

Элементарная сера

№ 13

Сера – широко распространенный в природе элемент, представленный разными формами. В некоторых почвах содержание подвижной серы недостаточно для удовлетворения потребностей возделываемых сельскохозяйственных культур. Для предотвращения недостатка серы у растений применяется целый ряд хороших серосодержащих удобрений.

Производство

Сера — достаточно распространенный элемент в земной коре. Элементарная сера извлекается из месторождений, имеющих вулканическое происхождение. Ее залежи также приурочены к соляным куполам. В настоящее время основные объемы элементарной серы извлекаются в виде побочного продукта при переработке ископаемых видов топлива. Уголь, нефть и природный газ обычно содержат 0.1–4.0% S, которая удаляется в процессе их очистки. Источником серы для сельского хозяйства служит также ряд природных серосодержащих минералов.

Элементарная сера имеет относительно низкую температуру плавления (115°C), поэтому она часто транспортируется в жидком (расплавленном) состоянии к местам ее переработки в разные конечные продукты. Основная часть получаемой серы превращается в серную кислоту (H_2SO_4), которая широко используется в химической промышленности. Главное направление использования серной кислоты – это производство фосфорных удобрений.

Распространенные формы серы

Нерастворимая в воде	Элементарная сера
Частично растворимая в воде	Гипс (15–17% S)
Растворимые в воде	Сульфат аммония (24% S); эпсомит (13% S); кизерит (23% S); лангбейнит (22% S); тиосульфаты (10–26% S); сульфат калия (18% S)



Элементарная сера



Приплюснутые гранулы – смесь элементарной серы и небольшого количества бентонита (для ускорения окисления серы в почве)

Сельскохозяйственное использование

Элементарная сера нерастворима в воде, и прежде чем стать доступной для корней растений она должна подвергнуться окислению почвенными бактериями (из рода *Thiobacillus*) до сульфатной формы (SO_4^{2-}). Общая схема реакции, протекающей при этом в почве, выглядит следующим образом: $2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$. Скорость данного микробиологического процесса зависит от температуры и влажности почвы, а также от физических свойств частиц элементарной серы.

Растения преимущественно потребляют серу в сульфатной форме. Сера входит в состав важных соединений в растениях, прежде всего – белка и ферментов. Для ускорения трансформации элементарной серы в сульфатную форму используются различные приемы. Скорость реакции окисления элементарной серы напрямую зависит от размера ее частиц – чем мельче частицы, тем больше площадь их поверхности, и тем интенсивнее протекает реакция биохимического окисления серы почвенными бактериями. Крупные частицы элементарной серы могут окисляться в течение нескольких месяцев или даже лет. В почве тонкодисперсная элементарная сера быстро окисляется, однако ее внесение связано с определенными трудностями.

Один из способов ускорения окисления элементарной серы заключается в добавлении небольшого количества глинистых минералов (бентонита) в расплав серы до его охлаждения. При этом образуются небольшие пеллеты (приплюснутые гранулы). Глинистые минералы набухают под действием почвенной влаги, и гранулы разрываются на мелкие частицы, что способствует достаточно быстрому окислению серы.

Тонкодисперсная элементарная сера может включаться в состав некоторых видов гранулированных удобрений. Эта сера также быстро окисляется и становится доступной для растений. При окислении элементарной серы происходит подкисление почвы, что может способствовать повышению подвижности таких микроэлементов, как цинк (Zn) и железо (Fe) и, соответственно, их доступности растениям. Тонко размолотая элементарная сера может добавляться в суспензии удобрений. Элементарная сера также используется в качестве фунгицида, поскольку при ее реакции с живыми тканями грибов образуется токсичный сероводород.

Элементарная сера и серная кислота используются для химической мелиорации солонцовых почв, а также для подкисления поливных вод.

Практика применения

Выпускаемые минеральные удобрения содержат серу в разных формах. Выбор серосодержащего удобрения зависит от конкретных почвенно-климатических условий и потребности возделываемых сельскохозяйственных культур в сере. Элементарную серу обычно вносят в почву заблаговременно – с учетом времени, необходимого для окисления серы почвенными бактериями и превращения в доступную для растений сульфатную форму. Сульфат-ионы достаточно подвижны в почве, поэтому возможны их потери за счет вымывания аналогично потерям нитрат-ионов. Однако сульфаты, вымываемые из почвы, обычно не представляют угрозы для окружающей среды – не происходит ухудшения качества грунтовых и поверхностных вод.

Несельскохозяйственное использование

Сера находит широкое применение в промышленности. Элементарная сера превращается в сульфатную форму, которая используется в текстильной промышленности, а также при производстве резины, различных detergentов и бумаги. ■