МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри, д. с.-г. н., професор

_____ Людмила РЯБОВОЛ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВИВЧЕННЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ЦІННОСТІ СОМАКЛОНАЛЬНИХ ФОРМ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО В УМОВАХ НВВ УМАНСЬКОГО НУС

Виконав: студент ІІ курсу, групи 23 м-а
спеціальності 201 Агрономія
МАТЯШ Максим Олександрович

Керівник:
ЛЮБЧЕНКО Інна, к. с.-г. н., старший викладач

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП…… 3

РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ, СЕЛЕКЦІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО: (огляд літератури)……..... 5

1.1. Цінність культивування цикорію коренеплідного……. 5

1.2. Значення сорту цикорію коренеплідного в забезпеченні високої врожайності …….. 11

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ (особливості сорту Цезар)……..... 14

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ……..... 15

3.1. Характеристика грунту під дослідом ……... 15

3.2. Погодні умови……..……..... 15

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів …… 18

3.4. Агротехнологія вирощування цикорію коренеплідного у досліді 18

3.5. Методика проведення досліджень ……..... 17

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ……..... 20

4.1. Оцінка стійкості сомаклональних ліній цикорію коренеплідного до несприятливих чинників ……. 20

4.2. Розвиток листового апарату сомаклональних ліній цикорію коренеплідного …….. 24

4.3. Продуктивність сомаклональних ліній цикорію коренеплідного … 28

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОМАКЛОНАЛЬНИХ ЛІНІЙ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО…… 35

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ….. 37

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування сомаклональних ліній цикорію коренеплідного……... 37

6.2. Охорона навколишнього природного середовища під час вирощування сомаклональних ліній цикорію коренеплідного……. 40

ВИСНОВКИ…… 42

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……..….... 43

ДОДАТКИ……... 50

ВСТУП

Специфічний біохімічний склад сировини та біологічним особливості вирізняють цикорій коренеплідний цінною сільськогосподарською культурою різноманітного призначення (використовується в продовольчих, лікарських, технічних та кормових цілях). Незважаючи на цінність цикорію, об'єми його вирощування залишаються незначними. Створення та впровадження у виробництво пластичних, адаптивних до негативних чинників довкілля сортів з високим генетичним потенціалом продуктивності та якості продукції є головною умовою збільшення об'ємів вирощування культури.

Нині в селекційних дослідження часто застосовують біотехнологічні методи — це забезпечує скорочення термінів та матеріально-технічних витрат на виведення нових сортів та гібридів сільськогосподарських культур.

Сомаклональна мінливость, що виникає за культивування біоматеріалу в умовах *in vitro*, дає можливість швидко отримати багатий селекційний матеріал. Генетичні зміни у сомаклонів мають випадковий характер, тому отримані біотехнологічними методами рослинні форми вимагають глибокого та всебічного вивчення *ex vitro* з метою виділення для проведення подальших селекційних досліджень номерів з цінними господарськими та біологічними показниками.

Мета і завдання дослідження. Метою нашої роботи було проведення агробіологічної оцінки створених *in vitro* на базі сомаклональної мінливості ліній цикорію коренеплідного, як вихідного матеріалу для проведення подальших селекційних досліджень. Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- провести оцінку рослинних ліній цикорію коренеплідного за ознакою стійкості до осмотичного стресу;
- вивчити морфологічні та біологічні особливості сомаклональних форм цикорію коренеплідного;

– визначити продуктивність створених рослинних форм цикорію коренеплідного.

Об'єкт дослідження: біологічні, морфологічні та господарсько-цінні ознаки сомаклональних ліній цикорію коренеплідного.

Предмет дослідження: сомаклональні лінії цикорію коренеплідного.

Наукова новизна роботи. В умовах ННВ Уманського НУС проведено оцінку сомаклональних ліній цикорію коренеплідного за комплексом господарсько-цінних характеристик.

Практичне значення одержаних результатів. Виділено сомаклональні рослинні лінії цикорію коренеплідного з високою стійкістю до посухи та цінними господарськими ознаками.

