

УДК 633.81:631.8

DOI 10.37000/abbsl.2026.120.24

Віталій Яценко,

доктор філософії з агрономії, старший викладач кафедри агротехнологій та ґрунтознавства

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID ID 0000-0001-7686-6634

email: vitaliiyatsenko1@gmail.com

Володимир Троценко,

доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри агротехнологій та ґрунтознавства

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID ID 0000-0001-8101-0849

email: vtrotsenko@ukr.net

Оксана Лаговська,

доктор філософії з агрономії, старший викладач кафедри агротехнологій та ґрунтознавства

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID ID 0000-0001-9610-3087

email: datsko.oksana.nikol@gmail.com

Віталій Котенко,

аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID ID 0009-0005-5229-0534

email: kotenkovitaliy@ukr.net

ДИНАМІКА БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ВРОЖАЮ *SALVIA HISPANICA* L. ЗАЛЕЖНО ВІД ФОНУ УДОБРЕННЯ

Анотація

У статті представлено результати досліджень щодо впливу різних норм мінеральних добрив на ростові процеси, фенологічний розвиток та продуктивність рослин чіа (*Salvia hispanica* L.) в умовах Північно-Східного Лісостепу України у 2025 році. Експеримент включав контроль (без добрив) і чотири варіанти внесення повного мінерального живлення ($N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$). Встановлено, що застосування мінеральних добрив впливає на тривалість міжфазних періодів і загальну тривалість вегетації культури, а також зумовлює збільшення висоти рослин.

Виявлено нелінійний характер впливу досліджуваних доз на генеративну сферу та продуктивність чіа. Зокрема, найбільша кількість суцвіть на рослині формувалася за внесення помірної норми $N_{15}P_{15}K_{15}$. Водночас маса 1000 насінин виявилася консервативною

генетично детермінованою ознакою і не мала статистично значущих відмінностей залежно від фону удобрення.

Найвищу загальну урожайність насіння забезпечило внесення добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ (0,61 т/га) та на контрольному варіанті (0,58 т/га). Подальше підвищення норм агрофону ($N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$) призводило до депресії росту та зниження продуктивності, що підтверджує економічну та екологічну недоцільність використання надмірних норм мінеральних добрив для вирощування чіа в регіоні.

Ключові слова: чіа, маса 1000 насінин, продуктивність, схожість, нішева культура

Вступ. Чіа (*Salvia hispanica* L.) культура, що не є типовою для вирощування в межах України. Вона походить із території сучасної Гватемали та Мексики, тобто є мезоамериканською культурою. На відміну від інших, більш розповсюджених псевдозлакових культур (наприклад, амаранту), до недавніх пір її вирощуванню та дослідженню, зокрема у наших широтах, приділяли мало уваги [1].

Зростання інтересу до цієї культури як серед агровиробників, так і серед науковців зумовлене її високою харчовою цінністю, яку важко переоцінити. Зокрема, у дослідженні Knez Hrnčič et al., (2019) встановлено, що насіння культури містить поліненасичені та омега-3 жирні кислоти, протеїн, клітковину та інші корисні для раціону речовини [2]. Зокрема, ці компоненти є корисними для зниження артеріального тиску, холестерину, покращення роботи шлунково-кишкового тракту, що позитивно впливає на стан людського організму [3]. Не зважаючи на те, що користь чіа для організму людини вже доведена, у своєму оглядовому дослідженні Zare et al., (2024) закликають до більш детального вивчення геному культури задля збільшення наявних компонентів. Така деталізація генетичних механізмів дасть можливість оптимізувати її господарсько-біологічні показники [4].

Однак, попри популярність культури за межами нашої держави, станом на тепер в Україні вона є малодослідженою. Наразі у фахових наукових виданнях, чи тих, що індексуються у наукометричних базах Scopus та Web of Science відсутні опубліковані дослідження, що проводились в межах ґрунтово-кліматичних України. Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю наукового обґрунтування технології вирощування чіа в умовах Північно-Східного Лісостепу України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Не зважаючи на зростаючий інтерес до цієї культури, лімітуючим фактором, що міг суттєво вплинути на розширення географії вирощування чіа, стали агрокліматичні умови України. Умови проростання насіння культури є лімітуючим фактором, що в першу чергу визначає її придатність до вирощування в тому чи іншому кліматі та впливає на строки сівби. У своєму дослідженні Salgado et al., (2022) зазначають, що оптимальний температурний режим для отримання дружних сходів в польових умовах є 20-22 °C, незважаючи на те, що насіння здатне проростати у доволі широкому температурному діапазоні (від 10 до 35 °C). Однак, автори також зазначають і те, що підвищення температури при сході до 30 °C все ж таки

створює стресові умови для розвитку, що може спричинити невіривняність посівів [5]. Водночас експериментальні дані Rossafi et al., (2026) довели, що найбільш оптимальний температурний режим для отримання 100% схожості та найвищої енергії проростання становить 26 °C, при цьому порівнювали із трьома іншими варіантами (16, 19 та 35 °C). Іншим фактором, що також вивчався була тривалість зберігання насіння перед висівом. Для цього було обрано чотири послідовні покоління 2022-2025 рр. врожаю. Результати показали, що найшвидше проросло насіння 2025 р. збору, при цьому сходи були отримані за 1 день (за температури 26 °C). Відповідно, найнижчі показники були отримані від насіння 2022 р. збору, де сходи були отримані на 3 день, а енергія проростання знизилась до 61% [6]. Схоже дослідження по впливу температури на схожість насіння було проведене Cabrera-Santos et al., (2022). На відміну від попередніх даних вчені встановили, що найбільш придатним показником температурного режиму є 30 °C, при цьому діапазон, що вивчався був у межах від 10 до 45 °C. Варто зазначити, що температурні режими у 40 та 45 °C суттєво пригнічували процес проростання [7].

