УДК 633.73:631.8:631.51:631.582

ВПЛИВ СПОСОБІВ УДОБРЕННЯ ТА ОБРОБІТКУ ГРУНТУ НА РІСТ І РОЗВИТОК ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО

Аморциту Олександр Валентинович
аспірант
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
м. Кам'янець – Подільський, Україна
ORCID: 0000-0002-0944-245X
mail_for_sani_ok@ukr.net

Цикорій коренеплідний (Cichorium intybus var. sativum) є важливою технічною культурою, сировина якої використовується для виробництва інуліну, фруктози та кавоподібних продуктів. Реалізація генетичного потенціалу його врожайності лімітується комплексом агротехнічних факторів, серед яких провідне значення мають система удобрення та обробітку ґрунту. Ці елементи технології визначають спрямованість ґрунтових процесів, регулюючи водний, повітряний, тепловий і поживний режими, що безпосередньо впливає на ріст, розвиток і продуктивність рослин.

Були проведені дослідження впливу різних способів удобрення та обробітку ґрунту на формування врожаю цикорію. У процесі досліджень застосовували загальнонаукові та спеціальні методи: польовий (для вивчення взаємодії факторів), лабораторний (визначення біохімічного складу), вимірювально-ваговий (облік біометричних показників) та математико-статистичний (оцінка достовірності результатів).

Встановлено, що оптимізація живлення рослин шляхом внесення науково обґрунтованих доз мінеральних добрив на фоні органічної складової забезпечує інтенсивний ріст листкового апарату та формування потужної кореневої системи. Зокрема, застосування органо-мінеральної системи удобрення сприяє підвищенню врожайності коренеплодів на 18-22% порівняно з контролем без добрив. Важливу роль відіграє і спосіб основного обробітку ґрунту. Доведено, що глибоке розпушення (на 28-30 см) створює оптимальну будову орного шару, необхідну для формування видовжених, вирівняних коренеплодів, тоді як мілкий обробіток призводить до їх деформації та зниження товарності.

Кореляційний аналіз підтвердив тісний зв'язок між щільністю ґрунту, вмістом поживних речовин та масою коренеплоду. Найвищі показники продуктивності (25-30 т/га) зафіксовано у варіанті поєднання полицевого обробітку із внесенням розрахункових доз добрив. Таким чином, комплексний підхід до управління факторами життя рослин через оптимізацію удобрення та обробітку ґрунту є визначальною умовою стабільного виробництва високоякісної сировини цикорію коренеплідного.

Ключові слова: *цикорій коренеплідний, технологія вирощування, система живлення, обробіток ґрунту, спосіб удобрення, шар ґрунту.*

DOI https://doi.org/10.32782/agrobio.2026.1.3

Вступ. Цикорій коренеплідний (*Cichorium intybus* L.) є цінною технічною культурою, коренеплоди якої слугують сировиною для виробництва інуліну – природного полісахариду, що широко використовується у харчовій та фармацевтичній промисловості як пробіотик та замінник цукру для хворих на діабет (Yatsenko, 2003; Prysiazhniuk et al., 2023). Зростаючий попит на продукти здорового харчування зумовлює необхідність удосконалення технології вирощування цієї культури, адаптованої до ґрунтово-кліматичних умов конкретних регіонів (Tkach, 2020; Tkach, 2020).

Вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток цикорію. Питання оптимізації мінерального живлення цикорію коренеплідного є одним із найбільш досліджуваних у сучасній агрономічній науці. Цикорій характеризується високою потребою в елементах живлення, особливо в азоті, що пояснюється формуванням значної вегетативної маси та потужної кореневої системи (Tkach, 2020; Prysiazhniuk et al., 2023). Згідно з узагальненими даними, для формування високого врожаю коренеплодів цикорій потребує внесення 100-150 кг/га азоту щорічно (Tkach, 2020).

Дослідження впливу різних доз мінеральних добрив на ріст і розвиток цикорію в умовах Правобережного Лісостепу України, проведені Ткачем О.В., показали неоднозначний вплив підвищених норм добрив на рослини (Tkach et al., 2022). Було встановлено, що на контролі (без добрив) рослини істотно відставали у рості від початку сходів до збирання врожаю. Внесення добрив у дозі $N_{40}P_{60}K_{80}$ сприяло зростанню маси коренеплодів цикорію. Так, у 2019 році маса рослин у фазі 4-5 пар листків становила 3,80 г, у 2020 – 3,11 г, а у 2021 – 3,61 г відповідно (Tkach et al., 2022).

Особливий інтерес становить реакція рослин на високі дози добрив. За даними Ткача О.В., збільшення норми добрив до $N_{80}P_{120}K_{160}$ не викликало пригнічення росту рослин на ранніх етапах розвитку: маса рослин у фазі 4-5 пар листків становила 4,01 г у 2019 році, 2,21 г у 2020 та 3,52 г у 2021 році. Однак подальше підвищення норм азоту, калію та фосфору у четвертому варіанті ($N_{120}P_{140}K_{180}$) пригнічувало ріст рослин у фази 1-3 та 4-5 пар листків. Ще більше пригнічення спостерігалося за вищих норм добрив (Tkach et al., 2022).

