

ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ НАСІННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ МІКРОДОБРИВОМ

В. В. ПОЛЩУК, доктор сільськогосподарських наук

В. П. СЕЛЕЦЬКИЙ, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

Уманський національний університет

Висвітлено результати досліджень ефективності інкрустування насіння буряків цукрових мікроелементами на проходження органогенезу маточників та їх продуктивність. Визначено, що Найефективнішим способом збагачення рослин мікроелементами є передпосівна обробка насіння з використання комплексонатів (хелати) металів. Передпосівне інкрустування насіння мікродобривом Реаком-С-бурякове сприяло підвищенню інтенсивності проростання інкрустованого насіння як в лабораторних, так і в польових умовах.

Ключові слова: маточні коренеплоди, мікроелементи, норма витрати, ЧС компонент, багатонасінний запилувач, густина рослин.

Постановка проблеми. Завданням передпосівної підготовки насіння буряків цукрових є не лише підвищення його схожості, а і обробка захисно-стимулюючими речовинами, що забезпечує захист рослин від шкідливих організмів та підвищення продуктивності культури [1]. Як стимулюючі речовини за передпосівної обробки насіння можна використовувати різного походження регулятори росту або мікродобрива. Роль мікроелементів зумовлена їх активністю як каталізаторів багатьох ферментних процесів, що проходять в клітинах рослин. Мікроелементи виконують певні функції в обміні речовин, живленні рослин і не можуть бути замінені іншими елементами [2, 3], вони визначають швидкість та напрямок процесу синтезу в рослинах [4]. Мікроелементи сприяють засвоюванню поживних речовин рослиною з ґрунту та використанню їх в процесі росту та розвитку листків та коренеплодів, прискорюють розвиток рослин і дозрівання насіння, підвищують адаптивну здатність до стресових чинників навколишнього середовища, а також роблять їх стійкими проти низки бактеріальних і грибкових хвороб [5, 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найефективнішим способом збагачення рослин мікроелементами є передпосівна обробка насіння з використання комплексонатів (хелати) металів, де елемент живлення перебуває у напіворганічній формі і є найбільш біологічно активними і доступними для рослин [7]. Цей спосіб збагачення рослин мікроелементами широко використовується в передових бурякосіючих країнах світу [8, 9]. Включення в інкрустувач оболонку насіння мікродобрив в композиції з засобами захисту рослин від шкідливих організмів є екологічно-безпечним способом збагачення рослин мікроелементами, оскільки вони надійно закріплюються на насінні

клеючими речовинами, і покриваються захисною плівкою, а це запобігає їх обсіпанню за транспортування насіння і його сівби, що суттєво підвищує ефективність захисту сходів від шкідників і хвороб, а також безпечність для людей і навколишнього середовища, а мікроелементи в дозованій кількості подаються до кореневої системи на ранніх фазах її розвитку [10, 11]. Інкрустування насіння – це технологічний процес, за якого на поверхню насіння наноситься рідкий склад водяного розчину полімерного плівкоутворювача, в який введено речовини, які створюють захисне і реактивізуюче середовище [12]. Включення мікродобрива в дражувальну оболонку забезпечило підвищення польової схожості дражованого насіння на 9,1–17,7 % [13].

Мета досліджень. Визначити ефективність інкрустування насіння буряків цукрових мікроелементами на проходження органогенезу маточників та їх продуктивність.

Методика досліджень. Дослідження з ефективності обробки насіння буряків цукрових проводили в Уманському національному університеті МОН України та на дослідній станції тютюництва НААН упродовж 2023–2025 років. Дослідження проводили з насінням і рослинами компонентів схрещування однонасінного триплоїдного гібрида, створеного на основі ЦЧС Константа, урожайно-цукристого напрямку, який має високі технологічні якості. Схемою досліду було передбачено обробка насіння ЧС компоненту та багатонасінного запилювача мікродобривом Реаком-С-бурякове з нормами витрати 18, 22, 26, 30 мл/посівну одиницю. Насіння обробляли сумішшю препаратів: мікродобриво + Круїзер 350 FS т.к.с. (42 мл/п.о.) + Максим XL 035 FS т.к.с (9 мл/п.о.), в контролі обробляли лише препаратами захисту з водою. Дослідження з ефективності обробки насіння мікродобривом проводили на фоні основного удобрення $N_{45}P_{60}K_{60}$.

