

УДК 581.138.1 : 631.8 : 633.81

DOI <https://doi.org/10.32782/2450-8640.2022.1.2>

*Галина Миколаївна Клепач,*

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та хімії  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна  
orcid.org/0000-0003-0784-8373, Scopus Author ID: 6508046859,  
Scopus Author ID: 35490960800, e-mail: pavlishko@yahoo.com

*Оксана Миколаївна Лупак,*

кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри медико-біологічних дисциплін, екології та географії  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна  
orcid.org/0000-0002-1969-8643, e-mail: oksana\_lupak@ukr.net

*Мар'яна Іванівна Дякунчак,*

здобувач вищої освіти бакалаврського рівня спеціальності 091 Біологія  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна  
e-mail: marianadiakunchak@gmail.com

*Микола Петрович Шпек,*

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології та хімії  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна  
orcid.org/0000-0001-5042-0482, e-mail: shpek.mp@gmail.com

*Галина Ярославівна Ковальчук,*

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та хімії  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна  
orcid.org/0000-0002-5261-8422, e-mail: galynakovalchuk5@gmail.com

## **ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ МІКРОДОБРИВОМ «АВАТАР-2 ОРГАНІК» НА ЛАБОРАТОРНУ ТА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ *CALENDULA OFFICINALIS* L.**

**Анотація.** Мікродобриво «Аватар-2 Органік» є препаратом нового покоління, що містить важливі для росту й розвитку рослин мікроелементи у біологічно доступній формі наносполук, отримані ерозійно-вибуховим методом. Будучи екологічно чистим препаратом, мікродобриво може бути перспективним до застосування у технологіях вирощування лікарської сировини *Calendula officinalis* за передпосівної обробки насіння та обприскування вегетуючих рослин. Тому метою роботи було вивчити вплив різних норм мікродобрива «Аватар-2 Органік» способом передпосівної обробки насіння *C. officinalis* L. на прикладі сорту Березотіцька сонячна на енергію його проростання, лабораторну та польову схожість у ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття, а також на деякі біометричні показники його проростків.

Встановлено, що мікродобриво за передпосівної обробки у нормі 100–150 мл/т насіння *C. officinalis* сприяє зростанню енергії його проростання та лабораторній схожості – на 5–7 % порівняно з контролем. Виявлено також позитивний вплив застосованих норм мікродобрива за передпосівної обробки насіння на ранні етапи розвитку проростків культури *C. officinalis*, вирощених в лабораторних умовах «на папері». Зокрема, відмічено

зростання біометричних показників на 7 день їх розвитку з часу посіву насіння: загальної довжини – на 22,85 % та 28,57 %, сирі та абсолютно сухої маси – на 12–15 % порівняно з контролем. Встановлено, позитивний вплив мікродобрива за передпосівної обробки на схожість насіння *C. officinalis* у польових умовах. Зокрема, передпосівна обробка за норм 100 і 150 мл/т насіння сприяє зростанню польової схожості насіння *C. officinalis* в умовах дерново-підзолистого ґрунту на 10–15 % порівняно з контролем та іншими варіантами дослідів, у яких застосовувались нижчі і вищі норми мікродобрива.

Доведено ефективність застосування передпосівної обробки мікродобривом «Аватар-2 Органік» у нормі 100 і 150 мл/т насіння *C. officinalis* L. як біологічно доцільного способу покращення схожості насіння цієї культури у ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття.

**Ключові слова:** енергія проростання, схожість насіння *Calendula officinalis* L., мікродобриво, Аватар-2 Органік.

## ВСТУП

*Calendula officinalis* – це лікарська рослина, сировина якої має значний попит на світовому [1] і вітчизняному ринку [2; 3]. Останніми роками на ринку України є дефіцит сировини цієї культури, що обумовлює пошук ефективних агротехнічних засобів задля покращення її якості та урожайності [3; 4]. Сортове різноманіття *C. officinalis*, створене на ДСЛР НААН України, дає змогу обирати найбільш перспективні з них та вивчати їх сортовий потенціал в різних ґрунтово-кліматичних умовах України за впливу різних препаратів та агротехнічних підходів вирощування [5]. До таких сортів *C. officinalis* належить новий сорт Березогіцька сонячна, сконструйований співробітниками ДСЛР НААН України у 2015 році [5].

У виробництві лікарської сировини рекомендовано використовувати засоби та сучасні агротехнічні прийоми, які відповідають відповідним українським та європейським настановам з належної практики культивування лікарських рослин [6; 7]. У технологіях вирощування лікарських рослин на рівні європейських стандартів використання хімічних препаратів не передбачено, а перелік сучасних біологічних засобів є досить обмежений. Згідно настанови ВООЗ з належної практики вирощування лікарських рослин, є чимала кількість обмежень у застосуванні різних біологічних і хімічних препаратів [8]. Дозволяється застосовувати лише ті, що регламентовані країною виробником для певної лікарської культури, і лише в мінімальних кількостях та за умов високої необхідності у них [6].

