

УДК 631.6:631.442.41(470.62/67)

UDC 631.6:631.442.41(470.62/67)

**ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЛИОРАЦИИ
ЧЕРНОЗЁМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ
ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ****PROSPECTS OF LAND IMPROVEMENT OF
BLACK LEACHED SOIL OF THE WESTERN
CISCAUCASIA**

Слюсарев Валерий Никифорович
к.с/х.н, доцент
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Slyusarev Valery Nikolaevich
Cand. Agr. Sci., assistant professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье предложен один из путей оптимизации серного питания и стабилизации состояния почвенно-поглощающего комплекса чернозёма выщелоченного. Сочетание используемых в лабораторном опыте горной породы и минеральных удобрений (NPKS) обеспечивает улучшение физико-химических свойств почвы и увеличение доступных для растений форм серы

In the article one of ways of optimization of a sulfuric food and stabilization of a condition of a soil-absorbing complex of black leached soil is offered. The combination of laboratory experience of rock and mineral fertilizers (NPKS) provides improvement of physical and chemical properties of soil and increase in forms of sulphur accessible to plants

Ключевые слова: МЕЛИОРАЦИЯ, СЕРНОЕ ПИТАНИЕ, ПОЧВЕННО-ПОГЛОЩАЮЩИЙ КОМПЛЕКС, СУГЛИНОК, ЧЕРНОЗЕМ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ

Keywords: LAND IMPROVEMENT, SULFURIC FOOD, SOIL-ABSORBING COMPLEX, LOAM, BLACK LEACHED SOIL

В настоящее время среди многих проблем деградации чернозёмов, выделяется истощение почвы, связанное с её естественным «старением» и обусловленное выветриванием первичных минералов, особенно в агроценозах. В масштабах геологического времени эти процессы протекают более медленно, чем процессы дегумификации, и менее заметны с высоты относительно непродолжительного человеческого века. Минеральные коллоиды в чернозёме выщелоченном представлены иллитом (40%), который содержит до 10% K_2O и является основным источником калия для растений; смектитом (30%), где преобладает группа монтмориллонита, и каолинитом (30%) [8]. В наших чернозёмах идёт медленный процесс иллитизации, когда монтмориллонит поглощает калий и трансформируется в иллит. Нарушение баланса между монтмориллонитом и каолинитом в пользу последнего приводит к каолинитизации или «старению» почвы [8,11]. В то же время многие авторы дают почвообразующим горным породам, на которых сформировались чернозёмы Европы и Азии, высший разряд – гидрослюдисто – смектитовый карбонатный, так как они в голоцене

обогащались полимиктовыми материалами [2,3,4]. Это преимущество необходимо учитывать и использовать для возрождения чернозёмов.

Процесс почвообразования носит эволюционный характер и для чернозёмов образует эволюционный ряд: южные→обыкновенные→типичные→выщелоченные→оподзоленные. На пашне эволюционные процессы прекращают свое действие, и начинается деградация. Ученые Ставрополя предлагают её называть метаморфозом, который характеризуется возрастанием темпов выветривания и каолинитизации [11]. В своих исследованиях они доказывают, что обработка почв, орошение, внесение удобрений способствуют увеличению биомассы растений и объёмов выветривания. У корневых волосков, как и у почвенных коллоидов, имеется в наличии определенная емкость поглощения катионов и анионов. Величина ёмкости поглощения корней зависит от биологических особенностей растений, условий их питания и других факторов. Ёмкость поглощения катионов на 100г сухого вещества корней составляет у бобовых культур 40-60 мг-экв., у картофеля и томатов – 35-38, у злаков – 9-26 мг-экв. [6,9]. Значительную часть ёмкости катионного обмена растений составляют ионы водорода (H^+). В условиях недостатка элементов питания растение вынуждено ими разрушать минеральную основу почв. Следовательно, плодородие почв было бы значительно ниже, если бы оно не поддерживалось выветриванием первичных минералов.