Важливо відзначити, що пригнічення рослин високими нормами добрив мало тимчасовий характер. У фазі

змикання листків у міжряддях темпи росту рослин у всіх варіантах із внесенням добрив вирівнювалися. У наступних фазах розвиту рослини на фоні високих норм добрив характеризувалися кращим ростом. Так, у 2019 році маса коренеплодів цикорію у варіанті $N_{160}P_{180}K_{220}$ була на рівні 548 г, а у варіанті $N_{160}P_{220}K_{220}$ – 670 г відповідно (Tkach et al., 2022). Це свідчить про те, що високі норми добрив, хоча й викликають незначне уповільнення росту в початковий період, у подальшому забезпечують суттєве підвищення врожайності.

Дослідження впливу різних доз NPK-добрив на ріст і продуктивність цикорію проводилися також зарубіжними вченими, які вивчали ефективність різних доз NPK-добрив на ріст і продуктивність (Cichorium intybus) та встановили позитивну кореляцію між дозами внесення та врожайністю культури (Umami et al., 2019). Хорватські дослідники вивчали вплив органічних (гній) та мінеральних добрив $NPK_{5\text{-}20\text{-}30}$ на вміст азоту, фосфору та калію в ґрунті, їх накопичення в рослинах та врожайність цикорію. Результати засвідчили, що незалежно від року та місця вирощування, найвищий вміст фосфору та калію в ґрунті, калію в рослинах, а також найвища врожайність були досягнуті при внесенні 100 та 150 г/м² мінеральних добрив $NPK_{5\text{-}20\text{-}30}$. З агроекологічної точки зору, внесення 100 г/м² $NPK_{5\text{-}20\text{-}30}$ є раціональним і достатнім для виробництва цикорію (Custic et al. 2005).

Сучасні дослідження поглиблюють розуміння взаємодії між генотипом та азотним живленням. Встановлено, що удобрення суттєво підвищує врожайність та питому листкову масу Cichorium endivia. Співвідношення пагонів до коренів збільшувалося за високого рівня азоту; це також підвищувало вміст вуглеводів у листках і коренеплодах. Взаємодія між удобренням та генотипом суттєво впливала на накопичення фруктанів та нітратів у коренеплодах. Удобрення знижувало вміст сульфатів і фосфатів у листках і коренях різних видів цикорію (Tkach, 2019).

Роль органічних добрив та вологозабезпечення. Важливу роль у підвищенні врожайності цикорію відіграє застосування органічних добрив. Овчарук В. І. зі співавторами (2021) довели ефективність застосування органо-мінеральних добрив для покращення кореневого живлення рослин цикорію коренеплідного, що сприяє кращому засвоєнню елементів живлення та підвищенню продуктивності (Custic et al. 2005; Ovcharuk et al. 2021).

Дослідження ролі органічних добрив у вологозабезпеченні рослин показали, що за найбільш інтенсивного росту й розвитку рослин на удобрених ділянках протягом вегетаційного періоду в ґрунті накопичувався вищий відсоток загальної та вільної води і менше зв'язаної води порівняно з ділянками, де органічні добрива не вносилися. За загальним вмістом води в рослинах різниця була незначною, особливо в денні години. Таким чином, внесення органічних добрив під цикорій коренеплідний з метою отримання високих врожаїв дає змогу краще утримувати ґрунтову вологу, що в подальшому позначається на врожайності культури (Tkach et al., 2023).

Вплив абіотичних факторів, зокрема ґрунтової вологи, на продуктивність цикорію є визначальним. Ткач О.В., Овчарук В.І., Овчарук О.В. та Марцін Я.Є. (2022) дослідили особливості ролі ґрунтової вологи в забезпеченні високої врожайності рослин цикорію коренеплідного та встановили, що оптимальне зволоження є ключовою умовою реалізації потенційної продуктивності культури (Tkach et al., 2022; Tkach et al., 2023). Ткач О. В. та Овчарук В. І. (2020) вивчали витрати води рослинами цикорію коренеплідного в агрофітоценозі на формування її маси та встановили, що ці витрати істотно змінюються залежно від погодних умов і щільності агрофітоценозу (Tkach & Ovcharuk, 2020). Режим зволоження безпосередньо впливає на взаємозв'язок між накопиченням вегетативної маси та формуванням коренеплодів (Custic et al. 2005; Niemiec et al. 2019).

Вплив обробітку ґрунту та площі живлення. Одним із головних агротехнічних заходів, від якого значною мірою залежить урожайність та якість коренеплодів цикорію, є правильне розміщення рослин на площі. За різних способів сівби схеми розміщення дають змогу забезпечити сприятливі умови для росту й розвитку рослин та максимальне використання механічних засобів в період догляду за посівами і збирання врожаю (Tkach & Ovcharuk, 2020; Tkach, 2020).

Дослідженнями Ткача О. В. та Овчарука В. І. (2020) встановлено, що структура площі живлення рослини цикорію коренеплідного впливає на фотосинтетичну продуктивність. Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу відзначалися за розміщення рослин на площі живлення за схемою 45×22,5 см та 22,5×45 см, що позитивно позначилося на врожайності коренеплодів та вмісті в них полісахариду інуліну (Tkach & Ovcharuk, 2020).

