ISSN 3083-7448 (PRINT)
ISSN 3083-7464 ONLINE)

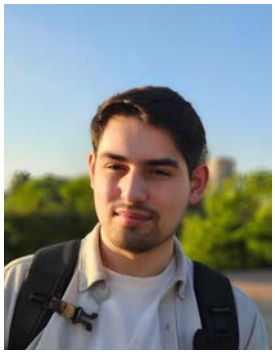
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

**УДК 633.63:631.531.12**
**DOI https://doi.org/10.32782/3083-7464-2026-2-121-127**



**В. В. Поліщук**
доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри садово-паркового господарства,
Уманський національний університет (м. Умань, Україна)
E-mail: valentin76213@gmail.com
orcid.org/0000-0001-8157-7028

**Є. О. Компанієць**
аспірант кафедри рослинництва,
Уманський національний університет (м. Умань, Україна)
E-mail: colom@i.ua
orcid.org/0009-0006-9766-8999



# ЯКІСТЬ НАСІННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СТИМУЛЮВАННЯ ПРОХОДЖЕННЯ ПОЧАТКОВИХ ФАЗ ПРОРОСТАННЯ

*У статті висвітлено питання ефективності стимулювання насіння буряків цукрових шляхом ініціювання проходження початкових фаз проростання, що і було метою дослідження. Дослідження проводили в умовах Уманської станції тютюнництва НААН України упродовж 2024–2025 рр. на каліброваному насінні фракції 3,5–4,5 мм триплоїдних гібридів Константа, Ольжич та Рутенія. Стимулювання насіння проводили теплою водою за температури 31–33 °С із різною тривалістю експозиції та періодичністю зміни води. Ефективність способів стимулювання визначали за інтенсивністю проростання на другу добу, енергією проростання на четверту добу, лабораторною та польовою схожістю насіння. З'ясовано, що стимулювання насіння шляхом ініціювання початкових фаз проростання істотно впливало на інтенсивність та енергію проростання і схожість насіння буряків цукрових. Найвищу ефективність встановлено за безперервного стимулювання упродовж 8 годин. За цього способу кількість пророслого насіння на другу добу була на 19% більшою, а енергія проростання та лабораторна схожість – на 7% вищими порівняно з контролем. Високу ефективність також забезпечували стимулювання упродовж 6 годин з триразовою зміною води через кожні 2 години та упродовж 16 годин (8 годин з дворазовою зміною води). Встановлено, що ефективність стимулювання проростання насіння залежала від генотипу: найвищу ефективність відзначено у гібрида Рутенія, найнижчу – у гібрида Константа. Дисперсійним аналізом встановлено, що основним фактором формування інтенсивності проростання було стимулювання, частка впливу якого становила 92,9%. Для енергії проростання та лабораторної схожості цей показник становив відповідно 89,5 та 82,1%. Найвищу польову схожість отримано за безперервного стимулювання упродовж 8 годин – у середньому 79,2%, що достовірно перевищувало контроль та інші досліджувані способи стимулювання насіння.*
***Ключові слова:*** *буряки цукрові, насіння, проростання, лабораторна схожість, польова схожість, гібрид.*

**V. V. Polishchuk**
Doctor of Agricultural Sciences,
Professor at the Department of Landscape Gardening,
Uman National University (Uman, Ukraine)
E-mail: valentin76213@gmail.com
orcid.org/0000-0001-8157-7028
**E. O. Kompaniets**
PhD student at the Department of Crop Science,
Uman National University (Uman, Ukraine)
E-mail: colom@meta.ua
orcid.org/0009-0006-9766-8999

## *QUALITY OF SUGAR BEET SEEDS DEPENDING ON STIMULATION OF THE INITIAL STAGES OF GERMINATION*

*This article examines the effectiveness of sugar beet seed stimulation by initiating the early stages of germination, which was the objective of the study. The study was conducted at the Uman Tobacco Research Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine during 2024–2025 using calibrated seeds of the 3.5–4.5 mm fraction from the triploid hybrids Konstanta, Olzhych, and Ruthenia. Seed stimulation was performed using warm water at a temperature of 31–33 °C with*