Замедлить естественное «старение», то есть сдерживать процессы иллитизации-каолинитизации возможно с помощью реминерализации почвы, её «омоложения» материнской горной породой. Одним из главных мелиоративных приёмов при этом является известкование. Однако в условиях Азово-черноморской равнины необходимо изыскивать альтернативные, более дешёвые мелиоранты, которые в небольших дозах могли бы использоваться как кальциевые и серные удобрения, а также

играть роль фактора, сдерживающего подкисление чернозёмов. Исходя из этого, особое значение имеют лёссовидные глины и суглинки вскрываемых карьерных пород. Они являются верхней частью четвертичных континентальных отложений мощностью до 90м, которые сплошным слоем покрывают территорию Прикубанской равнины и являются почвообразующими породами для чернозёмов данного региона.

Одной из причин снижения урожая является также недостаточная обеспеченность серой сельскохозяйственных культур, возделываемых на Кубанских чернозёмах [7]. До недавнего времени было широко распространено мнение, что сера не может быть дефицитным элементом питания растений, поскольку она в значительных количествах поступает в почву из загрязненной техногенными выбросами атмосферы в виде кислотных дождей. Однако наблюдения последних лет показали, что загрязнение атмосферы и почв серой носит локальный характер и на довольно больших территориях не превышает 5 кг/га в год. Такое количество не может компенсировать отчуждения элемента с урожаем, достигающего для некоторых сельскохозяйственных культур более 30кг (бобовые, некоторые овощные) [5]. В тоже время применение серосодержащих удобрений (сульфат аммония, элементарная сера) способно подкислять почву. Подкисление почв носит на Кубани всеобщий характер. Наиболее опасно подкисление выщелоченных чернозёмов: за последние 25 лет в среднем по пахотному слою активная кислотность увеличилась на 0,4 единиц рН [1].

Итак, необходимость проведения коренных долгосрочных мелиораций чернозёмов выщелоченных Западного Предкавказья с помощью дешёвых и доступных мелиорантов назрела и актуальна. В качестве альтернативного мелиоранта могут быть использованы генетически близкие к чернозёмам лёссовидные породы Азово-Кубанской равнины. В связи с этим, основной целью наших исследований было изучить действие лёссовидного суглинка,

минеральных удобрений и элементарной серы на физико-химические свойства и содержание форм серы в чернозёме выщелоченном.

В лабораторном трёхфакторном опыте ($2 \times 2 \times 2$) изучалось действие на содержание форм серы и физико-химические свойства чернозёма выщелоченного двух градаций (0 и 1) каждого фактора: лёссовидного суглинка – ЛС (фактор А), $N_{90}P_{60}K_{60}$ (фактор В) и элементарной серы – S_{60} (фактор С). В качестве основных удобрений использовались аммофос, аммиачная селитра и калий хлористый. Схема соответствовала полному факториальному эксперименту: 1) $N_0P_0K_0S_0$ (контроль), 2) $N_0P_0K_0S_{60}$, 3) $N_{90}P_{60}K_{60}S_0$, 4) $N_{90}P_{60}K_{60}S_{60}$, 5) ЛС+ $N_0P_0K_0S_0$, 6) ЛС+ $N_0P_0K_0S_{60}$, 7) ЛС+ $N_{90}P_{60}K_{60}S_0$, 8) ЛС+ $N_{90}P_{60}K_{60}S_{60}$. Чернозём отбирался из слоя 0 – 20 см на залежных землях Ботанического сада КГАУ. Вскрышная порода, представленная лёссовидным суглинком, была отобрана для исследования со дна карьера строительного сырья глубиной 8-10 м, находящегося в пригороде г. Краснодара (учебное хозяйство «Кубань»). По гранулометрическому составу она относится к иловато-пылеватым тяжелым суглинкам с содержанием частиц физической глины – 54,9% и иловатой фракции – 33,7%. Исследуемая порода бедна органическим веществом (0,29%), валовым азотом (0,051%) и подвижными фосфатами (3,6 мг на 100 г породы). Характерной особенностью валового химического состава является значительное количество кремнезёма (69,6-72,2%) при значительном содержании алюминия, железа и кальция. Она характеризуется достаточно высоким относительным содержанием фосфора (0,15-0,17%), калия (1,30-1,70%) и серы (0,15-0,19%). Лёссовидные породы содержат 8,24-9,44% карбонатов кальция, что обуславливает их среднещелочную реакцию среды (pH_{H_2O} 8,3-8,5). Они практически не засолены, так как содержание воднорастворимых солей в них не превышает 0,082%. По «Классификации вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель» исследуемые в опыте

породы отнесены в группу пригодных и подгруппу потенциально-плодородных пород с благоприятными физическими и химическими свойствами для произрастания сельскохозяйственных растений [10].

