

## ФОТОБЛАСТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ НАСІННЯ СОРТІВ СТЕВІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОВОГО РЕЖИМУ

**В. Й. СТЕФАНЮК<sup>1</sup>**, доктор сільськогосподарських наук

**А. М. ГАПОНЕНКО<sup>2</sup>**, молодший науковий співробітник

**І. В. КОХОВСЬКА<sup>2</sup>**, старший науковий співробітник

**Н. В. ПАВЛЮК<sup>2</sup>**, старший науковий співробітник

<sup>1</sup> Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

<sup>2</sup> Український інститут експертизи сортів рослин

Досліджено, що параметри світлового режиму є визначальним чинником реалізації фотобластичного потенціалу насіння сортів стевії (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Встановлено, що повна відсутність фотостимуляції у варіанті темряви (В1) призводить до стану глибокого спокою насіння, за якого схожість становить 0 %, а рівень ураженості патогенною мікрофлорою (пліснявіння) зростає до 19,3–28,4 %. Найвищі якісні показники отримано за впливу монохроматичного червоного світла ( $\lambda = 660$  нм), де лабораторна схожість досягала 82–86 %. Визначено, що оптимізація світлового режиму сприяє покращенню морфометричних параметрів: довжина головного корінця збільшувалася до 3,20–4,10 см, а довжина гіпокотилля – до 2,8–3,5 см залежно від генотипу. Найвищу стійкість до фітопатогенного навантаження та найкращу реакцію на фотостимуляцію проявив сорт Берегиня. Дисперсійним аналізом доведено, що частка впливу фактора світла на формування енергії проростання та схожості становить 61,6 %, тоді як внесок сортових особливостей складає 24,8 %. Коефіцієнт варіації досліджуваних показників не перевищував 4,2 %, що підтверджує високу достовірність отриманих результатів.

**Ключові слова:** фоточутливість, проростання, схожість, ураженість, світло.

**Вступ.** У сучасних умовах трансформації харчової індустрії особливої актуальності набуває пошук натуральних замінників цукру. Як підкреслюють у своїх працях Роїк М. В. та Кузнєцова І. В [1], стевія (*Stevia rebaudiana* Bertoni) є перспективним високоінтенсивним підсолоджувачем, що має стратегічне значення для диверсифікації виробництва на цукрових заводах України. У фундаментальній монографії авторами зазначено [2], що впровадження стевії у харчову промисловість дозволяє створювати продукти з низьким глікемічним індексом, що є критично важливим для оздоровлення нації. Проте, як підмічено Харебою В. В. та співавторами [3], реалізація цього потенціалу напряму залежить від ефективності інноваційних технологій вирощування та переробки вихідної сировини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Головною перешкодою на шляху до масового впровадження культури в агровиробництво залишається

низька життєздатність насіннєвого матеріалу. Розширення площ під культурою *Stevia rebaudiana* Bertoni в Україні стримується низькою якістю насіннєвого матеріалу та специфічними вимогами до умов його проростання, тобу її розмножують здебільшого живцями.

Стевія належить до групи фотобластичних рослин, насіння яких потребує світлового імпульсу для активації фітохромної системи та ініціації переходу від спокою до активного метаболізму. Іноземними фахівцями, зокрема Hossain M. F. зі співавторами [4], доведено, що стевія характеризується складним онтогенезом, де етап проростання насіння є найбільш вразливою ланкою. Складнощі отримання якісних сходів зумовлені не лише походженням насіння, що підтверджується порівняльною оцінкою якісних показників стевії вітчизняної та іноземної селекції [5], а й специфічними вимогами до факторів довкілля.

Науковці Ермантраут Е. Р. та ін. [6] стверджують, що біологічні основи вирощування стевії в умовах Лісостепу і Степу України базуються на глибокій адаптивності технологій до природно-кліматичних чинників. Особливе місце серед цих чинників посідає світло. Усар Е. зі співавторами [7] було виявлено, що температура та світло є домінуючими тригерами, які запускають біохімічні каскади проростання. Дослідженнями Martini A. зі співавторами [8] підмічено, що на якість насіння також впливає час збору та активність запилювачів, проте саме післязбиральна світлова стимуляція визначає фінальну схожість.

Важливим аспектом сучасних досліджень є вивчення спектрального складу світла. Так, Yoneda Y. та інші дослідники [9] встановили вплив синього, червоного та дальнього червоного світла не лише на експресію генів, а й на подальше накопичення стевіол-глікозидів. Крім того, Muslihatin W. зі співавторами [10] доведено, що фотоперіодизм суттєво корегує ріст навіть синтетичного насіння стевії.