*different exposure durations and frequencies of water replacement. The effectiveness of the stimulation methods was assessed based on germination intensity on the 2nd day, germination energy on the 4th day, and laboratory and field germination rates. It was established that seed stimulation by initiating the early stages of germination significantly affected germination intensity, germination energy, and laboratory germination. The highest effectiveness was observed with continuous stimulation for 8 hours. Under this treatment, the number of germinated seeds on the 2nd day was 19% higher, while germination energy and laboratory germination were 7% higher than those in the control. High effectiveness was also achieved with 6-hour stimulation involving water replacement every 2 hours and 16-hour stimulation (8 hours twice with water replacement). It was established that the effectiveness of seed germination stimulation depended on the genotype: the highest effectiveness was noted in the Ruthenia hybrid, and the lowest – in the Konstanta hybrid. Analysis of variance revealed that stimulation was the main factor affecting germination intensity, accounting for 92.9% of the total variance. For germination energy and laboratory germination, this proportion was 89.5% and 82.1%, respectively. The highest field germination rate was recorded under continuous stimulation for 8 hours, averaging 79.2%, which significantly exceeded the control and other seed stimulation treatments studied.*
***Key words:*** *sugar beet, seeds, laboratory germination, field germination, hybrid.*

**Постановка проблеми.** Впровадження сучасних технологій вирощування буряків цукрових можливе лише за використання високоякісного насіння. Якість насіння буряків цукрових – це сукупність ознак і властивостей, що характеризують посівний матеріал [1]. Вона залежить від комплексу генетичних факторів, екологічних і агротехнічних умов вирощування, а також способів післязбиральної та передпосівної підготовки [2]. Особливого значення набувають технологічні заходи, спрямовані на підвищення посівних якостей насіння, зокрема стимулювання процесів, що передують його проростанню. Ініціювання початкових фаз проростання може сприяти прискоренню появи проростків, підвищенню енергії проростання та формуванню дружних і рівномірних сходів. Це особливо важливо для буряків цукрових, оскільки швидкість і рівномірність сходів визначають подальший розвиток рослин, їх конкурентоспроможність у боротьбі з бур'янами та загальну продуктивність посівів. Тому дослідження ефективності способів стимулювання насіння буряків цукрових шляхом ініціювання початкових фаз проростання, визначення оптимальної тривалості таких заходів та їх впливу на інтенсивність і енергію проростання, а також лабораторну й польову схожість є досить актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Якість насіння можна підвищувати у процесі створення нових сортів і гібридів, за його вирощування та передпосівної підготовки. Ефективним способом підвищення схожості на цьому етапі є сортування за аеродинамічними властивостями та питомою масою, яке дає змогу видалити біологічно неповноцінну фракцію, покращити посівні якості та виділити насіння з високим врожайним потенціалом [3, 4]. Одним із способів підвищення схожості насіння є шліфування і скарифікація насіння, які забезпечують вільний доступ води та кисню до зародка і, відповідно – підвищують інтенсивність проростання [5]. Обробка насіння і насінників буряків цукрових стимуляторами росту забезпечує достовірне підвищення енергії проростання і схожості [6, 7]. Так, обробка насіння препаратом Бетастимулін забезпечувала збільшення лабораторної схожості на 8%, а стимулятором Регоплант – на 10% [8]. Популярним способом підвищення інтенсивності проростання насіння є гідропраймування або метод контрольованого зволоження з подальшим повторним висушуванням насіння [9, 10]. За гідропраймінгу спостерігається інтенсифікація появи дружніх сходів та зростання адаптивного потенціалу рослин до несприятливих чинників довкілля й стресових навантажень [11].

