

- Якутия. Электронный ресурс. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vozhrozhdeniya-olovyanoy-promyshlennosti-v-respublike-saha-yakutiya>.
Источник : <https://cyberleninka.ru>. Дата обращения: 18.09.2019.
9. Перспективы добычи олова в России. Электронный ресурс. URL: <http://www.yktimes.ru>. Источник: YKTIMES.RU. Дата обращения: 11.06.2017.
 10. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). – М. : М АИК “Наука/Интерпериодика”, 2001 – 571 с.
 11. Участок «Западный» оловородного месторождения Депутатский. С-В Якутия. Электронный ресурс. URL: <https://www.google.com/intl/ru/photos/about/>. Источник: <https://www.google.com/intl/ru>. Дата обращения: : 16.07.2021.
 12. Шац, М. М. Дистанционные эколого-геокриологические исследования. – Якутск : Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 1997. – 78 с.
 13. Шац, М. М. Геокриологические и геоэкономические аспекты освоения месторождений олова Яно-Индибирская провинция (Якутия) // Маркшейдерия и Недропользование. – № 5(103). – 2019 г. – С. 3–8.
 14. Шац, М. М. Геоэкологические особенности недропользования в Восточной Сибири / М. М. Шац, В. Н. Макаров // Всероссийская конференция с международным участием «Устойчивость природных и технических систем в криолитозоне», посвященная 60-летию образования ИМЗ СО РАН (28-30.09.2020 г.). – Якутск : Ин-т мерзлотоведения СО РАН. – С. 204–207.

УДК 631.895:663.269

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО, ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО МИКРОУДОБРЕНИЯ «КОМПЛЕКС - КО» ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А. Р. Микаелян¹, Г. С. Мартиросян¹, О. В. Токмаджян², Н. А. Микаелян²

¹Национальный аграрный университет Армении, Ереван, Армения,
agamrm@seua.am

²Шушинский технологический университет, Ереван, Армения, jhhinst@mail.ru

Аннотация

Оценено влияние комплексного препарата «Комплекс-Ко» с ростостимулирующим действием на возделывание зерновых культур, в частности на скорость кущения ячменя, полбы, тритикале из зерновых злаков. Препарат разработан в базовой лаборатории НПУА «Создание и контроль качества сельскохозяйственных пестицидов» и является продуктом кислотной обработки отходов виноделия: натурального винного камня и востребован в органическом земледелии, представляет собой комбинацию добавок (аминных производных природной винной кислоты, коламина и микроэлементов), обеспечивающих улучшение химико-биологических свойств почвы. Доказано, что стимулятор роста «Комплекс-Ко» также эффективен при внекорневой подкормке.

Ключевые слова: микроудобрение, стимулятор роста растений, хелатный комплекс, винная кислота, органическое земледелие, внекорневая подкормка.

THE EFFICIENCY OF NEW, ECOLOGICALLY SAFE MICRO-FERTILIZER "COMPLEX - CO" FOR THE CEREALS CULTIVATION

A. R. Mikaelyan, G. S. Martirosyan, H. V. Tokmajyan, N. A. Mikaelyan

Abstract

The study presents influence of a new complex preparation "Complex - Co", with plant growth stimulating effect on cereals cultivation. Influence on the speed of shed-off a barley, emmer, triticale from grain cereals was assessed. Preparation was developed in the base laboratory of NPUA "Creation and quality control of agricultural pesticides" and is product of acidic processing of waste of winemaking: natural cream of tartar. Preparation is in demand in green agriculture, is a combination of additives (amino derivatives of natural tartaric acid, colamine and micro-nutrient elements) providing the target properties and improves soil behavior. It is proved that the growth stimulator "Complex-Co" is also quite effective in foliar nutrition with grain cereals.

Keywords: micronutrient, plant growth stimulator, chelate complex, tartaric acid, green agriculture, foliar feeding.

Введение. Количество, качество и себестоимость выращиваемых сельскохозяйственных культур зависит не только от биологических особенностей растения, но и от внешней среды, в котором происходит их онтогенез. Основной задачей земледелия в естественных условиях является эффективное использование солнечной энергии для синтеза органического вещества. Для обеспечения нормальной деятельности растений, кроме света и тепла, также необходимы вода, питательные вещества, воздух (CO_2 и O_2), которые растения получают из почвы и окружающей среды. Повышение урожайности и жизнестойкости растений, а также получения качественной продукции возможно обеспечить с помощью инфокоммуникационных технологий (ИТ) мониторинга и управления как самого процесса выращивания растения, так и окружающей среды (почвы и атмосферы, изменения климатических условий), и вносимых в почву удобрений и недостающей поливной воды [1, 2].