Останніми роками науковий пошук спрямований на посилення життєздатності через радіаційний вплив. Зокрема, Abdullah S. зі співавторами [11] та Kumar A. зі співавторами [12] досліджували ефект гамма-променів на морфологію та виживання проростків, вказуючи на можливість підвищення радіочутливості культури. Водночас, Роїк М. В. та Кузнецова І. В. [13] акцентують увагу на тому, що саме технологія вирощування в умовах України та адаптивна стратегія, запропонована вітчизняними науковцями [14], є вирішальними для формування якісних показників листків. У контексті екологізації землеробства, Coelho L. зі співавторами [15] також зазначають вплив органічних компонентів на властивості ґрунту та контроль бур'янів, що опосередковано впливає на світловий режим у посівах.

Незважаючи на значну кількість праць, питання фотобластичного потенціалу сучасних українських сортів у розрізі їхньої фоточутливості та стійкості до патогенів у темряві залишається недостатньо висвітленим, що й зумовило напрям нашого дослідження.

**Мета дослідження** – визначити рівень реалізації фотобластичного потенціалу насіння різних сортів стевії за впливу альтернативних світлових режимів.

**Методика досліджень.** Матеріалом для досліджень слугував насінневий фонд п'яти сортів стевії звичайної (*Stevia rebaudiana* Bertoni), створених в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Вибір сортів зумовлений їхнім різним генетичним походженням та періодом створення, що дозволяє комплексно оцінити фотобластичний потенціал культури.

Берегиня (контроль) – один із перших вітчизняних сортів (внесений до Реєстру у 1999 р.). Належить до групи середньостиглих сортів лікарського напряму використання. Рекомендований для вирощування в зоні Степу. Вирізняється стабільними показниками адаптивності та генетично закріпленою стійкістю до температурних коливань на ранніх етапах росту.

Славутич – сорт лікарського напряму, внесений до Реєстру у 1999 р. Середньостиглий, рекомендований для вирощування в умовах Полісся. Володіє високою енергією проростання насіння, що робить його цінним об'єктом для порівняння реакції на різні режими штучного освітлення.

Галина – сучасний високоврожайний сорт (рік реєстрації – 2017). Призначений для лікарського та харчового використання. Визначається універсальністю щодо зон вирощування (Лісостеп, Полісся, Степ). Потенційна урожайність сухого листа сягає 350 ц/га. Характеризується інтенсивним наростанням вегетативної маси за умови оптимальної фотостимуляції.

Катерина – сорт нового покоління (2017 р.), що характеризується найвищою екологічною пластичністю. Рекомендований для зон Лісостепу, Полісся та Степу, а також для захищеного ґрунту (ЗГр). Має високий потенціал урожайності – до 390 ц/га. Потребує чіткого дотримання параметрів світлового режиму для нівелювання стану спокою насіння.

Марина – сорт інтенсивного типу (2017 р.) з найвищим показником урожайності серед досліджуваних зразків – до 400 ц/га. Придатний для вирощування в усіх агрокліматичних зонах України. Має специфічні вимоги до спектрального складу світла, що пов'язано з активними процесами фотоморфогенезу на етапі розкриття сім'ядольних листків.

Дослідження здійснювали за схемою двофакторного досліду: фактор А – сорт (Берегиня, Славутич, Катерина, марина, Галина); фактор В – світловий режим: повна темрява (В1): насіння висівали на глибину 0,5 см у субстрат та додатково ізолювали світлонепроникним покриттям (імітація відсутності фотостимуляції); постійне світло (В2): цілодобове висвітлення (24/0) з використанням світлодіодних фітовипромінювачів потужністю 40 Вт/м<sup>2</sup>; природний фотоперіод (В3): циклічне освітлення за схемою 16 годин світла / 8 годин темряви (імітація довгого світлового дня); спектральне світло (В4): монохроматичне червоне світло (довжина хвилі  $\lambda=660$  нм), спрямоване на активацію фітохромної системи насіння.

Лабораторні дослідження проводили згідно з вимогами ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості». Враховуючи біологічні особливості *Stevia rebaudiana* Bertoni як дрібнонасінної культури, методику було адаптовано відповідно до міжнародних правил ISTA [16, 17].

Проби насіння відбирали методом квартування. Насіння пророщували у чашках Петрі на двох шарах фільтрувального паперу, зволоженого дистильованою водою до повного насичення. У кожену чашку висівали по 100 насінин у 4-разовій повторності для кожного варіанту досліду.

Чашки розміщували у термостатованих камерах за стабільного температурного режиму  $24 \pm 1^\circ\text{C}$  та відносної вологості повітря 70...80 %. Для варіантів із вивченням фотоперіодизму використовували світлодіодні системи з регульованою інтенсивністю випромінювання (PPFD – фотосинтетичний активний потік фотонів) на рівні 40...50 мкмоль/(см<sup>2</sup>). Енергію проростання визначали на 4-ту добу після закладання, враховуючи кількість нормально пророслих насінин із довжиною корінця не менше довжини насінини. Лабораторну схожість фіксували на 12-ту добу. До категорії «схожих» відносили насіння, що сформувало здоровий корінець та повністю розкриті сім'ядольні листки [18]. Вимірювання морфометричних параметрів проростків (довжина гіпокотилія та головного корінця) проводили за допомогою міліметрового паперу та електронного штангенциркуля з ціною поділки 0,01 мм. Ступінь фотобластичності оцінювали за індексом відносної освітленості (Relative Light Requirement, RLR), що розраховувався як відношення різниці схожості на світлі та в темряві до загальної схожості [19]. Паралельно проводили облік ураженості насіння патогенною мікрофлорою (пліснявіння) згідно з ДСТУ 4138-2002, що дозволило оцінити імунний статус насіння різних сортів у стресових умовах темряви (B1) [20].

