

УДК 633.63:631.526.32.

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.150.21>

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНОГЕНЕЗУ, ПРОДУКТИВНОСТІ ТА НАСІННЄВОЇ ЯКОСТІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ У СИСТЕМІ АГРОТЕХНІЧНИХ ЧИННИКІВ

Поліщук В.В. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри садово-паркового господарства,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0001-8157-7028

Селецький В.П. – аспірант кафедри садово-паркового господарства,
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0001-4189-0500

У статті узагальнено результати теоретичних та прикладних досліджень щодо впливу комплексної системи агротехнічних заходів на формування продуктивності та насіннєвої якості цукрових буряків. Встановлено, що повна реалізація високого генетичного потенціалу сучасних гібридів в умовах інтенсивного землеробства неможлива без глибокої оптимізації процесів органогенезу, які перебувають під постійним тиском зовнішніх стресових чинників. Визначено, що ключовим інструментом інтенсифікації насінництва є збалансоване мінеральне живлення. Особливий акцент зроблено на застосуванні мікроелементів (Cu, Zn, Mo, Mn, B) у хелатній формі, що виступають потужними каталізаторами фізіологічних і метаболічних процесів у критичні фази розвитку (стеблуння та бутонізація), які точно ідентифікуються за міжнародною шкалою кодів ВВСН. Доведено, що синергізм вологозабезпечення та мінерального живлення дозволяє ефективно нівелювати лімітуючий вплив дефіциту води на репродуктивну сферу рослин. Зокрема, обґрунтовано доцільність застосування краплинного зрошення для підтримання вологості на рівні 70–80% НВ та використання сучасних гідрогелевих абсорбентів, ефективність яких залежить від механічного складу ґрунту. У роботі також детально проаналізовано негативний вплив хімічного контролю забур'яненості на генеративні органи. Встановлено, що дія окремих гербіцидів може спричиняти дестабілізацію мейотичних процесів, знижувати показники фертильності пилку та викликати стерильність зародкового мішка. Це вимагає розробки інтегрованих схем захисту. Доведено, що оптимізація фону мінерального живлення дозволяє рослинам значно швидше регенерувати після фітотоксичного стресу. Результати дослідження підтверджують, що перехід до адаптивної моделі насінництва, яка базується на синергійній взаємодії збалансованого живлення, керованого гідротермічного режиму та прецизійного захисту, є необхідною умовою для формування високоякісного насіння при дотриманні екологічної безпеки та економічної доцільності агровиробництва.

Ключові слова: цукрові буряки, насінництво, органогенез, мінеральне живлення, краплинне зрошення, гербіцидний стрес, продуктивність насіння.

Polishchuk V.V., Seletsky V.P. Features of organogenesis, productivity and seed quality of sugar beet in the system of agrotechnical factors

The article summarizes the results of theoretical and applied research on the influence of a comprehensive system of agrotechnical measures on the formation of productivity and seed quality of sugar beets. It was established that the full realization of the high genetic potential of modern hybrids in conditions of intensive farming is impossible without deep optimization of organogenesis processes, which are under constant pressure from external stress factors. It was determined that the key tool for intensification of seed production is balanced mineral nutrition. Special emphasis is placed on the use of microelements (Cu, Zn, Mo, Mn, B) in chelated form,



© Поліщук В.В., Селецький В.П., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

which act as powerful catalysts of physiological and metabolic processes in critical phases of development (stemming and budding), which are accurately identified according to the international scale of BBSN codes. It is proven that the synergism of moisture supply and mineral nutrition allows effectively to level the limiting effect of moisture deficiency on the reproductive sphere of plants. In particular, the feasibility of using drip irrigation to maintain humidity at 70–80% RH and the use of modern hydrogel absorbents, the effectiveness of which depends on the mechanical composition of the soil, is substantiated. The work also analyzes in detail the negative impact of chemical weed control on generative organs. It was established that the action of certain herbicides can cause destabilization of meiotic processes, reduce pollen fertility indicators and cause embryo sac sterility. This requires the development of integrated protection schemes. It is proven that optimizing the mineral nutrition background allows plants to regenerate much faster after phytotoxic stress. The results of the study confirm that the transition to an adaptive model of seed production, which is based on the synergistic interaction of balanced nutrition, controlled hydrothermal regime and precision protection, is a necessary condition for the formation of high-quality seeds while maintaining environmental safety and economic feasibility of agricultural production.