У польових умовах визначали: польову схожість; динаміку появи сходів (штук) на 5-й, 7-й, 9-й, 11-й, 13-й, 15-й та 20-й день; (від перших поодиноких сходів до повних сходів) за методикою державного сортопробування [14] густоту рослин у фазу повних сходів та перед збиранням урожаю; урожайність маточних коренеплодів, їх цукристість та вихід маточних коренеплодів [15, 16]. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного і кореляційно-регресійного аналізів за методом Фішера [17] з використанням методичних рекомендацій [18]. Погодні умови за роками досліджень були сприятливими для росту і розвитку маточних буряків цукрових і насінників, що забезпечило отримання високого урожаю і якості.

Результати досліджень. Включення в інкрустуючу оболонку мікродобрива Реаком-С-бурякове сприяло підвищенню інтенсивності проростання інкрустованого насіння як в лабораторних, так і в польових умовах. Обробка насіння мікродобривом в нормі 18 мл/п.о. забезпечила збільшення кількості насіння, що проросло на 3-тю добу в лабораторних умовах ЧС компонента на 3 %, багатонасінного запилювача – на 4 %, порівняно з контролем ($HP_{05} = 1,4$ %). Підвищення норми витрати мікродобрива до 26 мл/п.о. забезпечило достовірне збільшення енергії проростання ЧС компонента і багатонасінного запилювача – на 13 % і схожості, відповідно – 13 та 11 %.

Спостереженнями за динамікою появи сходів маточних буряків цукрових в

польових умовах виявлено, що за передпосівної обробки насіння мікродобривом Реаком-С-бурякове залежно від норми витрати уже на 5-ту добу обліку отримано сходів більше ЧС компонента на 3,1–3,5 шт. на 2-х погонних метрах рядка, багатонасінного запилювача – на 2–3,3 шт./2 м рядка, порівняно з контролем. Аналогічне збільшення кількості сходів було за інших дат обліку.

Інтенсивність появи сходів разом з високою якістю інкрустованого насіння мікродобривом та ґрунтово-кліматичними умовами вплинули на польову схожість насіння, яка навіть, за найменшої норми витрати мікродобрива 18 мл/п.о. збільшилася ЧС компонента на 8,9 %, багатонасінного запилювача – на 9,8 % (рис. 1).

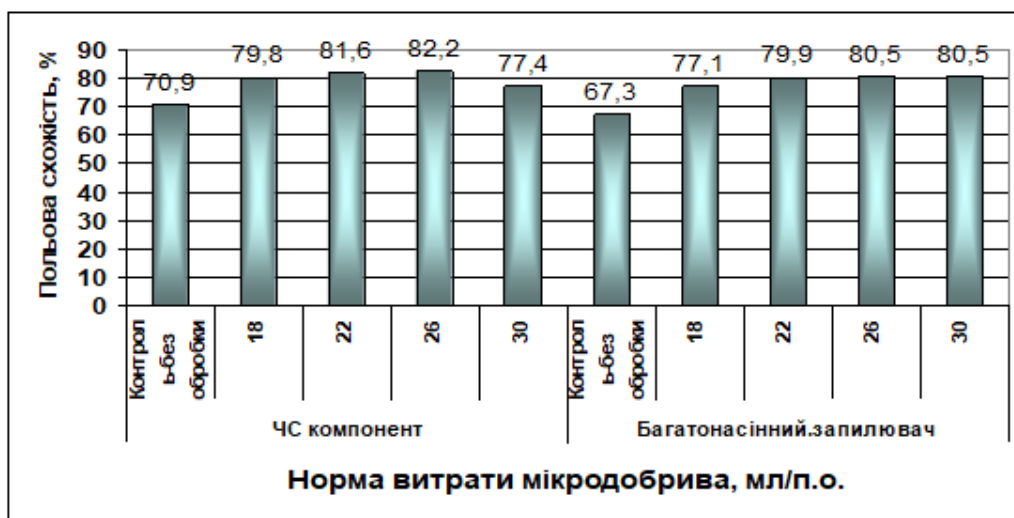


Рис. 1. Польова схожість насіння залежно від сортових особливостей і норм витрати мікродобрива

Подальше збільшення норми витрати препарату до 30 мл/п.о. забезпечило підвищення польової схожості обох компонентів.