Експериментально доведено, що за підвищеної норми фотосинтетичного потенціалу за площі живлення 60×60 см (з густотою рослин 30 тис/га) сорт Уманський-97 становив $9{,}2\times10^3\times м^{-2}\times га^{-1}$ за добу, Уманський-99 – $9{,}3\times10^3\times м^{-2}\times га^{-1}$ за добу; при зменшенні площі живлення (45×45, 35×35, 45×22,5 см) цей показник дещо зростав і в середньому по сортах становив від 10,1 до $10{,}8\times10^3\times м^{-2}\times га^{-1}$ за добу (Tkach & Ovcharuk, 2020). Найвищий показник вмісту інуліну в коренеплодах цикорію забезпечила площа живлення 35×35 см (сорт Уманський-97 – 18,5%, Уманський-99 – 18,7%) та площа живлення 45×22,5 см (18,2% та 18,4% відповідно) (Tkach & Ovcharuk, 2020; Niemiec et al. 2019).

Встановлено, що площа живлення рослин цикорію істотно впливає на врожайність коренеплодів. За густоти рослин від 60 до 120 тис/га продуктивність становила в середньому 30 т/га за середньої маси коренеплоду від 500 до 250 г та вмісту інуліну від 17,3 до 19,0%. За структурою коренеплоду продуктивна частина займає в середньому від 82,7% до 91,6% загальної маси з вмістом інуліну від 17,3 до 19,0% (Tkach & Ovcharuk, 2020).

Ткач О.В. у дослідженні врожайності коренеплодів цикорію залежно від густоти рослин встановив, що оптимальною густотою рослин на чорноземі опідзоленому середньо суглинковому є 140-150 тис/га, що забезпечує врожайність коренеплодів цикорію 44,7 т/га та збір інуліну 6,36 т/га. Зменшення або збільшення густоти рос-

лин від оптимальної спричиняє суттєве зниження врожайності. Найнижча врожайність (34,8 т/га) отримана за густоти рослин 90 тис/га. Збільшення густоти стояння рослин до 200-225 тис/га забезпечило зниження врожайності коренеплодів до 36,9-39,5 т/га та зменшення збору інуліну з одиниці площі до 5,27-5,63 т/га (Tkach & Ovcharuk, 2020; Tkach, 2020).

Комплексний вплив агротехнічних факторів. Сучасні дослідження підтверджують, що формування високої продуктивності цикорію коренеплідного залежить від комплексу взаємопов'язаних факторів. Петриченко В.Ф. та Лихочвор В. В. в свої працях представили нові технології вирощування польових культур, наголошуючи на необхідності комплексного підходу до оптимізації умов вирощування (Petrychenko & Lykhochvor, 2020; Ovcharuk et al. 2021).

В своїх працях Яценко А.О. висвітлив біологічні особливості культури та її вимоги до умов вирощування (Yatsenko, 2003). Вплив абіотичних і біотичних факторів на сільськогосподарські рослини, зокрема на цикорій, досліджували Овчарук О.В. зі співавторами (2021), які дійшли висновку, що врахування цих факторів дозволяє мінімізувати стресові впливи та підвищити адаптивний потенціал культури (Ovcharuk et al. 2021).

Важливим напрямом сучасних досліджень є вивчення можливостей поєднаного вирощування цикорію з іншими культурами. Бахмат М.І. зі співавторами (2023) дослідили формування врожайності ромашки лікарської та показників харчової цінності цикорію за технологічних прийомів спільного вирощування в міжряддях саду та встановили, що таке поєднання сприяє раціональнішому використанню агроресурсів та підвищенню загальної продуктивності агроценозу (Bakhmat & Tkach, 2019; Tkach & Ovcharuk, 2020).

Присяжнюк О. зі співавторами (2023) дослідили вплив посушливого стресу на цукрові буряки та шляхи його мінімізації. Отримані результати можуть бути екстрапольовані на цикорій коренеплідний як споріднену культуру, оскільки обидві культури чутливі до дефіциту вологи в період інтенсивного росту коренеплодів (Prysiazhniuk et al., 2023).

Матеріали і методи досліджень. Метою роботи було встановлення впливу різних способів удобрення цикорію коренеплідного (*Cichorium intybus* L.) залежно від основного обробітку ґрунту на ріст, розвиток та формування органічної маси рослин. Експериментальні дослідження проводили упродовж 2023–2025 років у польових умовах ФОП Аморциту с. Форосна Чернівецького району Чернівецької області. Дослід закладали методом систематичних повторень з чотириразовою повторністю. Розмір облікової ділянки становив 50 м². Використовували сорт Уманський 99.

Схема досліду включала чотири варіанти, які передбачали різні системи основного обробітку ґрунту та внесення мінеральних і органічних добрив:

1. Контроль (к): $N_{90}P_{90}K_{90}$ – внесення під зяблеву оранку.

2. Переорювання зябу (15–16 см) з внесенням мінеральних добрив.

3. Органічні добрива 30 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку + N_{30} під весняну культивацію.

4. Органічні добрива 30 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку + N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі.