Высушенные образцы пропускались через сита с диаметром отверстий 1мм, а затем помещались в стеклянные стаканы. Компостирование проводилось в течение 3-х месяцев при постоянной влажности почвы и смеси (100г почвы + 25г лёссовидного тяжёлого суглинка), соответствующей 60% предельно-полевой влагоёмкости. Повторность трёхкратная. После окончания компостирования в образцах почвы и смеси определялись физико-химические свойства, содержание валовой, минеральной и подвижной серы общепринятыми методами.

Почвенно-поглощающий комплекс (ППК) служит основным буферным механизмом почвы. Однако скорость обмена и прочность закрепления катионов зависит от многих факторов: валентности, ионного радиуса катиона, его концентрации в почвенном растворе и степени насыщенности им почвы, а также местом положения на коллоидных частицах и разной подвижностью.

В результате исследований установлено существенное по сравнению с контролем увеличение суммы обменных оснований на вариантах с применением породы (11,5%) и породы с элементарной серой (17,8%). Это объясняется тем, что в условиях оптимальных для обменных реакций (по увлажнению и температуре) в соответствии с законом действующих масс энергичнее всего поглощаются катионы с более высокой концентрацией в почвенном растворе (табл. 1).

Гидролитическая кислотность существенно изменялась на всех опытных вариантах, за исключением варианта с применением серы. Использование $N_{90}P_{60}K_{60}$ и $N_{90}P_{60}K_{60}S_{60}$ увеличивало на 25,3% этот показатель, а внесение одной породы и в сочетании её с минеральными удобрениями уменьшало его на 24,7%. При высокой концентрации катион

водорода начинает энергично вытеснять из ППК основные катионы, уменьшая сумму обменных оснований и одновременно повышая гидролитическую кислотность. При этом активная кислотность, обусловленная оставшимися в почвенном растворе протонами, может частично уменьшаться, что и наблюдалось в нашем опыте.

Таблица 1 - ВЛИЯНИЕ ЛЁССОВИДНОГО СУГЛИНКА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ФОРМ СЕРЫ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

Варианты опыта (факторы АВС)	Сера			Сумма обменных оснований	Гидролитическая кислотность	рН		
	валовая	минеральная	подвижная			м. – экв. на 100г почвы	H ₂ O	КС1
1.Контроль (000)	35,7	1,92	0,46	33,8	1,74	7,09	5,99	
2.S ₆₀	41,2	2,92	1,21	34,2	1,89	7,12	6,02	
3. N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	36,4	2,63	0,79	33,0	2,18	7,10	6,00	
4.N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ S ₆₀	42,6	5,72	1,00	35,3	2,18	7,03	5,94	
5.ЛС	33,0	2,33	0,53	37,7	1,31	7,34	6,32	
6.ЛС+S ₆₀	39,8	5,15	2,04	39,8	1,31	7,38	6,27	
7.ЛС+N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	34,8	3,13	0,99	35,7	1,31	7,34	6,18	
8.ЛС+N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ S ₆₀	41,6	6,17	2,42	34,8	1,31	7,30	6,20	
НСР ₀₅ для:	1,61	0,13	0,08	1,19	0,08	0,02	0,04	
А, В, С;	2,28	0,19	0,11	1,68	0,11	0,03	0,06	
АВ, АС, ВС, АВС;	3,22	0,27	0,16	2,43	0,16	0,04	0,08	
частных различий								

--	--	--	--	--	--	--	--

Активная и обменная виды кислотности существенно уменьшались на всех вариантах с применением как одной лёссовидной породы, так и в сочетании с минеральными удобрениями. Установлены значимые на 5%-ном уровне положительный эффект от применения породы (0,25ед. рН_{Н2О} и рНксл) и отрицательный – от применения N₉₀P₆₀K₆₀ (- 0,04-0,07 ед. рН_{Н2О} и рНксл). Рекомендуется рН доводить до интервала 5,5-7,0. При этом доступность железа, меди, марганца и цинка снижается, а азота, серы, калия, кальция, магния, фосфора и молибдена возрастает [6].