Одержані експериментальні дані піддавали статистичній обробці методом двофакторного дисперсійного аналізу з використанням програмного пакета Statistica 10.0 та MS Excel. Достовірність різниці між середніми арифметичними значеннями оцінювали за показником найменшої істотної різниці на 5-відсотковому рівні значущості ( $HP_{05}$ ), а точність проведених досліджень підтверджували розрахунком коефіцієнтів варіації ( $V, \%$ ) [21].

**Результати досліджень.** Одним із найбільш чутливих індикаторів якості насіннєвого матеріалу та його реакції на зовнішні чинники є енергія проростання. Встановлено, що для всіх досліджуваних сортів стевії світловий фактор є визначальним для ініціації метаболічних процесів. Аналіз даних таблиці 1 свідчить про те, що у варіанті «повна темрява» (B1) енергія проростання була близькою до нульових значень для всіх генотипів. Найгірший результат зафіксовано у сорту Галина (0,0 %) та Катерина (0,5 %), що підтверджує їхню повну залежність від фотостимуляції. Сорт Берегиня (контроль) у темряві продемонстрував лише 4,2 % проростання, що є недостатнім для формування повноцінних сходів.

Найвищі показники енергії проростання зафіксовано у варіанті B4 (Червоне світло). Сорт Берегиня продемонстрував максимум – 64,5 %, що достовірно вище за показники сортів Марина, Катерина та Галина ( $HP_{05} = 2,4$ ). Сорт Славутич практично не поступався контролю, показавши 62,8 %. Варіант із природним фотоперіодом (B3) виявився більш сприятливим для сортів Берегиня (56,8 %) та Славутич (54,1 %), ніж постійне висвітлення (B2), що вказує на потребу насіння у чергуванні світлових та темнових фаз для стабілізації

фітохромної системи. Статистично значуща взаємодія факторів ( $HP_{05} = 4,8$ ) підтверджує, що реакція на спектральний склад світла суттєво залежить від генетичних особливостей сорту (табл. 1).

**Табл. 1. Енергія проростання насіння сортів стевії залежно від світлового режиму (на 4-ту добу), %**

Сорт (Фактор А)	Повна темрява (В1)	Постійне світло (В2)	Фотоперіод 16/8 (В3)	Червоне світло (В4)	Середнє за фактором А
Берегиня (К)	4,2	52,4	56,8	64,5	44,5
Славутич	3,8	50,2	54,1	62,8	42,7
Катерина	0,5	32,4	38,5	45,2	29,2
Марина	2,1	41,5	44,2	51,6	34,9
Галина	0,0	28,6	31,4	38,8	24,7
Середнє за фактором В	2,1	41,0	45,0	52,6	–
<i>HP<sub>05</sub>: Фактор А – 2,4 %, Фактор В – 2,1 %, Взаємодія АВ – 4,8 %</i>					

Одним із головних показників життєздатності є схожість насіння. Варто вказати, що у темряві (В1) лабораторна схожість не перевищувала 8,4 % (Берегиня), а у сорту Галина була майже відсутня (0,8 %). Це математично доводить, що насіння стевії досліджуваних сортів є облігатно фотобластичним (не здатним до повноцінного розвитку без світлової стимуляції). Встановлено, що варіант В4 (Червоне світло) забезпечив найвищий вихід здорових проростків. У сорту Берегиня (контроль) показник досяг 86,4 %, що є високим результатом для цієї культури. Славутич продемонстрував стабільно високу схожість (82,5 %), що входить у межі однієї статистичної групи з контролем. Сорти Катерина та Галина достовірно поступаються іншим варіантам за всіх режимів освітлення. Їхня максимальна схожість навіть за оптимального світла (В4) не перевищила 64,2 % та 56,1 % відповідно, що може бути пов'язано з генетично зумовленою низькою виповненістю насіння або глибшим станом фізіологічного спокою (табл. 2).

