



ЭКОБИОТЕХ

ISSN 2618-964X

<http://ecobiotech-journal.ru>


ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АМИННЫХ СОЛЕЙ ПРИ СОЗДАНИИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ – РОСТОСТИМУЛЯТОРОВ

Кузина Е.В.^{*1}, Рафикова Г.Ф.^{*1},
Биктимиров Р.А.², Хайруллина Р.Р.^{**3}

¹Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

²Башкирский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

³Институт нефтехимии и катализа Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
E-mail: *lab.biotech@yandex.ru, **reginessa@mail.ru

В лабораторном эксперименте изучено влияние трех соединений – [[N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевино-уксусноокислого]-сульфата меди пентагидрата (1), [N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевино-щавелевоокислого]-сульфата меди пентагидрата (2) и [N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевино-янтарноокислого]-сульфата меди пентагидрата (3) с концентрациями действующего вещества 0.001%, 0.01% и 0.05% - на всхожесть семян и морфометрические показатели проростков суданской травы, а также проведено изучение антифунгальных свойств соединений. В ходе исследования было показано, что применение аминных солей 1 и 3 в концентрации 0.05% приводило к увеличению энергии прорастания семян суданской травы на 1.1 – 9.2% по сравнению с контролем. На длину корня положительное влияние оказывали аминные соли 1 и 2 в концентрации 0.001 и 0.05%: оба соединения вызывали увеличение массы корня суданской травы, второе – также приводило к его удлинению. Все концентрации изучаемых соединений оказывали фунгистатическое действие. Среди испытанных соединений – аминные соли 1 и 3 в концентрации 0.05% – можно рекомендовать как протравители с фунгистатической активностью, способствующие более дружному появлению всходов. Аминная соль 2 в концентрации 0.05% – является наиболее эффективным средством, обладающим помимо антифунгальной активности дополнительно ростстимулирующим действием.

Ключевые слова: соли 1,3-бис(диметиламинометил)-тиомочевины с органическими кислотами и сульфатом меди пентагидратом ♦ суданская трава ♦ ростостимуляторы растений

Поступила в редакцию: 06.12.2024

[Цитировать | Cite as](#)

DOI: [10.31163/2618-964X-2024-7-4-245-251](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2024-7-4-245-251)

EDN: [RMHYSC](https://www.edn.ru/RMHYSC)

DETERMINATION OF EFFECTIVE CONCENTRATIONS OF AMINE SALTS IN THE CREATION OF CHEMICAL GROWTH PROMOTERS

Kuzina E.V.^{*1}, Rafikova G.F.^{*1},
Biktimirov R.A.², Khairullina R.R.^{**3}

¹Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

²Bashkir Research Institute of Agriculture of the Ufa Federal
Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

³Institute of Petrochemistry and Catalysis
of the Ufa Federal Research Centre of the Russian
Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: *lab.biotech@yandex.ru, **reginessa@mail.ru

In a laboratory experiment, the effect of three compounds – [[N,N'-bis(dimethylaminomethyl)thiourea-acetic]-copper sulfate pentahydrate (1), [N,N'-bis(dimethylaminomethyl)thiourea-oxalate]-copper sulfate pentahydrate (2) and [N,N'-bis(dimethylaminomethyl)thiourea-succinic]-copper sulfate pentahydrate (3) with active substance concentrations of 0.001%, 0.01% and 0.05% - on seed germination and morphometric parameters of sudangrass seedlings was studied, and the antifungal properties of the compounds were also studied. The study showed that the use of amine salts 1 and 3 at a concentration of 0.05% led to an increase in the germination energy of sudangrass seeds by 1.1 – 9.2% compared to the control. The root length was positively affected by amine salts 1 and 2 in concentrations of 0.001 and 0.05%: both compounds caused an increase in the root weight of the sudan grass, the second also led to its elongation. All concentrations of the studied compounds had a fungistatic effect. Among the tested compounds, amine salts 1 and 3 in a concentration of 0.05% can be recommended as seed dressings with fungistatic activity, promoting a more uniform emergence of shoots. Amine salt 2 in a concentration of 0.05% is the most effective agent, which in addition to antifungal activity also has a growth-stimulating effect.

