

Г л а в а 8. СЕРОСОДЕРЖАЩИЕ УДОБРЕНИЯ

8.1. СЕРА И ЕЕ РОЛЬ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Сера была известна уже в глубокой древности: 2 тыс. лет до н.э. она использовалась в Древнем Египте, Гомер упоминает о сжигании серы для дезинфекции и т.д.

Сера — необходимый элемент питания растений. По физико-биохимическому значению она стоит в одном ряду с азотом, фосфором и другими важнейшими элементами. Она входит в состав белков, содержится в таких аминокислотах, как цистин, метионин, гистидин, в (тиамин), Н (биотин), чесночном и горчичном масле, является составным элементом некоторых антибиотиков, в частности пенициллина. Сера присутствует в растениях в виде органических и минеральных соединений. Ее минеральные формы служат резервом серы в растении, но как антагонисты одновалентных ионов участвуют в поддержании тургорного состояния плазмы.

Наиболее высокое содержание серы отмечено у семян бобовых культур, а также у растений, содержащих горючие и луковые масла (капустные, луковые). По количеству серы, выносимой растениями из почвы (на единицу последовательности (по убывающей): капуста (капуста, броква); луковые (лук, чеснок); маревые (свекла); зонтичные (укроп); астровые (подсолнечник); бобовые (клевер, люцерна); матликовые (шпинат, ячмень). Количество серы, выносимой сельскохозяйственными культурами из почвы, ненамного меньше, чем фосфора, а некоторые культуры потребляют серы больше, чем фосфора.

Сера играет большую роль в окислительно-восстановительных процессах, в активировании ферментов, синтезе белков, участвует в синтезе хлорофилла. Окисленная форма серы — исходный продукт для синтеза белков, она же конечный продукт их распада. В молодых органах растений, где преобладают синтетические процессы, сера находится в основном в восстановленной форме. По мере старения в растениях процессы гидролиза превалируют над синтезом, возрастает количество окисленных форм соединений серы. Работы последних лет подтвердили участие

серы в ассимиляции нитратов растениями. Установлено, что серосодержащие удобрения способствуют сохранению накопленных нитратов в клубнях картофеля и других культурах.

При недостатке серы задерживается синтез белков, так как затрудняется синтез аминокислот, которые содержат этот элемент. Поэтому внешние признаки недостатка серы сходны с симптомами азотного голодания растений. Это иногда приводит к ошибочным диагнозам, вследствие чего завышаются дозы азотных удобрений, а из-за этого снижается количество и качество продукции. В условиях нехватки серы растения приостанавливаются в развитии, уменьшается размер листьев, из-за меньшего образования хлоропластов они приобретают светлую желтовато-зеленую до желтой окраску. Однако в отличие от азота недостаток серы сказывается большей частью на молодых листьях.

В природе сера встречается как в виде элемента, так и органических и неорганических соединений. Залежи серы часто встречаются в районах вулканической активности. Большие ее запасы найдены в Японии, Индии, США.

Источником серы для растений являются в основном соли серной кислоты, присутствующие в почве. В растения она поступает в виде ионов SO_4 из почвы, но может также усваиваться листьями (сернистый газ). Поглощение сернистого газа характерно прежде всего для промышленных районов, где возможно также повреждение растений при слишком высокой концентрации SO_2 в воздухе.

Общее содержание серы в почвах колеблется от 0,001 до 0,1%. Неорганические соединения представлены сульфатами (гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, ангидрид $CaSO_4$) и сульфидами (пирит FeS_2), FeS . Сульфидная сера становится доступной растениям после перехода в сульфатную форму. Запасы доступной растениям сульфатной серы в дерново-подзолистых почвах колеблются от 30 до 90 кг/га. Большая часть серы (от 70 до 90%) присутствует в почве в виде органических соединений, которые не усваиваются растениями. При минерализации органического вещества сера переходит в сульфатную форму. Содержание сульфатов (как и нитратов) в почве меняется по сезонам. Больше всего сульфатов в почве летом, когда минерализация (сульфофикация) идет максимально активно. Обычно серы тем больше, чем выше содержание гумуса, много ее и в торфяно-болотных почвах. В дерново-подзолистых почвах дефицит

серы оцущается на легких малогумусных, а также в переувлажненных почвах.

8.2. ПРИМЕНЕНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ

Для определения потребности почвы в серосодержащих удобрениях можно использовать группировку почв по держанию подвижной сульфатной серы. В зависимости от степени обеспеченности серой *вертикально-подольные почвы* разделены на три группы: I группа — с низким, *менее 6 мг/кг* (1 М КС1 вытяжки), содержанием серы; II — среднее — *более 12 мг/кг*. Для *торфяно-болотных почв* значение обеспеченности для трех групп следующие: *менее 30 мг/кг* (низкое содержание); *30,1-60* (среднее), *более 60 мг/кг* (высокое).