Інтенсивність появи сходів та польова схожість насіння вплинули на формування густоти рослин буряків цукрових, яку визначали після одержання повних сходів. В усіх варіантах з використанням інкрустованого насіння мікродобривом густота рослин на період повних сходів була достовірно вищою, ніж в контролі (рис. 2). Найменшу густоту рослин ЧС компонента і багатонасінного запилювача отримано в контролі, відповідно – 110,5 та 107,8 тис./га, найвищою за сівби насінням обробленим мікродобривом Реаком-С-бурякове з нормою витрати 26 мл/п.о., ЧС компонента на 38,0 тис./га, багатонасінного запилювача – на 27,3 тис./га або на 34,4 та 25,3 % порівняно з контролем. За передпосівної інкрустації насіння з нормами витрати препарату 26 та 30 мл/п.о. густота рослин була майже однаковою, що свідчить за недоцільність збільшення норми витрати більше 26 мл/п.о. мікродобрива для інкрустації насіння за сівби маточних буряків цукрових.

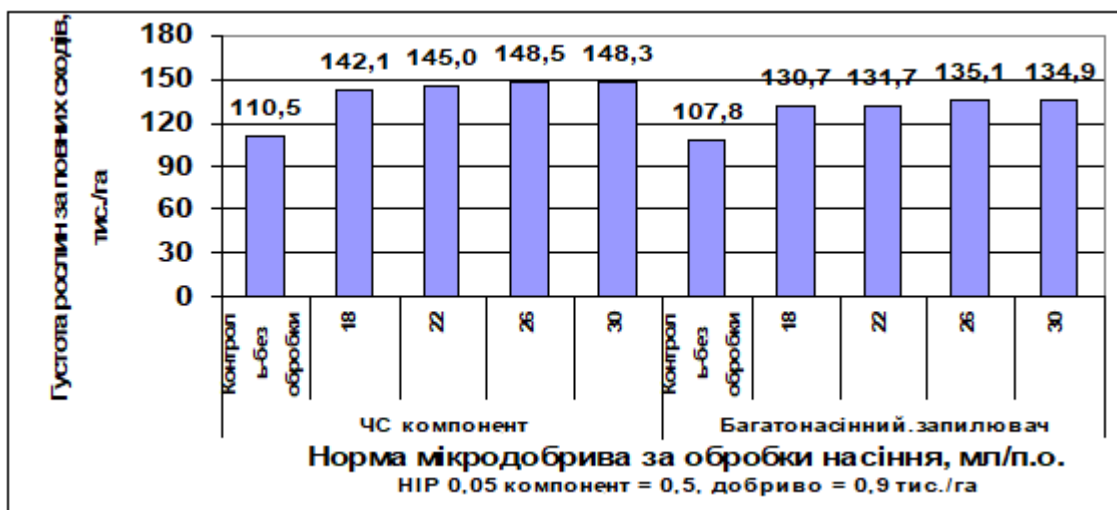


Рис. 2. Густина рослин на період повних сходів (середнє за 2023-2025 рр.)

Кореляційно-регресійний аналіз виявив сильну лінійну кореляцію між польовою схожістю насіння і густиною рослин (рис. 3).