До добрив, які можуть бути використані у виробництві екологічно чистої лікарської сировини *C. officinalis* L. належить мікроелементний препарат «Аватар-2 Органік», основним призначенням якого є підвищення урожайності сільськогосподарських культур, а також покращення їх стійкості та продуктивності [9]. «Аватар-2 Органік» є екологічно чистим багатокомпонентним мікроелементним препаратом (МП), що містить 20 важливих мікро- та ультрамікроелементів у біологічно доступній формі сполук, важливих для росту й розвитку рослин. Сполуки есенціальних елементів мікродобрива синтезовані унікальним методом нанотехнологій і, що важливо, є ідентичними природним компонентам [10]. Завдяки цьому, даний МП може бути застосований для у технологіях культивування лікарських рослин з метою збільшення їх продуктивності, покращення якісних та кількісних характеристик. Особливо це важливо є під час їх вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття на бідних органікою дерново-підзолистих ґрунтах [3]. На даний час, МП «Аватар-2 Органік» рекомендований виробником для

виращування овочевих, плодово-ягідних, зернових та декоративних культур [9; 10], а його застосування стосовно лікарських рослин потребує ретельних досліджень.

Оцінку впливу новосинтезованих речовин різної хімічної і органічної природи, що застосовуватимуться для виращування культур рослин рекомендується здійснювати на різних етапах їх розвитку [6]. На першому етапі, рекомендується оцінити вплив препарату на ріст і розвиток культури за передпосівної обробки насіння. Задля цього визначають енергію проростання насіння, його лабораторну й польову схожість [6]. Як відомо, енергія проростання насіння поряд з лабораторною й польовою схожістю є важливими показниками його якості, що визначають густоту посівів культури, а у подальшому – її урожайність [3]. Поряд з тим, дані показники свідчать і про конкурентоспроможність проростків у польових умовах, про їхній адаптаційний потенціал (АП) [11]. Останній, як відомо, залежить не тільки від генетичних, але й від ґрунтово-кліматичних чинників [9]. Для підвищення АП проростків культур рослин у агротехнологіях їх виращування застосовують різної природи препарати [3; 9], до яких належить МП «Аватар-2 Органік» [2]. Оскільки виробник МП рекомендує застосовувати його для замочування насіння культур рослин [10], тому ми апробували цей спосіб для дослідження впливу «Аватар-2 Органік» на розвиток *C. officinalis*. Метою нашого дослідження було оцінити вплив передпосівної обробки МП «Аватар-2 Органік» на енергію проростання, лабораторну та польову схожість насіння *C. officinalis* на прикладі сорту Березотіцька сонячна, а також деякі біометричні показники її проростків.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Матеріалом для досліджень слугувало насіння сорту *C. officinalis* Березотіцька сонячна, надане для досліджень Дослідною станцією Лікарських рослин Інституту Агроєкології і Природокористування НААН України [5]. Він є високопродуктивним сортом лікарського і декоративного напрямків використання, який був сконструйований у 2015 р. та зареєстрований у Національному центрі генетичних ресурсів рослин України у 2020 р. [5].

Мікродобривом для досліджень слугував комерційний мікроелементний препарат (МП) «Аватар-2 Органік» ТОВ «НВК «Аватар» (м. Київ, Україна). У дослідженнях використовували водні розчини МП «Аватар-2 Органік», які готували розведенням вихідного дистильованою водою.

*Підготовка насіння до посіву.* З наданого зразка відбирали 1000 цільних одиниць насіння *C. officinalis* та зважували його на аналітичних вагах, як описано у ДСТУ 4138–2002 [12]. Середньозважене маси 1000 насінин використовували у подальших обчисленнях при підготовці робочих розчинів мікродобрива. Для кожного варіанту досліду, який включав не менше п'яти повторностей, брали 100 насінин *C. officinalis* та замочували їх на 8 год у дистильованій воді (контроль) та розчинах, що містили різні норми мікродобрива (25; 50; 150 і 200 мл/т насіння). Після замочування, насіння позбавляли слідів зайвої вологи та поміщали у ємкості з фільтрувальним папером, зволеним до 80% дистильованою водою, як описано [12].

Енергію проростання (ЕП) насіння *C. officinalis* визначали шляхом його культивування «на папері» упродовж 3 діб у термостаті при 20 °C за умов вентиляції, як описано [12].

Лабораторну схожість насіння *C. officinalis* визначали шляхом його культивування «на папері» упродовж 7 діб при 20 °C за умов природного освітлення [12].

Польову схожість насіння *C. officinalis* визначали на 7 добу після його посіву на навчально-дослідній ділянці (НДД) на глибину залягання 2 см відповідно до рекомендацій [4]. Насіння висівали у третій декаді квітня. Підготовку ґрунту до посіву проводили відповідно до агротехніки вирощування *C. officinalis*, описаній у [3]. Ґрунт НДД є дерново-підзолистий поверхнево-оглесний середньосуглинковий та характеризується низьким вмістом гумусу (2,08 %) в орному шарі, дуже низьким ступенем забезпечення легкогідролізованим нітрогеном, середнім ступенем забезпечення рухомими формами фосфору й калію, а також обмінним магнієм, натомість має підвищений ступінь забезпечення обмінним кальцієм [3].