Особистий внесок автора полягає в опрацюванні літературних джерел вітчизняних та зарубіжних авторів, плануванні та проведенні польових та лабораторних досліджень, статистичній обробці даних та їх узагальненні, формулюванні висновків та рекомендацій дипломної роботи.

Апробація результатів дипломної роботи. Основні положення дипломної роботи представлені на засіданнях студентського наукового гуртка кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС.

РОЗДІЛ 1.
ВИКОРИСТАННЯ, СЕЛЕКЦІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО (огляд літератури)

1.1. Цінність культивування цикорію коренеплідного

Використання цикорію людиною розпочалося з глибокої давнини. Згадки про цю рослину зустрічались у Плінія, Паладія, Горація, Колумели, Аніція. У часи римлян цикорій використовувався не тільки як кормова культура, але і як лікарська рослина, при цьому були відомі дика і культурна його форми. Особливою увагою користувався цикорій в Єгипті. З літературних джерел вже більше 600 років тому було відомо про використання цикорію як кавового напою з солодкуватого кореня.

На території колишнього СРСР цикорій відомий давно. Він застосовувався як лікарський настій та барвник для фарбування різних видів тканин. Як кавовий продукт він з'явився в кінці XVIII-го на початку XIX-го століть в Ростовській волості Ярославської губернії. 1866 року в Ростовській волості було продано більше 600 тонн коренеплодів цикорію, а 1893 року – близько 5400 тонн. 1884 року поблизу міста Ростова було збудовано першу в Росії фабрику по переробці цикорію в кавовий продукт. 1911 року фабриками Росії було перероблено до 8000 тонн коренеплодів цикорію, причому основним поставником цієї культури була Ярославська губернія [1]. Перші спроби культивувати цикорій було зроблено в Ростовському районі колишньої Ярославської губернії 1914 року, але ці спроби не зустріли в той час підтримки через малу обізнаність з цією культурою.

Досліди, проведені в СРСР 1931 року по виробництву спирту з цикорію, змінили ставлення до цієї культури. Були доведені переваги виробництва спирту з цикорію перед іншими видами сировини. Воно значно простіше, що зменшує собівартість виробництва в 1,2–1,5 раза.

Щодо можливості використання цикорію в цукровій промисловості, то доведена цілковита можливість виробництва з нього цукру, причому більш

солодшого, ніж цукор, одержаний з цукрових буряків. Проте цукор, одержаний з цикорію, дуже легко вбирає в себе вологу з повітря і не може зберігатися в кристалічному стані, а тільки у формі сиропу, який може використовуватися у кондитерській промисловості.

Про велике значення, яке надавалося цій культурі, свідчить той факт, що спеціальною постановою уряду СРСР 1932 року був організований цикорний трест та науково-дослідний інститут цикорію, а культура вирощування розповсюдилась в ряді нових районів. Посівні площі цикорію в СРСР 1934 року становили більше 24 тисячі гектарів, в тому числі в Україні 1,6 тисяч гектарів, а в світі – 60,9 тисяч гектарів.

У повоєнні роки посівні площі під цикорієм скоротились, хоча попит на нього не зменшився. Збудовані в 50-х роках на Україні два заводи по переробці цикорію загальною потужністю переробки 50 тисяч тонн коренеплодів в рік функціонують і понині. У повоєнні роки вивченням і узагальненням досвіду виробництва цикорію займалась Ямська дослідно-селекційна станція. 1955 року на цій станції розроблена і рекомендована система комплексної механізації вирощування цикорію.

В Україні в Чуднівському районі Житомирської області та Славутському районі Хмельницької області 1990 року площа посіву під цикорій складала близько 2500 гектарів, при цьому середня урожайність становила 186 центнера з гектара. 1993 року цикорій вирощували на площі більше 500 гектарів і було заготовлено сировини 9 тисяч тонн при потребі 30 тисяч тонн. За останнє десятиліття площа посіву цикорію в Україні становить майже 5000 гектарів та заготовляється більше 100 тисяч тонн сировини, що в перерахунку на душу населення становить близько 2,1 кілограма, в той час як у Франції ця цифра становить майже 22 кілограми [2].