Alipor et al. встановили, що гідротермічне праймування насіння буряків цукрових підвищує схожість, прискорює та вирівнює проростання, а в польових умовах сприяє підвищенню польової схожості [12]. Chomontowski et al. зазначають, що праймування підвищує схожість насіння на 3,2–4,5% та скорочує тривалість проростання на 1,02–1,15 доби [13]. Кірізій Д. А. зазначає, що праймування перед проростанням активує метаболічні процеси в насінні, що сприяє проростанню, ранньому укоріненню, підвищенню стресостійкості і врожайності культур [14]. Dotto та Silva підтвердили перспективність гідропраймування і застосування регуляторів росту для активізації метаболічних процесів та прискорення проростання насіння буряків цукрових [6]. Дослідження Shokouhian і Omidi (2021) також засвідчили позитивний вплив гідро- та осмопраймування на показники проростання, енергію проростання й ріст сіянців буряків цукрових, особливо за несприятливих умов середовища [15].

**Метою статті** було оцінювання впливу способів стимулювання початкових фаз проростання на посівні якості насіння буряків цукрових.

**Методика дослідження.** Лабораторні дослідження щодо ефективності стимулювання насіння буряків цукрових шляхом ініціювання початкових фаз проростання проводили в умовах Уманської станції тютюнництва НААН України упродовж 2024–2025 рр. Схема досліду включала контроль (без стимулювання насіння), а також варіанти з різною тривалістю експозиції та рівнем вологості: 2 години (0,5 години 4 рази із зміною води), 24 години (безперервно), 6 годин (3 рази по 2 години із зміною води), 8 годин (безперервно), 16 годин (2 рази по 8 годин із зміною води), 24 години (3 рази по 8 годин із зміною води). Повторність чотириразова.

Стимулювання каліброваного насіння фракції 3,5–4,5 мм триплоїдних гібридів Константа, Ольжич та Рутенія проводили теплою водою за температури не вище 31–33 °С згідно зі схемою досліду. Після цього визначали вологість і викладали насіння на фільтрувальний папір для пробудження зародка. Стимулювання насіння понад 24 години призводило до передчасного

ISSN 3083-7448 (PRINT)
ISSN 3083-7464 ONLINE)

проростання, тому цей варіант зі схеми досліду виключили. Після підсушування визначали інтенсивність проростання насіння.

Якість насіння – кількість пророслого насіння на другу добу (через 48 годин після сівби), четверту добу (енергія проростання) та десяту добу (схожість) визначали згідно з чинним ДСТУ [16]. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного і кореляційно-регресійного аналізів за критерієм Фішера [17] з використанням методичних рекомендацій [18].

**Основні результати досліджень.** Встановлено, що передпосівне стимулювання насіння шляхом ініціювання початкових фаз проростання зі зміною тривалості замочування у воді забезпечило достовірне підвищення інтенсивності проростання в усіх варіантах порівняно з контролем, за винятком безперервної обробки упродовж 24 годин (табл. 1).

Перебування насіння в теплій воді упродовж 24 годин за нестачі кисню призвело до загибелі проростків, що проклюнулися. Про це свідчать результати контролю (без стимулювання), де на другу добу інтенсивність проростання була на 10%, енергія проростання – на 17%, а схожість – на 12% вищими, ніж за такого способу стимулювання.

У середньому за гібридами найвищі результати проростання насіння на другу добу, а також на четверту (енергія проростання) та десяту (схожість) отримано за безперервного стимулювання упродовж 8 годин. Кількість пророслого насіння на другу добу була на 19% більшою, а енергія проростання і схожість – на 7% вищими, ніж у контролі.

Високу ефективність отримано за стимулювання упродовж 6 годин (по 2 години тричі зі зміною води) та 16 годин (по 8 годин двічі зі зміною води). За цих способів кількість пророслого насіння на другу добу була відповідно на 16% та 15% більшою порівняно з контролем. За інших способів інтенсивність проростання також залишалася достовірно вищою від контрольних показників.

З'ясовано, що ефективність стимулювання насіння залежала від генотипічних особливостей. Найкраще на обробіток реагував гібрид Рутенія, найгірше – гібрид Константа (табл. 2). Зокрема, за безперервного стимулювання упродовж 8 годин на другу добу після сівби частка пророслого насіння гібрида Рутенія становила 62% (на 21% більше, ніж у контролі), гібрида Ольжич – 55% (на 19% більше), а гібрида Константа – 56% (на 18% більше). Водночас за тривалої експозиції (безперервно упродовж 24 годин, а також за триразового замочування по 8 годин зі зміною води) інтенсивність проростання була значно нижчою порівняно з контролем.

