

**ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ И ЕЕ ФОРМЫ В ЧЕРНОЗЕМЕ  
ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ  
В УСЛОВИЯХ АГРОГЕНЕЗА**

*А.Х. Шеуджен<sup>1</sup>, чл.-корр. РАН, В.Н. Слюсарев<sup>1</sup>, д.с.-х.н., Т.Н. Бондарева<sup>2</sup>, к.с.-х.н.,  
О.А. Гуторова<sup>2</sup>, к.б.н., М.А. Осипов<sup>1</sup>, к.с.-х.н., С.В. Есипенко<sup>1</sup>, к.с.-х.н.,  
<sup>1</sup>Кубанский ГАУ, <sup>2</sup>ВНИИ риса*

*Представлены результаты изучения содержания серы в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья за три ротации зерноотравно-пропашного севооборота.*

*Ключевые слова: чернозем выщелоченный, севооборот, сера.*

Сера относится к весьма распространенным в природе химическим элементам. Кларк ее в литосфере равен 0,05 %, почве – 0,1 %; биофильность – 1, то есть близка к анионогенным элементам – кислороду (1,5), хлору (1,1), бору (0,83), фосфору (0,75), бромю (0,71). Сера второй после азота протеиногенный элемент, потребляемый растениями из почвы. При ее дефиците разлаживается азотный обмен в растении, снижаются интенсивность продукционного процесса и урожай [15].

Валовое содержание серы в почвах изменяется в широких пределах – от 0,01 до 2,05 %. Меньше всего её содержат дерново-подзолистые почвы (0,01-0,1 %) и сероземы (0,05-0,07 %), значительно больше – солонцы (0,1-2,1 %). Черноземы (0,2-0,5 %) и каштановые почвы (0,1-0,3 %) занимают в этом ряду промежуточное положение [1, 8].

Цель исследований – определить валовое содержание серы и формы ее соединений в черноземе выщелоченном, а также установить тенденции их изменений в условиях агрогенеза.

**Методика.** Исследования проводили после завершения третьей ротации 11-польного зерноотравно-пропашного севооборота стационарного опыта кафедры агрохимии Кубанского ГАУ, расположенного в учебном хозяйстве «Кубань».

Почва опытного участка - чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках. Основные агрохимические показатели, характеризующие обеспеченность почвы серой до закладки эксперимента (1981 г.) приведены в соответствующих таблицах данной статьи и в опубликованных ранее работах [9, 10, 12, 13].

Для выявления действия системы удобрения севооборота на содержание серы в почве с неудобренного и ежегодно удобряемого вариантов (за три ротации севооборота было внесено N<sub>1740</sub>P<sub>1740</sub>K<sub>1160</sub>) с каждой повторности опыта отбирали почвенные образцы из пахотного (0–20 см) и подпахотного (21–40 см) слоёв. Валовое содержание серы и ее минеральной формы определяли по Р.Х. Айдиняну, подвижной – турбидиметрически (ГОСТ–26490-85), резервной – по разности между валовым количеством и содержанием минеральной формы.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты исследований показали, что валовое содержание серы в профиле чернозема выщелоченного ниже кларка в 3–4 раза. Основная часть серы здесь представлена недоступной для растений резервной формой, доля которой составила 76,8–93,7 % от валового содержания. Распределение по почвенному профилю валового содержания серы и ее резервной формы неравномерное – с увеличением глубины залегания горизонта оно постепенно уменьшается. При этом в почвообразующей породе их количество в 2 раза ниже, чем в пахотном горизонте (табл. 1).

**1. Содержание и распределение соединений серы по профилю чернозема выщелоченного, мг/кг [10]**

Горизонт почвы	Сера			
	валовая	подвижная	минеральная	резервная
A <sub>n</sub>	334	2,7	20,8	313
A	302	3,0	22,8	279
AB <sub>1</sub>	252	2,3	31,6	220
AB <sub>2</sub>	238	2,2	36,7	201
B	224	1,9	42,2	182
C	198	1,9	45,7	152

Содержание доступной для растений подвижной серы в почвенном профиле невысокое. Максимальное ее количество сосредоточено в пахотном и подпахотном горизонтах. Отмечено снижение содержания подвижной серы вниз по профилю почвы. В почвообразующей породе количество доступной серы в 1,4 раза меньше, чем в горизонте A<sub>n</sub>, а в подпахотном, наоборот, на 11,1 % больше. Это указывает на выщелачивание элемента за пределы пахотного слоя почвы.

Большое значение для питания растений имеет содержание в почве минеральной серы. Распределение ее по почвенному профилю чернозема выщелоченного характеризуется постепенным увеличением к почвообразующей породе.