Дослідження схожості та енергії проростання насіння чіа є одним із ключових показників, що визначає здатність культури до повноцінного росту та розвитку та інтенсивність метаболічних процесів, що в ній відбуваються. Такі процеси мають вирішальне значення відповідно до даних Shahjadee et al., (2026). Навіть короткочасна активація життєздатності насіннєвого зародка зумовлює біохімічні зміни у ньому. За періоду тривалості проростання 48-72 години спостерігається зростання вмісту білків (на 17 %) та ліпідів (більш ніж на 36 %). Водночас, протягом 96 годин кількість харчових волокон збільшується на 30 %. Саме тому оптимізація параметрів схожості є важливим і перспективним напрямком як і в агрономії так і в харчових технологіях [8].

Водночас, на розвиток культури критично впливають не лише кліматичні показники, а й агрохімічні параметри середовища, що потрібно враховувати при складанні технологічної карти вирощування.

Зокрема, в умовах Бангладешу було проведено дослідження із вивчення оптимальних норм азотних добрив за вирощування чіа [9]. За вивчення біометричних показників (висоти, кількість листків та ін.) найкращий результат показав фон удобрення N_{150} , тоді як на показники врожайності позитивний вплив мав показник N_{120} , при цьому урожайність склала 10,66 ц/га, тоді на фоні N_{150} продуктивність культури була суттєво нижчою і складала 7,5 ц/га. Результати вчених, що вивчали вплив NPK на продуктивність культури та якість врожаю в умовах Індії вказують на те, що формула $N_{80}P_{60}K_{60}$ є найбільш оптимальною [10]. Зокрема, було отримано високі показники врожайності як насіння (10,2 ц/га) так і побічної продукції (4,12 ц/га). Такому зростанню продуктивності сприяло збільшення кількості колосків на 1 рослині та врожайності насіння з 1 рослини. До того ж такий рівень удобрення сприяв найвищому вмісту протеїну в насінні. Водночас, найвищий вміст олії було отримано на варіанті $N_{40}P_{20}K_{20}$. Схожих показників продуктивності домоглись у своєму дослідженні і Umilsingh et al.,

(2025) [11]. Ще одна група дослідників із Індії вивчала вплив норми азотних та борних добрив на біометричні показники та продуктивність культури [12]. Результати демонструють, що найбільш ефективним було використання азоту у нормі 120 кг/га, в той час як бору 75 ppm. При цьому врожайність культури сягала рівня 1,12 т/га, а соломи 3,4 т/га. Не менш важливим питанням є й органічне удобрення культури. При їх внесенні у 100 кг/га у еквіваленті до азоту урожайність культури в умовах Індії (м. Бенгалур) становила 10,7 ц/га насіння та 18,3 ц/га соломи [13].

Мета. Враховуючи обмежену кількість наукових даних щодо реакції чіа на різні рівні поживного режиму в умовах України загалом, а точніше в Північно-Східному Лісостепу, метою цієї роботи є встановлення закономірностей динаміки біометричних показників та рівня врожайності *Salvia hispanica* L. залежно від застосування різних фонів удобрення. Отримані результати дозволять обґрунтувати ефективність та доцільність використання певних доз добрив для оптимізації технологічного процесу цієї культури у новому агроекологічному середовищі, що стане підґрунтям для розробки локальних рекомендацій для агровиробників регіону.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Поле, де проводились дослідження розташоване на території науково-виробничого центру (НВЦ) Сумського національного аграрного університету, тобто в зоні Північно-Східного Лісостепу України. Польовий дослід був проведений у вегетаційний період 2025 р. Рельєф дослідної ділянки рівнинний, відповідно дощові води розподіляються рівномірно не утворюючи змивів.

Дослідне поле розташовувалось на ділянці, де ґрунт було ідентифіковано як чорнозем типовий слабовилугований малогумусний середньсуглинковий на лесі. Вміст гумусу становив 4,0%. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтрального і складала 6,7 (рН_{H2O}), що є оптимальним показником для вирощування чіа. Вміст макроелементів був в наступних межах: легкогідролізований азот – 11,5 мг/100 г ґрунту, рухомий фосфор – 24,1 мг/100 г ґрунту, а обмінний калій на рівні 18,4 мг/100 г ґрунту.

Кліматичні умови 2025 р досліджень наведені на Рис. 1. Загалом, протягом вегетаційного періоду спостерігались суттєві коливання температурних показників. Максимальний показник температури повітря та мінімальної температури ґрунту було зафіксовано у третій декаді липня. Зниження температур почало фіксуватись з вересня. Мінімальні значення температури було зафіксовано у першій декаді жовтня. За весь період дослідження мінімальна температура поверхні ґрунту була стабільно нижчою за температуру повітря, при цьому варто відмітити, що найбільша різниця між ними спостерігалась саме у третій декаді травня.

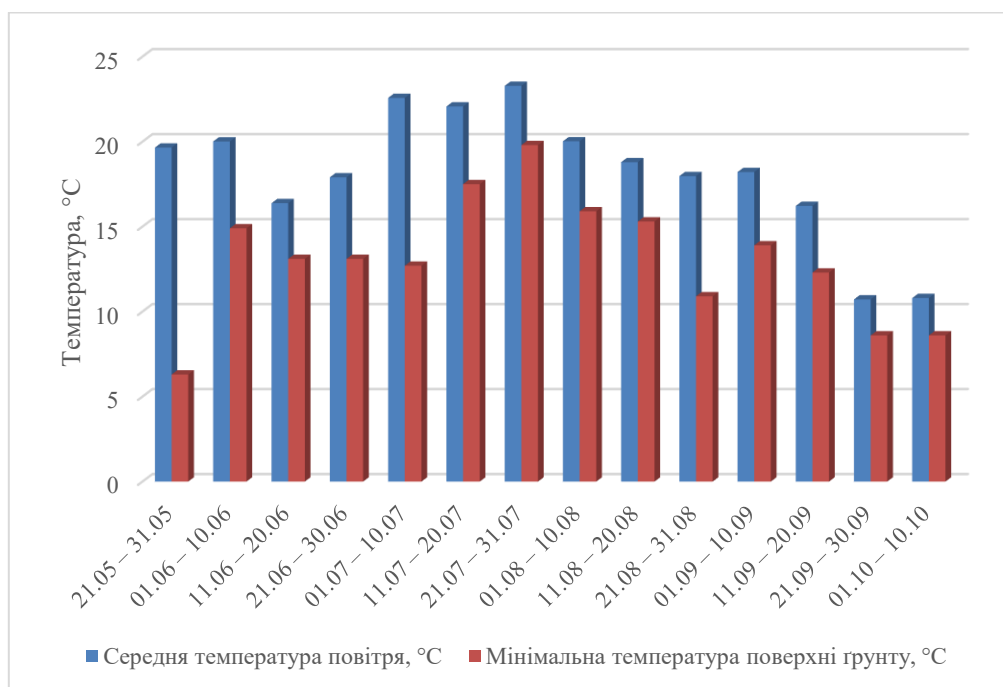


Рис. 1. Середньодекадна температура повітря та мінімальна температура поверхні ґрунту у 2025 р. (метеостанція Сумський НАУ)