Keywords: salts 1,3-bis(dimethylaminomethyl)thiourea with organic acids and copper sulfate pentahydrate ♦ Sudan grass ♦ plant growth stimulants

Принято в печать: 12.12.2024



ВВЕДЕНИЕ

Устойчивый рост урожайности сельскохозяйственных культур в растениеводстве может быть достигнут, главным образом, либо путем увеличения производства за счет использования высокопродуктивных сортов, либо путем борьбы с вредителями и болезнями растений. Высокоурожайные сорта, в свою очередь, могут быть подвержены одному или нескольким заболеваниям. Поэтому важным условием эффективного земледелия является использование качественных здоровых семян / посадочного материала. Известно, около 90% сельскохозяйственных культур выращиваются из семян [Dongyu, 2021]. Семена являются одним из главных источников распространения различных заболеваний растений и способствуют выживанию фитопатогенов из сезона в сезон. Известно, что здоровые семена можно получить с помощью соответствующих схем сертификации или эффективной обработки семян. Протравливание семян является основным методом защиты растений от инфекционных заболеваний, которое оказывает минимальное негативное воздействие на компоненты агроценоза [Торопова, Захаров, 2017]. Наиболее перспективными и экологически сбалансированными препаратами для борьбы с корневыми гнилями и увеличением продуктивности растений являются препараты, направленные на стимулирование защитных реакций растения [Миронова и др., 2013]. Снижение эффективности существующих средств защиты растений заставляет разрабатывать новые соединения с широким спектром действия и технологии их применения.

Синтетические азотсодержащие органические соединения и соли на их основе находят применение в качестве эффективных средств защиты растений от корневых гнилей и средств, повышающих урожайность сельскохозяйственных культур [Мельников и др., 1985; Мельников и др., 1995, Белан и др., 2001; Трошина и др., 2006]. Мочевина и ее производные широко применяются в качестве удобрений для повышения иммунитета растения, улучшения показателей количества и качества урожая [Baqer et al., 2020; Mustafa et al., 2022].

Целью данной работы являлось изучение влияния различных концентраций трех производных тиомочевины на всхожесть семян и морфометрические показатели проростков суданской травы, а также изучение антифунгальных свойств данных соединений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили семена и проростки суданской травы (*Sorghum × Drummondii*) сорта Чишминская ранняя. Обработку семян осуществляли путем замачивания в течение 1 ч в водных растворах [N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевинуюксусноокислого]-сульфата меди пентагидрата (1), [N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевинощавелевоокислого]-сульфата меди пентагидрата (2) и [N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевиноянтарноокислого]-сульфата меди пентагидрата (3) с концентрациями действующего вещества 0.001%, 0.01% и 0.05% (рис. 1). Контролем служили семена, обработанные дистиллированной водой. Семена в количестве 20 штук помещали во влажные камеры (чашки Петри) и инкубировали при комнатной температуре (22–24°C) в темноте в течение 4 суток [ГОСТ 12038]. После этого подсчитывали энергию прорастания семян,

а также среднюю длину и массу корней и побегов проростков. Повторность опыта четырехкратная. Зараженность семян суданской травы болезнями определяли в рулонах фильтровальной бумаги [ГОСТ 12044-93] на 7 сутки.