За стимулювання насіння впродовж 6 годин (по 2 години тричі зі зміною води) на другу добу кількість пророслого насіння гібрида Рутенія була більшою на 18%, гібрида Ольжич – на 17%, а гібрида Константа – на 14%. Аналогічне зростання кількості пророслого насіння на другу добу зафіксовано й за варіанту обробітку впродовж 16 годин (по 8 годин двічі зі зміною води).

Дисперсійним аналізом визначено, що найбільший вплив на інтенсивність проростання на другу добу мав фактор «стимулювання» – 92,9%. Частка впливу інших факторів та їх взаємодії була незначною (рис. 1).

Аналогічні закономірності спостерігалися щодо енергії проростання та схожості залежно від способів передпосівного стимулювання насіння. Найвищу енергію проростання в усіх досліджуваних гібридів зафіксовано за безперервного обробітку упродовж 8 годин: максимальний показник (94%) отримано у гібрида Рутенія, а найнижчий (88%) – у гібрида Ольжич. За цього ж способу стимулювання відзначено й найвищу лабораторну схожість насіння (табл. 3).

Водночас варто зазначити, що за безперервного стимулювання насіння упродовж 8 годин енергія проростання була найвищою, проте її приріст порівняно з контролем виявився меншим, ніж на другу добу обліку. Так, якщо на другу добу приріст кількості пророслого насіння гібрида Рутенія становив 18%, то на четверту добу енергія проростання була вищою лише на 10%. Аналогічні результати одержано й для гібридів Ольжич та Константа. Тобто, стимулювання насіння шляхом ініціювання початкових

Таблиця 1

***Якість насіння буряків цукрових залежно від способу стимулювання (середнє за гібридами), 2024–2025 рр.***

| Спосіб стимулювання | Кількість насіння (%), яке проросло на: | | |
|---|---|---|---|
| | другу добу, через 48 год. | четверту добу (енергія проростання) | десяту добу (схожість) |
| Сухе насіння (контроль) | 39 | 84 | 86 |
| 2 години (0,5 години 4 рази із зміною води) | 43 | 86 | 90 |
| 24 години (безперервно) | 29 | 67 | 74 |
| 6 годин (3 рази по 2 години із зміною води) | 55 | 88 | 92 |
| 8 годин (безперервно) | 58 | 91 | 93 |
| 16 годин (2 рази по 8 годин із зміною води) | 54 | 90 | 92 |
| 24 години (3 рази по 8 годин із зміною води) | 44 | 78 | 82 |
| $НІР_{0,05}$ | 2,1 | 1,4 | 1,0 |

Таблиця 2

***Кількість пророслого насіння на другу добу залежно від способів ініціювання початкових фаз проростання (%), 2024–2025 рр.***

| Спосіб стимулювання | Гібрид | | |
|---|---|---|---|
| | Константа | Ольжич | Рутенія |
| Сухе насіння (контроль) | 38 | 36 | 41 |
| 2 години (0,5 години 4 рази із зміною води) | 44 | 41 | 46 |
| 24 години (безперервно) | 31 | 28 | 29 |
| 6 годин (3 рази по 2 години із зміною води) | 52 | 53 | 59 |
| 8 годин (безперервно) | 56 | 55 | 62 |
| 16 годин (2 рази по 8 годин із зміною води) | 53 | 54 | 55 |
| 24 години (3 рази по 8 годин із зміною води) | 35 | 33 | 39 |
| $НІР_{0,05\ заг.}$ | 2,5 | | |
| $НІР_{0,05\ гібрид}$ | 0,9 | | |
| $НІР_{0,05\ стимулятор}$ | 1,4 | | |