Поряд з іншими технічними високорентабельними сільськогосподарськими культурами цикорій є економічно вигідною сировиною для харчової, фармакологічної промисловості та інших галузей виробництва [3–6].

За останнє десятиліття обсяги виробництва сировини та попит на продукти переробки цикорію як в Україні, так і за її межами постійно збільшуються. Поряд з тим два існуючих в Україні заводи, що переробляють цикорій, не на повну потужність забезпечені сировиною. Недостатнє забезпечення пов'язане з недосконалістю технології вирощування, відсутністю комплексу спеціальних технічних засобів для сівби насіння, догляду за рослинами й збирання коренеплодів цикорію, наслідком чого є низька рентабельність його виробництва. Існуючі технології та сучасні технічні засоби, що застосовуються, не забезпечують необхідної якості виконання технологічного процесу, що призводять до втрат 20…30% маси коренеплодів і значних затрат праці й коштів.

В останні десятиліття в даній галузі науки відновилися дослідження науковцями (Борисюк В.О., Маковецький К.А., Яценко А.О., Манько А.Є., Орлов С.Д., Зуєв М.М., Зуб П.Н., Стельмах В.М., Вергунов В.А., Кузьмич В.М., Гументик М.Я., Ткач О.В.) [1, 2, 6]. Вітчизняними селекціонерами виведено нові більш високопродуктивні сорти цикорію, які занесені до Державного реєстру України. Щоб мати наступні успіхи, потрібна державна програма впровадження нових технологій виробництва і використання сировини в харчових продуктах та матеріально-технічна підтримка галузі з виробництва цикорію. Для впровадження рентабельної механізованої технології вирощування цикорію необхідно науково обґрунтувати елементи та розробити комплекс спеціальних сільськогосподарських машин для її здійснення.

На базі Інституту цукрових буряків (нині Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків) зроблено перші кроки вдосконалення технології вирощування та селекції цикорію, але на даному етапі потрібно активніше розвивати галузь в напрямі механізації процесів вирощування та збирання. На основі досліджень Борисюка В.О., Зуєва М.М., Яценка А.О., Манька А.Є., Ткача О.В. [1, 2, 6] розроблено рекомендації щодо вирощування цикорію, проте на цей час недостатньо вивченими залишаються питання про вплив площі живлення рослин цикорію на його продуктивність, особливо для нових

районованих сортів. Також не встановлено, яка площа живлення забезпечує оптимальне співвідношення поживних речовин, маси коренеплодів та вмісту в них інуліну [6].

Враховуючи важливе народногосподарське та економічне значення цикорієпереробної галузі, необхідно збільшити посівні площі цикорію з метою достатнього забезпечення сировиною відповідних галузей. Для виконання даного завдання потрібно застосовувати науково обґрунтовану технологію вирощування цикорію та комплексний підхід до її впровадження, вдосконалити найбільш трудомісткі процеси – сівба, догляд за посівами і збирання коренеплодів.

Цикорій коренеплідний – цінна харчова, кормова та лікарська рослина. Він використовується в харчовій промисловості, а саме в кондитерському і спиртовому виробництвах та широко в медицині. Цінність його визначається вмістом в коренеплодах інуліну (16…24%), фруктози (2…4%), білків (1…2%), жирів (0,5…0,6%), інтібіну (1,0…1,5%) та інших речовин [7, 8].

Головний промисловий продукт містить в середньому безазотних екстрактних речовин – 45,8%, цукрів – 17,5; азотних речовин – 7,4; жирів – 2,5%. Загальна кількість водорозчинних речовин у цикорієвому продукті складає майже 70% [9, 10]. Досить високий вміст розчинних речовин, приємний гіркуватий присмак та темний кавовий колір надали цикорію широкого розповсюдження.

Дослідженнями Паризької медичної лабораторії встановлено, що в коренеплодах цикорію міститься 33 мікроелементи та вітаміни А, В1 , В2 , В12, Е, РР. Про його цілющу дію на різні органи людини розповідають більше триста давніх та сучасних документів. Цикорій застосовується при лікуванні шлунку, нирок, печінки, серця, нервової системи [11, 12].