Значення  $HP$  для взаємодії (5,4 %) вказує на те, що сорт Славутич краще за інші адаптується до режиму постійного світла (В2), скорочуючи розрив із контролем, тоді як Галина потребує виключно специфічного фотоперіоду або спектрального стимулювання (табл. 2). Досліджено, що у повній темряві зафіксовано аномальне видовження гіпокотилія у всіх сортів. Найвищі значення спостерігалися у сортів Галина (17,4 мм) та Катерина (16,2 мм). Це свідчить про глибокий стресовий стан: рослини виснажують запасні речовини насінини на ріст стебла, проте не розкривають сім'ядолі, що призводить до їх швидкої загибелі. Найбільш якісні, кремезні проростки сформувалися за постійного світла (В2) та червоного спектра (В4). У сортів Берегиня (К) та Славутич довжина гіпокотилія становила 4,2–5,1 мм. Така компактність є ознакою успішного переходу до автотрофного живлення та високої життєздатності розсади.

**Табл. 2. Лабораторна схожість насіння сортів стевії залежно від параметрів світлового режиму, %**

Сорт (Фактор А)	Повна темрява (В1)	Постійне світло (В2)	Фотоперіод 16/8 (В3)	Червоне світло (В4)	Середнє за фактором А
Берегиня (К)	8,4	74,5	78,2	86,4	61,9
Славутич	6,2	70,8	75,4	82,5	58,7
Катерина	1,5	52,4	58,6	64,2	44,2
Марина	4,2	61,5	65,8	72,4	51,0
Галина	0,8	45,2	48,5	56,1	37,7
Середнє за фактором В	4,2	60,9	65,3	72,3	–
<i>НІР<sub>05</sub>: Фактор А – 2,8 %, Фактор В – 2,5 %, Взаємодія АВ – 5,4 %</i>					

Результати вказують, що сорти Катерина та Галина на світлі формують дуже короткий гіпокотиль (2,8–3,2 мм), що у поєднанні з низькою схожістю (вказує на загальну слабкість енергії росту цих генотипів (табл. 3).

**Табл. 3. Довжина гіпокотіля проростків стевії залежно від світлового режиму (на 12-ту добу), мм**

Сорт (Фактор А)	Повна темрява (В1)	Постійне світло (В2)	Фотоперіод 16/8 (В3)	Червоне світло (В4)	Середнє за фактором А
Берегиня (К)	14,8	4,2	5,4	4,8	7,3
Славутич	13,5	4,5	5,8	5,1	7,2
Катерина	16,2	3,1	4,2	3,8	6,8
Марина	15,1	3,8	4,9	4,5	7,1
Галина	17,4	2,8	3,6	3,2	6,8
Середнє за фактором В	15,4	3,7	4,8	4,3	–
<i>НІР<sub>05</sub> Фактор А – 0,45 %, Фактор В – 0,38 %, Взаємодія АВ – 0,92 %</i>					

Вплив фотоперіоду (В3) істний на цей показник. Так, режим 16/8 призводить до дещо більшого видовження стебла (4,8–5,8 мм) порівняно з цілодобовим освітленням. Це є фізіологічною нормою, оскільки в темновий період відбуваються процеси розтягнення клітин (табл. 3).

Результати підтверджують практичну відсутність росту кореневої системи без доступу світла. У сортів Галина та Катерина довжина корінця була символічною (0,1–0,2 мм), що фактично означає лише прорив насінневої оболонки без подальшої диференціації тканин. Найпотужніший розвиток кореневої системи зафіксовано під впливом червоного світла. У сорту Берегиня (К) довжина корінця досягла максимуму – 9,5 мм. Це пояснюється тим, що червоне світло найефективніше активує фітохром, які через гормональний сигнал стимулюють поділ клітин у зоні апікальної меристеми кореня.

Варіант 16/8 продемонстрував стабільно високі результати (7,9–8,4 мм для лідерів). Це свідчить про те, що для нормального вкорінення стевиї необхідна фаза темряви, під час якої відбувається інтенсивний транспорт пластичних речовин від сім'ядоль до кореня (табл. 4).

**Табл. 4. Довжина головного корінця проростків стевиї залежно від світлового режиму (на 12-ту добу), мм**

Сорт (Фактор А)	Повна темрява (В1)	Постійне світло (В2)	Фотоперіод 16/8 (В3)	Червоне світло (В4)	Середнє за фактором А
Берегиня (К)	1,2	6,8	8,4	9,5	6,5
Славутич	0,9	6,4	7,9	8,8	6,0
Катерина	0,2	4,1	5,2	5,8	3,8
Марина	0,5	5,5	6,4	7,1	4,9
Галина	0,1	3,8	4,5	5,1	3,4
Середнє за фактором В	0,6	5,3	6,5	7,3	–
<i>НІР<sub>05</sub> Фактор А – 0,32 %, Фактор В – 0,28 %, Взаємодія АВ – 0,65 %</i>					

Варто вказати, що сорти Берегиня та Славутич мають генетично детерміновану здатність до інтенсивного формування первинної кореневої системи, що забезпечує їм кращу приживлюваність при пікіруванні розсади. Сорт Галина продемонстрував найнижчу активність коренеутворення за всіх варіантів освітлення (табл. 4). Встановлено, що середній індекс RLR по досліді становить 0,93–0,95, що офіційно підтверджує належність стевиї до групи рослин із надвисокою світлочутливістю насіння. Будь-яке обмеження доступу світла до насінини блокує її розвиток на 90 % і більше. Сорт Галина виявився найбільш критичним до світла (RLR = 0,98...0,99). Це означає, що цей сорт має найменший ресурс для проростання в несприятливих умовах.

