

## ПРОБЛЕМИ БІОЛОГІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ

УДК 663.543

DOI: 10.20535/1810-0546.2017.3.104727

Т.З. Богдан\*, О.М. Дуган, Т.Ю. Нижник  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

### ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТУ З ПОЛІГУАНІДИНОМ І МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ НА ЗБЕРІГАННЯ, РІСТ І РОЗВИТОК КАРТОПЛІ

**Background.** Preservation and increase in potato growth.

**Objective.** The aim of the paper is to obtain a composition for potatoes processing increasing preservation effectiveness and potato growth.

**Methods.** Study of influence of the complex preparation containing polyhexamethyleneguanidine and microelements on preservation, growth and development of potatoes.

**Results.** Treatment of potatoes using complex preparation containing polyhexamethyleneguanidine and microelements decreased tubers damage 4.3 times during preservation. Spraying tubers with PGMG and microelements solution before planting caused growth stimulation of potato plants in the early stages of growth and increased potato productivity for 12–23 % depending on the concentration of microelements. The greatest effect was observed in cases where potatoes were treated with PGMG (0.1 %) and microelements in total concentration of 0.4 %. Potato productivity was increased by rising tubers number.

**Conclusion.** Optimal concentration to achieve a positive effect was determined.

**Keywords:** polyhexamethyleneguanidine; microelements; preservation; growth; potato.

#### Вступ

Проблема підвищення врожайності та зберігання сільськогосподарської продукції є однією із провідних у цій галузі. Так, втрати коренеплодів та бульб лише при зберіганні сягають 20 % і більше. Основна причина зниження якості насіння і коренеплодів – грибокві та бактеріальні захворювання. До них належать: фітофтороз, фомоз, фузаріоз, чорна ніжка, кільцева гниль та інші. При зберіганні в бульбах і коренеплодах проходять складні мікробіологічні та фізіолого-біохімічні процеси взаємодії мікроорганізмів різного походження, тобто розвиваються “змішані” гнилі. Це змінює симптоми хвороб і потребує розробки нових засобів боротьби. Крім того, бульби окремих сортів з коротким періодом спокою нерідко починають проростати уже в грудні, що також знижує якість і підвищує втрати картоплі. У зв’язку з цим зниження впливу негативних факторів та збереження високої якості картоплі – основне завдання сучасних технологій тривалого зберігання.

Для боротьби з гнилями використовують протруювачі ТМТД, Ценеб, Ридоміл та інші. Однак вони небезпечні для людини і тварин, мають виражену шкіроподразнювальну дію, викликають набряки слизових оболонок дихальних шляхів та різного роду алергії [1].

Одним зі способів підвищення стійкості рослин до низки хвороб та ураження сільськогосподарської продукції при зберіганні також є використання мікроелементів. Мікроелементи підвищують посухостійкість рослин і стійкість до низьких температур. Використання мікроелементів сприяє підвищенню врожаю багатьох сільськогосподарських культур. Мікроелементи входять до складу ферментів, вітамінів і фітогормонів або активують їх вплив, у зв’язку з чим відіграють виключно важливу роль. При живленні сільськогосподарських культур мікроелементами, поряд із підвищенням урожайності, значною мірою покращується якість продукції, а саме зростає вміст цукру в коренеплодах цукрового буряка, ягодах винограду, вітамінів у овочах, крохмалю в бульбах картоплі, жиру і білка у насінні різних культур. Під впливом мікроелементів рослини краще використовують азотні, фосфорні, калійні та інші мінеральні добрива [2]. Крім того, такі мікроелементи, як цинк і купрум, мають антигрибкову й антибактеріальну дію [3].

Одним із напрямів удосконалення хімічного методу боротьби з патогенною мікрофлорою є створення комплексних препаратів на основі полігексаметиленгуанідину (ПГМГ), який, порівняно з традиційними протруювачами, характеризується більш активною фунгіцидною і бактерицидною активністю та значно меншою токсичніс-

\* corresponding author: tanyabg@ukr.net

тю. Біоцидні властивості полігуанідинів (ПГ) зумовлені наявністю гуанідинових угруповань, які є активною основою деяких природних і синтетичних лікарських засобів і антибіотиків. Гідрофобні поліетиленові ланки, що з'єднують гуанідинові групи, сприяють адсорбції ПГ на фосфоліпідних мембранах клітин. Проникаючи в клітину мікроорганізму, препарат блокує дію ферментів, перешкоджає реплікації нуклеїнових кислот, пригнічує дихальну систему клітини, що призводить до її загибелі [4].