Предварительные результаты агрохимического обследования, проведенного в 15 районах республики, свидетельствуют, что примерно пятая часть (18,3%) пашни слабо обеспечена серой. Особенно много таких почв в Витебской (39,7%) и Могилевской (28,2%) областях. Острый недостаток серы в почве отмечается на 25,4% улучшенных сеяносов и пастбищ.

Сера поступает в почву из атмосферы, с органическими и минеральными удобрениями. С атмосферными осадками в разные годы в почву попадает 9,4-13,0 кг/га, а на территориях, примыкающих к промышленным центрам, — до 16-43 кг/га серы. Такой источник серы, как минеральные удобрения (простой суперфосфат, сульфат аммония, сульфат калия), в последние годы резко уменьшился (из-за увеличения доли концентрированных и комплексных удобрений и сокращения — сульфата аммония и простого суперфосфата) и дает не больше 5,9 кг/га серы в год. Резко снизилась и поступление серы с органическими удобрениями (около 5 кг/га в год). Однако сера в органических удобрениях прочно связана с углеродом и азотом и ее средняя годовая минерализация не превышает 2%.

В среднем в разные годы из почвы вымывается 10,7-24 кг/га серы. Уровень ее потерь зависит от гранулометрического состава почвы, содержания серы, количества осадков. Урожай выносят 7-9 кг/га серы. Таким образом, в последнее время в Беларуси серы выносятся и вымывается

из почвы больше, чем поступает из разных источников (т.е. складывается отрицательный баланс — 4,4-9,5 кг/га).

В дальнейшем поступление серы в почву будет уменьшаться по мере сокращения применения минеральных удобрений, содержащих серу как сопутствующий элемент, совершенствования очистных сооружений промышленных предприятий и проведения других мероприятий по охране окружающей среды. Это не может не сказаться на количестве и, особенно, качестве растениеводческой продукции. Поэтому необходимы контроль за обеспечением сельскохозяйственных культур серой и применение серосодержащих удобрений.

Химическая промышленность не выпускает специальных удобрений, содержащих серу. Но она в качестве при-меси содержится во многих удобрениях.

В качестве *серосодержащего удобрения* в республике используется *фосфогипс* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) — отход производства фосфорной кислоты экстракционным методом. Образуется он в результате разложения апатитов или фосфоритов серной кислотой. Сухой фосфогипс содержит 17-22% S, 31,5-37,2% CaO , 0,5-3,5% P_2O_5 , 0,1-0,4% фтора. Простой суперфосфат в виде примесей содержит 9-13% серы, сульфат аммония — 23-24, сульфат калия — 17-18, сульфат магния — 18,6, сульфат натрия — 22,6, калинит — 13, калимагнезия — 15, гипс — 18-20, сланцевая зола — 1,6-2,9, цементная пыль — 1, навоз — 0,02-0,06, торф — 0,1-0,3%.

Внесение серосодержащих удобрений (фосфогипса) повышало урожайность озимой пшеницы на 3,7 ц/га, озимой ржи — на 3, овса — на 1,6, клевера (сено) — на 15, картофеля — на 29, брюквы — на 50, турнепса — на 28, кормовой капусты и люпина — на 40, кукурузы — на 197 ц/га. Кроме того, под влиянием серы, как отмечалось, улучшается качество продукции, в частности содержание белка в зерне зерновых культур увеличивается на 1-2%.

Рекомендуемые дозы фосфогипса для зерновых культур, гороха, вики, люпина, клевера, люцерны, бобово-злаковых травосмесей 3 ц/га, картофеля, сахарной, кормовой, столовой свеклы, кукурузы — 4, озимых рапса и сурепицы на семена, яровой рапса на семена, кормовых капуст и брюквы, турнепса, других капустных — 5 ц/га. *Под озимые культуры на легких почвах фосфогипс лучше вносить весной* одновременно с первой азотной подкормкой, *а на тяжелых — осенью в основное внесение удобрений под предпосевную*

культивацию. Под все яровые культуры его вносят весной перед предпосевной культивацией одновременно с азотными удобрениями. На посевах клевера и люцерны фосфорные удобрения применяются по поверхности весной по отрастающим растениям (конец апреля – начало мая). Применять серосодержащие удобрения следует прежде всего на почвах I группы обеспеченности этим элементом.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково значение серы в жизни растений?
2. В виде каких соединений используется сера растениями?
3. Каков баланс серы в земледелии Беларуси?
4. Назовите серосодержащие удобрения.
5. Какие культуры наиболее чувствительны к недостатку серы?
6. В каких дозах применяют серосодержащие удобрения?