Цикорій (*Cichorium intubus L*) є найближчим родичем кульбаби, ястребинки, осоту. Він відноситься до родини айстрових (Asteraceae). За систематикою Енглера й Прантеля, культура входить до складу язичкоцвітних, особливістю яких є наявність язичкових квітів у кошику і членистих молочних

капілярів, що виділяють значну кількість “молочного соку”, який містить каучук [12, 13].

У культурній формі цикорій розповсюджений у двох видах: Cichorium Intubus (використовується для вирощування коренеплодів) і Cichorium Endivia (як салатна культура, що містить велику кількість корисних мікроелементів, зокрема 40…50 мг/% вітаміну С та 6…14 мг/% – каротину (провітаміну А)). Культура широко розповсюджена в Європі і використовується в харчуванні людини та для годівлі тварин. Як кормова культура, цикорій дає до п’яти укосів. Один центнер зеленої маси містить 27 кормових одиниць і 2,7 кг перетравного протеїну [14, 15].

За морфологією коренеплоду культура дуже схожа на цукровий буряк та моркву. Цикорій – дворічна рослина. У перший рік росту і розвитку він утворює корінь білого кольору з жовтуватим відтінком і листя з довгими багатими на м’якуш черешками, що прилягають до головки коренеплоду. Розетка листків залежно від нахилу листя стосовно поверхні ґрунту буває трьох видів: прямостояча, розлога, проміжна. Кількість листків коливається від 12 до 45 шт. У салатного сорту цикорію їх буває дещо більше. Краї листкової поверхні видозмінюються від дрібнопосічених до гладко-закруглених. Поверхня листкового апарату видозмінюється від гладкої до сильно гофрованої. Інтенсивність забарвлення листків залежно від сорту цикорію коливається від світло- до темно-зеленого кольору[16].

На другий рік вегетації цикорій утворює високе стебло з одним або декількома пагонами із залізо-волосистими стеблами висотою від 80 до 160 см, з великою кількістю листків, подібних рослинам першого року життя.

Культура вирощування цикорію коренеплідного за технологією дуже подібна до цукрових буряків. Проте до родючості ґрунтів він менш вибагливий і культивується як на чорноземах, так і на бідних опідзолених ґрунтах. Найпридатніші для нього легкі супіщані ґрунти з помірно зволоженим нижнім шаром. Найкращим попередником є зернові культури.

Цикорій коренеплідний, як уже було відмічено, дворічна рослина. У перший рік росте коренеплід, який використовується здебільшого в сушеному вигляді у зв'язку із цінністю сухих речовин, що містяться в ньому. Цей перший цикл і є привабливим для промислового виробництва [17].

Поле, підготовлене для вирощування цикорію коренеплідного, має бути ідеально вирівняним і старанно обробленим, тому що насіння його дуже дрібне і глибина загортання його під час сівби не повинна перевищувати 2 см. Сходи з'являються на 6-7-й день після сівби. При цьому оптимальна густота рослин на час збирання має становити 140...160 тис. на гектарі [7].

Насіння цикорію коренеплідного проростає при температурі +2...3о С та добре переносить заморозки. Коренеплоди проникають в ґрунт до 25...30 см, при цьому товщина їх складає 8...10 см. Цикорій досить стійкий до шкідників, хвороб та холоду. Для повного розвитку коренеплоду необхідно 110....130 днів при середній температурі повітря не нижче +10о С та 180...200 мм опадів на рік. Коренеплід найкраще розвивається при прохолодній погоді в кінці вегетаційного періоду і його маса в цей час збільшується до 10...20% від загальної маси [2].

Як кормова культура, цикорій дає до п'яти укосів. У ста кілограмах зеленої маси міститься більше 25 кормових одиниць (тоді як кормові буряки містять їх всього 14,5) та 2,7 кілограми перетравного протеїну. Гичку і відходи при промисловій переробці коренеплодів можна використовувати в якості корму великій рогатій худобі та свиням в свіжому і силосованому вигляді [6].