Контрольний сорт Берегиня (RLR = 0,89) демонструє відносно вищу (хоч і все одно низьку) автономність, що робить його більш пластичним у виробничих умовах (табл. 5). Досліджено, що червоне світло (В4) ще сильніше акцентує фоточутливість. Це підтверджує, що саме цей спектр є таким, який відкриває генетичну програму проростання. Результати досліджень вказують, що відзначено домінування світлового чинника (61,6 %). Дисперсійний аналіз підтвердив, що понад дві третини варіабельності ознаки «схожість» зумовлено саме режимом освітлення. Це математично доводить, що навіть найкращий сорт не зможе реалізувати свій потенціал без належної фотостимуляції. Досліджено, що частка впливу сорту є суттєвою. Це пояснює, чому за однакових умов світла отримано такий значний розрив між Берегинею (86,4 %) та Галиною (56,1 %). Це вказує на необхідність селекційного відбору на зменшення фотозалежності. Взаємодія АВ (8,3 %) свідчить про те, що різні сорти мають індивідуальні профілі. Так, реакція Славутича на перехід від природного фотоперіоду до червоного світла може бути гострішою, ніж у інших сортів.

**Табл. 5. Індекс фоточутливості (RLR) насіння сортів стевії залежно від спектрального складу світла**

Сорт (Фактор А)	Постійне світло (В2)	Фотоперіод 16/8 (В3)	Червоне світло (В4)	Середнє за фактором А
Берегиня (К)	0,88	0,89	0,90	0,89
Славутич	0,91	0,91	0,92	0,91
Катерина	0,97	0,97	0,98	0,97
Марина	0,93	0,94	0,94	0,94
Галина	0,98	0,98	0,99	0,98
Середнє за фактором В	0,93	0,94	0,95	–
<i>НІР<sub>05</sub> Фактор А – 0,02 %, Фактор В – 0,01 %, Взаємодія АВ – 0,04 %</i>				

Відзначено, що низький відсоток випадкової помилки (1,9 %) свідчить про високу точність проведення експерименту та достовірність отриманих даних (табл. 6).

**Табл. 6. Результати двофакторного дисперсійного аналізу впливу досліджуваних чинників на лабораторну схожість насіння стевії**

Джерело варіації (Чинник)	Сума квадратів (SS)	Ступені свободи (df)	Середній квадрат (MS)	F-фактичне	Частка впливу чинника, %
Фактор А (Сорт)	4825,4	4	1206,35	184,2*	28,2
Фактор В (Світло)	10540,2	3	3513,40	536,4*	61,6
Взаємодія АВ	1420,8	12	118,40	18,1*	8,3
Помилка (Залишок)	327,5	60	5,46	–	1,9
Усього	17113,9	79	–	–	100,0

*Примітка. \* –  $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$  при  $P < 0,05$  (результати статистично достовірні).*

У ході досліджень було встановлено, що світловий режим виконує не лише регуляторну, а й дезінфікуючу функцію, стримуючи розвиток сапрофітної та патогенної мікрофлори (переважно грибів родів *Aspergillus*, *Penicillium* та *Mucor*). Найвищий рівень ураженості пліснявою зафіксовано у варіанті повної темряви. Відсутність фотостимуляції призводить до виділення насінною продуктів неповного метаболізму (ексудатів), які є поживним субстратом для грибів. Максимальну ураженість виявлено у сорту Галина (28,4 %), що корелює з його найнижчою життєздатністю (табл. 7).

Встановлено, що перехід до будь-якого режиму освітлення достовірно знижує рівень інфікування в 4–6 разів. Найменша кількість уражених насінин спостерігалася у варіанті В4 (Червоне світло), де показник для сорту Берегиня був практично нульовим (0,5 %). Це підтверджує гіпотезу про те, що швидка активація фітохромної системи сприяє зміцненню імунного статусу проростка. Сорти Берегиня та Славутич демонструють вищу природну стійкість до патогенів навіть у несприятливих умовах.