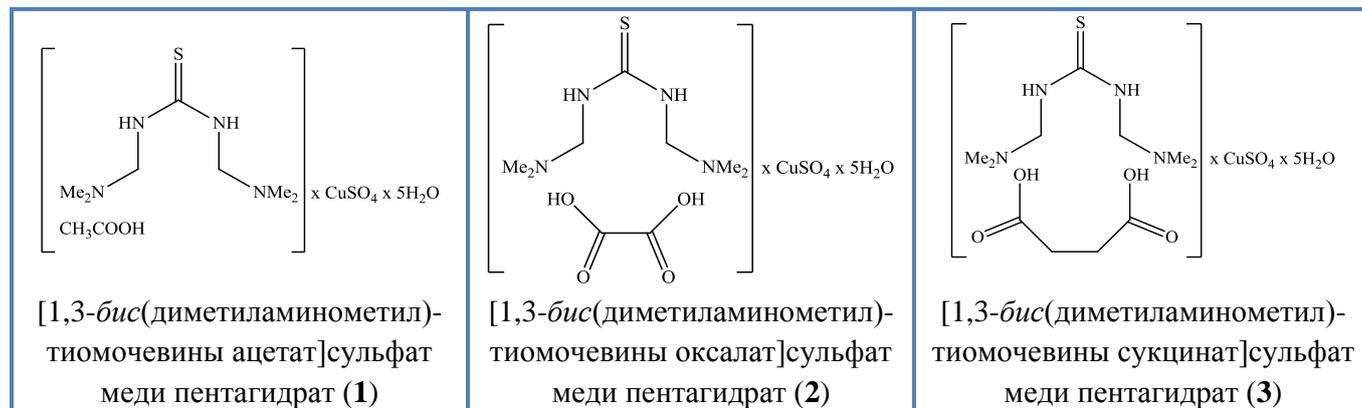


Рисунок 1. Аминные соли – протравители семян суданской травы

Оценку антагонистической активности растворов исследуемых соединений по отношению к фитопатогенным микромицетам проводили диффузионным методом [Егоров, 1972]. Для этого питательную среду - картофельно-глюкозный агар [Держинская, 2008] предварительно засеивали тест-культурой грибов. Водную суспензию спор (10^6 КОЕ/мл - эквивалент стандарта мутности 0.5 по McFarland) вносили в чашку Петри в количестве 0.2 мл и распределяли шпателем по поверхности питательной среды. Затем в среде сверлом диаметром 10 мм вырезали 3 лунки, в которые помещали по 0.1 мл испытываемого раствора. Антагонистическую активность оценивали по диаметру зоны подавления роста микромицетов, а также наблюдая за развитием тест-культур с использованием светового микроскопа «Микмед-6» (Россия). Контролем служило развитие грибов на питательной среде с внесением в лунки дистиллированной воды. Время инкубации 12 суток при 28 °С. В качестве тест-организмов для определения антигрибной активности использовали штаммы *Alternaria alternata* VKM F-3047, *Fusarium culmorum* VKM 844 (депонированы во Всероссийской коллекции микроорганизмов), *Bipolaris sorokiniana* UIB F-10 (депонирован в Коллекции микроорганизмов Уфимского Института биологии УФИЦ РАН).

Статистическую обработку осуществляли с применением стандартных программ MS Excel. Данные представлены как среднее \pm стандартная ошибка среднего.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С целью оценки посевного качества семян было изучено влияние аминных солей 1–3 в трех концентрациях на всхожесть семян и развитие проростков суданской травы.

Были определены такие показатели как энергия прорастания, средняя длина корня и побега, средняя масса корня и побега. Полученные значения отражены в таблице 1.

Результаты исследований по энергии прорастания семян суданской травы продемонстрировали, что с увеличением концентрации растворов аминных солей 1 и 3 данный показатель увеличивался на 1.1 – 9.2% по сравнению с контролем (табл. 1), тогда как использование аминной соли 2 не оказывало влияния на данный показатель.