Изучение содержания форм серы в опыте показало, что из всех изучаемых факторов существенное влияние на содержание валовой серы установлено на вариантах с применением породы, элементарной серы или при совместном внесении их в почву (табл. 1). Установлены значимые на 5%-ном уровне отдельные эффекты от применения породы (-1,65 мг на 100г почвы) и элементарной серы (6,35 мг на 100г почвы). Использование элементарной серы в сочетании с породой, N₉₀P₆₀K₆₀ и трёх факторов вместе также существенно увеличивало содержание валовой серы (на 10,4-19,3%).

Содержание минеральной серы изменялось в опыте более динамично, чем валовой: все главные эффекты (А, В, С) и взаимодействия (АВ, АС, ВС, АВС) значимы на 5%-ном уровне. Главные эффекты от применения лёссовидного суглинка, N₉₀P₆₀K₆₀ и S₆₀ составили соответственно 0,90; 1,33 и 2,49 мг на 100г почвы. Эффекты взаимодействия элементарной серы с породой, с N₉₀P₆₀K₆₀ и трёх факторов вместе составили соответственно 0,44; 0,58 и 0,47 мг на 100г почвы. Взаимодействие породы и N₉₀P₆₀K₆₀ дали отрицательный эффект (-0,42 мг на 100г почвы). Сера проходит цикл окисления в почве и восстановления в растении наподобие круговорота азота. Из материнских пород она высвобождается по мере выветривания

минералов. При разложении органического вещества почвы сера минерализуется в начале в форме сульфидов и затем окисляется до сульфатной формы [5,9]. В нашем опыте элементарная сера, находясь в нулевой степени окисления, за время эксперимента частично окислилась до сульфатной формы. Об этом свидетельствует увеличение минеральной серы на варианте с применением одной серы (52%). Раздельное внесение породы и $N_{90}P_{60}K_{60}$ увеличивает количество этого компонента соответственно на 21,4 и 37,0% по сравнению с контролем. Однако наибольшее увеличение в содержании минеральной серы установлено при совместном использовании элементарной серы с породой, $N_{90}P_{60}K_{60}$ и особенно трёх факторов вместе (на 168, 198 и 221%). Это объясняется положительным взаимодействием изучаемых в опыте факторов, когда эффект от совместного их применения больше суммы эффектов от раздельного применения каждого из них (явление синергизма).

Сера отличается от азота и фосфора тем, что ее доступные растениям формы беднее и интенсивность ее реакций в почвах меняется в более широких пределах. Поскольку растение потребляет серу в виде сульфатов, то в основу почвенной диагностики положено определение этих соединений. В нашей стране принята следующая градация почв по содержанию подвижного сульфата, извлекаемого хлоридом калия, мг на 100г почвы: низкое – $<0,6$; среднее – $0,6-1,2$; высокое – $>1,2$ [5]. Исходное содержание подвижной серы на контрольном варианте исследуемого чернозёма характеризуется как низкое. Установлены значимые на 5%-ном уровне главные эффекты: от применения породы – $0,63$; $N_{90}P_{60}K_{60}$ – $0,81$ и элементарной серы – $0,98$ мг на 100г почвы. Использование элементарной серы в сочетании с $N_{90}P_{60}K_{60}$, породой и трёх факторов вместе также существенно увеличивало содержание подвижной серы: соответственно в 2, 4 и 5 раз по сравнению с контрольным вариантом. Применение

изучаемых факторов способствовало переводу исследуемой почвы в категорию со средним и высоким содержанием подвижной серы.