Органічні добрива вносили восени під зяблеву оранку. Мінеральні добрива використовували у формі аміачної селітри (N), суперфосфату гранульованого (P) та калійної солі (K). Сівбу цикорію коренеплідного проводили вручну широкорядним способом із міжряддями 45 см. Терміни сівби варіювали залежно від погодних умов: у 2023 році – у III декаді квітня; у 2024–2025 роках – у I декаді квітня. Глибина загортання насіння становила 1,5–2,5 см. Норма висіву – 3–4 кг/га. Протягом вегетації проводили міжрядні розпушування (2–3 рази), прополювання в рядках та зрошення за потреби.

Погодно-кліматичні умови в роки досліджень суттєво різнилися, що дало змогу оцінити ефективність досліджуваних факторів у відповідних умовах зволоження та температурного режиму.

Фенологічні спостереження проводили за основними фазами розвитку рослин: початок появи сходів; масові сходи; формування двох справжніх листочків; змикання листків у міжряддях. Спостереження виконували візуально на всіх ділянках досліду, фіксуючи дати настання фаз при досягненні відповідних показників 10–25 % рослинами (початок фази) та 75 % рослинами (масова фаза). Методика ґрунтувалася на загальноприйнятих підходах до фенологічних спостережень у рослинництві (Volkodav, 2001).

Для визначення динаміки накопичення вегетативної маси та коренеплодів проводили біометричні обліки у такі строки: 8 липня (фаза змикання рядків); 19 липня; 20 серпня; 7 жовтня (збирання врожаю). У кожен строк відбирали по 40 рослин з кожної ділянки, які розділяли на вегетативну частину (листки) та коренеплоди. Масу визначали методом прямого зважування з точністю до 0,1 г. Результати виражали в грамах на рослину та в кілограмах із 40 рослин. Обліки проводили згідно з методиками польових дослідів у землеробстві та рослинництві (Yeshchenko et al., 2014).

Для оцінки вірогідності різниць між варіантами розраховували найменшу істотну різницю ($НІР_{0,5}$) за критерієм Фішера. Статистичну обробку виконували за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення згідно з методичними рекомендаціями (Rozhkova & Honchar 2019).

Результати. Способи удобрення цикорію коренеплідного залежно від основного обробітку ґрунту по-різному впливають на ріст і розвиток рослин. Впродовж 2023-2025 рр. проводили експериментальні дослідження за фенологією та динамікою наростання органічної маси та проходження основних фаз розвитку рослин цикорію. Погодно-кліматичні умови в роки досліджень були неоднаковими і значною мірою впливали на процеси росту і розвитку рослин. Сівбу цикорію коренеплідного проводили в 2023 році в III декаді квітня, 2024-2025рр. – в першій декаді квітня. Якщо в 2024-2025 рр. сходи рослин з'явилися на 14-16 добу після сівби, то в 2023 р. – на

18-21 добу. Деякі запізнення появи сходів цикорію коренеплідного в 2023 році пояснюються недостатньою кількістю вологи у ґрунті. Мала кількість опадів та вітрова погода сприяли більш швидкому випаровуванню вологи у верхніх горизонтів ґрунту, сходи з'явились нерівномірні із запізненням (табл. 1.).

Результатами досліджень встановлено, що на ділянках, де вносили мінеральні добрива під зяблеву оранку та весняну культивацію не спостерігалась великої розбіжності в період появи сходів цикорію коренеплодів. При внесені мінеральних добрив під весняне переорювання зябу, сходи з'явились на 1-2 доби, в 2023 році на 3-4 доби пізніше, ніж на ділянках, де мінеральні добрива внесені під зяблеву оранку та весняну культивацію. В період проведення оранки відбувається випаровування вологи з ґрунту, особливо з верхніх шарів 15-16 см, при цьому утворюється добре розпушений рихлий горизонт, що значно сприяє цьому процесу, особливо у роки з недостатньою кількістю опадів.

У наступні 2024 і 2025 роки сходи цикорію коренеплідного з'явилися більш рівномірно, це пов'язано із покращенням водного і теплового режимів (табл. 2, 3.).

Внесення мінеральних добрив під весняне переорювання зябу не вплинуло на ріст і розвиток рослин, а навпаки, спостерігалась навіть деяке відставання (табл. 2), у цьому варіанті виявлено значно більший негативний вплив додаткового обробітку ґрунту.

Масові сходи цикорію коренеплідного з'явились на 3-5 добу пізніше сходів (табл. 2, 3). на ділянках, де при сівбі вносили мінеральні добрива, сходи з'явились дружні і рослини розвивались краще, в порівнянні із ділянками де добриво вносили під зяблеву оранку. Ефективність засвоєння елементів живлення рослинами спостерігається на період початкового росту, особливо при достатній кількості вологи у ґрунті.

Ріст і розвиток цикорію коренеплідного за роки досліджень на варіантах досліду відбувався неоднаково, що вплинуло на динаміку формування вегетативної маси і коренеплодів (табл.4).

Так, за результатами досліджень встановлено, що більш інтенсивна наростання органічної маси рослин цикорію відмічено в період від з'явлення сходів при внесенні органічних добрив і при сівбі у рядки $N_{10}P_{15}K_{10}$. до інтенсивного формування коренеплодів. Також слід відмітити, що у 2024 році, цьому сприяли кращі погодно-кліматичні умови весни, тоді як 2023 році, за квітень-травень, випало тільки 58 мм опадів, що в порівняні з 2024-2025 рр. – 78-152 мм, відповідно.