Коренеплоди добре переносять зимівлю і дають насіння. Насінники цикорію є прекрасними медоносами. З одного гектара можна одержати до 100 кілограмів меду.

На сьогоднішній день науково-дослідні роботи по технології вирощування цикорію коренеплідного в Україні практично не ведуться, хоча потреба в сировині з кожним роком зростає, при цьому посівні площі під дану культуру майже не збільшуються в зв'язку з високою собівартістю продукції та

недосконалістю технології вирощування, яка передбачає значні затрати на проведення сівби, догляду за посівами та збирання коренеплодів.

1.2. Значення сорту цикорію коренеплідного в забезпеченні високої врожайності

Першочерговим завданням аграрного виробництва є надійне забезпечення харчової промисловості сировиною, а населення – продуктами харчування. Для того, щоб інтенсифікувати виробництво цикорію коренеплідного, необхідно застосовувати нові технології, за використання яких вирощування культури забезпечить високу врожайність та економічну ефективність. Підвищення ефективності можливе за рахунок удосконалення технології вирощування [18].

Як доведено науковцями, серед всіх елементів технології вирощування на частку сорту в рослинництві припадає до 25%, а в екстремальних погодних умовах (посуха, епіфітотія, хвороба і шкідники) сорту належить вирішальне значення. Цикорій коренеплідний характеризується не дуже широким сортовим різноманіттям [19].

Найбільш відомі сортотипи і сорти цикорію коренеплідного, які використаються в Україні: Уманський-99, Уманський-97, Уманський-96, Уманський-95, Софіївський-7, Ярославський та інші. Коренеплоди названих сортів використовуються для одержання розчинної кави або різниш медичних препаратів [20].

Встановлено, що лише в сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах зони вирощування рослин можлива значна реалізація генетичного потенціалу сортів цикорію коренеплідного. Стабільність врожайності коренеплодів цикорію лише на 15-30% належить генетичному фактору. Значна зміна урожайності культури обумовлена впливом агротехнологічних умов, зокрема кількості опадів та температурного режиму у період вегетації рослин та їх змінами впродовж росту і розвитку рослин [21, 22].

Науковцями встановлено, що найбільша кількість накопичення продуктів фотосинтезу у рослин цикорію коренеплідного припадає на репродуктивний період, на що впливає ширина міжрядь, площа живлення, які мають бути такими, щоб рослини повністю закривали ґрунтову поверхню до початку формування коренеплодів. Способи сівби будуть залежати від географічного положення, скоростиглості сорту цикорію коренеплідного, наявності посівної і збиральної техніки, вологозабезпеченості і родючості ґрунту [23].

Для кожної зони вирощування і сорту цикорію коренеплідного є своя оптимальна густота рослин і оптимальна площа живлення однієї рослини. Науково обґрунтовано, що у загущених посівах цикорію коренеплідного через конкуренцію за сонячну інсоляцію, поживні речовини і волога рослину витягують, на них менше листків, коренеплоди формуються нетоварної якості. Особливо це відчутно в роки з недостатнім зволоженням у період формування коренеплодів [24]. У зріджених посівах у рослин цикорію сильно розвивається вегетативна маса, на них утворюється багато листків, через що втрачаються товарні якості коренеплодів і значно зростають втрати врожаю при механізованому збиранні. Також надмірне загущення призводить до вилягання, передчасного пожовтіння і опадання листків, неефективного використання світла, вологи, поживних речовин ґрунту і добрив [24, 25].

Важливим елементом в технології вирощування є підбір високопродуктивних сортів цикорію коренеплідного, які були б більш стійкими до сприятливих умов та ефективно використовували запаси продуктивної вологи ґрунту [26]. Крім цього, суперечливість результатів досліджень щодо визначення чутливості різних сортів до способів розміщення рослин на площі і норм висіву пов’язана, перш за все, зі значною різноманітністю біологічних особливостей сортів, а також за різних географічних умов їх вирощування. Ці питання потребують додаткових фундаментальних досліджень безпосередньо для кожної ґрунтово-кліматичної зони.