Таким образом, применение лёссовидного суглинка благоприятно действует на почвенно-поглощающий комплекс чернозёма выщелоченного. Установлено существенное по сравнению с контролем увеличение суммы обменных оснований на вариантах с применением породы (11,5%) и породы с элементарной серой (17,8%). Изучаемая порода обеспечивает нужный запас основных катионов и мягкий, но достаточный подщелачивающий эффект. Применение одной породы и в сочетании её с минеральными удобрениями уменьшает гидролитическую кислотность на 24,7%. При изучении активной кислотности установлен также положительный эффект от применения породы (0,25ед. рН_{H2O} и рН_{KCl})

Используемые в опыте минеральные удобрения подкисляют чернозём: N₉₀P₆₀K₆₀ и N₉₀P₆₀K₆₀S₆₀ увеличивает гидролитическую кислотность на 25,3%. Установлен также отрицательный эффект действия на активную и обменную кислотность от применения N₉₀P₆₀K₆₀ (- 0,04ед. рН_{H2O} и -0,07 ед. рН_{KCl}), однако в сочетании с породой отрицательный эффект влияния их на почвенно-поглощающий комплекс нивелируется.

Использование элементарной серы в сочетании с породой, N₉₀P₆₀K₆₀ и трёх факторов вместе существенно увеличивает содержание валовой серы (на 10,4-19,3%). Установлен положительный эффект от применения элементарной серы (6,35 мг на 100г почвы). Применения только одной породы несколько уменьшает содержание валовой серы.

Раздельное внесение породы, N₉₀P₆₀K₆₀ и серы увеличивает количество минеральной серы в почве соответственно на 21,4; 37,0 и 52% по сравнению с контролем. Наибольшее увеличение в содержании минеральной серы установлено при совместном использовании элементарной серы с породой, N₉₀P₆₀K₆₀ и особенно трёх факторов вместе (на 168, 198 и 221%).

При изучении содержания в почве подвижной серы установлены положительные эффекты от применения породы, $N_{90}P_{60}K_{60}$ и элементарной серы (0,63; 0,81 и 0,98 мг на 100г почвы). Использование элементарной серы в сочетании с $N_{90}P_{60}K_{60}$, породой и трёх факторов вместе увеличивает содержание подвижной серы в 2, 4 и 5 раз по сравнению с контролем.

Результаты исследований могут быть использованы в качестве базовых вариантов полевого опыта по изучению реминерализации чернозёмов выщелоченных в сочетании с применением удобрений.

Литература

1. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края / Науч. ред.: И.Т. Трубилин, Н.Г. Малюга. – Краснодар, 1997. – 236с.
2. Алексеев В.Е. Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдавии. Кишинев, 1999. – 240 с.
3. Градусов Б.П. Опыт оценки состава и свойств литогенной оценки экосистем мира// Почвоведение, 1995. №2. С.217 – 229.
4. Крупенников И.А. Типизация антропогенных процессов деградации чернозёмов // Почвоведение, 2005. №12. С.1509 – 1517.
5. Маслова И.Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой Новосибирск: Наука, 1993. 124с.
6. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрения и урожай. - М., Колос, 1977. – 416 с.
7. Слюсарев В.Н. Свойства чернозёмов Западного Предкавказья и обеспеченность их серой// Труды Куб. гос. агр. ун-та. Вып.2. Краснодар, 2006. С. 157-165.
8. Соляник Г.М. Почвы Краснодарского края: Учеб. пособие. Краснодар: Куб.гос.ун-т, 2004. 70с.
9. Томпсон Л.М., Трой Ф.Р. Почвы и их плодородие. М.: Колос, 1982. 462с.
10. Штомпель Ю.А., Котляров Н.С., Терпелец В.И. Охрана почв и рекультивация земель Северо-Западного Предкавказья. Краснодар: Изд-во «Советская Кубань», 2000. 207 с.
11. Цховребов В.С. Агрогенная деградация чернозёмов Центрального Предкавказья. Ставрополь: Изд-во СтГАУ «Агрис», 2003. 224 с.