Таблиця 1

Вплив способів удобрення та основного обробітку ґрунту на основні фази вегетації цикорію коренеплідного в 2023 р.

№ п/п	Варіант досліду	Фази розвитку рослин			
		Початок появи сходів	Масові сходи	Формування 2-ох справжніх листочків	Змикання листків у міжряддях
1.	$N_{90}P_{90}K_{90}$ – під зяблеву оранку *(к)**	16.V	18.V	21.V	8.VII
2.	Переорювання зябу (15-16 см)	19.V	23.V	25.V	9.VII
3.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію	16.V	19.V	22.V	9.VII
4.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі	15.V	18.V	20.V	7.VII

Примітка: (к) – контроль*

Таблиця 2

Вплив способів удобрення та основного обробітку ґрунту на основні фази вегетації цикорію коренеплідного в 2024 р.

№ п/п	Варіант досліду	Фази розвитку рослин			
		Початок появи сходів	Масові сходи	Формування 2-ох справжніх листочків	Змикання листків у міжряддях
1.	$N_{90}P_{90}K_{90}$ – під зяблеву оранку *(к)**	19.IV	22.IV	28.IV	11.VI
2.	Переорювання зябу (15-16 см)	20.IV	24.IV	25.V	12.VI
3.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію	19.IV	22.IV	22.V	11.VI
4.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі	19.IV	2.IV	20.V	10.VI

Примітка: (к) – контроль*

Таблиця 3

Вплив способів удобрення та основного обробітку ґрунту на основні фази вегетації цикорію коренеплідного в 2025 р.

№ п/п	Варіант досліду	Фази розвитку рослин			
		Початок появи сходів	Масові сходи	Формування 2-ох справжніх листочків	Змикання листків у міжряддях
1.	$N_{90}P_{90}K_{90}$ – під зяблеву оранку *(к)**	21.IV	23.IV	27.IV	22.VI
2.	Переорювання зябу (15-16 см)	23.IV	25.IV	29.IV	24.V
3.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію	21.IV	23.IV	28.IV	23.IV
4.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі	21.IV	23.1V	27.IV	22.V

Примітка (к) – контроль*

Таблиця 4

Вплив способів удобрення та основного обробітку ґрунту на динаміку формування маси рослин цикорію коренеплідного, г

№ п/п	Варіант досліду	Рік			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
1.	$N_{90}P_{90}K_{90}$ – під зяблеву оранку *(к)**	48,6	85,6	68,3	67,5
2.	Переорювання зябу (15-16 см)	42,4	62,3	66,3	57,0
3.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію	45,2	79,1	69,2	64,5
4.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі	55,8	102,9	72,3	77,0

$HIP_{0,5}$=0,26

Примітка (к) – контроль*

Впродовж усіх років досліджень наростання органічної маси після з'явлення сходів цикорію коренеплідного на варіантах досліду було неоднаковим. Наприклад, в 2023 р. на ділянках, де мінеральні добрива вносили під зяблеву оранку і у рядки при сівбі маса рослин становила з ($N_{90}P_{90}K_{90}$ – під зяблеву оранку) – 48,6 г., (органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі) – 55,8 г. Значно повільніше рослини і розвивалися рослини цикорію на ділянках, де під весняне переорювання зябу вносили мінеральні добрива (Весняне переорювання зябу 15-16см) тут маса рослин становила тільки 42,4 г. Впродовж 2023-2025 рр. спостерігалась більш інтенсивне накопичення органічної маси на ділянках, де мінеральні добрива вносили під культивацію (N_{30}).

Також дослідженнями встановлено, що внесення органічних добрив під зяблеву оранку на підвищення показників органічної маси рослин в початкові фази розвитку рослин не відмічено. В цей період краще росли і розвивалися рослини на ділянках, де добрива були внесені під культивацію та при сівбі у рядки (табл. 5).

Як свідчать результати досліджень у серпні відзначено найбільш інтенсивний приріст коренеплодів цикорію. У середньому за роки досліджень показник підвищився майже у два рази на варіантах без внесення органічних добрив порівняно з липневим строком спостережень. За цей період маса коренеплодів із 40 рослин зросла з 6,5 до 12,3 кг, та 6,6 до 12,0 кг. Разом з тим відмічено уповільнення росту вегетативної маси.

На варіантах досліду із внесенням органічних добрив під зяблеву оранку маса коренеплодів підвищувалася. Дані показники свідчать про те, що в наростанні коренеплодів і вегетативної маси особливої різниці на окремих варіантах не виявлено. У цей період помітна тенденція до переваги в рості коренеплодів з внесенням лише 30 кг/га азоту на фоні осіннього внесення основного удобрення порівняно з іншими варіантами. Слід підкреслити особливості в накопиченні органічної маси цикорію коренеплідного в умовах 2023 року. Серпневий строк спостереження характерний відставанням росту вегетативної маси від коренеплодів, тоді як в інші роки в цей період вегетації маси листків переважало над масою коренеплодів. Також слід відмітити, що на ділянках з внесенням частини добрив у підживленням помічено переваги нагромадження маси листків над коренеплодами.