Розподіл опадів за вегетаційний період досліджуваної культури був неоднорідним. Найбільший рівень опадів було зафіксовано у третій декаді липня. Найменша кількість опадів біла зафіксована на початку вегетації культури (третя декада травня) та у першій декаді вересня.

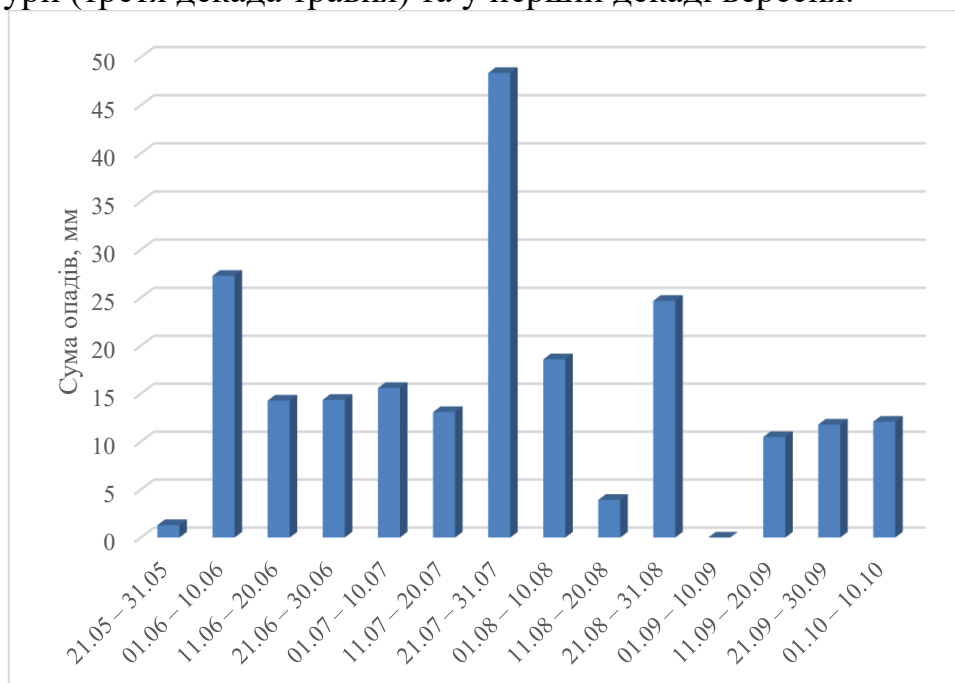


Рис. 2. Подекадна динаміка опадів за вегетаційний період 2025 р. (метеостанція Сумський НАУ)

Розрахунок гідротермічного коефіцієнта (ГТК) Селянинова за декадами вегетаційного періоду 2025 року свідчить про високу нестабільність умов зволоження та чітко виражену циклічність гідротермічного режиму. За період проведення досліджень було відмічено чергування етапів оптимального зволоження та гострої нестачі вологи. Максимальний показник ГТК було зафіксовано у третій декаді липня, що вказує на надмірне зволоження ґрунту. Водночас, найнижчий показник спостерігався на початку вегетації (третья декада травня) та другій декаді серпня. Найбільш критичними виявились осінні місяці – перша декада вересня та кінець вегетації, коли коефіцієнт дорівнював 0.

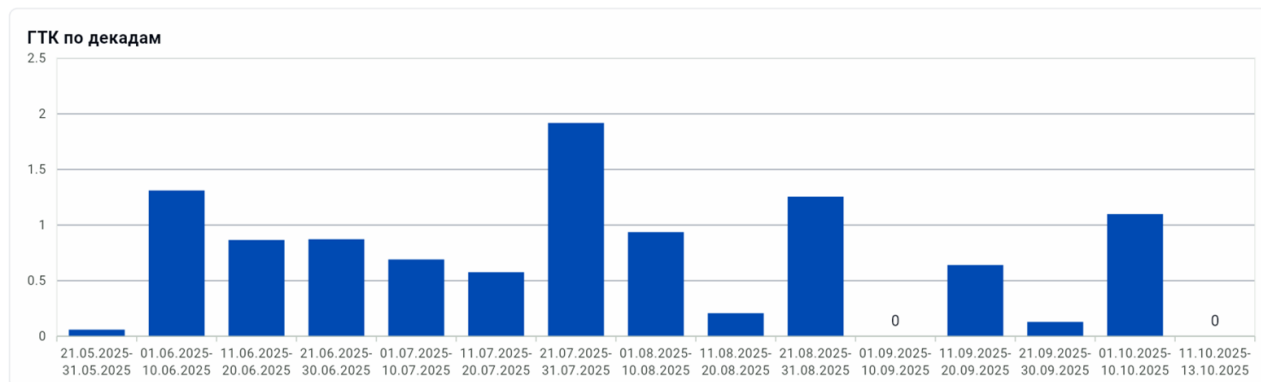


Рис. 3. Подекадна динаміка гідротермічного коефіцієнту за декадами вегетаційного періоду 2025 р.

Дослідження передбачало вивчення впливу норми добрив на біометричні показники та продуктивність чіа. Зокрема, схема досліду включала контроль (без внесення мінеральних добрив) та 4 варіанти внесення повної норми макроеlementних добрив ($N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д.р.). Обробіток ґрунту передбачав зяблеву оранку на 20-22 см, ранньовесняне боронування для закриття вологи та сівбу у третій декаді травня (21 травня) на глибину 1 см з міжряддям 45 см.