Таблиця 3

***Якість насіння залежно від способів ініціювання початкових фаз проростання, % (середнє з трьох дослідів), 2024–2025 рр.***

| Спосіб стимулювання | Гібрид | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Константа | | Ольжич | | Рутенія | |
| | енергія | схожість | енергія | схожість | енергія | схожість |
| Сухе насіння (контроль) | 81 | 86 | 80 | 84 | 84 | 89 |
| 2 години (0,5 години 4 рази із зміною води) | 86 | 91 | 85 | 89 | 87 | 91 |
| 24 години (безперервно) | 66 | 74 | 63 | 70 | 71 | 79 |
| 6 годин (3 рази по 2 години із зміною води) | 88 | 90 | 85 | 89 | 92 | 95 |
| 8 годин (безперервно) | 90 | 93 | 88 | 90 | 94 | 96 |
| 16 годин (2 рази по 8 годин із зміною води) | 89 | 91 | 87 | 89 | 93 | 95 |
| 24 години (3 рази по 8 годин із зміною води) | 77 | 84 | 76 | 81 | 81 | 81 |
| $НІР_{0,05\ заг.}$ | 2,6 | 2,8 | 2,6 | 2,8 | 2,6 | 2,8 |
| $НІР_{0,05\ гібрид}$ | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,1 |
| $НІР_{0,05\ стимулятор}$ | 1,5 | 1,6 | 1,5 | 1,6 | 1,5 | 1,6 |




**Рис. 1. Вплив факторів на інтенсивність проростання насіння на другу добу після сівби**

ISSN 3083-7448 (PRINT)
ISSN 3083-7464 ONLINE)

фаз росту найбільше впливає саме на інтенсивність проростання в початковий період (на другу добу), тоді як на показники енергії проростання (через чотири доби) та схожості цей вплив є менш вираженим.

Найнижчі показники енергії проростання зафіксовано за безперервного стимулювання насіння впродовж 24 годин: залежно від гібрида вони становили від 63% (Ольжич) до 71% (Рутенія). Аналогічні результати одержано й за стимулювання впродовж 24 годин із триразовою зміною води через кожні 8 годин. У цьому варіанті енергія проростання була дещо вищою, ніж за безперервного стимулювання впродовж 24 годин, проте залишалася достовірно нижчою порівняно з контролем. За всіх інших способів стимулювання енергія проростання була достовірно вищою від контрольних значень.

Високими показниками вирізнялося стимулювання упродовж 16 годин (по 8 годин двічі зі зміною води), де енергія проростання за гібридами становила 87–93%, а також стимулювання упродовж 6 годин (по 2 години тричі зі зміною води) із показниками 85–92%.

Аналогічні закономірності спостерігалися й щодо лабораторної схожості насіння залежно від способів його стимулювання. Позитивну різницю порівняно з контролем зафіксовано для всіх варіантів стимулювання, окрім безперервного стимулювання упродовж 24 годин та триразової зміни води через кожні 8 годин (у цих випадках схожість була істотно нижчою від контролю в усіх досліджуваних гібридів).

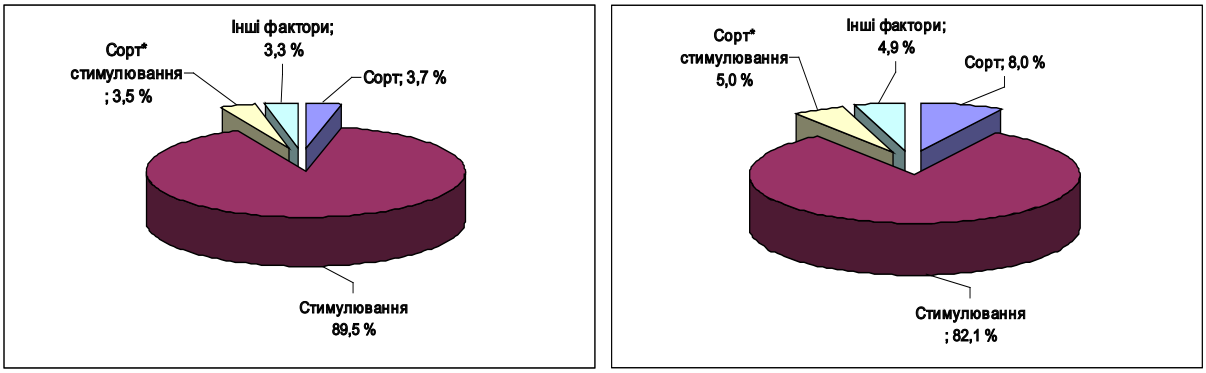
Дисперсійним аналізом встановлено, що найбільший вплив на енергію проростання і схожість мав фактор «стимулювання» – 89,5 та 82,1%, відповідно. Вплив інших факторів та їх взаємодії був незначним (рис. 2).