Виразали енергію проростання (ЕП) та лабораторну й польову схожість насіння *C. officinalis*, як описано [12; 13], кількістю пророслих насінин чи кількістю проростків, відповідно, у відсотках до загальної кількості насіння, взятого для пророщування.

Біометричні показники (загальної довжини, сирі й сухої маси) проростків *C. officinalis* вимірювали на 7-му добу їх культивування в лабораторних умовах «на папері» після посіву насіння, як описано [13].

Визначення загальної довжини проростків *C. officinalis* здійснювали за допомогою міліметрової лінійки, як описано [13].

Визначення сирі біомаси проростків *C. officinalis* здійснювали ваговим методом. На 7-й день культивування відбирали проростки, позбавляли слідів зайвої вологи, просушували на повітрі та зважували на аналітичних вагах, як описано [13].

Визначення сухої біомаси проростків *C. officinalis* здійснювали термостатно-ваговим методом, який заснований на висушуванні вологої наважки *рослинного* матеріалу до постійної маси [13].

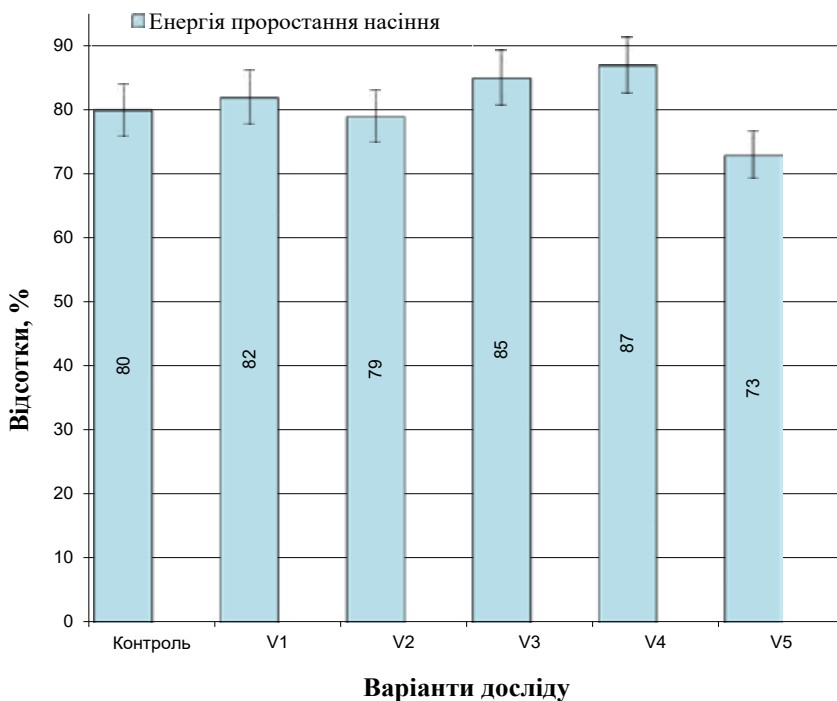
**Статистичний аналіз даних експериментів.** Лабораторні та польові досліди проводились у п'яти повторностях. Для кожної вибірки показників визначали середнє арифметичне (M), стандартну похибку середнього (m), коефіцієнт Стьюдента (t) та достовірність (p). Статистичний і математичний аналіз отриманих даних здійснювали шляхом застосування дисперсійного та кореляційного аналізів. Дані вважали достовірними за рівня значущості  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ

Для первинної оцінки впливу мікроелементного препарату «Аватар-2 Органік» ми визначали ЕП, а також лабораторну та польову схожість насіння (СН) *C. officinalis* на прикладі сорту Березотіцька сонячна, що було оброблене різними нормами цього мікродобрива. Енергія проростання (ЕП) та лабораторна СН є важливими посівними характеристиками насіння культур рослин, тоді як польова схожість є визначальним чинником формування продуктивності посіву [12]. СН у польових умовах залежить, насамперед, від вологозабезпеченості й температури ґрунту, а також від застосованих агротехнічних заходів: термінів посіву та рівня мінерального живлення [11]. Задля визначення біологічно оптимальних норм мікродобрива «Аватар-2 Органік» для передпосівної обробки насіння *C. officinalis* та доцільності використання такого способу обробки, у дослідженнях застосовували його менші кількості та такі, що регламентовані інструкцією до нього для вирощування культур рослин.

Дослідження ЕП насіння *C. officinalis* на прикладі сорту Березотіцька сонячна у лабораторних умовах способом культивування «на папері» показали, що показники

даної величини за застосованих норм є високими для контролю (80 %), так і для деяких варіантів досліду (рис. 1). Зокрема, показники ЕП насіння *C. officinalis*, що було оброблене мікродобривом у діапазоні 25 – 200 мл/т варіює та складає 73–87 %. Достовірна різниця між контролем та двома дослідними варіантами V1 і V2 відсутня: відхилення між їхніми середніми показниками є незначними та коливаються у межах 2–3 %. У інших двох дослідних варіантах V3 і V4 спостерігається зростання показників ЕП на 5 і 7 %, відповідно, порівняно з контролем. І лише у дослідному варіанті V5 (обробка мікродобривом – 200 мл/т насіння) спостерігається достовірне зниження показника ЕП на 7 % порівняно з контролем. Останнє може свідчити про токсичність та недоцільність застосування такої норми мікродобрива для передпосівної обробки насіння *C. officinalis*, що було підтверджено у наступних дослідженнях зниженням ростової активності проростків при їх культивуванні у лабораторних умовах «на папері».