В Україні найвищу продуктивність в умовах Правобережного Лісостепу забезпечували сорти цикорію коренеплідного при широкорядному способі сівби (45 см) з нормою висіву 3-5 кг/га 2-3 млн. шт. [27, 28, 29].

За даними О.В. Ткача [30–34] на чорноземі малогумусному, важкосуглинковому найвищу врожайність коренеплодів цикорію (35 т/га) забезпечили сорти Уманський-99, Уманський-97, Уманський-96.

При виборі сорту перш за все необхідно звернути увагу на зону його поширення, тому що за недостатності екологічної пластичності, сорт який формувався в інших умовах, за продуктивністю в Правобережному Лісостепу не може гарантувати очікуваних результатів урожайності [34].

В.П. Миколайком [35] доведено, що висока врожайність та якість продукції є основною для сорту, але він може реалізувати весь комплекс господарсько-біологічних властивостей лише за оптимальних умов вирощування, коли існує пряма відповідність між потребами у факторах життя у відповідну фазу розвитку рослин цикорію коренеплідного у поєднанні з ґрунтово-кліматичними умовами. Для одержання запланованої урожайності за оптимальних умов сорт повинен мати відповідний комплекс ознак, перш за все, важливою ознакою придатності сорту до механізованого збирання [36].

Також, посилаючись на те, що сорт є самостійним окремо створюваним фактором в процесі селекції, його роль у підвищенні і стабільності урожайності у сучасному землеробстві значно зросла [37, 38]. Безперечно, що оцінка означеного аспекту щодо сортів цикорію коренеплідного завжди була на першому місці. Друге важливе завдання в оцінці урожайності сортів під час проведення досліджень полягає в необхідності встановлення виходу товарної продукції з одиниці площі посіву, тобто, тієї частки урожаю, яка забезпечує доцільність його використання [39].

РОЗДІЛ 2.

ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

(особливості сорту Цезар)

У наших дослідженнях використовували сомаклональні лінії цикорію коренеплідного, які було отримано методом клітинної селекції *in vitro* (в якості селективного чинника використовували NaCl) з експлантів сорту Цезар.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика грунту під дослідом

Грунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Профіль глибокогумусований (до 130 см), перерозподіл мулистих часток дуже слабкий. За вмістом рухомих форм фосфору і калію ґрунт належить до середньо забезпечених (80–130 мг/кг ґрунту), а за вмістом легкогідролізованого азоту – до слабко забезпечених (100 мг/кг ґрунту). Вміст гумусу в орному шарі – 3,3 %. Реакція ґрунтового розчину середньо кисла (pH 5,5) [40].

3.2. Погодні умови

Регіон проведення досліджень характеризується нестійким зволоженням і періодичними засухами (згідно даних метеостанції Умань). Перерозподіл опадів за періодами вегетації та інтенсивністю нерівномірний. У теплий період (квітень–жовтень) випадає близько 70,0 % річної кількості.

За тепловим режимом клімат регіону помірно-середньо-континентальний. Гідротермічний коефіцієнт за Висоцьким дорівнює 1,1–1,2, сума активних температур коливається від 2400 до 3200^{0}С. Тривалість періоду із середньодобовою температурою вище 5 ^{0}С становить 250 днів.

В таблиці 1 показано детальний аналіз погодних умов у роки проведення досліджень (температура повітря, надходження опадів і відносна вологость повітря).

Температура повітря в 2021–2022 та 2022–2023 сільськогосподарських роках була вищою в порівняні з середнім багаторічним показником і відповіднот складала 9,5 та 10,5 ^{0}С.

У роки проведення досліджень температура повітря за період вегетації культури (квітень – липень) перевищувала середню багаторічну норму. В обидва роки температурний режим початкових етапів розвитку культури був нижче норми. Проте, другий період вегетаціїт культури проходив за підвищених температур. Найжаркішим виявився червень 2022 року – перевищення норми становило 1,5 ^{0}C.

Сума опадів (таблиця 2), які випали впродовж 2021-2022 та 2022–2023 сільськогосподарських років відповідно становила 473 та 495 мм, за середньобагаторічної норми 586.