Key words: *sugar beet, seed production, organogenesis, mineral nutrition, drip irrigation, herbicide stress, seed productivity.*

Постановка проблеми. Сучасне насінництво цукрових буряків в Україні перебуває на етапі інтенсивної трансформації, де ключовим елементом є повна реалізація високого біологічного потенціалу новітніх гібридів.

Досягнення стабільних показників врожайності та високої якості насіння неможливе без системного управління агротехнічними факторами, насамперед – збалансованим мінеральним живленням та оптимізацією водного режиму ґрунту.

Проте, аналіз сучасних підходів вказує на існування складної технологічної дилеми: прагнення до інтенсифікації ростових процесів часто входить у конфлікт із біологічними вимогами культури та екологічною стійкістю агроценозів.

Дослідження показують, що застосування макро- та мікродобрих (особливо у формі хелатів) стимулює морфогенез, покращує енергію проростання та схожість насіння. Водночас зростаюча залежність бурякосіяння від посушливих явищ вимагає впровадження систем зрошення, ефективність яких напряму залежить від рівня забезпеченості рослин елементами живлення. Проте критично важливим і недостатньо дослідженим залишається питання інтеграції цих заходів із захистом посівів від бур'янів.

Актуальність проблеми посилюється неоднозначністю впливу гербіцидів на репродуктивну систему насінників. Наукові джерела свідчать, що використання хімічних засобів захисту, попри високу ефективність у боротьбі з забур'яненістю, може викликати низку небажаних ефектів: від порушень процесів мейозу та гаметогенезу до зниження життєздатності пилку та виникнення стерильності. Особливе занепокоєння викликає факт, що за умов нераціонального поєднання пестицидного навантаження та мінерального живлення, гербіциди можуть діяти як стресові фактори, що негативно позначаються на формуванні ембріонального зародка та, зрештою, знижують посівні якості насіння.

Виникає наукова потреба у комплексному осмисленні взаємодії агротехнічних факторів – удобрення, вологозабезпечення та гербіцидного захисту – як єдиної технологічної системи. Обґрунтування оптимальних режимів, які мінімізують фітотоксичну дію засобів захисту та максимально стимулюють репродуктивний розвиток рослин, є необхідною умовою для підвищення ефективності вітчизняного насінництва цукрових буряків.

Постановка завдання. Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка оптимізованої системи агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення

врожайності та поліпшення посівних якостей насіння цукрових буряків шляхом гармонізації процесів мінерального живлення, вологозабезпечення та мінімізації стресового впливу засобів захисту рослин.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасне насінництво цукрових буряків в умовах інтенсивного землеробства базується на концепції управління продукційним процесом, де кінцевий результат – врожайність та якість насіння – є функцією від складної взаємодії генетичного потенціалу гібридів та комплексу агротехнічних чинників [1, с. 84; 2, с. 14]. Науковий аналіз свідчить, що формування насіннєвої продуктивності підпорядковується закономірностям органогенезу, перебіг яких критично залежить від зовнішнього середовища та рівня антропогенного втручання [3, с. 112–118].

Ключовим фактором інтенсифікації насінницьких посівів залишається система мінерального живлення. Дослідження вітчизняних науковців, зокрема Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [4, с. 18–19; 5, с. 18; 6, с. 283], переконливо доводять, що насінники потребують значно інтенсивнішого поглинання елементів живлення порівняно з фабричними коренеплодами, причому максимуми споживання припадають на фази стеблуння та бутонізації максимуми споживання поживних речовин припадають на фази стеблуння та бутонізації.