Щодо впливу факторів на лабораторну схожість насіння, то порівняно з енергією проростання та інтенсивністю появи проростків на ранніх етапах, спостерігалося зростання частки впливу фактора «гібрид», а також взаємодії факторів «гібрид*стимулювання». Натомість для енергії проростання та інтенсивності проростання ці чинники були незначними, а головну роль відігравав безпосередньо фактор «стимулювання».

Інтенсивність проростання насіння після стимулювання в поєднанні зі сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами суттєво позначилася на рівні польової схожості. У середньому за гібридами за однакових умов визначення найвищою польовою схожістю (так само як і лабораторною) характеризувалося насіння за безперервного стимулювання упродовж 8 годин – 79,2%. Цей спосіб стимулювання забезпечив отримання насіння, польова схожість якого була достовірно вищою як порівняно з контролем, так і з іншими варіантами стимулювання.

Гібриди по-різному реагували на способи стимулювання, що позначилося на рівні польової схожості. Найвищі показники польової схожості за всіх способів стимулювання зафіксовано за сівби насінням гібрида Рутенія. За безперервного стимулювання упродовж 8 годин польова схожість усіх гібридів була високою: у гібрида Рутенія вона становила 83,0%, Константа – 79,0% та Ольжич – 75,5%. За стимулювання упродовж 6 годин (3 рази по 2 години із зміною води) та упродовж 16 годин (по 8 годин двічі зі зміною води) польова схожість була дещо нижчою в усіх гібридів. Найменших значень цей показник набував за безперервного стимулювання упродовж 24 годин, а також упродовж 24 годин із триразовою зміною води через кожні 8 годин.

Кореляційно-регресійний аналіз виявив сильну лінійну кореляцію між лабораторною і польовою схожістю з коефіцієнтом детермінації $R^2$=0,8872 та коефіцієнтом кореляції r = 0,94 (рис. 3).