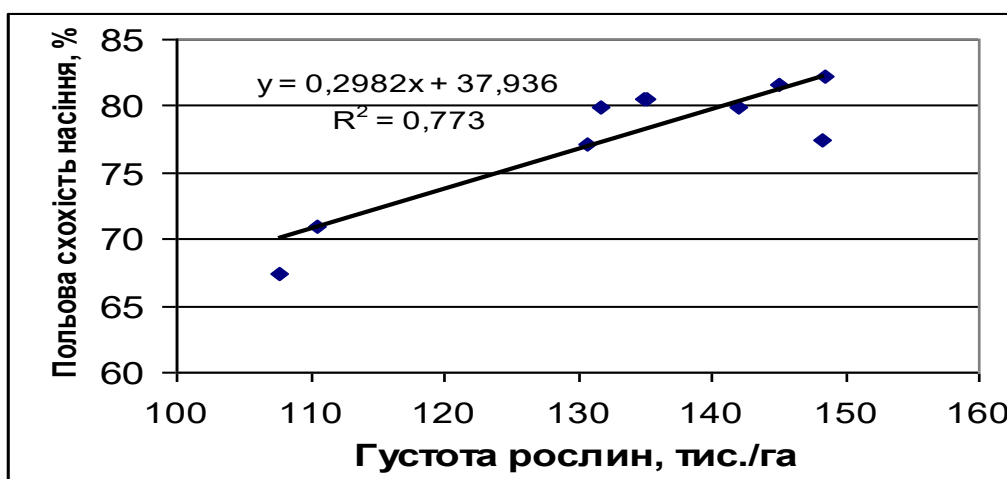


Рис. 3. Залежність густоти рослин від польової схожості насіння (середнє за 2023-2025 рр.)

Коефіцієнт детермінації становив $R^2 = 0,773$, а коефіцієнтом кореляції $r = 0,88$. Побудоване рівняння регресії, що описує цю залежність: $y = 0,2982x + 37,936$, підвищення польової схожості забезпечує збільшення густоти рослин. З кожним відсотком підвищення польової схожості насіння на 0,298 тис./га збільшується густина рослин.

Від густоти рослин маточних буряків цукрових залежить їх урожайність. Оскільки найменшою була густина рослин в контролі обох компонентів, то і найнижчою була урожайність маточників, яка в середньому за три роки становила ЧС компонента 39,6 т/га, багатонасінного заплівача 39,1 т/га (рис. 4). Зі збільшенням густоти рослин, підвищувалася і урожайність маточних буряків цукрових. Найвищу урожайність обох компонентів забезпечила обробка насіння мікродобривом в дозах 26 та 30 мл/п.о. але достовірної різниці з цього показника не виявлено.

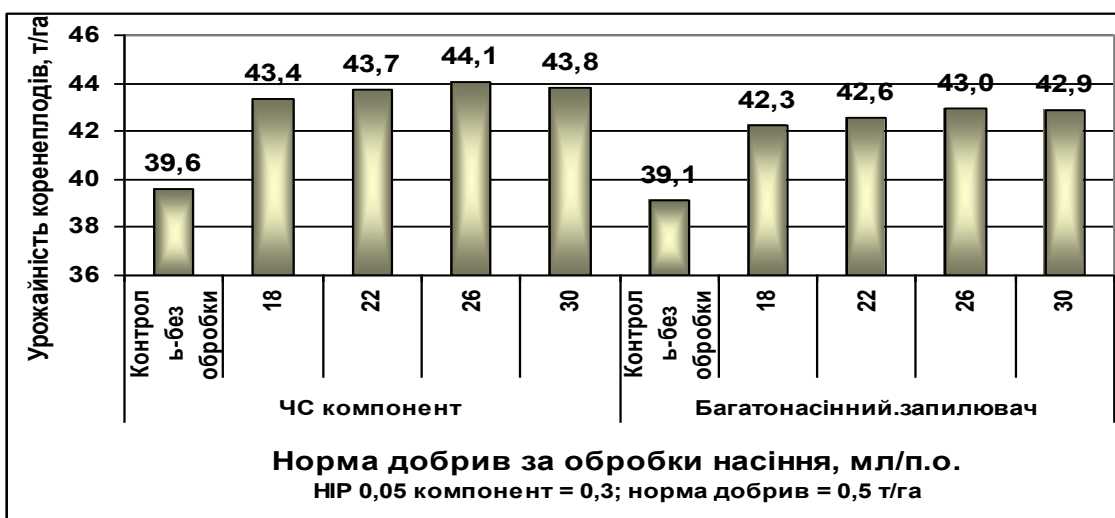


Рис. 4. Урожайність коренеплодів залежно від сортових особливостей і норми обробки насіння мікродобривом (середнє за 2023-2025 рр.)

За обробки мікродобривом з нормою витрати 26 мл/п.о. урожайність маточників ЧС компонента збільшилася на 4,5 т/га, ніж в контролі та на 0,7 т/га, ніж за обробки в дозі 18 мл/п.о. (NIP₀₅ норма добрив = 0,5 т/га). Кореляційно-регресійний аналіз виявив сильну лінійну кореляцію між густрою рослин і урожайністю маточних коренеплодів з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,976$ та коефіцієнтом кореляції $r = 0,88$.