Для оцінки динаміки росту *Salvia hispanica* L. було використано загальноприйняті методи польових досліджень. Зокрема, фенологічні спостереження проводити шляхом візуальної фіксації настання певної фази та фіксації дати її настання. Відповідно до цього визначали тривалість міжфазних періодів (сівба-сходи, сходи-цвітіння) та загальну тривалість вегетації. Висоту рослин визначали шляхом вимірювання від поверхні ґрунту до верхівки центрального пагона. Також було підраховано кількість гілок, що несуть суцвіття, та виміряно довжину центрального суцвіття. Для оцінки продуктивності культури з кожної дослідної ділянки відбирали снопи, після чого за допомогою лабораторно-вагового аналізу визначали масу насіння з однієї рослини, масу 1000 насінин та урожайність.

Математичну обробку даних та статистичний аналіз проводили за допомогою програм MS Excel та Statistica 10.0. Статистична обробка включала

однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) та визначення достовірності статистичної відмінності даних за критерієм Дункана.

Аналіз тривалості міжфазних періодів та загального терміну вегетації (Рис. 4.) вказує, що застосування мінеральних добрив впливає на проходження досліджуваних фенологічних фаз. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д.р та понад неї дещо подовжує період сівба-сходи. Аналогічна тенденція спостерігається і у періоду сходи-цвітіння. Тривалість вегетаційного періоду чіа також збільшується відповідно до підвищення норми добрив, зокрема найкоротший термін був відмічений на контрольному варіанті та з фоном добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$ кг/га д.р, в той час як найбільш тривалий термін спостерігався для варіантів $N_{45}P_{45}K_{45}$ кг/га д.р та $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д.р.

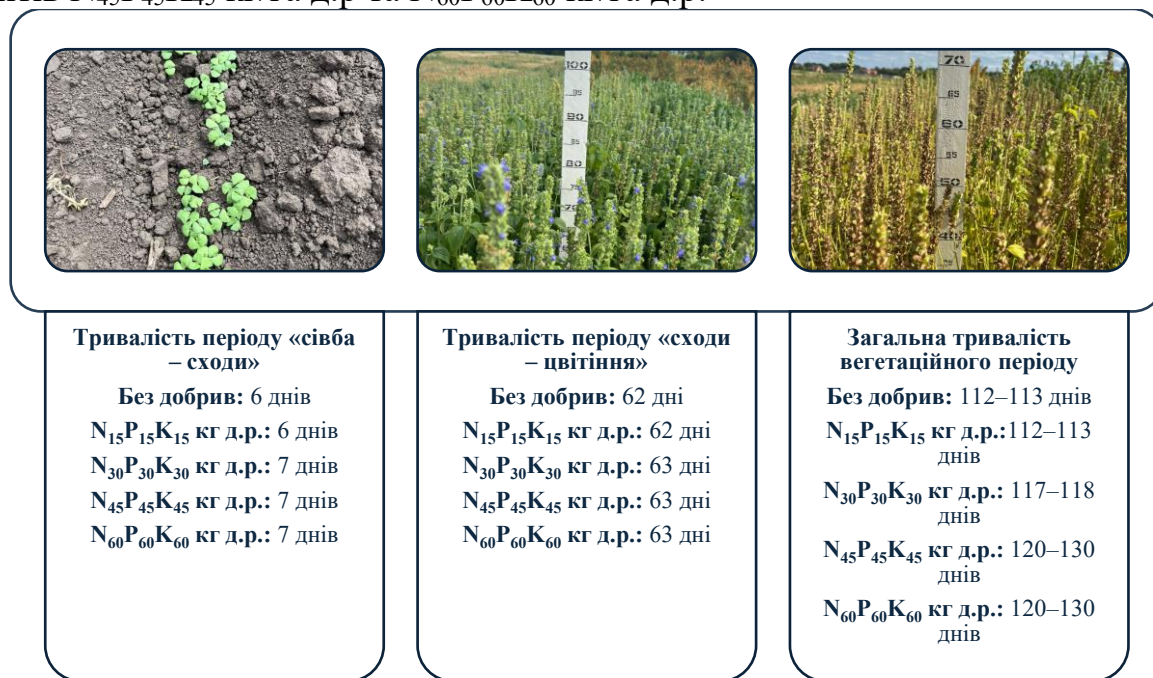


Рис. 4. Тривалість міжфазних періодів та вегетації *Salvia hispanica* L. залежно від фону удобрення

Відповідно до отриманих даних можна зробити висновок, що норми добрив мають суттєвий вплив на висоту рослин чіа (Таблиця 1). Було встановлено, що найнижчі показники висоти, які мають суттєву відмінність фіксувались на контрольному варіанті, тобто без застосування добрив і були в межах $63,40 \pm 2,63$. Достовірно вищий показник був отриманий за внесення мінімальної норми добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$, який становив $72,90 \pm 1,91$. Найвищі показники висоти рослин були зафіксовані за норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$, де отримані показники висоти суттєво переважали попередньо описані варіанти, проте не мали суттєвої різниці між собою, тому були згруповані з однаковим індексом відповідно до критерію Дункана.

Дані довжини центрального суцвіття культури вказують на певну різницю показника залежно від фону добрив. Найдовше суцвіття зафіксовано на варіанті

$N_{30}P_{30}K_{30}$, відповідно до критерію Дункана відмінність його у порівнянні із контролем та варіантом $N_{45}P_{45}K_{45}$ статистично значуща.

Таблиця 1. Висота рослин та довжина суцвіття *Salvia hispanica* L. залежно від норми добрив, ($M \pm SD$, $n=10$)

Варіант удобрення	Висота рослин, см	Довжина центрального суцвіття, см
Контроль	$63,4 \pm 2,6^{c*}$	$9,2 \pm 2,5^a$
$N_{15}P_{15}K_{15}$	$72,9 \pm 1,9^b$	$10,3 \pm 2,2^a$
$N_{30}P_{30}K_{30}$	$83,7 \pm 2,9^a$	$11,4 \pm 2,6^b$
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$83,8 \pm 2,3^a$	$9,0 \pm 2,9^a$
$N_{60}P_{60}K_{60}$	$83,8 \pm 2,2^a$	$9,8 \pm 3,0^a$

*Примітка: буквені індекси вказують на результати множинного порівняння за критерієм Дункана ($p < 0,05$). Середні значення, позначені різними літерами, мають статистично значущу різницю.