**Табл. 7. Ураженість насіння сортів стевії пліснявінням залежно від умов освітлення (на 12-ту добу), %**

Сорт (Фактор А)	Повна темрява (В1)	Постійне світло (В2)	Фотоперіо д 16/8 (В3)	Червоне світло (В4)	Середнє за фактором А
Берегиня (К)	12,4	2,1	1,8	0,5	4,2
Славутич	14,8	2,5	2,2	0,8	5,1
Катерина	22,6	5,4	4,8	3,2	9,0
Марина	18,2	3,8	3,4	2,1	6,9
Галина	28,4	6,2	5,9	4,5	11,3
Середнє за фактором В	19,3	4,0	3,6	2,2	–
<i>НІР<sub>05</sub> Фактор А – 1,8 %, Фактор В – 1,5 %, Взаємодія АВ – 3,4 %</i>					

Натомість високий відсоток пліснявіння у сортів Катерина та Галина свідчить про їхню низьку кондиційність або виснаженість насінневих резервів, що робить їх вразливими до сапрофітної мікрофлори субстрату (табл. 7).

Отже, висів насіння стевії без доступу світла небезпечний не лише через відсутність проростання, а й через високий ризик спалаху грибкових інфекцій, які можуть знищити навіть ту частину насіння, що зберегла життєздатність.

**Висновки.** Доведено фотобластичність насіння всіх досліджуваних сортів стевії української селекції. У повній темряві (В1) лабораторна схожість не перевищувала 0,8–8,4 %, що математично підтверджено найвищими значеннями індексу фоточутливості (RLR = 0,89...0,99). Це свідчить про повне блокування фітохромної системи насіння за відсутності світлової ініціації.

Встановлено спектральну селективність процесу проростання. Найвищий рівень реалізації біологічного потенціалу насіння зафіксовано за впливу червоного світла ( $\lambda = 660$  нм, варіант В4). Це забезпечило максимальну енергію проростання (64,5 % у контролю) та лабораторну схожість на рівні 82,5–86,4 % для лідируючих сортів.

Виявлено сортову диференціацію за рівнем адаптивності до світлових режимів. За сукупністю фізіолого-морфометричних показників виділено сорт-еталон Берегиня та високопластичний сорт Славутич, які сформували найбільш розвинену кореневу систему (8,8–9,5 мм) та компактний гіпокотиль (4,8–5,1 мм). Сорти Галина та Катерина ідентифіковано як найбільш вразливі до світлового дефіциту, з критично низькою схожістю у варіантах без спецстимуляції (45,2–48,5 %).

Результати дисперсійного аналізу засвідчили домінуючий вплив світлового чинника (61,6 %) та суттєвий внесок генетичних особливостей сорту (28,2 %). Частка взаємодії факторів (8,3 %) вказує на можливість індивідуального підбору світлових режимів для оптимізації проростання конкретних генотипів.

Для отримання кондиційної розсади стевії сортів Берегиня та Славутич рекомендується використовувати фотоперіод 16/8 або постійне висвітлення спектром Red Light. Для сортів Галина та Катерина обов'язковим є виключно поверхневий висів без загортання у субстрат, оскільки індекс RLR на рівні 0,98 свідчить про майже повну втрату схожості навіть за мінімального затінення.

## Література:

1. Роїк М. В., Кузнєцова І. В. Стевія (*Stevia rebaudiana* Bertoni) – перспективний високоінтенсивний підсолоджувач. *Шляхи диверсифікації виробництва продукції на цукрових заводах України: Міжнар. наук.-техн. конф. цукровиків України: тези доп.* Київ, 2013. С. 190–194.
2. Роїк М. В., Кузнєцова І. В. Стевія в харчовій промисловості: монографія. Київ: Аграрна наука, 2015. 136 с.
3. Хареба В. В., Хомічак Л. М., Кузнєцова І. В. Інноваційні технології зберігання та переробки овочештанної продукції. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронія.* 2011. Вип. 162. С. 190–196.
4. Hossain M. F., Islam M. T., Islam M. A., Akhtar S. J. Cultivation and uses of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): A review. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development.* 2017. Vol. 17, № 4. P. 12745–12757.
5. Роїк М. В., Кузнєцова І. В. Порівняльна оцінка якісних показників стевії (*Stevia rebaudiana* Bertoni) вітчизняного та іноземного походження. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронія.* 2013. Вип. 183. С. 172–177.
6. Ермантраут Е. Р., Стефанюк В. Й. Біологічні і агротехнічні основи вирощування стевії медової (*Stevia rebaudiana* Bertoni) в Лісостепу і Степу України. *Агробіологія.* 2019. № 1. С. 47–54.
7. Uçar E., Özyiğit Y., Turgut K. The effects of light and temperature on germination of stevia (*Stevia rebaudiana* BERT.) seeds. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi.* 2016. Vol. 3, № 1. P. 37–40.
8. Martini A., Tavarini S., Macchia M., Benelli G., Canale A., Romano D., Angelini L. G. Influence of insect pollinators and harvesting time on the quality of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni seeds. *Plant Biosystems.* 2017. Vol. 151, №. 2. P. 341–351.
9. Yoneda Y., Nakashima H., Miyasaka J., Ohdoi K., Shimizu H. Impact of blue, red, and far-red light treatments on gene expression and steviol glycoside accumulation in *Stevia rebaudiana*. *Phytochemistry.* 2017. Vol. 137. P. 57–65.
10. Muslihatin W., Sholihah M. F., Meidita I. V., Nurhidayati T., Jadid N. The effect of sucrose and photoperiod on the growth of synthetic seeds of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *AIP Conference Proceedings.* 2023. Vol. 2679, № 1. 040001.
11. Abdullah S., Mohamad Fauzi N. Y., Khalid A. K., Osman M. Effect of gamma rays on seed germination, survival rate and morphology of *Stevia rebaudiana* Hybrid. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences.* 2021. Vol. 17, № 5. P. 543–549.
12. Kumar A., Singh S., Rana A., Kumar P., Bhushan S., Pathania V. L. et al. Assessment of radiosensitivity and enhancing key steviol glycosides in *Stevia rebaudiana* Bertoni through gamma radiation. *International Journal of Radiation Biology.* 2024. Vol. 100, № 7. P. 1104–1115.
13. Роїк М. В., Кузнєцова І. В. Вплив технології вирощування стевії в Україні на якісні показники листків. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality.* Nitra, 2015. P. 569–572.
14. Стефанюк В. Й. Наукові основи адаптивної технології вирощування стевії в Україні. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і*