Содержание минеральной серы в материнской породе на 54,5 % выше, чем в пахотном горизонте почвы.

Сера – незаменимый элемент питания растений. Запасы её в почве пополняются за счет поступления с минеральными удобрениями, которые применяют для обеспечения растений необходимыми элементами питания – азотом, фосфором и калием. При этом сера, входящая в состав удобрений, обычно не рассматривается как элемент питания и всю прибавку урожая относят на счет азота, фосфора и калия. Результаты исследований показали, что на естественном фоне общее содержание серы в черноземе выщелоченном по слоям 0–20 и 21–40 см составило, соответственно, 334 и 302 мг/кг (табл. 2).

2. Содержание валовой серы и трансформация ее соединений в черноземе выщелоченном в условиях агрогенеза, мг/кг

Вариант опыта	Слой почвы, см	Сера			
		валовая	подвижная	минеральная	резервная
<i>Исходное содержание [10]</i>					
Естественный фон	0-20	334	2,7	20,8	313
	21-40	302	3,0	22,8	279
<i>После трех ротаций севооборота</i>					
Без удобрений	0-20	305	2,2	17,1	288
	21-40	282	2,5	18,0	264
NPK	0-20	312	2,4	19,2	293
	21-40	294	2,7	20,5	274

После трех ротаций севооборота в почве без внесения удобрений ее валовое содержание уменьшилось, соответственно, на 8,7 и 6,6%. Ежегодное внесение минеральных удобрений, хотя и замедляло по сравнению с неудобренным севооборотом обеднение пахотного и подпахотного слоев почвы серой, ее количество все же по сравнению с исходными показателями уменьшалось на 6,6% в слое почвы 0–20 см и на 2,6% – в слое 21–40 см. Повышенное содержание общей серы в почве в варианте с удобрениями объясняется тем, что в качестве фосфорного удобрения использовали суперфосфат, содержащий примерно 13% этого элемента. Аналогичная тенденция наблюдалась и в содержании в почве подвижной, минеральной и резервной форм серы. За три ротации севооборота количество резервной формы серы в черноземе выщелоченном снизилось. Интенсивнее этот процесс происходил в севообороте без удобрений. При этом в пахотном и подпахотном слоях почвы доля этой формы в общем фонде элемента практически одинакова – 94,4 и 93,9% и 93,6 и 93,2% в неудобренном и удобренном севооборотах. Содержание подвижной серы снижалось, соответственно, на 0,3 и 0,5 мг/кг почвы в пахотном и подпахотном слоях, а минеральной – на 1,6 и 2,3 и 3,7 и 4,8 мг/кг. При этом их доля в общем фонде элемента везде была практически одинаковой. Наибольшее их содержание во всех вариантах отмечено в подпахотном (21–40 см) слое почвы. Это объясняется тем, что сульфат-ион ( $SO_4^{2-}$ ) слабо поглощается почвой, что приводит к вымыванию его в нижележащие горизонты. А в условиях агрогенеза накладывается еще такой антропогенный фактор, как внесение удобрений.

Известно, что для достаточного обеспечения сельскохозяйственных культур подвижной серой в почве ее количество должно быть не менее 10 кг/га [5]. Дефицит подвижной серы в почвах наблюдается при ее содержании > 6 мг/кг. В черноземе выщелоченном Западного Предкавказья количество подвижной формы составило в среднем 2,58 мг/кг, что соответствует низкой обеспеченности почвы этим элементом. Наматившаяся тенденция снижения содержания подвижной серы в черноземе выщелоченном обусловлена в некоторой степени уменьшением объемов и изменением ассортимента применяемых удобрений, а также резким сокращением серосодержащих средств защиты растений. В 1 т навоза КРС содержится 1 кг серы ( $SO_3$ ), или 0,6–0,15%, в сульфате аммония – до 24,0%, сульфате калия – до 18,0, гипсе – до 18,6, фосфогипсе – до 22,0, простом суперфосфате – до 13,0% [3, 5]. Слабое использование сульфата аммония в качестве азотного удобрения связано с подкисляющим его действием на почву. Поэтому при его внесении, особенно на почвах с повышенной кислотностью, необходимо известкование.

**Заключение.** Чернозем выщелоченный Западного Предкавказья характеризуется невысоким содержанием валовой серы. Основная часть ее приходится на резервную форму и недоступна растениям. Доля подвижной и минеральной серы

значительно меньше и составляет в среднем по почвенному профилю, соответственно, 0,8–1,0 и 6,2–23,1% от валовой.

Для поддержания в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья оптимального количества доступной для растений серы и предотвращения обеднения почвы за счет выноса с урожаем и вымывания из верхних горизонтов необходимо вносить серные удобрения.