Для точної ідентифікації цих періодів в агротехнологічних дослідженнях доцільно використовувати міжнародну шкалу кодів BVCH (рис. 1), яка дозволяє уніфікувати опис онтогенезу культури. Зокрема, стадії розвитку розетки (BVCH 12–16) та інтенсивного наливу коренеплоду (BVCH 42–49) є ключовими для корекції систем живлення та зрошення, що забезпечує високу точність проведення агротехнічних заходів.



Рис. 1. Шкала стадій росту та розвитку цукрових буряків (код BVCH)

Встановлено, що застосування макродобрих у збалансованих дозах забезпечує не лише приріст урожайності, а й якісну трансформацію посівного матеріалу, що проявляється у збільшенні маси 1000 плодів та енергії проростання [7, с. 73–74; 8, с. 41].

Особливого наукового значення набуває застосування мікроелементів у хелатній формі. Праці, присвячені цій проблематиці, [7, с. 73–74] вказують, що комплексонати металів (Cu, Zn, Mo, Mn, B) виступають каталізаторами фізіологічних процесів, активізуючи ферментативні системи рослин, що сприяє кращому

засвоєнню поживних речовин з ґрунту та підвищує адаптивну здатність насінників до стресових факторів навколишнього середовища (рис. 1).

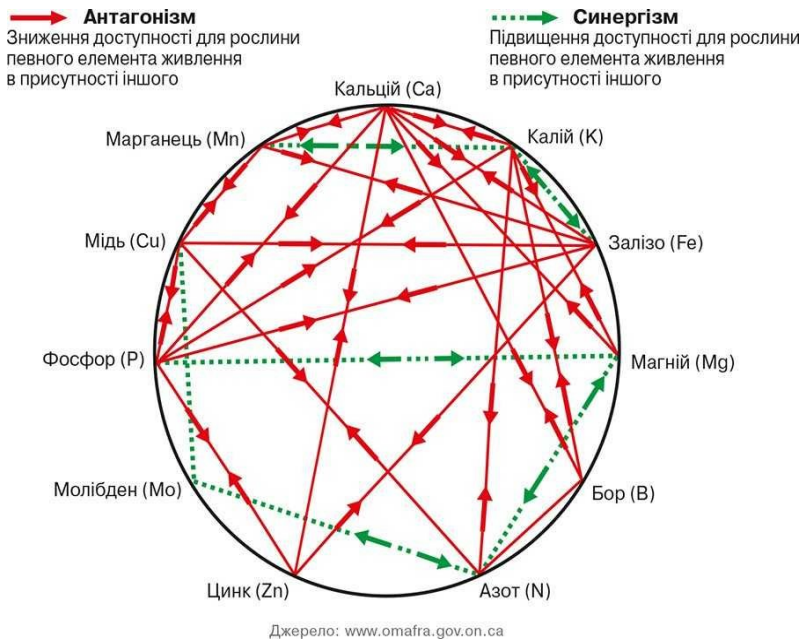


Рис. 2. Схема синергічних та антагоністичних взаємодій між елементами мінерального живлення в агроценозах

Важливим компонентом оптимізації продуктивності насінників є регулювання водного режиму ґрунту. Літературні дані засвідчують, що в зонах нестійкого зволоження дефіцит вологи стає лімітуючим чинником, який призводить до порушення водного обміну та уповільнення фотосинтетичної діяльності [9, с. 55–56].

Здатність ґрунту утримувати вологу та забезпечувати нею рослини під час критичних фаз розвитку значною мірою залежить від його механічного складу. Як свідчать дані основної гідрофізичної характеристики (рис. 3), глинисті та суглинкові ґрунти характеризуються вищою вологоутримувальною здатністю порівняно з піщаними, що безпосередньо впливає на динаміку доступності води для насінників цукрових буряків. У зонах нестійкого зволоження розуміння цих параметрів є визначальним при розрахунку поливних норм та виборі технології зрошення, оскільки швидкість виснаження запасів продуктивної вологи варіює залежно від типу ґрунту.