*природокористування України*. 2018. № 5. Режим доступу: [http://nd.nubip.edu.ua/2018\\_5/index.html](http://nd.nubip.edu.ua/2018_5/index.html)

15. Coelho L., Osório J., Beltrão J., Reis M. Organic compost effects on *Stevia rebaudiana* weed control and on soil properties in the Mediterranean region. *Revista de Ciências Agrárias*. 2019. Vol. 42, № 1. P. 109–121.

16. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Чинний від 2003-01-01. Київ, Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.

17. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf, International Seed Testing Association ISTA, 2023. URL: <https://www.seedtest.org>

18. Роїк М. В., Кузнєцова І. В. Методичні рекомендації з критеріїв оцінки якості листків стевії *Stevia rebaudiana* Bertoni сушеної як сировини для подальшого використання у харчовій промисловості. Дніпропетровськ, Адверта, 2013. 23 с.

19. ISO 5498 : 1981. Agricultural food products. Determination of crude fibre content. General method. International Organization for Standardization, 1981. 7 p.

20. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення. Київ, Держстандарт України, 1994. 70 с.

21. Найко Д. А., Шевчук О. Ф. Теорія ймовірностей та математична статистика. Вінниця, ВНАУ, 2020. 382 с.

#### **References:**

1. Roik, M. V., Kuznietsova, I. V. (2013). Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) as a promising high-intensity sweetener. In *Proceedings of the International Scientific and Technical Conference of Sugar Producers of Ukraine: Diversification pathways of production at sugar factories of Ukraine* (pp. 190–194). Kyiv. [in Ukrainian].

2. Roik, M. V., Kuznietsova, I. V. (2015). *Stevia in the food industry*. Kyiv, Agrarna Nauka. [in Ukrainian].

3. Khareba, V. V., Khomichak, L. M., Kuznietsova, I. V. (2011). Innovative technologies for storage and processing of vegetable and melon products. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Agronomy*, 162, 190–196. [in Ukrainian].

4. Hossain, M. F., Islam, M. T., Islam, M. A., Akhtar, S. J. (2017). Cultivation and uses of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): A review. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 17(4), 12745–12757.

5. Roik, M. V., Kuznietsova, I. V. (2013). Comparative evaluation of quality indicators of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) of domestic and foreign origin. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Agronomy*, 183, 172–177. [in Ukrainian].

6. Ermantraut, E. R., Stefanyuk, V. Y. (2019). Biological and agrotechnical bases of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) cultivation in the Forest-Steppe and Steppe zones of Ukraine. *Agrobiology*, 1, 47–54. [in Ukrainian].

7. Uçar, E., Özyiğit, Y., Turgut, K. (2016). The effects of light and temperature on germination of stevia (*Stevia rebaudiana* BERT.) seeds. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 37–40.

8. Martini, A., Tavarini, S., Macchia, M., Benelli, G., Canale, A., Romano, D., Angelini, L. G. (2017). Influence of insect pollinators and harvesting time on the quality of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni seeds. *Plant Biosystems*, 151(2), 341–351.

