

Двойной купорос - стократный эффект защиты сада. Медный и железный купорос вместе: как правильно смешивать и использовать.

Медный и железный купорос имеют давнюю историю использования в качестве средств защиты растений от грибков. Впервые медный купорос от грибковых инфекций на винограде стали использовать более 250 лет назад. Но актуальность этого метода ничуть не иссякла. Но можно ли усилить действие медного купороса? Да! Причем помочь может и... железный купорос. Как правильно смешивать и использовать два купороса вместе - смотрите в этом материале.

Прежде всего, нужно развенчать враньё о совместном использовании медного и железного купоросов в садоводстве.

Химическая реакция при смешивании медного и железного купороса.

Смешивание растворов сульфата железа (II) и сульфата меди (II) не приведут к дальнейшей реакции, поскольку эти соединения одного и того же типа - соли серной кислоты. Две соли просто растворятся в воде, образуя смешанный раствор, содержащий ионы меди (Cu^{2+}), ионы железа (Fe^{2+}), и сульфат-ионы ($(\text{SO}_4)^{2-}$). Химическая реакция между двумя растворами солей происходит только в том случае, если один металл способен вытеснять другой. Результат зависит от положения металлов в ряду активности: более активный металл может вытеснять менее активный металл из раствора его соли. Поскольку ни медь (Cu), ни железо (Fe) не более реакционноспособнее друг друга, если оба уже находятся в форме соли, то реакция замещения не происходит.

Подозреваю, что **путаница** у малограмотных блогеров- "консультантов" возникла **из-за школьных опытов по химии**, когда в раствор медного купороса засовывали железный гвоздь, который быстро покрывался слоем меди. Но ведь железо и ион железа в составе купороса - совсем не одно и то же. Любой, кто против, может оставить свою версию уравнения химической реакции в комментариях.

Механизм действия медного и железного купороса на грибы.

Когда два вещества обладают разным механизмом действия, то их эффективность при совместном использовании не просто складывается, а умножается. Такая же ситуация и при смешивании двух купоросов.

Фунгицидное действие **сульфата железа** (FeSO_4), в первую очередь, вызывает гибель клеток грибов, подобную ферроптозу, которая включает перегрузку клеток железом, образование активных форм кислорода и

перекисное окисление липидов клеточной мембраны и внутриклеточных структур. Он также вызывает окислительный стресс, который влияет на обменные процессы, такие как пути синтеза рибосом и триглицеридов, необходимых для построения клеточной мембраны.

Избыток ионов меди губителен не только для вредных грибов, но также и для слизней и некоторых других вредителей. При этом, в отличие от медного купороса или марганцовки, железным купоросом можно даже поливать почву для избавления от вредных организмов, вызывающих, например, корневые гнили (например, различные фитопфторы) и прочие болезни растений.

Медный купорос (CuSO_4) действует иначе. Клетки грибов наполнены аминокислотами, богатыми особыми сульфгидрильными группами (SH-), которые вступают в реакцию с медью. При реакции SH- групп с ионами металлов образуются меркаптиды. В результате, ионы меди связываются со структурными белками и ферментами, в состав которых входят серосодержащие аминокислоты, изменяя их структуру и делая их нефункциональными. Кроме того, ионы меди Cu и Cu^{2+} в высоких концентрациях взаимодействуют с нуклеиновыми кислотами, мешают переносу энергии и влияют на целостность клеточных мембран патогенов благодаря реакции с имидазольными, фосфатными и гидроксильными группами, присутствующими во многих органических веществах клетки.

Высокие концентрации ионов меди воздействуют не только на вредные грибки, но также и на вредителей, включая зимующие формы тлей, паутинных клещей и прочих нежелательных в наших садах организмов. Впрочем, медный купорос также губителен и для пчел.

Но у медных фунгицидов есть и недостаток: ионы меди могут убивать клетки патогенов только на поверхности растений, но как только патоген попадает в ткань растения-хозяина, он больше не восприимчив к обработке медью в предписанных концентрациях. Предписанные концентрации ионов меди не обладают постинфекционной активностью. А более высокие концентрации ионов меди наносят вред растению-хозяину, проявляясь в виде ожогов и угнетения роста.

В отличие от железа, ионы меди активно накапливаются в почве и наносят вред почвенной микрофлоре, а также нарушают питание растений. Хотя медь необходима для нормального роста растений, она легко становится токсичной, вызывая хлороз (пожелтение) листьев и остановку фотосинтеза, из-за чего листья сначала тёмно-зелёные, а затем становятся желтые или даже белые. Избыток меди повреждает корни, вызывая увядание или гибель растений. Именно поэтому во всем мире ведутся поиски снижения потребления медных соединений в качестве фунгицидов.

Один из вариантов - это совместное использование медного и железного купоросов.

Совместное использование медного и железного купоросов.

[Исследования](#) показывают, что сочетание меди и железа может оказывать значительное ингибирующее действие на рост грибов, превышающее фунгицидный эффект каждого из купоросов. Также в опытах продемонстрировано, что использование смеси двух купоросов является более удобным в качестве фунгицида-удобрения, обеспечивая как защиту, так и жизненно важное для растений питательное вещество.

Кроме того, длительное применение медных препаратов [вызывает устойчивость](#) к ионам меди, а при совместном использовании медного и железного купороса устойчивость не только не возникает, но даже устраняется.

Кроме того, действие железного купороса значительно усиливается в кислой среде. А, как известно, раствор медного купороса обладает кислой реакцией (значение pH около 4).

Поэтому смешивание медного и железного купороса дает кучу преимуществ, в числе которых:

- уменьшение потребления медного купороса в качестве фунгицида;
- снижение токсического действия ионов меди на растения и экосистемы;
- снижение накопления меди в плодах, овощах и прочих частях растений, используемых в качестве урожая;
- снижение риска возникновения устойчивости к действию ионов меди у вредных организмов;
- повышение чувствительности вредных организмов к ионам меди в более низкой концентрации.

Как готовить и использовать смесь медного и железного купороса в саду и огороде.

Приготовить раствор на основе медного и железного купороса очень просто.

Для осенней (листопад) и весенней (набухание почек - зеленый конус) искореняющей обработки готовим раствор на 10 л воды:

- 150 г медного купороса;
- 200 г железного купороса;
- 1 ст.л. лимонной кислоты (по возможности);
- 700 г мочевины (при необходимости).

Таким раствором обрабатывают ветви, стволы, желтеющие листья у всех садовых растений, включая землянику садовую.

Для летней обработки используйте раствор с меньшей концентрацией компонентов, на 10 л берите:

- 40 г медного купороса;
- 50 г железного купороса;
- 1 ч.л. лимонной кислоты.

Таким раствором опрыскивайте листья для профилактики и лечения многих листовых заболеваний, включая мучнистую росу, в отношении которой медный купорос слабоват. Разумеется, необходимо соблюдать важные правила обработки растений минеральными фунгицидами:

- не обрабатывать в жару и на ярком солнце;
- не обрабатывать растения, испытывающие дефицит влаги;
- не использовать в случае наличия ожогов или иного проявления фитотоксичности из-за предыдущих обработок или подкормок.