на енергію проростання на схожість

**Рис. 2. Вплив факторів на якість насіння залежно від стимулювання**

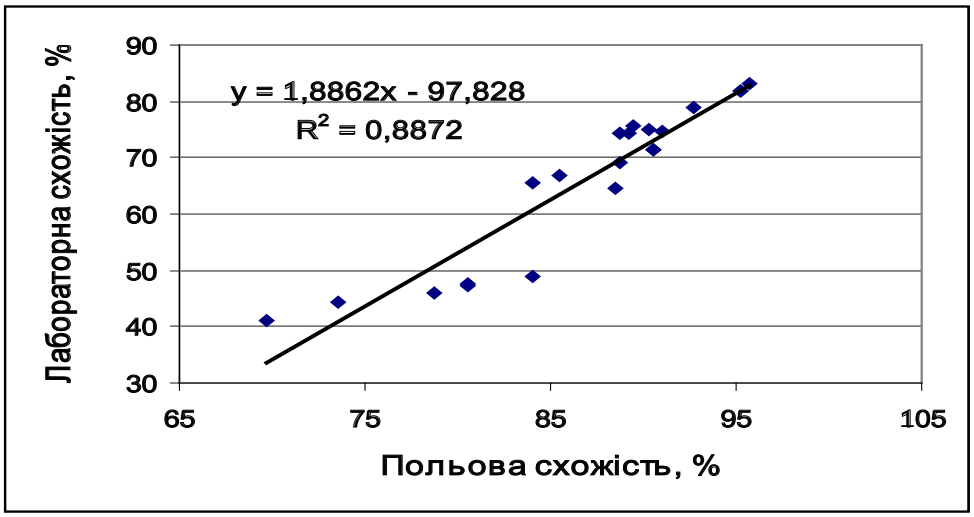



**Рис. 3. Залежність польової схожості насіння від лабораторної (середнє за 2024–2025 рр.)**

**Висновки.** Стимулювання насіння шляхом ініціювання проходження початкових фаз проростання завдяки зміні терміну експозиції його замочування у воді забезпечило достовірне підвищення інтенсивності його проростання на другу добу після сівби. Застосування цього прийому під час передпосівної підготовки насіння та сівба ним може забезпечити отримання дружних і рівномірних сходів у польових умовах. Найефективніше на стимулювання реагував гібрид Рутенія, у якого на другу добу (через 48 годин після сівби) отримано 62% проростків, що на 21% більше, ніж у контролі. Реакція гібридів Константа та Ольжич була дещо меншою: кількість пророслого насіння становила відповідно 56% та 55%, що перевищувало контрольні показники на 18% та 19%. За оптимальних способів стимулювання одержано найвищі показники енергії проростання та схожості насіння.

**Фінансування дослідження:** це дослідження виконане без зовнішнього фінансування.

**Конфлікт інтересів –** відсутній

**Авторський внесок:** усі автори цього дослідження погодилися з вимогами European Association of Science Editors (EASE) щодо внесків авторів та зазначили особистий внесок кожного: Поліщук В.В., Компанієць Є.О. зробили рівноцінний внесок за всіма напрямами (визначення концепції дослідження, підбір методів дослідження, розробка програмного забезпечення, валідація відтворюваності результатів, аналіз даних, проведення експерименту або збирання даних, забезпечення ресурсами та обладнанням, управління даними, підготовка рукопису – первинний текст, підготовка рукопису – перегляд і редагування, графічне представлення результатів, наукове керівництво, адміністрування процесу, залучення фінансування). Усі автори прочитали та схвалили остаточну версію рукопису.

**Декларація використання генеративного штучного інтелекту:** під час підготовки рукопису генеративні інструменти штучного інтелекту / ШІ-асистовані технології не використовувалися.

**References**

1. Derzhstandart Ukrainy (2007). Buriaky tsukrovi. Terminy ta vyznachennia poniat (DSTU 2153:2006) [Sugar beet. Terms and definitions (DSTU 2153:2006)]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 57 [in Ukrainian].

2. Doronin, V.A., Morhun, A.V., Morhun, I.A., Kravchenko,Yu.A.,Dryha,V.V.,Doronin,A.V.,Polishchuk,V.V., Mykolaiko, V.P., & Yatsenko, A.O. (2019). Formuvannia nasinnia tsukrovykh buriakiv ta sadyvnoho materialu miskantusu v umovakh kraplynnoho zroshennia [Formation of sugar beet seeds and miscanthus planting material under drip irrigation] : nauk. vyd. Uman: Vydavets Sochynskyi M.M., 194 [in Ukrainian].

3. Dryha, V.V., Doronin, V.A., Karpuk, L.M., Kravchenko, Yu.A., Doronin, V.V., Pavlychenko, A.A., & Shubenko, L.A. (2021). Sortuvannia nasinnia prosa prutopodibnoho (Panicum virgatum L.) za sukupnistiu oznak [Sorting of switchgrass (Panicum virgatum L.) seeds by a set of traits]. Ahrobiolohiia, 2, 50–56. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-50-56 [in Ukrainian].

4. Dryha, V.V., Doronin, V.A., Kravchenko, Yu.A., & Doronin, V.V. (2021). Sortuvannia nasinnia prosa prutopodibnoho za aerodynamichnymy vlastyvostiamy yak sposib pidvyshchennia yoho yakosti [Sorting of switchgrass seeds by aerodynamic properties as a method of improving their quality]. *Bioenerhetyka*, 2(18), 16–20. https://doi.org/10.47414/be.2.2021.244103 [in Ukrainian].

5. Dryha, V.V. (2021). Stratyfikatsiia yak sposib pidvyshchennia skhozhosti nasinnia prosa prutopodibnoho (*Panicum virgatum* L.) [Stratification as a method of improving the germination of switchgrass seeds (*Panicum virgatum* L.)]. *Bioenerhetyka*, 1(17), 16–18. https://doi.org/10.47414/be.1.2021.243938 [in Ukrainian].