Рисунок 5 відображає характер впливу фону удобрення на кількість суцвіть у рослин чіа. Найнижче значення (3,8 шт./рослину) було зафіксовано на контрольному варіанті. Внесення добрив у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$ забезпечило статистично значущий приріст кількості суцвіть, яка становила 7,5 шт./рослину. Збільшення норми мінерального живлення на інших варіантах дозволило дещо збільшити кількість суцвіть, проте за результатами аналізу критерію Дункана їх кількість не відрізнялась від контрольного варіанту суттєво, що дозволило об'єднати в одну групу.

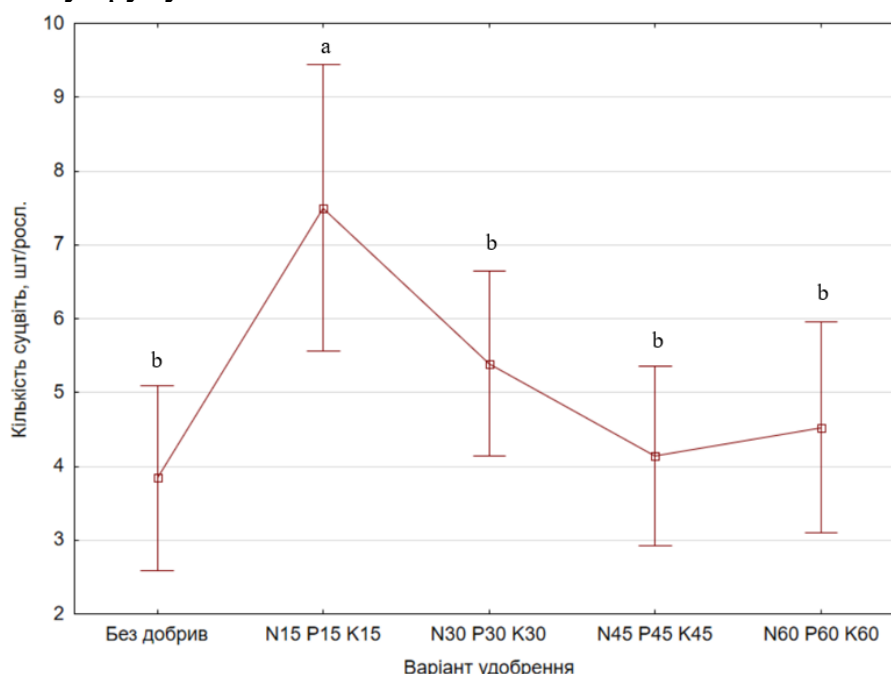


Рис. 5. Кількість суцвіть *Salvia hispanica* L. залежно від фону удобрення (квадратні позначки відповідають середнім значенням показника, вертикальні відрізки — стандартним похибкам; буквенні індекси над маркерами позначають статистично значущі відмінності за критерієм Дункана, $n=10$)

На рисунку 6 відображено динаміку маси насіння з 1 рослини чіа залежно від норми добрив. Було зафіксовано, що найвищий показник було отримано за внесення норми $N_{30}P_{30}K_{30}$, при цьому було отримано 0,86 г насіння. Водночас, найменша кількість насіння була отримана на варіанті $N_{45}P_{45}K_{45}$ і становила 0,52 г. Однак, відповідно до оцінювання отриманих даних за критерієм Дункана статистична відмінність між варіантами зафіксована не була ($p = 0,41$).

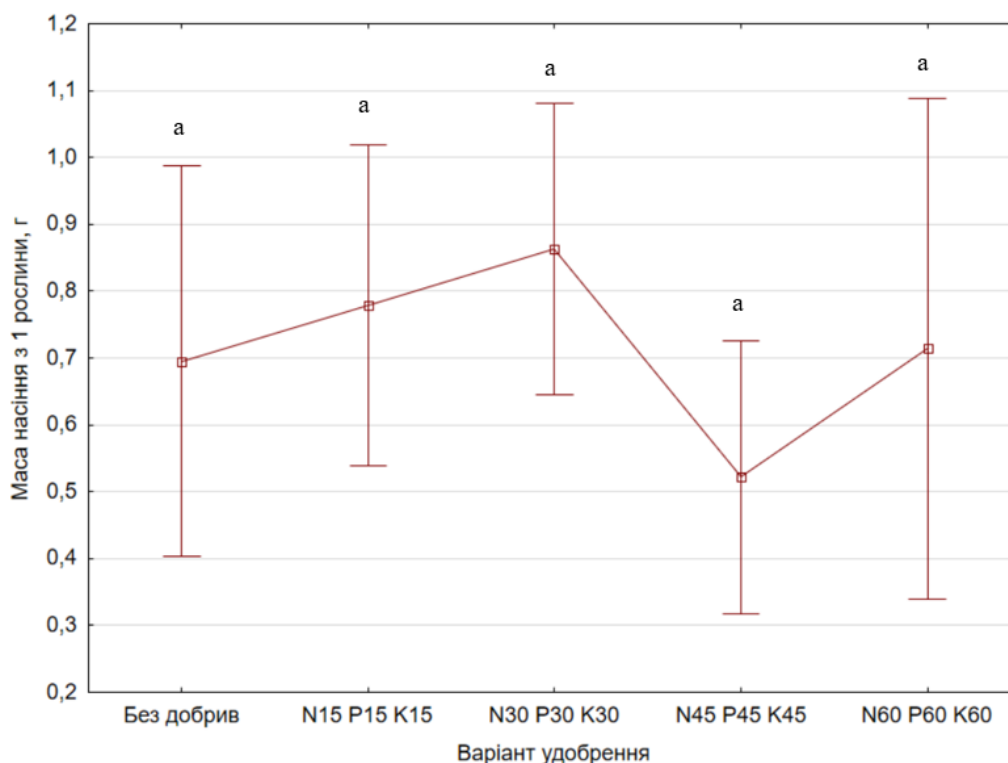


Рис. 6. Маса насіння з 1 рослини *Salvia hispanica* L. залежно від фону удобрення ($n=10$)

Аналіз показників продуктивності чіа вказує на нелінійний характер впливу мінеральних добрив на масу 1000 насінин та урожайність культури (Таблиця 2).