Проведений аналіз дослідниками [10, с. 44] підкреслює переваги краплинного зрошення перед традиційними методами, оскільки воно дозволяє підтримувати вологість ґрунту на рівні 70–80% НВ, забезпечуючи стабільну життєздатність генеративних органів. Особливої уваги заслуговують результати досліджень щодо використання гідрогелевих абсорбентів [11, с. 324–326], які підвищують вологоутримувальну здатність ґрунтового субстрату та, як наслідок, позитивно впливають на біометричні показники рослин і вихід кондиційного насіння.

Ефективність вологозабезпечення є нерозривно пов'язаною з рівнем мінерального живлення, оскільки лише синергізм цих факторів дозволяє реалізувати потенціал гібрида [12].

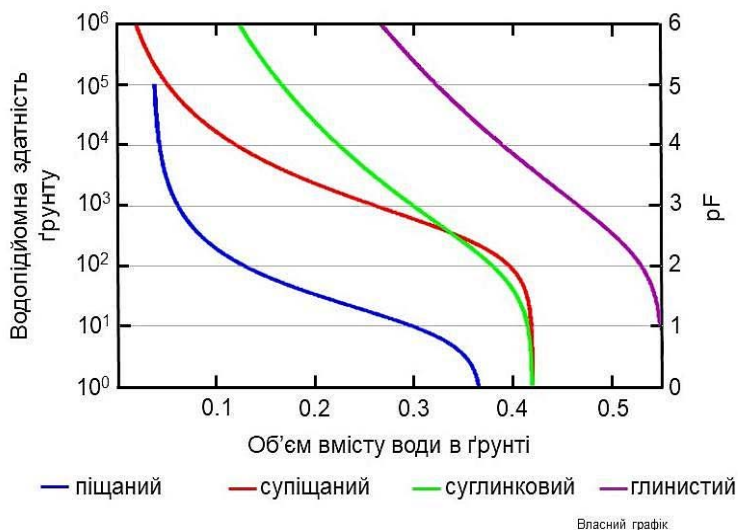


Рис. 3. Основна гідрофізична характеристика (ОГХ) ґрунтів різного механічного складу

Визначено, що впровадження сучасних систем захисту від бур'янів за допомогою гербіцидів породжує низку нових наукових викликів [13, с. 1659]. Хоча хімічний контроль засміченості посівів є обов'язковим заходом, останні дослідження вказують на суттєву фітотоксичну дію окремих препаратів на репродуктивну сферу рослин.

У працях [14, с. 14] науково обґрунтовано, що використання гербіцидів може призводити до дестабілізації мейотичних процесів, зниження життєздатності пилку та виникнення явищ стерильності зародкового мішка, що негативно позначається на врожайності насіння. Дискусії навколо цієї теми зосереджуються навколо пошуку механізмів нівелювання токсичної дії гербіцидів.

Виявлено, що оптимізація мінерального живлення дозволяє рослинам швидше проходити критичні фази розвитку та мінімізувати негативний вплив хімічного стресу.

Сучасна наукова парадигма насінництва цукрових буряків полягає у переході до інтегрованого управління агротехнологічними чинниками, де живлення, зрошення та захист діють як єдина злагоджена система, спрямована на збереження генетичної та фізіологічної якості насіння [15, с. 18; 2, с. 15; 3, с. 380].

Висновок. Реалізація генетичного потенціалу сучасних гібридів цукрових буряків в умовах сьогодення неможлива без переходу до адаптивної моделі насінництва, яка базується на синергичній взаємодії збалансованого мінерального живлення, керованого гідротермічного режиму та прецизійного захисту посівів.