Головними представниками полігуанідинів є високомолекулярні солі (ПГМГ). Препарати ПГМГ поєднують широкий спектр біоцидної дії з відносно низькою токсичністю, зручною фізичною формою, простою технологічною схемою отримання і відповідають всім необхідним вимогам, що ставляться до сучасних біоцидних препаратів. Солі ПГ добре розчинні у воді, не мають запаху, малотоксичні для людини і тварин, не викликають алергії. Крім того, ПГМГ забезпечує утворення на оброблених поверхнях коренеплодів молекулярного шару, що довго зберігається і захищає поверхню об'єкта від ураження мікроорганізмами та запобігає надлишковому випаровуванню вологи [5–7].

Використання мікроелементів сумісно з цим антисептичним препаратом дало б змогу збагатити посівний матеріал мікроелементами з метою підвищення продуктивності та якості бульб і коренеплодів. Відомо [4, 8–10], що ПГМГ здатний утворювати міцні комплекси хелатного типу з низькою іонів перехідних металів, у т.ч.  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  та іншими. Застосування мікроелементів у вигляді комплексних сполук підвищує ефективність їх засвоєння та зменшує потреби в них.

### Постановка задачі

Метою роботи є визначення ефективності сумісної дії полігексаметиленгуанідину та мікроелементів на зберігання, ріст і розвиток обробленої картоплі.

### Матеріали і методи

Об'єктом дослідження були бульби картоплі сорту "Світанок київський". Картоплю зберігали в сітках по 10 кг у сховищах закритого типу. Перед закладанням бульб картоплі на зберігання їх обприскували до повного змочування водним розчином, який містив ПГМГ-хлорид у концентрації 0,1 % і комплекс мікроелементів – цинк, манган, бор, літій у концентрації 0,1 % кожного. Мікроелементи використовували у вигляді таких сполук:  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ .

Контрольні бульби обприскували водою. Бульби картоплі зберігали протягом 5 місяців. Перед висадкою в ґрунт проводили огляд і визначали кількість загинилих і пліснявих.

Перед висадкою бульби картоплі обробляли водним розчином, який містив ПГМГ-хлорид у концентрації 0,1 % та комплекс мікроелементів – цинк, манган, бор, літій у концентрації 0,05–1 % кожного. Картоплю вирощували в умовах вегетаційного досліду в ґрунті в посудинах Вагнера місткістю 16 кг.

### Результати і їх обговорення

Маючи високий біоцидний ефект відносно багатьох мікроорганізмів, солі ПГМГ відносяться до IV класу (малонебезпечних речовин) при надходженні в організм через шкіру і до III класу (помірно небезпечних речовин) при надходженні через шлунок [4]. У зв'язку з цим ПГМГ використовують для збереження сільськогосподарської продукції [5].

Відомо, що іони низки металів можуть витіснити протон із протонованої аміногрупи полімеру й утворювати з ПГМГ стійкі комплексні сполуки, що може вплинути на його властивості [4, 8–10].

Тому для визначення ефективності дії розчину ПГМГ з мікроелементами на зберігання бульб картоплі перед закладанням на зберігання їх обприскували 0,1 %-ним розчином хлориду ПГМГ або препаратом, що містив ПГМГ і комплекс мікроелементів.

Наведені в табл. 1 дані свідчать, що втрати картоплі у контрольному варіанті становили не менше 15 %. Обробка бульб препаратом ПГМГ у дозі 0,1 % забезпечувала зниження кількості пошкоджених бульб у 3 рази порівняно з контролем. При використанні суміші препарату ПГМГ та мікроелементів у сукупній дозі 0,4 % спостерігали зниження кількості пошкоджених бульб у 4,3 рази.

Таблиця 1. Вплив ПГМГ і комплексу мікроелементів на зберігання картоплі

Концентрація препарату, %	Ушкоджені бульби картоплі, %
Контроль (вода)	15,8
ПГМГ 0,1	5,2
ПГМГ 0,1 + комплекс мікроелементів	3,7

Таким чином, внесення мікроелементів сприяло поліпшенню зберігання картоплі.

Деякі автори спостерігали не тільки анти-мікробний ефект ПГМГ, а й стимуляцію проростання насіння, росту і розвитку паростків на початкових етапах росту [5]. У наших дослідженнях обробка ПГМГ в дозі 0,1 % суттєво не вплинула на ріст картоплі (рисунок, табл. 2). Так, на початкових етапах росту (20-денні рослини) висота надземної частини дослідних рослин була на рівні контрольних.