**Рис. 1. Енергія проростання насіння *Calendula officinalis* сорту Березотіцька сонячна, оброблене різними нормами мікродобрива «Аватар-2 Органік» (мл/т насіння): Контроль (без обробки); V1 – 25; V2 – 50; V3 – 100; V4 – 150; V5 – 200**

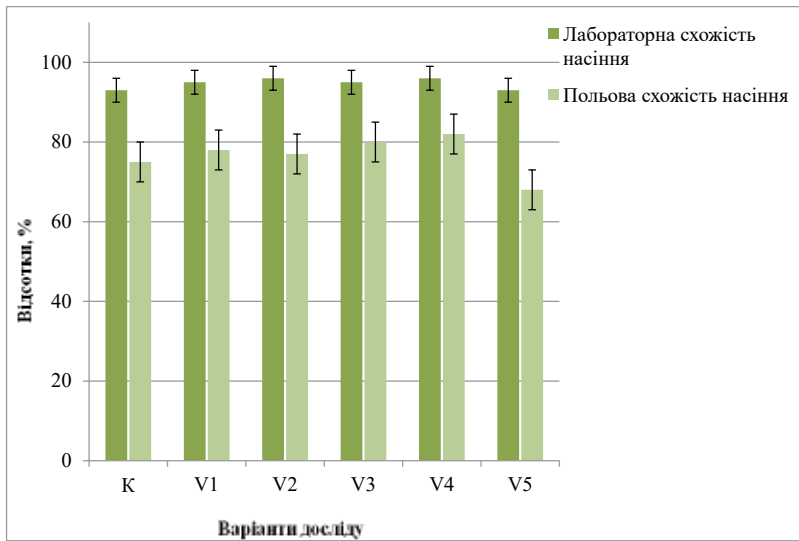
Другою важливою посівною характеристикою насіння є його схожість. Показник СН характеризує здатність утворювати нормально розвинені сходи та є необхідним й важливим для розрахунку норм висіву насіння [12]. СН залежить не тільки від генетичного потенціалу та посівних якостей насіння, але й від впливу зовнішніх чинників. Це дає змогу оцінити вплив різних препаратів на СН рослинних культур

у лабораторних та польових умовах, визначити їх біологічно оптимальні норми застосування, здійснити підбір способу внесення та обробки [9]. Зважаючи на це, ми визначили лабораторну й польову СН *C. officinalis*, що було оброблене окресленими нормами мікродобрива. Як бачимо (рис. 2), лабораторна СН *C. officinalis* є високою для варіантів V1 – V4 та коливається у межах 90–96 %, але не для варіанту V5. Достовірної різниці у лабораторній СН між контролем та дослідними варіантами V1 і V2 немає. Однак за норми застосування мікродобрива 100 і 150 мл/т насіння, що відповідає дослідним варіантам V3 і V4 (рис. 2), СН збільшується на 5 і 6 %, відповідно, порівняно з контролем. Зауважено, що поряд зі зростанням СН у проростків дослідних варіантів V3 й V4 спостерігається переважання висоти та вегетативної маси. Схожа закономірність спостерігалася у схожості насіння, оброблене такими ж нормами мікродобрива, що культивувалось у польових умовах на дерново-підзолистому ґрунті НДД. Як бачимо (рис. 2), польова СН *C. officinalis*, є високою як для контролю (75 %), так і для більшості варіантів досліді (78–82 %). Достовірної різниці у СН між контролем й дослідними варіантами V1 і V2 не виявлено. Тоді як, у варіантах V3 і V4 спостерігається покращення СН на 5 і 7 %, відповідно, порівняно з контролем. До того ж, довжина й вегетативна маса проростків *C. officinalis*, вирощених з цього насіння, на ранніх етапах розвитку, була також краще розвинута порівняно з контролем. Однак, у варіанті V5 (за норми застосування мікродобрива 200 мл/т насіння) спостерігається зниження СН на 7 % порівняно з контролем.