Причиной уменьшения влажности в естественных условиях является не только продолжающиеся повышение температуры окружающей среды и снижение количества осадков, а также длительное антропогенное воздействие человека на почву. С увеличением мощностей сельскохозяйственной техники, интенсивности земледелия, глубины обработки земель, применения усиленного разрыхления и традиционного переворачивания пласта, создаются условия для быстрого и безвозвратного истощения почвы [3].

Дефицит питательных микроэлементов является основным препятствием для производства зерновых в будущих сельскохозяйственных программах. Микроудобрения приобретают все большее значение и будут играть важную роль в обеспечении стабильности и устойчивости производства продовольственного зерна и бобовых в предстоящем десятилетии. Одним из возможных направлений

создания новых эффективных препаратов, содержащих микроэлементы, является получение соединений с регулируемой растворимостью и стабильностью в водной и почвенной среде. В этом вопросе большое значение приобретает специальное использование их хелатирующих комплексов [4].

Известны три основных класса источников микроэлементов: неорганические, синтетические хелаты и природные органические комплексы. Неорганические источники являются наиболее распространенными солями металлов, используемыми в производстве удобрений, из-за их доступности и растворимости в воде. В последние 35–40 лет было признано, что соединения, содержащие хелатные металлы, могут удовлетворить многие потребности растений в питательных микроэлементах [5]. Эти хелаты находят применение при выращивании широкого спектра сельскохозяйственных злаков. Области применения хелатов варьируются от добавок к удобрениям, при протравливания семян до опрыскивания листвы и гидропоники. Хелатирующие агенты сильно влияют на эффективность применения микроудобрений и степень усвоения микроэлементов растениями, в результате чего растения усваивают микроэлементы в 6 – 10 раз лучше, чем их сульфаты или хлориды [6].

Без удобрений-N мировое производство продовольствия было бы достаточно менее чем для половины нынешнего населения, составляющего 7,3 миллиарда человек [7]. Тенденции применения удобрений-N, азота, собранного культурой на гектар, показали линейный рост с 1961 по 2010 год, со средними значениями за 50 лет 78 кг га^{-1} для кукурузы, 60 кг га^{-1} для риса и 56 кг га^{-1} для пшеницы [8]. Почти половина поставляемого азотного удобрения не используется зерновыми и теряется в экосистеме в результате улетучивания, стока или выщелачивания [9]. Эти потери приводят к экологическим проблемам, таким как выброс парниковых газов, загрязнение водоемов, подкисление почвы или сокращение биоразнообразия. Ожидается, что уровень загрязнения атмосферы азотом к 2050 г. будет на 102–156 % выше, чем в 2010 г., при этом на сельскохозяйственный сектор придется 60 % этого увеличения [10]. Сельское хозяйство было признано основным источником загрязнения выщелачиванием нитратов [11]. Выщелачивание азота связано не только с количеством вносимых удобрений, но и с другими переменными, такими как время и место внесения удобрений в зависимости от цикла выращивания зерновых, режимы орошения, тип удобрений, агротехнические приемы, севооборот, характеристики почвы, тип почвенного покрова, климат и др. [12].

Аналогичные проблемы существуют и в Армении из-за широкого применения азотных удобрений в районе озера Севан. В частности, в последние годы наблюдается увеличение содержания азота в воде, что приводит к образованию зеленых водорослей и эвтрофикации. Использование хелатирующих микроудобрений в современном сельском хозяйстве приводит к сокращению расхода традиционных азотсодержащих удобрений. Учитывая вышеизложенное, в базовой

лаборатории Национальной политехнической университета Армении «Создание и контроль качества сельскохозяйственных пестицидов» разработана простая и доступная технология кислотной обработки винно-дрожжевых отложений винного камня [13]. На основе этой технологии разработан новый комплексный препарат «Комплекс-Ко» с ростостимулирующим действием. Препарат отличается доступным и безотходным способом производства. Основными преимуществами являются высокая восприимчивость растений к действующим веществам, низкая стоимость и нормы расхода, нетоксичность для человека и объектов окружающей среды [14].