ISSN 3083-7448 (PRINT)
ISSN 3083-7464 ONLINE)

6. BiBi, R., Elahi, N. N., Danish, S., Alahmadi, T. A., & Ansari, M. J. (2024). Enhancing germination and growth of canola (Brassica napus L.) through hydropriming and NaCl priming. Scientific Reports, 14(1), 14026. https://doi.org/10.1038/s41598-024-63948-2.

7. Smirnykh, V.M., Tyshchenko, M.V., Filonenko, S.V., Liashenko, V.V., & Nikitin, M.M. (2018). Rehuliator rostu roslyn «Hreinaktyv-S» pokrashchuie nasinnia tsukrovykh buriakiv [Plant growth regulator "Greinaktiv-S" improves sugar beet seeds]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 50–55 https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.08 [in Ukrainian].

8. Khodanitska, O.O. (2017). Osoblyvosti rostu roslyn buriaka za dii stymuliatoriv rozvytku [Features of beet plant growth under the influence of growth stimulants]. Available at: https://dspace.vspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/ a4c3f040-fb48-47ac-a998-44ddd21d5246/content [in Ukrainian].

9. Kolupaiev, Yu.Ie., Shakhov, I.V., & Kokorev, O.I. (2023). Praimuvannia nasinnia donoramy hazotransmiteriv i spolukamy z hormonalnoiu aktyvnistiu: rostovi ta stres-protektorni efekty [Seed priming with gasotransmitter donors and compounds with hormonal activity: growth and stress-protective effects*]. Fiziolohiia roslyn i henetyka* [Plant Physiology and Genetics], 55(2), 119–141. https://doi.org/10.15407/frg2023.02.119 [in Ukrainian].

10. Chisa, A. L., Mandizvo, T., Odindo, A., & Mafongoya, P. (2025). Effect of hydropriming on seedling growth of different Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces. *Agronomy*, 15(6), 1301. https://doi.org/10.3390/agronomy15061301

11. Liashenko, V., Sakhno, T., Tryhub, O., & Semenov, A.(2022). Physiological reaction ofplants ofFagopyrum esculentum Moench buckwheat varietiesunder different hydropriming regimes in the early stages of ontogenesis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 30–38. https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.03

12. Alipor, S., Taghvaei, M., Jalilian, A., Kazemeini, A., & Razi, H. (2019). Hydro-thermal priming enhance seed germination capacity and seedling growth in sugar beet. *Cellular and Molecular Biology*, 65(4), 90–96. https://doi.org/10.14715/cmb/2019.65.4.15

13. Chomontowski, C., Wzorek, H., & Podlaski, S. (2020). Impact of sugar beet seed priming on seed quality and performance under diversified environmental conditions of germination, emergence and growth. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39, 183–189. https://doi.org/10.1007/s00344-019-09973-2

14. Kirizii, D.A. (2023). Praimuvannia ta kros-adaptatsiia roslyn do abiotychnykh stresiv: stan problemy i perspektyvy [Priming and plant cross-adaptation to abiotic stresses: state of the problem and prospects]. Fiziolohiia roslyn i henetyka [Plant Physiology and Genetics], 55(2), 95–118. https://doi.org/10.15407/frg2023.02.095

15. Shokouhian, A., & Omidi, H. (2021). Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) germination indices and physiological properties affected by priming and genotype under salinity stress. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 8(4), 375–386. https://doi.org/10.15835/nbha49312063

16. Derzhstandart Ukrainy (1995). Nasinnia tsukrovykh buriakiv. Metod vyznachennia skhozhosti, odnorostkovosti ta dobroiakisnosti (DSTU 2292-93) [Sugar beet seeds. Method for determining germination, monogermity and quality (DSTU 2292-93)]. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

17. Fisher, R.A. (2006). Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 354.

18. Ermantraut, E.R., Prysiazhniuk, O.I., & Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6 : metod. vkazivky [Statistical analysis of agronomic experimental data in the STATISTICA 6 package: Methodological Guidelines.]. Kyiv, 55 [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 25.09.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.10.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 24.11.2026