*Литература*

1. Аристархов А.Н. Агрохимия серы / А.Н. Аристархов. – М.: ВНИИ-ИА, 2007. – 272 с.
2. Витынь Я.Я. Почвы района табачных плантаций в Кубанской области и на Черноморском побережье Кавказа / Я.Я. Витынь. – С.-Петербург, 1914. – 54 с.
3. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений / П.А. Власюк. – Киев: Наукова Думка, 1969. – 516 с.
4. Имшенецкий И.З. Почвы и грунты Черноморско-Кубанской железной дороги / И.З. Имшенецкий // Известия по опытному делу Дона и Северного Кавказа. – Ростов-на-Дону, 1924. Вып. 4. – С. 3-34.
5. Кореньков Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений / Д.А. Кореньков. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 219 с.
6. Маслова И.Я., Изерская Л.А. Сера. Агрохимические свойства почв и эффективность удобрений / И.Я. Маслова, Л.А. Изерская. – Новосибирск: Наука, 1989. – С. 71-82.
7. Панасин В.И. Сера и урожай / В.И. Панасин, В.Д. Слободянинова, Н.В. Лопатина. – Калининград: ГП «КГТ», 1999. – 150 с.
8. Пейве Я.В. Биохимия почв / Я.В. Пейве. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 422 с.
9. Слюсарев В.Н. Сера в дерново-карбонатных и бурых лесных почвах Северо-Западного Кавказа и потребность в серных удобрениях: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.Н. Слюсарев. – Краснодар, 1986. – 22 с.
10. Слюсарев В.Н. Сера в почвах Северо-Западного Кавказа (агроэкологические аспекты) / В.Н. Слюсарев. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – 230 с.
11. Смирнов Ю.А. Повышение урожая и качества сельскохозяйственной продукции при использовании серных удобрений / Ю.А. Смирнов. – М.: ВНИИТЭСХ, 1985. – 61 с.
12. Тонконоженко Е.В. Обеспеченность черноземов Кубани серой / Е.В. Тонконоженко // Тр. КубСХИ. 1988. – Вып. 286 (314). – С. 26-31.
13. Тонконоженко Е.В. Регулирование содержания серы в почвах как элемент оптимизации плодородия почв / Е.В. Тонконоженко // Тез. докл. VII Делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. Ч. 3. – Ташкент, 1985. – С. 172.
14. Ха Куанг Хай. Подвижная сера в лесостепных почвах Северо-Западного Предкавказья / Ха Куанг Хай // Тр. КубСХИ. 1983. – Вып. № 226 (254). – С. 118-121.
15. Шеуджен А.Х. Агробиогеохимия / А.Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 877 с.
16. Шеуджен А.Х. Агрохимия / А.Х. Шеуджен, В.Т. Куркаев, Н.С. Котляров. – Майкоп: Афиша, 2006. – 1075 с.
17. Шеуджен А.Х. Применение серных удобрений в рисоводстве / А.Х. Шеуджен, А.Л. Беспалов // Рисоводство. – 2001. – № 1. – С. 70-74.
18. Шеуджен А.Х. Сера в питании и продуктивности риса / А.Х. Шеуджен, В.В. Прокопенко, А.Л. Беспалов, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: Адыгея, 2004. – 72 с.
19. Шильников И.А., Сычев В.Г., Шеуджен А.Х. и др. Потери элементов питания растений в агробиогеохимическом круговороте веществ и способы их минимизации / И.А. Шильников, В.Г. Сычев, А.Х. Шеуджен, Н.И. Аканова, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек. – М.: ВНИИА, 2012. – 351 с.
20. Шильцова Г.В. Тяжелые металлы и сера в почвах Валаамского архипелага / Г.В. Шильцова, Р.М. Морозова, П.Ю. Литинский. – Петрозаводск: Карель. науч. центр РАН, 2008. – 109 с.
21. Шмук А.А. Динамика режима питательных веществ в почве. Труды. –Т.1 / А.А. Шмук. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 372 с.

**TOTAL SULFUR CONTENT AND SULFUR FORMS IN LEACHED CHERNOZEM OF WESTERN CIS-CAUCASIA UNDER AGROGENESIS CONDITIONS**

A.Kh. Sheudzen<sup>1</sup>, V.N. Slyusarev<sup>1</sup>, T.N. Bondareva<sup>2</sup>, O.A. Gutorova<sup>2</sup>, M.A. Osipov<sup>1</sup>, S.V. Esipenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina 13, Krasnodar, 350044 Russia

<sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Rice, Belozernyi 3, Krasnodar, 350101 Russia

The content of sulfur in leached chernozem of the Western Cis-Caucasia has been studied during three cycles of a grain-grass-row crop rotation.

Keywords: leached chernozem, crop rotation, sulfur.