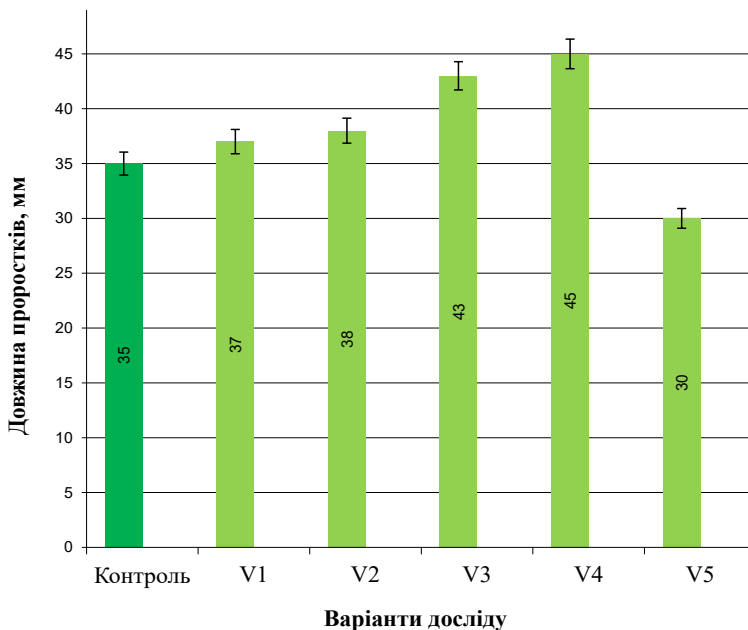
Отже, застосування передпосівної обробки МП «Аватар-2 Органік» за норм 100 і 150 мл/т насіння є оптимальним та біологічно сприйнятливим для культивування *C. officinalis*. Застосування такого способу обробки насіння покращує енергію його проростання, лабораторну й польову схожість, а тому може бути апробований у подальших польових дослідженнях по вивченню продуктивності й урожайності рослин *C. officinalis* у ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття.

Важливими показниками, які відображають вплив ґрунтово-кліматичних умов та застосованих препаратів у агротехнологіях, є біометричні показники вегетативних й генеративних органів рослин [3; 4]. Серед них, важливими кількісними параметрами є висота й біомаса рослин, які залежить не тільки від їх генетико-біологічних особливостей сорту, але й значним чином від умов проростання насіння та живлення проростків на ранніх етапах їх розвитку [3]. Тому показники довжини проростків та їхньої біомаси можна вважати достатньо чутливими параметрами, які можуть бути застосовані для оцінки впливу МП «Аватар-2 Органік». Задля цього ми здійснили вимірювання довжин, а також сирої й вологої маси проростків *C. officinalis* на 7 день їх розвитку в лабораторних умовах «на папері».

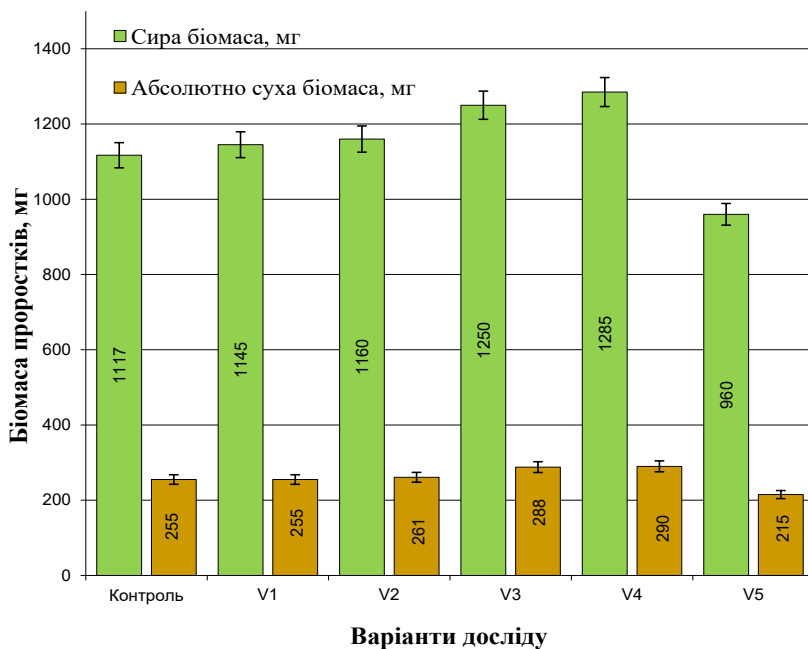
Як бачимо (рис. 3), застосування передпосівної обробки мікродобривом за норм 100 і 150 мл/т насіння позитивно впливає на розвиток і ріст проростків *C. officinalis*. Зокрема, загальна довжина проростків, вирощених з насіння, що було оброблене мікродобривом за норм 100 і 150 мл/т зростає до 43 і 45 мм, відповідно, що є достовірно вищим за контроль на 22,85 % та 28,57 %. Слід зауважити, що довжина проростків, вирощених із обробленого насіння мікродобривом за норм 25 і 50 мл/т насіння, є близькою до контролю, оскільки достовірна різниця між їхніми показниками відсутня. До того ж, обробка мікродобривом за норми 200 мл/т насіння, негативно позначалася на розвиток проростків: їхня довжина була достовірно нижчою на 14 % порівняно з контролем.