Таблица 1. Влияние различных концентраций аминокислот 1–3 на развитие растений при начальной стадии роста

Вариант опыта	Средняя длина корня, мм	Средняя длина побега, мм	Средняя масса корня, г	Средняя масса побега, г	Энергия прорастания, %
Аминная соль 1					
Контроль	48.51 ± 6.58	59.13 ± 6.33	0.0267 ± 0.0020	0.0263 ± 0.0010	89
0.001*	47.00 ± 6.90	54.97 ± 6.77	0.0264 ± 0.0020	0.0245 ± 0.0020	93
0.01	47.95 ± 6.23	60.98 ± 5.63	0.0278 ± 0.0010	0.0269 ± 0.0020	93
0.05	41.31 ± 7.38	57.59 ± 7.22	0.0280 ± 0.0030	0.0255 ± 0.0030	95
Аминная соль 2					
Контроль	35.64 ± 7.72	44.39 ± 5.47	0.0327 ± 0.0010	0.0214 ± 0.0020	88
0.001	38.07 ± 7.66	41.17 ± 6.86	0.0304 ± 0.0030	0.0197 ± 0.0030	90
0.01	34.01 ± 6.11	43.14 ± 5.49	0.0340 ± 0.0070	0.0211 ± 0.0040	83
0.05	39.13 ± 6.49	44.38 ± 7.34	0.0326 ± 0.0020	0.0223 ± 0.0030	89
Аминная соль 3					
Контроль	28.24 ± 8.38	29.68 ± 6.11	0.0292 ± 0.0030	0.0145 ± 0.0010	87
0.001	31.23 ± 9.30	27.63 ± 5.97	0.0291 ± 0.0010	0.0129 ± 0.0010	92
0.01	27.73 ± 7.13	27.89 ± 6.57	0.0286 ± 0.0020	0.0142 ± 0.0020	92
0.05	15.21 ± 6.89	30.18 ± 6.59	0.0260 ± 0.0010	0.0147 ± 0.0010	95

* концентрация раствора соли, %

При обработке семян аминными солями **1** и **3** с увеличением концентрации раствора наблюдалась тенденция по снижению средней длины корня - данный показатель уступал значениям контроля, тогда как применение соли **2** в концентрациях 0.001 и 0.05% приводило к увеличению длины корня на 6.8 и 9.8% соответственно. Полученные данные согласуются с результатами исследований других авторов, отмечавших положительное воздействие обработок производными тиомочевины на длину корней растений [Yang et al., 2019].

В результате анализа данных по массе корня было отмечено, что при использовании для обработки семян аминной соли **1** (0.01 и 0.05%) и аминной соли **2** (0.05%) данный показатель увеличивался на 4-5%.

На длину и массу побега обработка солями **1 – 3** повлияла незначительно. Лишь в варианте опыта с солью **2** (0.05%) наблюдалось небольшое увеличение веса побега (на 4.2%) по сравнению с контролем.

В целом, можно отметить, что значимого влияния на показатели побега изучаемые производные тиомочевины не оказывали. Применение солей **1** и **3** при всех концентрациях благоприятно сказывалось на дружности всходов суданской травы, однако наибольший эффект наблюдался в вариантах обработки с высоким содержанием действующего вещества (0.05%). На длину корня положительное влияние оказывали аминные соли **1** и **2** в концентрации 0.001 и 0.05%: оба соединения вызывали увеличение массы корня суданской травы, второе - также приводило к его удлинению.

В опыте с выращиванием растений рулонным методом использовали водный раствор соли **2**, поскольку среди испытанных нами веществ именно она проявила наиболее выраженную ростостимулирующую активность (0.05%). Согласно данным таблицы 2 после обработки семян суданской травы аминной солью **2** наблюдалось увеличение длины корня на 49.6%, а также веса корня и побега на 15.9 и 21.1% соответственно. На седьмые сутки в контроле было отмечено поражение проростков семян болезнями (зараженность составила 4%), в варианте с обработкой солью **2** признаков поражения семян болезнями отмечено не было.