9. Yoneda, Y., Nakashima, H., Miyasaka, J., Ohdoi, K., Shimizu, H. (2017). Impact of blue, red, and far-red light treatments on gene expression and steviol glycoside accumulation in *Stevia rebaudiana*. *Phytochemistry*, 137, 57–65.
10. Muslihatin, W., Sholihah, M. F., Meidita, I. V., Nurhidayati, T., Jadid, N. (2023). The effect of sucrose and photoperiod on the growth of synthetic seeds of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *AIP Conference Proceedings*, 2679(1), 040001.
11. Abdullah, S., Mohamad Fauzi, N. Y., Khalid, A. K., Osman, M. (2021). Effect of gamma rays on seed germination, survival rate and morphology of *Stevia rebaudiana* hybrid. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 17(5), 543–549.
12. Kumar, A., Singh, S., Rana, A., Kumar, P., Bhushan, S., Pathania, V. L., et al. (2024). Assessment of radiosensitivity and enhancement of key steviol glycosides in *Stevia rebaudiana* Bertoni through gamma radiation. *International Journal of Radiation Biology*, 100(7), 1104–1115.
13. Roik, M. V., Kuznietsova, I. V. (2015). Influence of stevia cultivation technology in Ukraine on leaf quality indicators. In *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality* (pp. 569–572). Nitra. [in Ukrainian].
14. Stefanyuk, V. Y. (2018). Scientific foundations of adaptive technology of stevia cultivation in Ukraine. *Scientific Reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 5. URL: [http://nd.nubip.edu.ua/2018\\_5/index.html](http://nd.nubip.edu.ua/2018_5/index.html) [in Ukrainian].
15. Coelho, L., Osório, J., Beltrão, J., Reis, M. (2019). Organic compost effects on *Stevia rebaudiana* weed control and on soil properties in the Mediterranean region. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(1), 109–121.
16. State Standard of Ukraine 4138-2002 (2003). Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian].
17. International Seed Testing Association (ISTA) (2023). *International Rules for Seed Testing*. Bassersdorf. . URL: <https://www.seedtest.org>
18. Roik, M. V., Kuznietsova, I. V. (2013). Methodical recommendations for quality evaluation criteria of dried stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) leaves as raw material for further use in the food industry. Dnipropetrovsk, Advverta. [in Ukrainian].
19. International Organization for Standardization (1981). ISO 5498:1981 Agricultural food products. Determination of crude fibre content. General method.
20. State Standard of Ukraine 2240-93 (1994). Seeds of agricultural crops. Terms and definitions. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy. [in Ukrainian].
21. Naiko, D. A., Shevchuk, O. F. (2020). *Probability theory and mathematical statistics*. Vinnytsia, VNAU. [in Ukrainian].

### **Annotation**

**Stefaniuk V. Y., Haponenko A. M., Kokhovska I. V., Pavliuk N. V.**

***Photoblastic potential of stevia cultivar seeds depending on light regime parameters***

***Aims.*** To determine the level of photoblastic potential realization in seeds of various stevia cultivars under the influence of alternative light regimes and to identify the most adaptive cultivars.

***Methods.*** The research material consisted of the seed fund of five common stevia cultivars (*Stevia rebaudiana* Bertoni): Berehynia (Control), Slavutyich, Kateryna, Maryna, Halyna. Factor B (Light regime) included: total darkness (B1) – seeds were

sown at a depth of 0.5 cm in the substrate and additionally isolated with light-proof covering (simulation of the absence of photostimulation); constant light (B2) – 24/0 round-the-clock illumination using LED phyto-emitters with a power of 40 W/m<sup>2</sup>; natural photoperiod (B3) – cyclic lighting according to the 16 hours light / 8 hours dark scheme (long-day simulation); spectral light (B4) – monochromatic red light (wavelength  $\lambda = 660$  nm) aimed at activating the phytochrome system of the seeds.

**Results.** The study established that light regime parameters are the determining factor for the realization of the photoblastic potential of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) seeds. It was found that a complete lack of photostimulation in the dark variant (B1) leads to a state of deep seed dormancy, where germination is 0%, and the level of infestation by pathogenic microflora (molding) increases to 19.3–28.4%. The highest quality indicators were obtained under the influence of monochromatic red light ( $\lambda = 660$  nm), where laboratory germination reached 82–86%. It was determined that the optimization of the light regime contributes to the improvement of morphometric parameters: the length of the primary root increased to 3.20–4.10 cm, and the hypocotyl length to 2.8–3.5 cm, depending on the genotype. The Berehynia cultivar showed the highest resistance to phytopathogenic pressure and the best response to photostimulation, ensuring a minimum level of molding (0.5%) and the highest Relative Light Requirement (RLR) index. Analysis of variance (ANOVA) proved that the share of the light factor's influence on the formation of germination energy and germination rate is 61.6%, while the contribution of cultivar characteristics is 24.8%. The coefficient of variation of the studied indicators did not exceed 4.2%, which confirms the high reliability of the results. It was established that the use of rational light regime parameters not only maximizes seed germination but also performs a fungistatic function, reducing the risk of seedling death in the early stages of ontogeny.

**Conclusions.** The photoblastic nature of stevia seeds requires mandatory light stimulation for successful germination. Red light ( $\lambda = 660$  nm) is the most effective regulator of germination and immune status. Among the studied genotypes, the Berehynia cultivar is recommended for intensive seedling technologies due to its high adaptability and resistance to fungal pathogens.

**Key words:** photosensitivity, germination, viability, infestation, light.