**Рис. 2. Лабораторна та польова схожість насіння *Calendula officinalis* сорту Березотіцька сонячна, оброблене різними нормами мікродобрива «Аватар-2 Органік» (мл/т насіння): К – контроль (без обробки); V1 – 25; V2 – 50; V3 – 100; V4 – 150; V5 – 200**



**Рис. 3. Довжина проростків *Calendula officinalis*, вирощених «на папері» з насіння, що оброблене різними нормами мікродобрива «Аватар-2 Органік» (мл/т насіння): К – контроль (без обробки);**



**Рис. 4. Маса проростків *Calendula officinalis*, вирощених у лабораторних умовах «на папері» з насіння, що оброблене різними нормами мікродобрива «Аватар-2 Органік» (мл/т насіння): К – контроль (без обробки); V1 – 25; V2 – 50; V3 – 100; V4 – 150; V5 – 200**

Другий важливий біометричний показник, який демонструє вплив досліджуваних умов на початковій фазі розвитку та синтетичну активність проростків є їхня біомаса [3]. Ми визначили сирю та суху масу проростків *C. officinalis* на 7 добу їх культивування в лабораторних умовах ваговим та термостатно-ваговим методами, відповідно. Як бачимо (рис. 4), передпосівна обробка насіння МП «Аватар-2 Органік» за норм застосування 25, 50, 100 і 150 мл/т має позитивний вплив на зростання як сирої так і сухої маси проростків *C. officinalis* на 7 день їх розвитку. Зокрема, у дослідних варіантах V3 і V4 (за норм 100 і 150 мл/т насіння *C. officinalis*, відповідно) сира маса проростків достовірно зростає на 12 і 15 % вище за контроль. Відповідно, абсолютно суха маса проростків зазначених варіантів дослідів, також є достовірно вищою на 9 і 14 % порівняно з контролем. Слід зауважити, що сира і суха маса проростків, вирощених із обробленого насіння мікродобривом за норм 25 і 50 мл/т насіння, достовірно не відрізняється порівняно з контролем. До того ж, обробка мікродобривом за норми 200 мл/т насіння, також негативно позначається на синтетичній продуктивності проростків: їхня сира та суха маси є достовірно нижчими на 14 і 16 %, відповідно, порівняно з контролем.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що мікродобриво за передпосівної обробки у нормі 100 – 150 мл/т насіння *C. officinalis* сприяє зростанню енергії його проростання та лабораторній схожості – на 5–7 % порівняно з контролем. Виявлено позитивний вплив застосованих норм мікродобрива за передпосівної обробки насіння на ранні етапи розвитку



проростків культури *C. officinalis*, вирощених в лабораторних умовах «на папері». Зокрема, відмічено зростання біометричних показників на 7 день їх розвитку з часу посіву насіння: загальної довжини – на 22,85 % та 28,57 %, сирої та абсолютно сухої маси – на 12–15 % порівняно з контролем.

Встановлено, позитивний вплив мікродобрива за передпосівної обробки на схожість насіння *C. officinalis* у польових умовах. Зокрема, передпосівна обробка за норм 100 і 150 мл/т насіння сприяє зростанню польової схожості насіння *C. officinalis* в умовах дерново-підзолистого ґрунту на 10–15 % порівняно з контролем та іншими варіантами дослідів, у яких застосовувались нижчі і вищі норми мікродобрива.

Доведено ефективність застосування передпосівної обробки мікродобривом «Аватар-2 Органік» у нормі 100 і 150 мл/т насіння *C. officinalis* L. як біологічно доцільного способу покращення схожості насіння цієї культури у ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття.

## ЛІТЕРАТУРА

1. González-Aguirre J.-A., Solarte-Toro J., Alzate C. Supply chain and environmental assessment of the essential oil production using *Calendula* (*Calendula officinalis*) as raw material. *Heliyon*. 2020. No 6(11):e05606. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05606.
2. Зузук Б.М., Куцик Р.В., Калугина С.М., Гудивок Я.С., Куровець Л.М. Календула лікарська (*Calendula officinalis* L.): аналітичний обзор. *Провизор*. 2001. № 4. С. 29–31. URL: [http://www.pr0vis0r.c0m.ua/archive/2001/N5/art\\_29.php](http://www.pr0vis0r.c0m.ua/archive/2001/N5/art_29.php).
3. Лупак О., Антоняк Г., Шпек М. Формування продуктивності *Calendula officinalis* L. залежно від внесення стимуляторів росту та ґрунтово-кліматичних умов культивування. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія. Львів : Львів. нац. аграр. ун-т*. 2016. № 20. С. 60–65. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vlnau\\_act\\_2016\\_20\\_14.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vlnau_act_2016_20_14.pdf)
4. Хоміна В. Я., Недільська У.І. Урожайність нагідок лікарських залежно від застосування біологічно активних препаратів. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2010. Вип. 18. С. 59–62. URL: <http://188.190.33.56:7980/jspui/handle/123456789/2325>.
5. Мельничук Р. В., Куценко Н. І. Оцінка різноманіття роду *Calendula* для формування колекції сортів з еталонними ознаками. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2015. № 3–4 (28–29). С. 18–23. doi: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.3-4\(28-29\).2015.58441](https://doi.org/10.21498/2518-1017.3-4(28-29).2015.58441)
6. Настанова СТ-Н МОЗУ 42-4.5:2012. Лікарські засоби. Належна практика культивування та збирання вихідної сировини рослинного походження Київ : МОЗ України, 2012. 13 с. URL: [https://web.archive.org/web/20150706223054/http://moz.gov.ua/docfiles/N118\\_2013\\_dod1.pdf](https://web.archive.org/web/20150706223054/http://moz.gov.ua/docfiles/N118_2013_dod1.pdf)
7. Good Agricultural and Collection Practice for Herbal Raw Materials. Botanical Raw Materials Committee of the American Herbal Products Association. American Herbal Pharmacopoeia, 2006. 39 p. URL: [http://www.herbal-ahp.org/06\\_1208\\_AHPA-AHP\\_GACP.pdf](http://www.herbal-ahp.org/06_1208_AHPA-AHP_GACP.pdf)
8. Guideline on Good Agricultural and Collection Practice (GACP) for Starting Materials of Herbal Origin. Doc. Ref. EMEA/HMPC/246816/2005 London, 20 February 2006.
9. Капітанська О.С., Прядкіна Г.О., Стасик О.О. Вплив обробки рослин комплексом карбоксилатів мікроелементів на фотосинтетичні показники і урожай озимої пшениці. *Фізіологія рослин і Генетика*. 2017. Т. 49. № 3. С. 248–255. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2017.03.248>

