements. In dark and typical sierozems they appear from a depth of 30 cm and extend down the profile. In denuded slope dark sierozems, the humus horizons contain 4-6% of carbonates. Humus content reaches 5-8% in typical sierozems on watersheds. In irrigated sierozem-meadow soils, carbonates are distributed fairly evenly in a profile from 7% in the upper layer to 9% at a depth of 110 cm. It should be noted that gypsum content in the profiles of dark and typical sierozems is insignificant and makes second decimal places of a percent.