Материалы и методы. На первом этапе технологии получения препарата «Комплекс-Ко», натуральный винный камень подвергается кислотной обработке, после чего вся винная кислота растворяется. Затем вносятся микроэлементы в виде солей. С целью регуляции pH добавляется моноэтаноламин (коламин) и вносится дополнительный азот. Для обеспечения дезинфицирующих свойств препарата в состав была включена бензиламино комплексная соль винной кислоты. Последнее соединение было синтезировано нами, а его антимикробная активность оценивалась на ряде фитопатогенных микроорганизмов *in vitro* [15, 16].

Содержание различных микроэлементов и активных добавок в 1 л препарата и некоторые физические параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав препарата «Комплекс-Ко» и физические характеристики

Содержание микроэлементов и добавок г/л:								pH	d ₄ ²⁰
Fe	Zn	Cu	B	K	SO ₄	МЕА (коламин)	BAS		
6	8.7	12.5	5	28	79	142.5	20	3.6	1.31

С целью изучения воздействия препарата «Комплекс-Ко», который является протравителем семян, микроудобрением и стимулятором роста растений, на эффективность возделывания сельскохозяйственных культур, опыты проводились в условиях водообрабатываемых, окультуренно-орошаемых почв Эчмиадзинского района Армавирской области, Республики Армения.

Посев тритикале производился ежегодно во второй декаде октября (6,0 млн. шт). Посев ярового ячменя и бука во второй декаде марта составил соответственно с нормой зародышевого зерна: 5,0 млн. шт и 4,5 млн. шт. Опыты проводились в трех вариантах, с четырехкратной повторностью, расчетная площадь испытательного поля составила 25 м². Для этого семена бобовых культур (ячмень, эммер, тритикале) перед посевом обрабатывали 1,5% раствором препарата с целью борьбы с грибковыми заболеваниями. В период обмолота на осеннем тритикалевом поле поздней осенью (29.11.2021), ранней весной (06.05.2022) на растительность наносили 1% раствор того же препарата для наружной корневой подкормки.

Результаты и обсуждение. Влияние препарата «Комплекс-Ко» на всхожесть и длительность всхожести изучаемых злаков обобщены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние «Комплекс-Ко» на скорость роста ячменя, полбы и тритикале

Культура	Вариант	Высота растения в стадии кущения, см	Степень кустистости		Высота растения в фазе колошения, см	Длина колос, см	Количество зёрен с колоса, шт.
			общая	продуктивная			
Ячменя	Контроль	13.5	2.11	1.97	71.4	7.4	31.2
	Разработанный	16.7	3.22	2.24	88.3	9.8	39.8
Полба	Контроль	12	1.91	1.02	64.3	5.3	24.7
	Разработанный	14.7	2.42	1.92	71.3	6.4	30.1
Тритикале	Контроль	17.9	3.24	2.01	161.3	9.7	45.4
	Разработанный	20.9	4.15	2.97	187.4	11.9	55.5

Данные таблицы 2 показывают, что препарат оказывает существенное влияние на скорость роста растений как в фазе кущения, так и на высоту в фазе колошения. Высота последних увеличилась на 2,0-3,5 см по сравнению с контролем у опытных вариантов в фазе кущения, причем в фазе колошения эта разница стала более выраженной. Так, если препарат «Комплекс-Ко» на стадии листа способствовал увеличению высоты растений полбы на 10,3 см, ячменя на 9,2 см, то у тритикале эта разница достигла беспрецедентных величин, достигнув 28,1 см, что играет решающую роль в повышении урожая соломы.

Заключение. Таким образом, препарат «Комплекс-Ко», полученный по оптимизированной технологии, показал достаточно высокую эффективность на зерновых злаках как для предпосевной обработки семян, так и при использовании в качестве внекорневой подкормки. Препарат можно использовать в течение всей вегетации зерновых культур, что позволит снизить расход азотных удобрений, что является одной из основных целей зеленого земледелия. Необходимы дальнейшие исследования для других культур, в зависимости от вида, чтобы определить диапазон наилучших концентраций рабочей жидкости и нормы внесения.

Благодарности. Исследование проведено при поддержке Государственного Комитета по науке РА в рамках исследовательского проекта № 21Т-4В070: «Оценка эффективности выращивания новых сортов зерновых культур в зеленом земледелии».

