Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 4, Issue 1, 2025 Chemistry of Goods

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛОЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ МОЧЕВИН И ТИОМОЧЕВИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАК ФУНГИЦИДОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Равшан Умарович Махмудов
Научно-производственное объединение «Ана Джер», Заместитель генерального директора
https://orcid.org/0000-0002-6076-3574

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Мирджалол Мукимджон угли Муминджонов
Андижанский государственный университет, Доцент кафедры химии, доктор химических наук (DSc), заместитель председателя Академии "Табобат" Узбекистана
https://orcid.org/0009-0002-8896-202X

Султан Усманов
Институт химических наук им. А.Б.Бектурова, Заведующий лабораторией неорганического синтеза и материалов, доктор технических наук, профессор
https://orcid.org/0000-0002-9747-3589

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss3.2025.535

Ключевые слова:
агрохимия, координационные соединения, фунгицид, стимулятор, медь, кобальт, цинк, экологическая совместимость

Аннотация:
В статье рассматриваются современные подходы агрохимии, основанные на использовании координационных соединений органических лигандов с микроэлементами (Cu^{2+}, Co^{2+}, Zn^{2+}). Показано, что такие комплексы сочетают фунгицидное действие против широкого спектра фитопатогенов с физиологическим стимулированием роста растений. Комплексы меди проявили наибольшую активность, полностью подавляя рост Botrytis cinerea при низких концентрациях. Полевые и тепличные опыты подтвердили повышение энергии прорастания семян на 8–18%, увеличение корневой и надземной массы на 12–25%, а также рост устойчивости к засухе и солевому стрессу. Высокая биологическая эффективность, селективность и экологическая совместимость делают данные соединения перспективными для внедрения в сельское хозяйство Узбекистана с целью замещения импортных фунгицидов и повышения урожайности.

Как цитировать
Макҳмудов, Р. У., Аскаров, И. Р., Муминджонов, М. М. у., & Усман, С. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛОЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ МОЧЕВИН И ТИОМОЧЕВИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАК ФУНГИЦИДОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ. Журнал химии товаров и народной медицины, 4(3). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol4.iss3.2025.535

Современные подходы к применению координационных соединений в агрохимии. Развитие современных направлений в аграрной химии всё активнее ориентируется на внедрение многофункциональных соединений, способных одновременно выполнять защитные (фунгицидные) и физиологически активные (стимулирующие рост) функции. В этой связи особый интерес вызывают координационные соединения органических лигандов с ионами микроэлементов, обладающие выраженной биологической активностью и способностью к медленному контролируемому действию.

Координационные соединения на основе триметилолмочевины и триметилолтиомочевины с солями переходных металлов, таких как медь (Cu^{2+}), кобальт (Co^{2+}) и цинк (Zn^{2+}), являются типичными представителями веществ, сочетающих в себе элементы микропитания, фунгицидного действия и стимуляции роста растений. Эти соединения обладают целым рядом преимуществ:

контролируемая растворимость, позволяющая применять их в виде жидких форм или порошков;

селективность действия по отношению к патогенам и отсутствие фитотоксичности;

совместимость с другими агрохимикатами (гербицидами, удобрениями);

устойчивость к ультрафиолету и гидролизу, что обеспечивает длительное действие.

По данным отечественных и зарубежных исследователей, координационные комплексы с ионами меди, кобальта и цинка демонстрируют высокую биологическую активность в концентрациях от 0,01 до 0,05%.

Фунгицидное действие координационных соединений. Фунгицидная активность таких соединений реализуется, как правило, за счёт следующих механизмов:

Нарушение целостности клеточной стенки гриба — ионы металлов взаимодействуют с SH-группами ферментов патогена, ингибируя синтез хитина и клеточных полисахаридов.

Инактивация ферментов дыхания — комплексы нарушают работу митохондрий, особенно в клетках Fusarium, Alternaria, Botrytis, Colletotrichum и др.

Окислительный стресс — многие комплексы способны генерировать активные формы кислорода, что дополнительно разрушает клетки гриба.

Сравнительные исследования показали, что комплексные соединения с медью обладают более выраженным фунгицидным эффектом в отношении широкого спектра фитопатогенов, в том числе возбудителей корневых гнилей, пятнистостей, мучнистой росы. Координационные соединения с цинком и кобальтом оказывают умеренное антигрибковое действие, но в сочетании с мягким физиологическим воздействием.

Особое внимание заслуживает триметилолтиомочевина – комплекс меди, который продемонстрировал в лабораторных условиях почти полную ингибицию роста Botrytis cinerea при концентрации 0,025%, превосходя по эффективности даже стандартные препараты на основе меди сульфата и хлорокиси меди.

Стимулирующее действие на растения. Вторая важнейшая функция разрабатываемых соединений — стимуляция физиологических процессов роста растений. Это направление основывается на следующих механизмах действия:

участие ионов металлов в метаболических цепочках (например, цинк активирует синтез ауксинов, меди — ферменты окислительно-восстановительных процессов, кобальт — фиксацию азота у бобовых);

регуляция осмотического баланса за счёт структуры лигандов с ОН-группами (например, в триметилолмочевине), улучшающей водный режим клеток;

стимуляция клеточного деления через влияние на ДНК-полимеразы, нуклеазы и циклины;

улучшение прорастания семян благодаря снижению активности ингибиторов роста, особенно в стрессовых условиях (соленость, сухость, низкая температура).

Полевые и тепличные испытания координационных соединений на основе триметилолмочевины и триметилолтиомочевины показали:

увеличение прорастания семян пшеницы и хлопчатника на 8–18% по сравнению с контролем;

увеличение длины корней и надземной массы на 12–25% при обработке рабочими растворами 0,01–0,03%;

повышение устойчивости к засухе и солевому стрессу в ранние фазы развития.

Таким образом, данные соединения могут быть классифицированы как агрохимикаты нового поколения, обладающие биофункциональностью, селективностью и экологической совместимостью.

Перспективы внедрения в практику. С практической точки зрения, внедрение координационных соединений триметилолмочевины и триметилолтиомочевины с ацетатами меди, кобальта и цинка в сельскохозяйственное производство может решить целый ряд задач:

импортозамещение фунгицидов в растениеводстве Узбекистана;

повышение урожайности и качества продукции без увеличения доз минеральных удобрений;

снижение химической нагрузки на агроэкосистему за счёт применения экологически совместимых веществ;

повышение стрессоустойчивости растений, особенно в условиях жары, засухи и солевого стресса, характерных для региона.

Подобные соединения могут использоваться как в виде протравителей семян, так и в форме листовой подкормки или корневого полива, что делает их технологически гибкими и адаптируемыми к различным агроусловиям.

Литературы

1. De Jong J. I. The formation of trimethylol urea. *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*, 1953.

2. Guo Y., et al. Synthesis of Urea-Formaldehyde Fertilizers and Analysis of Factors Affecting These Processes. *Processes*, 2023 (open access).

3. Doona C. J., et al. Equilibrium and Redox Kinetics of Copper(II)–Thiourea Complexes in Aqueous Solution. *Inorganic Chemistry*, 1996.

4. Shahzad A., et al. Complexes of 1,3-Diisobutyl Thiourea with Copper(I), Zinc(II) and Mercury(II). *Crystals*, 2021 (open access).