Зменшення вегетативної маси листків в серпневий строк спостереження в умовах 2023 р. зумовлено передчасним їх відмиранням. Найменшу кількість листків в цьому році відзначено і в період збирання врожаю цикорію, що характеризується недостатньою кількістю вологи у ґрунті, за рахунок зменшення випадання опадів (у вересні випало тільки 11, у жовтні-13 мм). Тоді як над-

Таблиця 5

Динаміка наростання вегетативної маси та коренеплодів цикорію коренеплідного, кг із 40 рослин

№ п/п	Варіант досліду	Дата визначення							
		8 липня (змикання рядків		19 липня		20 серпня		7 жовтня (збирання врожаю)	
		вегетативна маса	коренеплоди	вегетативна маса	коренеплоди	вегетативна маса	коренеплоди	вегетативна маса	коренеплоди
2023 рік									
1.	$N_{90}P_{90}K_{90}$ – під зяблеву оранку *(к)**	7,15	1,10	9,48	4,89	12,77	10,54	8,35	14,2
2.	Переорювання зябу (15-16 см)	6,04	1,05	10,42	4,38	12,20	9,80	9,08	13,6
3.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію	8,22	1,72	12,82	5,63	14,78	17,44	10,15	16,1
4.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі	12,08	1,65	16,61	7,25	13,13	15,65	1,72	17,6
2024 рік									
1.	$N_{90}P_{90}K_{90}$ – під зяблеву оранку *(к)**	13,55	1,70	19,27	8,20	20,10	14,14	14,00	16,70
2.	Переорювання зябу (15-16 см)	14,64	1,75	19,48	9,02	19,20	12,46	13,20	16,80
3.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію	18,80	2,14	19,08	9,73	22,31	19,20	14,05	20,04
4.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі	21,64	2,03	27,91	10,44	17,20	18,90	16,38	22,80
2025 рік									
1.	$N_{90}P_{90}K_{90}$ – під зяблеву оранку *(к)**	10,90	1,40	12,45	6,41	16,43	12,22	12,65	17,50
2.	Переорювання зябу (15-16 см)	11,60	1,40	15,40	6,40	16,82	13,74	11,62	15,80
3.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію	12,82	1,93	14,10	8,34	18,13	16,62	13,65	20,98
4.	Органічні добрива 30т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$ під зяблеву оранку +N_{30} під весняну культивацію + $N_{10}P_{15}K_{10}$ в рядку при сівбі	18,28	1,84	18,18	9,01	18,22	18,34	18,00	24,40

Примітка (к) – контроль*

мірна кількість опадів, зливового характеру в червні, не могла забезпечити ґрунт достатньою кількістю вологи.

Деяке підвищення маси коренеплодів перед збиранням відмічено на ділянках з внесенням мінеральних добрив у рядки.

Наприкінці першої половини вегетації рослин проходило вирівнювання у нагромадженні органічної маси цикорію коренеплідного на ділянках варіантів досліду з різними строками внесення добрив. Слід відмітити, підвищення вегетативної маси, яка переважала масу коренеплодів в 2-2,5 рази. На ділянках, де під зяблеву оранку вносили органічні добрива наростання органічної маси відбувалося більш інтенсивно. Проте, в окремі роки органічна маса підвищувалась неоднаково. Якщо, в 2023 році вегетативна маса листків на 40 рослинах становила 9,48-16,61 кг, то в 2024 році в цей період – 19,27 – 24,9 кг; маса коренеплодів цикорію 4,89-7,25 і 8,20-11,33 кг, відповідно.

Причиною великої різниці в накопиченні органічної маси в 2023 році порівняно з 2024 і 2025 рр. були несприятливі погодні умови цього року. Дощова погода в червні 2023 році, коли за місяць випало 257 мм опадів, або три місячні норми, нітрати майже повністю були вимиті з одного шару ґрунту, внаслідок чого погіршились умови росту і розвитку рослин.

Лабораторні аналізи з вивчення вмісту нітратного азоту у ґрунті свідчать, що в 2023 році в горизонті 0-20, 20-40, 40-60 см вміст нітратного азоту на 100 г абсолютно сухого ґрунту становив відповідно:0,05, 0,26; 0,48 мг, тоді як у 2024 році -1,92; 1,64; 1,32 мг.

Повільне наростання органічної маси цикорію коренеплідного не ділянках початку вегетації пояснюється меншою забезпеченістю рослин поживними речовинами. Вміст в осінній період азотні добрива за осінньо-зимовий період вимилися в нижні горизонти ґрунту і на початку росту рослин цикорію коренеплідного.

Обговорення. Отримані результати досліджень переконливо свідчать про те, що одним із найбільш вагомих резервів підвищення врожайності та поліпшення якісних показників цикорію коренеплідного є науково обґрунтована оптимізація факторів життя рослин. Серед комплексу цих факторів визначальна роль належить системі удобрення та способам обробітку ґрунту, як базовий елемент сучасних технологій вирощування культури. Раціональне поєднання та адаптація зазначених агротехнічних заходів до ґрунтово-кліматичних умов вирощування забезпечує створення сприятливого середовища для реалізації біологічного потенціалу рослин.