Таблиця 2.

Маса 1000 насінин та урожайність *Salvia hispanica* L. залежно від норми добрив, ($M \pm SD$, $n=3$)

Варіант удобрення	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га
Контроль	$1,29 \pm 0,08^a$	$0,58 \pm 0,03^a$
$N_{15}P_{15}K_{15}$	$1,35 \pm 0,05^a$	$0,51 \pm 0,06^{ab}$
$N_{30}P_{30}K_{30}$	$1,40 \pm 0,12^a$	$0,61 \pm 0,02^a$
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$1,40 \pm 0,06^a$	$0,49 \pm 0,04^b$
$N_{60}P_{60}K_{60}$	$1,35 \pm 0,10^a$	$0,48 \pm 0,07^b$

Так, маса 1000 насінин була в межах 1,29 – 1,40 г, при цьому максимальне значення було отримане за внесення норм $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{45}P_{45}K_{45}$. Проте,

оцінювання результатів за критерієм Дункана вказує на несуттєву різницю між триманими даними, відповідно були віднесені до однієї гомогенної групи «а». Незважаючи на це, відмінність в урожайності є доволі суттєвою, при цьому найнижча продуктивність була отримана на варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$, а найвища на фоні добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Отримані дані вказують, що на кінцеву продуктивність культури вплинув загальний комплекс змін у показниках, що досліджувались, на які впливали фони удобрення. Так, оптимізація росту культури на початку вегетації дозволила покращити архітектуру травостою, проте надмірне застосування добрив призвело до зниження кількості суцвіть, що утворювались на рослині, що таким чином обмежило потенційну урожайність.

Маса 1000 насінин, тим не менш, не мала суттєвої відмінності відповідно до фону удобрення, вказуючи на те, що цей показник визначається генетичною стабільністю культури. Відповідно, наповненість зернівок не отримувала значного впливу від досліджуваних фонів удобрення.

Ключовий чинник, що вплинув на кінцеву продуктивність став оптимальний баланс живлення. Як видно з отриманих результатів помірні дози добрив забезпечили найбільшу кількість отриманого насіння. Однак, надмірні дози викликали депресію росту та, відповідно, зниження продуктивності культури. Тобто, реалізація генетичного потенціалу культури доволі сильно залежить фону удобрення: надмірна їх кількість призводить не лише до зниження врожайності, а й до недоцільних економічних витрат.

Варто також зазначити, що оскільки в Україні ще не проводились такі дослідження ми не можемо порівнювати отримані результати у відповідних ґрунтово-кліматичних умовах. Переважна більшість літературних джерел для проведення порівнянь походить із Південної Азії. Тому, наприклад, у дослідженні Singh, et al., (2023) рекомендовано вищу дозу мінеральних добрив ($N_{80}P_{60}K_{60}$), що дозволила забезпечити врожайність чіа на рівні 10,2 ц/га [14]. А вченими, що проводили свої дослідження у Єгипті було встановлено, що комбінація нижчої густоти стояння рослин (50 тис. рослин/га) та збільшення норми азотних добрив (120 кг/га) позитивно впливає на показники збору свіжої та сухої маси чіа (Izgi et al., 2024). Водночас, дослідженнями, що були проведені в Південно-Східному регіоні Німеччини встановлено, що для отримання високої врожайності варто поєднувати комбінацію із таких факторів як широкорядний посів (50 см), норми висіву 1,5 кг/га та норми азотних добрив 20 чи 40 кг/га [15].

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Проведені польові дослідження в умовах Північно-Східного Лісостепу України довели, що норми мінеральних добрив справляють суттєвий вплив на ростові процеси, фенологічний розвиток та продуктивність рослин *Salvia hispanica* L. Застосування мінерального живлення сприяло подовженню вегетаційного періоду та збільшенню висоти рослин, причому найвищі показники висоти були зафіксовані на варіантах $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$. Водночас найбільша довжина центрального суцвіття та кількість суцвіть на

рослині формувалися за помірних норм внесення елементів живлення, тоді як надмірне підвищення доз добрив призводило до зниження досліджуваних показників продуктивності.

Аналіз структурних елементів урожайності засвідчив, що маса 1000 насінин є стійкою, генетично детермінованою ознакою, яка не мала вірогідних відмінностей залежно від фону удобрення. Натомість загальна урожайність чіа демонструвала нелінійну залежність від умов мінерального живлення: найвищу продуктивність забезпечило внесення помірної норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ (0,61 т/га) та на контролі (0,58 т/га), тоді як підвищені дози ($N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$) викликали депресію росту та зниження врожайності. Це свідчить про економічну та екологічну недоцільність використання надмірних норм агрофону для культури в регіоні.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні наукового пошуку щодо оптимізації елементів технології вирощування *Salvia hispanica* L. з урахуванням мінливих гідротермічних умов Лісостепу України. Зокрема, актуальним є комплексне вивчення взаємодії густоти стояння рослин, строків сівби та збалансованих доз мінеральних добрив для максимальної реалізації біологічного та продуктивного потенціалу нішевої культури.

Автори підтверджують відсутність потенційного чи наявного конфлікту інтересів, який міг би вплинути на результати дослідження та публікації

Фінансування. Дослідження виконано в межах ініціативної прикладної науково-дослідної роботи Сумського національного аграрного університету на тему «Оптимізація елементів технології вирощування нішевих культур на прикладі чіа (*Salvia hispanica*) для підвищення продуктивності та адаптивності в ґрунтово-кліматичних умовах Північно-Східного Лісостепу України», яка зареєстрована в УкрІНТЕІ 26 травня 2025 року під державним реєстраційним номером 0125U002572.