Встановлено, що урожайність маточних буряків цукрових компонентів гібрида залежала від суми активних температур упродовж вегетації (рис. 5).



Рис. 5. Залежність урожайності маточних коренеплодів від суми активних температур (середнє з обох компонентів)

Чим більше сума активних температур (більше 10 °C), тим більша урожайність коренеплодів. У 2024 р. сума активних температур була найбільшою – 3707,7 °C і урожайність маточників, відповідно. Кореляційно-регресійний аналіз виявив сильну лінійну кореляцію між урожайністю коренеплодів та сумою ефективних температур з коефіцієнтом кореляції 0,93.

За вирощування коренеплодів маточних буряків цукрових важливо визначити кількість коренеплодів з масою (150–600 г), які придатні для садіння висадків, щоб розрахувати можливу площу насінників. З'ясовано, що за передпосівної обробки насіння буряків мікродобривом Реаком-С-бурякове кількість коренеплодів, які придатні для садіння було значно більше, ніж в контролі як ЧС компонента, так і багатонасінного запилювача (табл. 1).

Табл. 1. Вихід маточних коренеплодів, придатних для садіння, залежно від сортових особливостей і обробки насіння мікродобривом (середнє за 2023–2025 рр.)

Компонент гібрида	Норма мікродобрива, мл/п.о.	Вихід коренеплодів по масу, г, тис.шт./га			
		151–200	201–300	301–600	Всього
Чоловічо-стерильний	контроль, без обробки	11,6	13,3	6,7	31,7
	18	12,6	16,0	7,1	35,7
	22	12,1	18,7	6,1	36,9
	26	13,8	19,9	6,0	39,7
	30	13,4	19,2	5,8	38,4
Багато-насінний	контроль, без обробки	11,1	14,1	6,6	31,8
	18	12,4	15,8	7,0	35,2
	22	12,5	17,5	6,4	36,3
	26	13,0	18,6	6,2	37,8
	30	12,7	18,2	6,2	37,0
<i>НІР₀₅ заг.</i>		<i>1,3</i>	<i>1,2</i>	<i>1,1</i>	<i>1,0</i>
<i>НІР₀₅ компонент</i>		<i>1,1</i>	<i>0,9</i>	<i>0,6</i>	<i>0,9</i>
<i>НІР₀₅ норма добрив</i>		<i>0,4</i>	<i>0,8</i>	<i>0,5</i>	<i>0,9</i>

Інкустування насіння з нормами витрати препарату до 26 мл/п.о. забезпечило достовірне збільшення виходу садивних коренеплодів: ЧС компонента до 39,7 тис. шт./га, багатонасінного запилювача 37,8 тис. шт./га або, відповідно – більше на 6,2 та 6,0 тис. шт./га порівняно з контролем.

Висновки. Передпосівна обробка насіння буряків цукрових мікроелементами забезпечила значне підвищення інтенсивності його проростання в лабораторних і польових умовах і, відповідно – польової схожості. Оптимальною нормою витрати мікродобрива за обробки насіння є 26 мл/п.о., що забезпечує збільшення густоти рослин ЧС компонента на 34,4 %, багатонасінного запилювача – на 25,3 % порівняно з контролем. Значно збільшився вихід садивного матеріалу масою 150-600 г.

Література:

1. Stiede M., Kästner B., Jahns M. Das pillierte Zuckerrübensaatgut – dreijährliche Erfahrungsberichte der Überleitung in die Praxis. *Feldwirtschaft*. 1987. № 28. P. 133–135.