Доведено, що ключовим інструментом інтенсифікації є оптимізація мінерального живлення з акцентом на критичні фази стеблунання та бутонізації, де застосування мікроелементів у хелатній формі відіграє роль каталізатора метаболічних процесів, підвищуючи стійкість рослин до несприятливих умов. Водночас інтеграція сучасних методів вологозабезпечення, зокрема краплинного зрошення та використання гідрогелевих абсорбентів, дозволяє стабілізувати фізіологічний стан насінників, нівелюючи лімітуючий вплив дефіциту вологи на репродуктивний розвиток.

Визначено, що попри високу біологічну ефективність гербіцидів, їхнє використання потребує обережного наукового обґрунтування: мінімізація фітотоксичного стресу на генеративні органи можлива лише за умови виваженого поєднання хімічних заходів з високим фоном мінерального живлення, що активізує регенеративні механізми рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ненька М. М., Ненька О. В., Корнєєва М. О. Генетична детермінація схожості насіння топкросних гібридів буряка цукрового. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2012. Вип. 80, ч. 1. С. 83–90.
2. Корнєєва М. О., Власюк М. В., Опанасенко Т. Г. Комбінаційна здатність за схожістю насіння запилювачів при створенні ЧС гібридів цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2005. № 4. С. 13–15.
3. Паламарчук В. Д., Доронін В. А., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика) : монографія. Вінниця : Друкарня ТОВ «Друк», 2021. 392 с.
4. Ермантраут Е. Р., Умрихін Н. Л. Вплив фонів живлення та строків збирання на продуктивність ЧС гібридів. *Цукрові буряки*. 2006. № 6. С. 18–19.
5. Жердецький І. М. Позакореневе внесення макро- і мікродобрив та поглинання основних елементів живлення кореневою системою рослин цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2010. № 2 (74). С. 18–19.
6. Заришняк А. С., Кубряк Р. В. Ефективність норм і способів внесення мінеральних добрив під насінники цукрових буряків. *Збірник наукових праць ІБЦ НААН*. Київ, 2005. Вип. 8. С. 282–287.
7. Доронін В. А., Заришняк А. С., Бусол М. В., Марченко С. І. Ефективність мікроелементів за умов використання їх при підготовці насіння цукрових буряків до сівби. *Агроном*. 2006. № 1 (11). С. 72–74.
8. 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*. 2004. Vol. 82, № 2. P. 40–42.
9. Заворуєва І. Хелатні мікродобрива – маленький друг великого врожаю. *Зерно*. 2010. № 3. С. 55–56.
10. Єремко Л. С., Сидоренко А. В., Олєпір Р. В., Агафонова С. О. Продуктивність окремих сільськогосподарських культур за застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 43–45.
11. Motsi H., Molapo M., Phiri E. E. A review of the adaptive capacity of sweet sorghum to improve food security and poverty alleviation in sub-Saharan Africa. *South African Journal of Botany*. 2022. Vol. 150. P. 323–329. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.07.040>
12. Xiao M.-Z., Sun Q., Hong S., Chen W.-J., Pang B., Du Z.-Y., Yang W.-B., Sun Z., Yuan T.-Q. Sweet sorghum for phytoremediation and bioethanol production. *Journal of Leather Science and Engineering*. 2021. Vol. 3. Art. 32. 12 p. <https://doi.org/10.1186/s42825-021-00074>
13. Heitman A. J., Castillo M. S., Smyth T. J., Crozier C. R. Stem, leaf, and panicle yield and nutrient content of biomass and sweet sorghum. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, № 5. P. 1659–1665. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0178>
14. Oktem A., Oktem A. G. Bioethanol obtained from soluble sugars in sweet sorghum, influencing properties and their interrelationships. *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 221. Art. 119351. 14 p. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119351>
15. Sun W., He Z., Liu B., Ma D., Si R., Li R., Wang S., Malekian A. Changes in photosynthetic efficiency, biomass, and sugar content of sweet sorghum under different water and salt conditions in arid region of Northwest China. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, № 12. Art. 2321. 18 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122321>

Дата першого надходження статті до видання: 13.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 03.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.08.2026