Список цитированных источников

1. Vartanyan, A. A. Management of Processes of Growing Winter Crop in Rainfed Conditions Using Innovative Technological Solutions / A. A. Vartanyan, M. V. Markosyan, V. H. Tokmajyan, S. B. Galstyan // Bulletin of High Technology. – 2020. – N2 (12). – С. 3–13.

2. Galstyan, S. B. The Regulation of Water Regime of Field Crops and Decorative Woody Plants in Natural Conditions by Applying Polymer-Mineral Raw Material / S. B. Galstyan, A. H. Vardanyan, V. H. Tokmajyan, N. E. Gorshkova and all. // *Bulletin of High Technology*. – 2020. – N1 (11). – С. 11–15.
3. Вартамян, А. А. Результаты некоторых натуральных исследований выращивания растений с применением материалов Н1 и ПММ / А. А. Вартамян, А. А. Шахназаров, В. О. Токмаджян, С. Б. Галстян // *Известия Высших Технологий*. – 2020. – N3 (14). – С.103–107.
4. Y. Zuo, F. Zhang, Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops, *Plant Soil* 339 (1–2) (2011) 83–95.
5. Abdelhameed R. M., Abdelhameed R. E., Kamel H. A. // Iron-based metal-organic frameworks as fertilizers for hydroponically grown *Phaseolus vulgaris*. // *Mater Lett*. 237. – 2019. – P. 72–79.
6. Mengel K., Kirby E. A., Kosegarten H. and Appel T. // *Principles of Plant Nutrition*, Kluwer Academic Publisher. –2001.
7. Connor, D. J. Organic agriculture cannot feed the world. *Field Crops Res.* 106, 187–190 (2008).
8. Ladha, J., Tirol-Padre, A., Reddy, C. et al. Global nitrogen budgets in cereals: A 50-year assessment for maize, rice and wheat production systems. *Sci Rep* 6, 19355 (2016).
9. Billen, G.; Garnier, J.; Lassaletta, L. The nitrogen cascade from agricultural soils to the sea: Modelling nitrogen transfers at regional watershed and global scales. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 2013, 368, 20130123.
10. Boudry, B. L.; Popp, A.; Lotze-Campen, H.; Dietrich, J. P.; Rolinski, S.; Weindl, Reactive nitrogen requirements to feed the world in 2050 and potential to mitigate nitrogen pollution. *Nat. Commun.* 2014, 5, 1–7.
11. Ball D. , MacDonald A., Lilly A. Agriculture and diffuse pollution: Groundwater nitrate vulnerable zones in Scotland. *Scott. J.Geol.* 2005, 41. – P. 61–68.
12. Barton, L.; Colmer, T.D. Irrigation and fertiliser strategies for minimising nitrogen leaching from turfgrass. *Agric. Water Manag.* 2006, 80. – P. 160–175.
13. Babayan B. G., Mikaelyan A. R., Asatryan N. L., Vardanyan A. S. The Effect of New Complex Phytostimulator on Plants of Different Taxonomic Groups Based on Natural Tartaric Acid // *Shirak State University, Collection of Scientific Papers*. – 2019. – V. 2. – P. 116–115.
14. Aram R. Mikaelyan, Bella G. Babayan, Gagik H. Nersisyan, Anna M. Grigoryan // The Study of Tartaric Acid Based New Complex Preparation of Plant Growth Activation / *Bulletin of High Technology*, N1(15), 2021, Agriculture, pp. 10–20. <http://bulletin.am/wp-content/uploads/2021/08/2.pdf>.
15. Bella G. Babayan, Aram R. Mikaelyan, Nona L. Asatryan, Marina A. Melkumyan, et al Tartaric Acid New Synthetic Derivatives Antibacterial Activity against the Phytopathogenic *Pseudomonas syringae* // 2nd International Conference on Advanced Research in Science, Engineering, and Technology (ICARSET). – Mar 26-28. – 2019. – Paris, France. – P. 53–55.
16. B. G. Babayan, A. R. Mikaelyan, M. A. Melkumyan et al Tartaric Acid Synthetic Derivatives for Multi-Drug Resistant Phytopathogen *Pseudomonas* and *Xanthomonas* Combating // *Science and Technology Publishing*. – 2020. – 4(5). – P. 285–290.