2. Осокіна Н. М., Черно О. Д., Стародуб В. О. Вміст мікроелементів в зерні пшениці озимої залежно від удобрення в Правобережному Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. Р. 87–93.
3. Iamail A. M., Iamail A. M., Abo El-Ghait R. A. Effect of balanced fertilization on NPK on yield and quality of sugar beet. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. Vol. 82. № 2. 2004. Р. 40–42.
4. Заворуєва І. Хелатні мікродобрива – маленький друг великого врожаю. *Зерно*. 2010. № 3. С. 55–56.
5. Левішко А. С., Маменко П. М. Мікробні добрива та шляхи оптимізації ефективності їх застосування у рослинництві. *Агроекологічний журнал*. 2025. №2. Р. 109–122.
6. Єремко Л. С. Сидоренко А. В., Олєпир Р. В., Агафонова С. О. Продуктивність окремих сільськогосподарських культур за застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 43–45.
7. Стрілець О. П. Продуктивність цукрових буряків залежно від форм внесення мікродобрив. *Цукрові буряки*. 2013. №4. Р. 18–19.
8. Harmonische Düngung auch zu Zuckerrüben. *Zuckerrübe*. 1970. 19. № 4. Р. 22.
9. Недільська У. І. Вплив мікроелементів на життєдіяльність рослин. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика* : зб. тез доп. II Міжнар. наук. Інтернет-конф. Тернопіль : ЗУНУ, 2020. С. 124–126.
10. Доронін В. А. Категорії насіння цукрових буряків та його якість. Матеріали науково-технічної конференції цукровиків України 21–23 березня 2007 року. К.: Укрцукор, НУХТ. 2007. С. 199–203.
11. Крамарьов С. М., Писаренко П. В. Перспективи використання комплексонатів цинку для проведення передпосівної інкрустації насіння кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. № 2. С. 10–15.
12. Курило В. Л., Доронін В. А., Кулик М. І., Дрига В. В. Методика визначення посівних якостей насінневого матеріалу та заходи допосівної підготовки насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.). Полтава: Астроя, 2020. 30 с.
13. Доронін В. А., Заришняк А. С., Бусол М. В., Марченко С. І., Романенко М. П., Герман Б. О., Кушицький М. Ф. Використання мікроелементів в процесі передпосівної підготовки насіння. *Збірник наукових праць*. К.: ІЦБ. 2005. Вип.8. С. 378–384.
14. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / За ред. В. Волкодава. К., 2000. Вип. 1. 100 с.
15. Методика проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк, Н. Г. Гізбуллін, В. М. Сінченко, О. І. Присяжнюк та ін. // під заг.ред. М. В. Роїка та Н. Г. Гізбулліна. К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 374 с.
16. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища шк., 1994. 334 с.
17. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
18. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6. *Методичні вказівки*. К.: 2007. 55 с.

References:

1. Stiede, M., Kästner, B., & Jahns, M. (1987). Das pillierte Zuckerrübensaatgut – dreijährliche Erfahrungen der Überleitung in die Praxis. *Feldwirtschaft*, 28, 133–135. [in German].
2. Osokina, N. M., Chernov, O. D., & Starodub, V. O. (2022). Content of microelements in winter wheat grain depending on fertilization in the Right-Bank Forest-Steppe. *Agrarian Innovations*, 14, 87–93. [in Ukrainian].
3. Iamail, A. M., Iamail, A. M., & Abo El-Ghait, R. A. (2004). Effect of balanced fertilization on NPK on yield and quality of sugar beet. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 82(2), 40–42.
4. Zavoruieva, I. (2010). Chelated micronutrient fertilizers – a small friend of a great harvest. *Zerno*, 3, 55–56. [in Ukrainian].
5. Levishko, A. S., & Mamenko, P. M. (2025). Microbial fertilizers and ways to optimize the efficiency of their application in crop production. *Agroecological Journal*, 2, 109–122. [in Ukrainian].
6. Yeremko, L. S., Sydorenko, A. V., Olepir, R. V., & Ahafonova, S. O. (2009). Productivity of certain agricultural crops under the application of plant growth regulators. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 43–45. [in Ukrainian].
7. Strilets, O. P. (2013). Productivity of sugar beet depending on the forms of micronutrient fertilizer application. *Sugar Beet*, 4, 18–19. [in Ukrainian].
8. Harmonische Düngung auch zu Zuckerrüben. (1970). *Zuckerrübe*, 19(4), 22. [in German].
9. Nedilska, U. I. (2020). Influence of microelements on plant vital activity. In *Current state of science in agriculture and nature management: theory and practice: Proceedings of the 2nd International Scientific Internet Conference* (pp. 124–126). Ternopil: West Ukrainian National University. [in Ukrainian].
10. Doronin, V. A. (2007). Categories of sugar beet seeds and their quality. In *Proceedings of the Scientific and Technical Conference of Sugar Producers of Ukraine, March 21–23, 2007* (pp. 199–203). Kyiv: Ukrtsukor, National University of Food Technologies. [in Ukrainian].
11. Kramarov, S. M., & Pysarenko, P. V. (2007). Prospects for the use of zinc chelates for pre-sowing incrustation of maize seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 10–15. [in Ukrainian].
12. Kurylo, V. L., Doronin, V. A., Kulyk, M. I., & Dryha, V. V. (2020). *Methodology for determining sowing qualities of seed material and measures for pre-sowing preparation of switchgrass (Panicum virgatum L.) seeds*. Poltava: Astraia. [in Ukrainian].
13. Doronin, V. A., Zaryshniak, A. S., Busol, M. V., Marchenko, S. I., Romanenko, M. P., Herman, B. O., & Kushytskyi, M. F. (2005). Use of microelements in the process of pre-sowing seed preparation. *Collection of Scientific Papers*, 8, 378–384. [in Ukrainian].
14. Volkodav, V. (Ed.). (2000). *Methodology of state variety testing of agricultural crops* (Issue 1). Kyiv. [in Ukrainian].
15. Roik, M. V., Hizbullin, N. H., Sinchenko, V. M., Prysiashniuk, O. I., et al. (2014). *Methodology of conducting research in sugar beet cultivation*. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian].