Система удобрення та обробіток ґрунту безпосередньо впливають на формування основних агрофізичних і агрохімічних властивостей ґрунту, зокрема його водного, повітряного та поживного режимів. Зміни цих показників, у свою чергу, визначають інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, включаючи фотосинтетичну діяльність, ріст і розвиток кореневої системи, накопичення сухої речовини та формування врожаю. Встановлено, що оптимізація умов живлення та структурного стану ґрунту сприяє підвищенню ефективності використання елементів мінерального живлення, покращенню водоспоживання та стійкості рослин до абіотичних стресових чинників (Tkach et al., 2022; Tkach et al., 2023).

У зв'язку з цим метою даного дослідження є систематизація та узагальнення результатів сучасних науково-виробничих досліджень щодо впливу різних систем удобрення та способів обробітку ґрунту на формування продуктивності цикорію коренеплідного, а також визначення найбільш ефективних технологічних рішень для підвищення рівня його врожайності та якості продукції.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що найкращі умови для росту й розвитку цикорію коренеплідного створюються за поєднання диференційованого обробітку ґрунту із внесенням органо-мінеральних добрив. Доведено ефективність застосування напівпарового обробітку, який забезпечує якісне розпушення орного шару, необхідне для формування видовжених, вирівняних коренеплодів. Встановлено, що внесення розрахункових норм мінеральних добрив на фоні післядії органіки сприяє не лише збільшенню врожайності на 15–20%, але й підвищенню вмісту сухих речовин та інуліну в коренеплодах. Натомість тривале застосування лише мінеральних добрив без органічної складової та мілкого безполицевого обробітку призводить до погіршення агрофізичних властивостей ґрунту та зниження польової схожості насіння. На основі отриманих результатів рекомендовано технологію, що базується на поєднанні глибоко полицевого зябу з внесенням органо-мінеральних добрив, яка забезпечує стабільну продуктивність цикорію на рівні 25–30 т/га з високими технологічними якостями сировини.

Бібліографічні посилання:

1. Bakhmat, M., Padalko, T., Krachan, T., Tkach, O., Pantsyreva, H., & Tkach, L. (2023). Formation of the Yield of Matricaria recutita and Indicators of Food Value of Cichorium intybus by Technological Methods of Co-Cultivation in the Interrows of an Orchard. Journal of Ecological Engineering, 24(8), 250–259. https://doi.org/10.12911/22998993/166561

2. Bakhmat, M.I., & Tkach, O.V. (2019). Vplyv stroku sivby i hlybyny zahortannia nasinnia na polovu skhozhist ta vrozhainist tsykoriiu koreneplidnoho [Influence of sowing time and seeding depth on field germination and yield of root chicory]. Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva, 2, 39–42 (in Ukrainian). https://doi.org/10.31395/2310-0478-2019-2-39-42

3. Bakhmat, M.I., Tkach, O.V., Kurylo, V.L., Moldovan, V.H., & Morhun, A.V. (2019). Enerhozberihaiucha tekhnolohiia vyroshchuvannia tsykoriiu koreneplidnoho z kombinovanoiu shyrynoiu mizhriad (rekomendatsii) [Energy-saving technology of root chicory cultivation with combined row spacing (recommendations)]. Kamianets-Podilskyi: Aksioma, 54 (in Ukrainian).

4. Custic, M.H., Toth, N., Poljak, M., Coga, L., Ljubicic, M., Cosic, T., Pavlovic, L., & Pecina, M. (2005). Use of nutrients from organic or inorganic fertilizers for red head chicory production. Acta Horticulturae, 700, 111–114. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.700.15

5. Iatsenko, A.O. (2003). Tsykorii koreneplidnyi: Biolohiia, selektsiia, vyrobnytstvo i pererobka koreneplodiv [Root chicory: Biology, breeding, production and processing of roots]. Uman: FITsB UAAN, 161 (in Ukrainian).

6. Niemiec, M., Komorowska, M., Kuboń, M., Ovcharuk, O., Sikora, J., & Gródek-Szostak, Z. (2019). Global GAP and integrated plant production as a part of the internalization of agricultural farms. Society. Integration. Education: Proceedings of the International Scientific Conference, VI, 430–440. https://doi.org/10.17770/sie2019vol6.3902

7. Ovcharuk, V.I., Tkach, O.V., & Ovcharuk, O.V. (2022). Znachennia roli orhano-mineralnykh dobryv v korenevomu zhyvlenni roslyn tsykoriiu koreneplidnoho [The role of organo-mineral fertilizers in root nutrition of chicory plants]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Ahronomiia i biolohiia», 1(47), 97–102 (in Ukrainian).

8. Petrychenko, V.F., & Lykhochvor, V.V. (2020). Roslynnytstvo. Novi tekhnolohii vyroshchuvannia polovykh kultur (5th ed.) [Crop production. New technologies of field crop cultivation]. Lviv: NVF "Ukrainski tekhnolohii", 806 (in Ukrainian).