Список використаної літератури

1. Cahill, J. P. (2003). Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Economic Botany*, 57(4), 604–618. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057%5B0604:EOCSHL%5D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057%5B0604:EOCSHL%5D2.0.CO;2)
2. Knez Hrnič, M., Ivanovski, M., Cör, D., & Knez, Ž. (2019). Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): an overview—phytochemical profile, isolation methods, and application. *Molecules*, 25(1), 11. <https://doi.org/10.3390/molecules25010011>
3. Khalid, W., Arshad, M. S., Aziz, A., Rahim, M. A., Qaisrani, T. B., Afzal, F., Ali, A., Ranjha, M. M. A. N., Khalid, M. Z., & Anjum, F. M. (2023). Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): a therapeutic weapon in metabolic disorders. *Food Science & Nutrition*, 11(1), 3–16. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3035>
4. Zare, T., Fournier-Level, A., Ebert, B., & Roessner, U. (2024). Chia (*Salvia hispanica* L.), a functional ‘superfood’: New insights into its botanical, genetic and nutraceutical characteristics. *Annals of Botany*, 134(5), 725–746. <https://doi.org/10.1093/aob/mcae123>
5. Salgado, V. D. S. C. N., Zago, L., Antunes, A. E. C., & Miyahira, R. F. (2022). Chia (*Salvia hispanica* L.) seed germination: a brief review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 77(4), 485–494. <https://doi.org/10.1007/s11130-022-01011-z>
6. Rossafi, A., El Aidouni, S., Rossafi, M., & Ouhssine, M. (2026). Optimizing chia (*Salvia hispanica* L.) seed germination: effects of thermal and seed aging on physiological parameters—a case

study from Western Morocco. *International Journal of Agriculture and Biosciences*.
<https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2026.065>

7. Cabrera-Santos, D., Ordoñez-Salanueva, C. A., Sampayo-Maldonado, S., Campos, J. E., Orozco-Segovia, A., & Flores-Ortiz, C. M. (2022). Quantifying cardinal temperatures of chia (*Salvia hispanica* L.) using non-linear regression models. *Plants*, 11(9), 1142. <https://doi.org/10.3390/plants11091142>
8. Shahjadee, U. F., Hossain, Md. H., Ethane, N. J., Kabir, Md. A., Hasan, Md. R., Khatun, Mst. M., Hossain, A., & Rupa, A. Z. (2026). Impact of germination on the nutritional composition and bioactive properties of Bangladeshi *Salvia hispanica* L. seeds. *Food and Humanity*, 6, 101209. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2026.101209>
9. Shorna, S. I., Akhter, B. A., Anwar, M. P., & Hossain, M. A. (2024). Growth and yield response of BAU Chia-1 (*Salvia hispanica*) to Nitrogen Fertilizer. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 22(4), 443–450. <https://doi.org/10.3329/jbau.v22i4.78849>
10. Singh, N. U., Venkatachalapathi, V., Amrutha, T. G., Naveen, D. V., & Reddy, M. V. S. (2023). Crop growth, yield attributes, yield and quality of chia (*Salvia hispanica* L.) as influenced by spacing and fertilizer levels. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(10), 1585–1597. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i102814>
11. Umilsingh, N., Venkatachalapathi, V., Latha, H. S., Bobbe, S., Madhu, B., Sree, Y. S., & Anushka, A. S. (2025). Effect of various crop spacings and fertilizers on yield and economics of chia (*Salvia hispanica* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 23(1), 159–170. https://doi.org/10.15666/aeer/2301_159170
12. Malwa, G. S., Rawat, S., Kaushik, R., & Choubey, H. (2025). Effect of nitrogen and boron on growth and yield attributes of chia (*Salvia hispanica* L.). *International Journal of Research in Agronomy*, 8(8), 89–92. <https://doi.org/10.33545/2618060X.2025.v8.i8b.3495>
13. Chaitanya, A., Murali, K., Deva Kumar, N., Gangadhar Eswar Rao, S. R. Anand, Usha Ravindra, & Chikkaramappa, T. (2022). Effect of spacing and organic sources of nutrients on growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.). *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 56(4), 44-50.
14. Singh, N. U., Venkatachalapathi, V., Murthy, K. N. K., Latha, H. S., Naveen, D. V., & Sree, Y. S. (2023). Optimization of spacing and fertilizer levels on growth, yield parameters and yield of chia (*Salvia hispanica* L.). *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(8), 1705–1716. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i82123>
15. İzgi, M. N., Karaman, Ş., & Tonçer, Ö. (2024). Interactive effects of number of plants and nitrogen fertilization on quality parameters of *Salvia officinalis* L. cultivated in semi-arid environments. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 27(2), 432–449. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2024.2307906>
16. Grimes, S. J., Phillips, T. D., Capezzone, F., & Graeff-Hönniger, S. (2019). Impact of Row Spacing, Sowing Density and Nitrogen Fertilization on Yield and Quality Traits of chia (*Salvia Hispanica* L.) Cultivated in southwestern Germany. *Agronomy*, 9(3), 136. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030136>

Vitalii Yatsenko,

PhD in Agronomy, Senior Lecturer at the Department of Agrotechnologies and Soil Science
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-7686-6634
email: vitaliiyatsenko1@gmail.com

Volodymyr Trotsenko,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Agrotechnologies and Soil Science
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-8101-0849
email: vtrotsenko@ukr.net



Oksana Lahovska,

PhD in Agronomy, Senior Lecturer at the Department of Agrotechnologies and Soil Science
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-9610-3087
email: datsko.oksana.nikol@gmail.com

Vitalii Kotenko,

PhD student at the Department of Agrotechnologies and Soil Science
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID ID 0009-0005-5229-0534
email: kotenkovitaliy@ukr.net

**DYNAMICS OF BIOMETRIC INDICATORS AND YIELD OF SALVIA HISPANICA L.
DEPENDING ON THE FERTILIZATION BACKGROUND**

Abstract

*The article presents the research results on the effect of various mineral fertilizer rates on the growth processes, phenological development, and productivity of chia (*Salvia hispanica* L.) plants under the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine in 2025. The experiment included a control (without fertilizers) and four variants with complete mineral nutrition (N15P15K15, N30P30K30, N45P45K45, N60P60K60). It was established that the application of mineral fertilizers affects the duration of inter-phase periods and the total duration of the culture's growing season, as well as leads to an increase in plant height.*

A non-linear nature of the effect of the studied doses on the generative sphere and productivity of chia was revealed. In particular, the highest number of inflorescences per plant was formed with the application of a moderate rate of N15P15K15. At the same time, the 1000-seed weight proved to be a conservative, genetically determined trait and showed no statistically significant differences depending on the fertilizer background.