10. Засіб для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур: пат. 91892 Україна: a200810241; заявл. 11.08.2008; опубл.: 10.09.2010, Бюл. № 17. 4 с. URL: <https://uapatents.com/4-91892-zasib-dlya-peredposivno-obrobki-nasinnya-silskogospodarskikh-kultur.html>.
11. Письменна Ю.М., Панюта О.О., Таран Н.Ю. Вплив передпосівної обробки насіння наночастками срібла та міді на ріст і водоутримуючу здатність проростків озимої пшениці. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2018. С. 26–31. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/2
12. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості; чинний від 01.01.04. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с. URL: [https://www.agrodialog.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/dstu-4138\\_2002.pdf](https://www.agrodialog.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/dstu-4138_2002.pdf)
13. ISTA, 2016 (*International Seeds Testing Association*). International Rules for Seeds Testing. Vol. 2016. Chap. 2, i-2-40 (46). doi: [hhttp: doi.org/10.15258/istarules.2016.02](https://doi.org/10.15258/istarules.2016.02)

## REFERENCES

1. González-Aguirre J.-A., Solarte-Toro J., Alzate C. (2020). Supply chain and environmental assessment of the essential oil production using *Calendula* (*Calendula officinalis*) as raw material. *Heliyon*. No 6(11):e05606. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05606 [in English].
2. Zuzuk B. M., Kutsik R. V., Kalugina S. M., Gudivok Ya. S., Kurovets L. M. (2001). *Kalendula lekarstvennaya* (*Calendula officinalis* L.): analiticheskiy obzor [Marigold officinalis (*Calendula officinalis* L.): analytical review]. *Provizor*, 4, 29–31. Retrieved from: [http://www.pr0vis0r.c0m.ua/archive/2001/N5/art\\_29.php](http://www.pr0vis0r.c0m.ua/archive/2001/N5/art_29.php). [in Russian].
3. Lupak O., Antonyak H., Shpek M. (2016). *Formuvannia produktyvnosti Calendula officinalis L. zalezho vid vnesennia stymulatoriv rostu ta gruntovo-klimatychnykh umov kultyvuvannia* [Formation of *Calendula officinalis* L. productivity depending on applying growth stimulants and soil and climatic conditions of cultivation]. *Visnyk of Lviv Nat. Agronom. Univ. Visnyk of L'viv Univ.: agronomic*, 20, 60–65. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vlnau\\_act\\_2016\\_20\\_14.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vlnau_act_2016_20_14.pdf) [in Ukrainian].
4. Khomina V.Ya., Nedijska U.I. (2010). Urozhainist nahidok likarskykh zalezho vid zastosuvannia biolohichno aktyvnykh preparativ [The yield of *Calendula officinalis* L. depends on the use of biologically active drugs]. *Collection of science practices of the Podil State Agrarian-Technical University*, Vol. 18, 59–62. Retrieved from: <http://188.190.33.56:7980/jspui/handle/123456789/2325>. [in Ukrainian]
5. Melnychuk R.V., Kutsenko N.I. (2015). Otsinka riznomanittia rodu *Calendula* dlia formuvannia kolektsii sortiv z etalonnymy oznakamy [Evaluation of the genus *Calendula* L. diversity for forming collection of varieties with standard characters]. *Plant Varieties Studying and Protection*. No 3–4 (28–29). P. 18–23. doi: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.3-4\(28-29\).2015.58441](https://doi.org/10.21498/2518-1017.3-4(28-29).2015.58441). [in Ukrainian].
6. Nastanova ST-N MOZU 42-4.5:2012. Likarski zasoby. Nalezha praktyka kultyvuvannia ta zbyrannia vykhidnoi syrovyny roslynnoho pokhodzhennia Kyiv : MOZ Ukrainy [Medicinal products. Good agricultural and collection practice for starting materials of herbal origin. K. Ministry of Health of Ukraine]. (2012). 13 p. URL: [http://moz.gov.ua/docfiles/N118\\_2013\\_dod1.pdf](http://moz.gov.ua/docfiles/N118_2013_dod1.pdf). [in Ukrainian].
7. Good Agricultural and Collection Practice for Herbal Raw Materials. Botanical Raw Materials Committee of the American Herbal Products Association. American Herbal Pharmacopoeia, (2006). 39 p. URL: [http://www.herbal-ahp.org/06\\_1208\\_AHPA-AHP\\_GACP.pdf](http://www.herbal-ahp.org/06_1208_AHPA-AHP_GACP.pdf) [in English].
8. Guideline on Good Agricultural and Collection Practice (GACP) for Starting Materials of Herbal Origin. Doc. Ref. EMEA/HMPC/246816/2005 London. (20 February 2006). [in English].