Таблица 2. Влияние соли 1,3-бис(диметиламинометил)-тиомочевино-щавелевокислого]сульфата меди пентагидрата на развитие проростков суданской травы (рулонный метод)

Показатели	Контроль	Соль 2
Длина корня, мм	64.03 ± 5.47	95.76 ± 7.72
Длина побега, мм	55.06 ± 6.73	60.82 ± 5.77
Масса корня, г	0.0088 ± 0.0004	0.0102 ± 0.0005
Масса побега, г	0.0142 ± 0.0007	0.0172 ± 0.0008

Изучение влияния различных концентраций аминных солей **1–3** на фитопатогенные виды грибов показало, что все исследуемые концентрации обладают антагонистической активностью по отношению к представленным видам микромицетов (табл. 3). Все концентрации изучаемых соединений оказывали фунгистатическое действие: в зоне действия препарата наблюдалось подавление роста мицелия и полное отсутствие спороношения. Полученные данные согласуются с результатами работ других авторов, отмечавших антигрибную активность аминных соединений [Andriani et al, 2023; Plaszkó et al., 2021; Wang et al., 2024].

Таблица 3. Оценка влияния различных концентраций аминных солей 1–3 на развитие тест-культур грибов (зоны подавления, мм), 12 суток

Виды фитопатогенных грибов	Концентрация раствора соли, %			Контроль
	0.001	0.01	0.05	
Аминная соль 1				
<i>Alternaria alternata</i>	2.2±0.14	5.1±0.54	9.4±0.85	Сплошной газон, спорообразование
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	1.6±0.11	3.3±0.23	7.2±0.93	Сплошной газон, спорообразование
<i>Fusarium culmorum</i>	1.3±0.10	2.8±0.35	6.1±0.66	Сплошной газон, спорообразование
Аминная соль 2				
<i>Alternaria alternata</i>	1.5±0.13	4.2±0.38	8.6±0.74	Сплошной газон, спорообразование
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	1.2±0.10	3.0±0.25	6.9±0.61	Сплошной газон, спорообразование
<i>Fusarium culmorum</i>	1.0±0.15	2.1±0.23	5.5±0.48	Сплошной газон, спорообразование
Аминная соль 3				
<i>Alternaria alternata</i>	1.1±0.09	3.4±0.28	7.4±0.65	Сплошной газон, спорообразование
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	1.0±0.09	2.9±0.32	6.2±0.50	Сплошной газон, спорообразование
<i>Fusarium culmorum</i>	0.8±0.05	1.1±0.14	4.7±0.43	Сплошной газон, спорообразование

Таким образом, в результате проведенного эксперимента было показано, что все изученные соединения в концентрациях 0.001, 0.01 и 0.05% можно применять в качестве протравителей с антифунгальными свойствами. Среди испытанных соединений - [N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевино-уксуснокислого]-сульфата меди пентагидрата (аминная соль 1) и [N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевино-янтарнокислого]-сульфата меди пентагидрата (аминная соль 3) в концентрации 0.05% - можно рекомендовать как протравители с фунгистатической активностью, способствующие более дружному появлению всходов. Одно соединение - [N,N'-бис(диметиламинометил)тиомочевино-щавелевокислого]-сульфата меди пентагидрат (аминная соль 2) в концентрации 0.05% - является наиболее эффективным средством, обладающим помимо антифунгальной активности дополнительно ростстимулирующим действием.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ ИНК УФИЦ РАН [FMRS-2022-0079 (2022–2024)], БНИИСХ УФИЦ РАН [FMRS-2022-0129 (2022–2024)], а также при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 2021-0291-ФП5-0001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

2. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями.
3. Держинская И.С. Питательные среды для выделения и культивирования микроорганизмов. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2008. 348 с.
4. Егоров Н.С. Практикум по микробиологии. М.: МГУ, 1976. 307 с.
5. Миронова Л.Н., Реут А.А., Шайбаков и др. Изучение влияния препарата Biodux на продуктивность некоторых цветочно-декоративных растений // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2013. № 3 (7). С. 138-143.
6. Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р., Пылова Т.Н. Справочник по пестицидам. М.: Химия, 1985. 352 с.
7. Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р., Пылова Т.Н. Пестициды и регуляторы роста растений. Справочник. М.: Химия, 1995. 576 с.
8. Белан С.Р., Гранов А.Ф., Мельникова Г.М. Новые пестициды. Справочник. Москва: Грааль, 2001. 196 с.
9. Торопова, Е.Ю. Предпосевная подготовка семян яровой пшеницы в условиях ресурсосберегающих технологий / Е.Ю. Торопова, А.Ф. Захаров // Защита и карантин растений. 2017. № 3. С. 28–31.
10. Трошина Н.Б., Яруллина Л.Г., Сурина О.Б., Максимов И.В. Индикаторы устойчивости растений и активные формы кислорода. III. Влияние Бисола-2 и Байтана на морфогенез и защитный ответ клеток неморфогенных каллусов пшеницы, инфицированных возбудителем твердой головки // Цитология. Т. 48 (6). 2006. С. 495-499.
11. Andriani G.M., Spoladori L.F.D.A., Fabris M. et al. Synergistic antifungal interaction of N-(butylcarbamothioyl) benzamide and amphotericin B against *Cryptococcus neoformans* // Frontiers in Microbiology. 2023. V.14. P. 1040671. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1040671
12. Baqer R. A., Al-Kaaby H. K., Adul-Qadir L. H. Antioxidant responses in wheat plants (*Triticum aestivum* L.) treated with thiourea // Plant Archives. 2020. V. 20 (2). P. 717-722.
13. Dongyu Q.U. (2021). A statement by FAO Director-General of FAO, Global Conference on Green Development of Seed Industries, opening remarks, 4 November 2021, from <https://www.fao.org/director-general/speeches/detail/en/c/1450918/>. Accessed August 18, 2022.
14. Mustafa A., Athar F., Khan I. et al. Improving crop productivity and nitrogen use efficiency using sulfur and zinc-coated urea: A review //Frontiers in plant science. 2022. V. 13. P. 942384. DOI: 10.3389/fpls.2022.942384
15. Plaszkó T., Szűcs Z., Vasas G. et al. Effects of glucosinolate-derived isothiocyanates on fungi: A comprehensive review on direct effects, mechanisms, structure-activity relationship data and possible agricultural applications //Journal of Fungi. 2021. V.7 (7). P. 539. DOI: 10.3390/jof7070539
16. Yang Z. Wang J., Tian H. et al. Design, synthesis, biological activities, and dynamic simulation study of novel thiourea derivatives with gibberellin activity towards *Arabidopsis thaliana* //Bioorganic & Medicinal Chemistry. 2019. V. 27 (20). P. 114969. DOI: 10.1016/j.bmc.2019.06.032
17. Wang J., Duan, X., Li, J. et al. Pinonic acid derivatives containing thiourea motif: promising antifungal lead compound targeting cellular barrier of *Colletotrichum fructicola* // Journal of agricultural and food chemistry. 2024. Oct 2. DOI: 10.1021/acs.jafc.4c04448

Цитировать как

Кузина Е.В., Рафикова Г.Ф., Биктимиров Р.А., Хайруллина Р.Р. Определение эффективных концентраций аминных солей при создании химических протравителей – ростостимуляторов // Экобиотех, 2024, Т. 7 № 4. С. 245-251. DOI: 10.31163/2618-964X-2024-7-4-245-251 EDN: RMHYSC

Cited as

Kuzina E.V., Rafikova G.F., Biktimirov R.A., Khairullina R.R. Determination of effective concentrations of amine salts in the creation of chemical growth promoters. *Ekobiotech*. 2024, V. 7 (4). P. 245-251. DOI: 10.31163/2618-964X-2024-7-4-245-251 EDN: RMHYSC (In Rus.)