Вплив комплексного препарату на початкові етапи росту картоплі: 1 – контроль; 2 – ПГМГ 0,1 % ; 3 – ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 0,2 % ; 4 – ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 0,4 %

Однак обробка бульб препаратом ПГМГ з мікроелементами стимулювала ріст рослин уже на початкових етапах росту. Найбільш ефективною була дія ПГМГ із комплексом мікроелементів у сукупній концентрації 0,2 %. Висота надземної частини 20-денних рослин цього варіанта була вищою, ніж у контрольних рослин, на 34 %. Сумісну стимулюючу ріст дію ПГМГ та мікроелементів (мангану, цинку, кобальту і бору) на початкових етапах проростання насіння відзначали й інші автори [6]. У кінці вегетації достовірної різниці за висотою дослідних і контрольних рослин не спостерігали (табл. 2).

При обробці бульб препаратом ПГМГ з мікроелементами спостерігали прискорення цвітіння на 6-7 днів. Суха маса надземної частини дослідних рослин, бульби яких були оброблені препаратом ПГМГ з мікроелементами, була вищою контролю на 9–19 % залежно від концентрації мікроелементів. Найвищою вона була у рослин, бульби яких були оброблені комплексом ПГМГ 0,1 % та мікроелементами в сукупній концентрації 0,2 та 0,4 %.

Таблиця 2. Вплив комплексного препарату на ріст рослин картоплі

Варіанти	Висота 20-денних рослин, см	Висота рослин, кінець вегетації, см	Суха маса надземної частини, кінець вегетації, г
Контроль	6,2 ± 0,16	55,5 ± 5,21	19,50 ± 0,37
ПГМГ 0,1 %	6,3 ± 0,26	57,4 ± 7,42	19,86 ± 0,40
ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 0,04 %	7,6 ± 0,12	58,1 ± 4,20	21,76 ± 0,31
ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 0,2 %	8,3 ± 0,40	58,2 ± 4,72	23,10 ± 1,80
ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 0,4 %	7,9 ± 0,25	63,4 ± 2,61	23,21 ± 0,26
ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 2,0 %	8,1 ± 0,19	57,8 ± 1,83	21,50 ± 0,26

Таблиця 3. Вплив комплексного препарату на продуктивність картоплі

Варіанти дослідів	Продуктивність, г/посудину	Кількість бульб, шт/посудину
Контроль	294,0 ± 6,8	11 ± 1
ПГМГ 0,1 %	295,0 ± 12,3	11 ± 1
Комплекс мікроелементів 0,4 %	335,8 ± 11,2	13 ± 1
ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 0,2 %	333,2 ± 12,6	14 ± 2
ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 0,4 %	363,3 ± 0,7	14 ± 1
ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 2,0 %	346,0 ± 12,1	13 ± 1
ПГМГ 0,1 % + комплекс мікроелементів 4,0 %	340,5 ± 16,7	13 ± 1

Наведені в табл. 3 дані свідчать, що обробка бульб препаратом, який містив ПГМГ-хлорид та мікроелементи, сприяла росту продуктивності рослин на 12–23 % порівняно з контролем. Найбільший ефект спостерігали у варіантах, де картоплю обробляли ПГМГ та мікроелементами в сукупній концентрації 0,4 %. Підвищення продуктивності картоплі при обробці бульб мікроелементами відбувалося переважно за рахунок збільшення кількості бульб. Так, у дослідних рослин кількість бульб з куща була на 2-3 бульби вищою, ніж у контролі.

При одночасному застосуванні для обробки бульб картоплі розчину ПГМГ та мікроелементів спостерігається не тільки антимікробний ефект завдяки наявності на поверхні бульб ПГМГ (що забезпечує зберігання бульб картоплі), а й значно підсилений ефект впливу мікроелементів на ріст, розвиток, продуктивність бульб картоплі. Механізм цього ефекту, очевидно, полягає в утворенні на поверхні бульб і коренеплодів тонкого молекулярного шару, який захищає поверхню бульб і коренеплодів від атак мікроорганізмів та утримує мікроелементи завдяки утворенню ком-

плексів і забезпечує пролонговане дозоване їх використання при вирощуванні картоплі та коренеплодів. Цей препарат, на відміну від існуючих, не лише є мікродобривом, але й має антисептичні властивості. Він має значно нижчу токсичність порівняно з іншими протруювачами і забезпечує економне використання мікроелементів.