9. Kapitanska O.S., Priadkina G.O. & Stasik O.O. (2017). Vplyv obroby roslyn kompleksom karboksylativ mikroelementiv na fotosyntetychni pokaznyky i urozhai ozymoi pshenytsi [Influence of plants treatment by complex of microelements carboxylates on photosynthetic parameters and yield of winter wheat]. *Plant Physiology And Genetics*. Vol. 49. No 3. P. 248-255. URL: <https://doi.org/10.15407/frg2017.03.248> [in Ukrainian].
10. Zasib dlia peredposivnoi obroby nasinnia silskohospodarskykh kultur: pat. 91892 Ukraina: a200810241; zaiavl. 11.08.2008; opubl.: 10.09.2010, Biul. № 17. [Pat. 91892 UA: a200810241. Means for the preplant treatment of seeds of agricultural crops. V.Y. Skotsyk, V. H. Kaplunenko, M. V. Kosinov, O. M. Bovsunovskyi, S.O. Chorny. Publ. 10.09.2010]. Retrieved from: <https://uapatents.com/4-91892-zasib-dlya-peredposivno-obrobki-nasinnia-silskohospodarskikh-kultur.html>. [in Ukrainian].
11. Pysmenna Yu.M., Panyuta O.O. & Taran N.Yu. (2018). Vplyv peredposivnoi obroby nasinnia nanochastkamy sribla ta midi na rist i vodoutrymuiuchu zdattnist prorostkiv ozymoi pshenytsi [The effect of pre-sowing seed treatment with nonionic colloidal solutions of silver and copper metal nanoparticles on growth and water-retaining ability of winter wheat seedlings]. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal – Chornomorski Botanical Journal*, 14 (1), 26–31. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/2 [in Ukrainian]
12. DSTU 4138–2002. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti; chynnyi vid 01.01.04. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [National Standard of Ukraine SSTU 4138 – 2002. Seeds of agricultural plants. Methods for seed testing [effective from 01.01.04]. Kyiv: Derzhspojyvstandart of Ukraine, 2003. 173 c. Retrieved from: [https://www.agrodialog.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/dstu-4138\\_2002.pdf](https://www.agrodialog.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/dstu-4138_2002.pdf) [in Ukrainian]
13. ISTA, 2016 (*International Seeds Testing Association*). International Rules for Seeds Testing. Vol. 2016, Chapter 2, i-2-40 (46). Retrieved from: <http://doi.org/10.15258/istarules.2016.02> [in English].

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF PRESOWN CULTIVATION WITH MICROFERTILIZER “AVATAR-2 ORGANIC” ON LABORATORY AND FIELD SEED GERMINATION OF *CALENDULA OFFICINALIS* L.

Microfertilizer “Avatar-2 Organic” is a preparation of new generation, that contains important microelements for growth and development of the plants in biologically available form of nanocompounds, obtained by erosive and explosive method. Being ecologically safe preparation, microfertilizer can be perspective to the usage in technologies of cultivation of medicinal plant raw material *Calendula officinalis* L. during presown cultivation of seed and sprinkling vegetative plants. That is why the aim of the work was to explore the influence of different norms of microfertilizer “Avatar-2 Organic” by the method of presown cultivation of seed of *C. officinalis* on the sample of Berezotitska soniachna cv. on the energy of its shooting, laboratory and field germination in soil and climatic conditions of Precarpathian area as well as on some indices of its seedlings.

One has explored that microfertilizer during presown cultivation in the norm 100–150 ml/t seed of *C. officinalis* plants contributes to the increase of energy of its shooting and laboratory germination by 5–7% compared to the control. One has revealed the positive influence of applied norms of microfertilizer during presown cultivation of seed on early stages of the development of seedlings of *C. officinalis* plants, cultivated in laboratory conditions “on paper”. In particular, we have marked the increase of biometric indices on the 7<sup>th</sup> day of its development from time of

sowing: the general length – by 22,85 % and 28,57 %, raw and absolutely dry mass – 12–15 % compared to the control.

One has established the positive influence of microfertilizer during presown cultivation on the seed germination of *C. officinalis* plants in the field conditions. In particular, presown cultivation in the norm of 100 and 150 ml/t seed contributes to the increase of field seed germination of *C. officinalis* plants in the conditions of sod-podzol soil by 10–15 % compared to the control and the other variants of the research, in which one used lower and higher norms of microfertilizer.

We have proved the efficiency of the usage of presown cultivation of “Avatar-2 Organic” in the norm of 100–150 ml/t seed of *C. officinalis* plants as a biologically practical way of improvement of seed germination of this crop in soil and climatic conditions of Precarpathian area.

**Key words:** shooting energy, seed germination, *Calendula officinalis* L., microfertilizer “Avatar-2 Organic”.