16. Moiseichenko, V. F., & Yeshchenko, V. O. (1994). *Fundamentals of scientific research in agronomy*. Kyiv: Vyshcha Shkola. [in Ukrainian].
17. Fisher, R. A. (2006). *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications.
18. Ermantraut, E. R., Prysiashniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic experimental data in the STATISTICA 6 package: Methodological guidelines*. Kyiv. [in Ukrainian].

Annotation

Polishchuk V. V., Seletskyi V. P.

Effectiveness of treating sugar beet seeds with microfertilizer

Goal. *To determine the effectiveness of micronutrient seed coating on the organogenesis of sugar beet seed plants and their productivity.*

Methods. *The research was conducted at Uman National University (Ministry of Education and Science of Ukraine) and at the NAAS Tobacco Research Station from 2023 to 2025. The experimental design included treating the seeds of the CMS component and the multigerm pollinator with the microfertilizer Reakom-S-Beet at rates of 18, 22, 26, and 30 ml per sowing unit.*

Results. *The most effective method of enriching plants with micronutrients is pre-sowing seed treatment using metal chelates. Pre-sowing coating of seeds with the microfertilizer Reakom-S-Beet increased the germination intensity of coated seeds under both laboratory and field conditions. Increasing application rate of the microfertilizer from 18 to 26 ml per sowing unit ensured a significant increase in the germination energy of the CMS component and the multigerm pollinator by 13%, and in laboratory germination by 13% and 11%, respectively. Under field conditions, depending on the application rate of the preparation, by fifth day of observations the number of emerged seedlings exceeded control by 3.1–3.5 plants per 2 linear meters of row for the CMS component and by 2.0–3.3 plants per 2 m of row for the multigerm pollinator. The intensity of seedling emergence, together with the high quality of seeds coated with the microfertilizer and soil-climatic conditions, influenced field germination. Even at the lowest application rate of the microfertilizer (18 ml per sowing unit), field germination increased by 8.9% for the CMS component and by 9.8% for the multigerm pollinator. This ensured the formation of an optimal plant density, on which the yield of seed plants depends. Highest yield of both components was obtained when the seeds were treated with the microfertilizer at rates of 26 and 30 ml per sowing unit; however, no statistically significant differences in yield were found between these application rates. Pre-sowing treatment of sugar beet seeds with the Reakom-S-Beet microfertilizer significantly increased the number of root crops suitable for planting compared with the control in both the CMS component and the multigerm pollinator.*

Conclusions. *Pre-sowing treatment of sugar beet seeds with micronutrients significantly increased germination intensity under both laboratory and field conditions and, consequently, improved field germination. The optimal rate of the microfertilizer for seed treatment was 26 ml per sowing unit, which increased the plant density of the CMS component by 34.4% and that of the multigerm pollinator by 25.3% compared with the control. The yield of planting material weighing 150–600 g also increased significantly.*

Key words: *seed germination, variety, correlation coefficient, share of influence of factors.*