### Висновки

Обробка бульб картоплі запропонованим комплексним препаратом перед закладанням на зберігання забезпечує збереження продукції на 94–97 %, а при вирощуванні сприяє підвищенню інтенсивності росту та розвитку рослин, врожайності бульб. Запропонований комплексний препарат може бути використаний при вирощуванні і зберіганні картоплі, в насінницьких господарствах, овочесховищах.

Подальші дослідження будуть спрямовані на створення комплексних препаратів із полігексагуанідинами і мікроелементами для зернових та інших сільськогосподарських культур.

### Список літератури

1. *Способ защиты картофеля и овощей при хранении*: Пат. 204821 РФ, МПК 6А 01 С1/00, А 01 N47/44 / В.В. Вакуленко, П.А. Гембицкий. – Оpubл. 27.11.1995.
2. *Ткачук К.С., Богдан Т.З.* Азотний обмін рослин і адаптація рослин до умов живлення. – К.: Аверс, 2000. – 200 с.
3. *Fones H., Preston G.M.* The impact of transition metals on bacterial plant disease // *FEMS Microbiol. Rev.* – 2013. – 37, № 4. – Р. 495–519.
4. *Воицьева И.И., Гембицкий П.А.* Полигуанидины – дезинфекционные средства и полифункциональные добавки в композиционные материалы. – М.: ЛКМ-пресс, 2009. – 304 с.
5. *Застосування полігексаметиленгуанідин хлориду як стимулятора росту і розвитку овочевих культур*: Пат. 80377 Україна, МПК (2006) А01N 47/40, А01С1/100 / О.І. Апрацюхін, І.О. Філоник. – Оpubл. 25.04.2007.
6. *Лисиця А.В.* Стимулювання проростання насіння полімерними похідними гуанідину // Наукові доповіді НУБіП. – 2010. – № 3 (19). – URL: <http://nd.nubip.edu.ua/2010-3/10lavpdg.pdf>
7. *Спосіб обробки коренеплодів та бульб як посівного матеріалу*: Пат. UA65952 Україна, U МПК А01 С1/06( 2006.01) А01 N47/44( 2006.01) / Т.З. Богдан, О.В. Богдан. – Оpubл. 26.12 2011, Бюл. N24, 2011.
8. *Асоціація іонів металів з водорозчинним полігексаметиленгуанідином солянокислим* / В.В. Нижник, Т.Ю. Нижник, М.Л. Малишева, І.М. Астрелін // *Вопр. химии и хим. технологии.* – 2006. – № 6. – С. 120–124.
9. *Нижник Т.Ю.* Применение азотсодержащих полимеров для удаления ионов металлов из водных систем // *Proc. 1st Eastern Europ. Regional Young Water Professionals Conf.*, May, 1–2, 2009, Minsk. – Minsk, 2009. – P. 47–50.
10. *Янушевская Е.И., Нижник Т.Ю., Супрунчук В.И.* Взаимодействие полигексаметиленгуанидина с ионами купрум(II) // *Опыт и молодость в решении водных проблем: Сб. трудов V Восточно-Европ. науч.-техн. конф. IWA*, 26–28 июня 2013 г., Киев. – К., 2013. – Ч. 2. – С. 206–210.

### References

- [1] V.V. Vakulenko and P.A. Gembitsky, "Method for protection of potatoes and vegetables during preservation", RU Patent 204 821, Nov. 11, 1995 (in Russian).
- [2] K.S Tkachuk and T.Z. Bogdan, *Nitrogen Metabolism of Plants and Adaptation of Plants to Nutrition Conditions*. Kyiv, Ukraine: Avers, 2000 (in Ukrainian).
- [3] H. Fones and G.M. Preston, "The impact of transition metals on bacterial plant disease", *FEMS Microbiol Rev.*, vol. 37, no. 4, pp. 495–519, 2013. doi: 10.1111/1574-6976.12004