The highest total seed yield was provided by the application of fertilizers at a dose of N30P30K30 (t/ha) and in the control option (t/ha). A further increase in agricultural background rates (N45P45K45, N60P60K60) led to growth depression and a decrease in productivity, which confirms the economic and ecological impracticality of using excessive rates of mineral fertilizers for growing chia in the region.

Keywords: chia, 1000-seed weight, productivity, germination, niche crop.

References

1. Cahill, J. P. (2003). Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Economic Botany*, 57(4), 604–618. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057%5B0604:EOCSHL%5D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057%5B0604:EOCSHL%5D2.0.CO;2)
2. Knez Hrnič, M., Ivanovski, M., Cör, D., & Knez, Ž. (2019). Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): an overview—phytochemical profile, isolation methods, and application. *Molecules*, 25(1), 11. <https://doi.org/10.3390/molecules25010011>
3. Khalid, W., Arshad, M. S., Aziz, A., Rahim, M. A., Qaisrani, T. B., Afzal, F., Ali, A., Ranjha, M. M. A. N., Khalid, M. Z., & Anjum, F. M. (2023). Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): a therapeutic weapon in metabolic disorders. *Food Science & Nutrition*, 11(1), 3–16. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3035>
4. Zare, T., Fournier-Level, A., Ebert, B., & Roessner, U. (2024). Chia (*Salvia hispanica* L.), a functional ‘superfood’: New insights into its botanical, genetic and nutraceutical characteristics. *Annals of Botany*, 134(5), 725–746. <https://doi.org/10.1093/aob/mcae123>
5. Salgado, V. D. S. C. N., Zago, L., Antunes, A. E. C., & Miyahira, R. F. (2022). Chia (*Salvia hispanica* L.) seed germination: a brief review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 77(4), 485–494. <https://doi.org/10.1007/s11130-022-01011-z>

6. Rossafi, A., El Aidouni, S., Rossafi, M., & Ouhssine, M. (2026). Optimizing chia (*Salvia hispanica* L.) seed germination: effects of thermal and seed aging on physiological parameters-a case study from Western Morocco. *International Journal of Agriculture and Biosciences*. <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2026.065>
7. Cabrera-Santos, D., Ordoñez-Salanueva, C. A., Sampayo-Maldonado, S., Campos, J. E., Orozco-Segovia, A., & Flores-Ortiz, C. M. (2022). Quantifying cardinal temperatures of chia (*Salvia hispanica* L.) using non-linear regression models. *Plants*, 11(9), 1142. <https://doi.org/10.3390/plants11091142>
8. Shahjadee, U. F., Hossain, Md. H., Ethane, N. J., Kabir, Md. A., Hasan, Md. R., Khatun, Mst. M., Hossain, A., & Rupa, A. Z. (2026). Impact of germination on the nutritional composition and bioactive properties of Bangladeshi *Salvia hispanica* L. seeds. *Food and Humanity*, 6, 101209. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2026.101209>
9. Shorna, S. I., Akhter, B. A., Anwar, M. P., & Hossain, M. A. (2024). Growth and yield response of BAU Chia-1 (*Salvia hispanica*) to Nitrogen Fertilizer. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 22(4), 443–450. <https://doi.org/10.3329/jbau.v22i4.78849>
10. Singh, N. U., Venkatachalapathi, V., Amrutha, T. G., Naveen, D. V., & Reddy, M. V. S. (2023). Crop growth, yield attributes, yield and quality of chia (*Salvia hispanica* L.) as influenced by spacing and fertilizer levels. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(10), 1585–1597. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i102814>
11. Umilsingh, N., Venkatachalapathi, V., Latha, H. S., Bobbe, S., Madhu, B., Sree, Y. S., & Anushka, A. S. (2025). Effect of various crop spacings and fertilizers on yield and economics of chia (*Salvia hispanica* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 23(1), 159–170. https://doi.org/10.15666/aeer/2301_159170
12. Malwa, G. S., Rawat, S., Kaushik, R., & Choubey, H. (2025). Effect of nitrogen and boron on growth and yield attributes of chia (*Salvia hispanica* L.). *International Journal of Research in Agronomy*, 8(8), 89–92. <https://doi.org/10.33545/2618060X.2025.v8.i8b.3495>
13. Chaitanya, A., Murali, K., Deva Kumar, N., Gangadhar Eswar Rao, S. R. Anand, Usha Ravindra, & Chikkaramappa, T. (2022). Effect of spacing and organic sources of nutrients on growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.). *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 56(4), 44-50.
14. Singh, N. U., Venkatachalapathi, V., Murthy, K. N. K., Latha, H. S., Naveen, D. V., & Sree, Y. S. (2023). Optimization of spacing and fertilizer levels on growth, yield parameters and yield of chia (*Salvia hispanica* L.). *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(8), 1705–1716. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i82123>
15. İzgi, M. N., Karaman, Ş., & Tonçer, Ö. (2024). Interactive effects of number of plants and nitrogen fertilization on quality parameters of *Salvia officinalis* L. cultivated in semi-arid environments. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 27(2), 432–449. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2024.2307906>
16. Grimes, S. J., Phillips, T. D., Capezzone, F., & Graeff-Hönninger, S. (2019). Impact of Row Spacing, Sowing Density and Nitrogen Fertilization on Yield and Quality Traits of chia (*Salvia Hispanica* L.) Cultivated in southwestern Germany. *Agronomy*, 9(3), 136. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030136>

Стаття надійшла до редакції 23.07.2026

Стаття пройшла рецензування 25.08.2026

Стаття опублікована 30.09.2026