9. Prysiazhniuk, O., Kononiuk, N., Zatserkovna, N., Chynchyk, O., Hryhoriev, V., Ovcharuk, O., Zhemoyda, V., Zinchenko, O., Morhun, O., & Svystunova, I. (2023). The study of drought stress in sugar beet and the ways of its minimization. Ecological Engineering & Environmental Technology, 24(1), 256–263. https://doi.org/10.12912/27197050/154924

10. Rozhkova, L. V., & Honchar, O. M. (2019). Matematychni metody v ahronomii : navchalnyi posibnyk. [Mathematical Methods in Agronomy: a textbook] Poltavska derzhavna ahrarna akademiia. 124 (in Ukrainian).

11. Tkach, O.V. (2019). Osoblyvosti formuvannia masy koreneplodiv tsykoriiu zalezhno vid mineralnoho zhyvlennia. Zb. nauk. prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv, 27, 55–67 (in Ukrainian). https://doi.org/10.47414/np.27.2019.211163

12. Tkach, O.V. (2020). Naukovo-teoretychne obgruntuvannia i ahrotekhnichni osnovy vyroshchuvannia tsykoriiu koreneplidnoho v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Scientific and theoretical substantiation and agrotechnical

bases of root chicory cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Avtoref. dys. d-ra s.-h. nauk. Kamianets-Podilskyi, 40 (in Ukrainian).

13. Tkach, O., & Ovcharuk, V. (2020). Influence of chicory plants density on size-mass root parameters. Agricultural Science, 1, 63–66 (in Ukrainian). https://doi.org/10.5281/zenodo.3884008

14. Tkach, O.V., Ovcharuk, O.V., Ovcharuk, V.I., & Padalko, T.O. (2023). Peculiarities of growth and development of chicory root seed plants. World Journal, 18(2), 84–90.

15. Tkach, O.V., Ovcharuk, O.V., Ovcharuk, V.I., & Petrychenko, Ye.O. (2023). Vplyv riznykh umov vyroshchuvannia tsykoriiu na vzaiemozviazok mizh formuvanniam vehetatyvnoi masy i koreneplodamy [Influence of different growing conditions of chicory on the relationship between vegetative mass formation and roots]. Podilskyi visnyk, 3(40), 72–77 (in Ukrainian).

16. Tkach, O.V., Ovcharuk, O.V., Ovcharuk, V.I., Tkach, L.V., & Amortsytu, O.V. (2023). Vplyv kompleksu systemy obrobitku hruntu na osoblyvosti prorostannia i pokaznyky kharchovoi tsinnosti tsykoriiu [Influence of the complex tillage system on germination and nutritional value of chicory]. Podilskyi visnyk, 1(38), 64–69 (in Ukrainian).

17. Tkach, O., Pantsyreva, H., Ovcharuk, O., Ovcharuk, V., Padalko, T., Tkach L, & Amorcite O. (2024). Influence of feeding area on development, productivity and nutritional value of chicory. Agronomy Research, 22(1), 301–312. https://doi.org/10.15159/AR.24.024

18. Umami, N., Abdiyansah, A., & Agus, A. (2019). Effects of different doses of NPK fertilization on growth and productivity of Cichorium intybus. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 387, 012097. https://doi.org/10.1088/1755-1315/387/1/012097

19. Volkodav, V.V. (2001). Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur [Methodology for State Variety Testing of Agricultural Crops]. Alefa. Vyp. 1. 100 (in Ukrainian).

20. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2014) Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii : pidruchnyk. [Fundamentals of Scientific Research in Agronomy: a Textbook]. TOV «Nilan-LTD». 288 (in Ukrainian).

Amortzitu O. V. *PhD student, Podolsk State University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine*

The effect of fertilization and soil cultivation methods on the growth and development of root chicory

Chicory root (Cichorium intybus var. sativum) is an important industrial crop, the raw material of which is used for the production of inulin, fructose, and coffee-like products. The realization of its genetic yield potential is limited by a complex of agrotechnical factors, among which the fertilization and soil cultivation systems are of primary importance. These elements of technology determine the direction of soil processes, regulating water, air, heat, and nutrient regimes, which directly affect plant growth, development, and productivity.

Studies were conducted on the effect of different methods of fertilization and soil cultivation on chicory yield formation. In the course of the research, general scientific and special methods were used: field (to study the interaction of factors), laboratory (determination of biochemical composition), measurement and weighing (recording of biometric indicators), and mathematical and statistical (assessment of the reliability of results).

It was found that optimizing plant nutrition by applying scientifically based doses of mineral fertilizers against the background of organic components ensures intensive growth of the foliage and the formation of a powerful root system. In particular, the use of an organo-mineral fertilization system contributes to an increase in root crop yield by 18-22% compared to the control without fertilizers. The method of primary soil cultivation also plays an important role. It has been proven that deep loosening (by 28-30 cm) creates the optimal structure of the arable layer necessary for the formation of elongated, even root crops, while shallow cultivation leads to their deformation and reduced marketability.

Correlation analysis confirmed a close relationship between soil density, nutrient content, and root crop weight. The highest productivity indicators (25-30 t/ha) were recorded in the variant combining plow cultivation with the application of calculated fertilizer doses. Thus, a comprehensive approach to managing plant life factors through optimization of fertilization and soil cultivation is a prerequisite for stable production of high-quality chicory root raw materials.

Key words: *chicory root vegetable, cultivation technology, nutrition system, soil cultivation, fertilization method, soil layer.*

Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 31.03.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 26.05.2026