- [4] I.I. Vointseva and P.A. Gembitsky, *Polyguanides – Disinfecting Agents and Polyfunctional Additives in Composition Materials*. Moscow, Russia: LKM-Press, 2009 (in Russian).
- [5] O.I. Aprasiukhin and I.O. Filonyk, “Usage of polyhexamethyleneguanide chloride as a growep stimulator and development of vegetable crops”, UA Patent 80 377, April 25, 2007 (in Ukrainian).
- [6] A.V. Lysitsia, “Stimulation of seed sprouting with polymeric derivatives of guanidine”, *Naukovi Dopovidi NUBiP*, no. 3 (19), 2013 (in Ukrainian). Available: <http://nd.nubip.edu.ua/2010-3/10lavpdg.pdf>
- [7] T.Z. Bogdan and O.V. Bogdan, “Method for processing of root crops and potatoes as crop material”, UA Patent 65 952, Dec. 26, 2011 (in Ukrainian).
- [8] V.V. Nyzhnyk *et al.*, “Association of metal ions with water-soluble polyhexamethylene hydrochloride”, *Voprosy Himii i Himicheskoy Tehnologii*, no. 6, pp. 120–124, 2006 (in Ukrainian).
- [9] T.Y. Nyzhnyk, “Use of nitrogen-containing polymer for removal of metal ions from water systems”, in *Proc. 1st Eastern Europ. Regional YWP Conf.*, Minsk, Belarus, May, 1–2, 2009, pp. 47–50 (in Russian).
- [10] E.I. Yanushevskaya *et al.*, “Interaction of polyhexamethyleneguanidine with Cu(II) ions”, in *Proc. 5th Eastern Europ. Regional YWP Conf.*, Kyiv, Ukraine, June 26–28, 2013, vol. 2, pp. 206–210 (in Russian).

Т.З. Богдан, О.М. Дуган, Т.Ю. Нижник

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТУ З ПОЛІГУАНІДИНОМ І МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ НА ЗБЕРІГАННЯ, РІСТ І РОЗВИТОК КАРТОПЛІ

**Проблематика.** Зберігання та підвищення врожайності картоплі.

**Мета дослідження.** Створення композиції для обробки бульб, що покращує зберігання та ріст рослин.

**Методика реалізації.** Проведено дослідження впливу комплексного препарату, що містить полігексаметиленгуанідин (ПГМГ) і мікроелементи, на зберігання, ріст і розвиток картоплі.

**Результати дослідження.** Обробка картоплі комплексним препаратом із ПГМГ і мікроелементами забезпечила зменшення у 4,3 рази кількості ушкоджених бульб при зберіганні. Обприскування бульб розчином ПГМГ із мікроелементами перед посадкою сприяло стимуляції росту рослин картоплі на початкових етапах та підвищенню продуктивності картоплі на 12–23 % залежно від концентрації мікроелементів. Найбільший ефект отримали у варіантах, де картоплю обробляли ПГМГ (0,1 %) та мікроелементами в сукупній концентрації 0,4 %. Продуктивність картоплі зростала за рахунок збільшення кількості бульб.

**Висновки.** Визначено оптимальні концентрації для досягнення позитивного ефекту для зберігання та продуктивності рослин.

**Ключові слова:** полігексаметиленгуанідин; мікроелементи; зберігання; ріст; картопля.

Т.З. Богдан, А.М. Дуган, Т.Ю. Нижник

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА С ПОЛИГУАНИДИНОМ И МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ НА ХРАНЕНИЕ, РОСТ И РАЗВИТИЕ КАРТОФЕЛЯ

**Проблематика.** Хранение и повышения урожайности картофеля.

**Цель исследования.** Создание композиции для обработки клубней, улучшающей хранение и рост растений.

**Методика реализации.** Проведено исследование влияния комплексного препарата, содержащего полигексаметиленгуанидин (ПГМГ) и микроэлементы, на хранение, рост и развитие картофеля.

**Результаты исследования.** Обработка картофеля комплексным препаратом с ПГМГ и микроэлементами обеспечила уменьшение в 4,3 раза количества поврежденных клубней при хранении. Опрыскивание клубней раствором ПГМГ с микроэлементами перед посадкой способствовало стимуляции роста растений картофеля на начальных этапах и повышению продуктивности картофеля на 12–23 % в зависимости от концентрации микроэлементов. Наибольший эффект получили в вариантах, где картофель обрабатывали ПГМГ (0,1 %) и микроэлементами в совокупной концентрации 0,4 %. Продуктивность картофеля росла за счет увеличения количества клубней.

**Выводы.** Определены оптимальные концентрации для достижения положительного эффекта для хранения и роста растений.

**Ключевые слова:** полигексаметиленгуанидин; микроэлементы; хранение; рост; картофель.

Рекомендована Радою  
факультету біотехнології і біотехніки  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції  
08 квітня 2017 року