2021–2022 сільськогосподарський рік характеризувався значним дефіцитом вологи. Менше норми випало опадів як в осінньо-зимовий період, так і в період вегетаціїї культури. Загалом з жовтня 2021 року по липень 2022 року опадів випало на 36 % менше норми, а за період вегетації культури (квітень–липень) – на 41 %.

У 2022–2023 сільськогосподарському році за період вегетації культури найбільшу кількість опадів зафіксовано у квітні (129 мм) та липні (93 мм) місяцях.

Відносна вологість повітря (табл. 1) у 2021–2022 та 2022–2023 роках становила 74 %, що було на 2 % вище норми. Найбільше відхилення від норми зафіксовано в лютому, березні, квітні та травні 2022 року – відповідно на 10, 18, 14, та 9 % менше середньо багаторічних значень. У 2023 році найнижчу відносну вологість повітря в період вегетації культури спостерігали у травні.

Отже, проаналізувавши погодні умови, ми можемо зробити висновок проте, обидва роки досліджень характеризувались дефіцитом опадів та підвищеними температурами. За вологозабезпеченням кращим виявився 2022–2023 сільськогосподарський рік.

3.3. Схема досліду

Сомаклональні лінії цикорію коренеплідного, отриманні в ході клітинної селекції на стійкість до хлориду натрію, висівали у 2022 та 2023 роках на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин і біотехнології

Уманського національного університету садівництва. Стандартом використовували сорт-донор експлантів (Цезар). Облікова площа ділянки – 5 м^2. Розміщення варіантів у досліді систематичне, повторність – трьохразова.

3.4. Агротехніка вирощування цикорію коренеплідного у досліді

У нашому досліді була застосована агротехніка вирощування цикорію коренеплідного, рекомендована для Правобережного Лісостепу України.

Попередником була озима пшениця. Основний обробіток ґрунту виконували плугом ПЛН-3-35 на глибину 20–22 см.

Весною проводили вирівнювання ґрунту борінками вручну. Сівбу проводили за настання стиглості ґрунту, пунктирним способом на глибину 2–2,5 см з шириною міжрядь 45 см.

У фазі 3–5 листків проводили ручне формуванням стояння рослин (200 тис. рослин на гектар). впродовж час вегетації за необхідності проводили знищення бур’янів та рихлення міжрядь.

Збирання цикорію проводили вручну в першій декаді жовтня, поділяночно в один строк.

3.5. Методика проведення досліджень

Оцінку посухостійкості визначали методом пророщування насіння в розчині сахарози з осмотичним тиском 10 атм. (4 % розчин). Отримані результати порівнювали з показниками посівних якостей у контрольному варіанті (пророщування в дистильованій воді) [41].

Оцінювання рослин-регенерантів рижію ярого за біологічними та господарсько-цінними ознаками в умовах *ex vitro* проводили на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології. Вирощування рослин і проведення обліків виконували згідно Методики проведення експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність та стабільність [41] і

Методики проведення кваліфікаційної (технічної) експертизи сортів рослин з визначення показників придатності до поширення в Україні [42].

Біологічну стійкість рослин (виживаність) вираховували як відсоток нормально розвинутих рослин, які досягли повної стиглості, до числа сходів:

$$Б = \frac{C}{B} x100\%,$$

де $Б$ – біологічна стійкість;

C – кількість рослин після формування густоти, на 1м^2;

B – кількість рослин на період збирання, на 1м^2 [42].

Достовірність отриманих результатів сортовипробувань визначали за допомогою дисперсійного аналізу, викладеного В. О. Єщенком з співавторами [43], за використання відповідних комп’ютерних програм.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Оцінка стійкості сомаклональних ліній цикорію коренеплідного до несприятливих чинників

Збільшення урожайності є найбільш важливим критерієм у вирощуванні будь-яких сільськогосподарських культур. Однак сучасна динаміка підвищення врожайності продовольчих культур не відповідає необхідним ритмам для задоволення потреб населення [44]. Генетичний потенціал вітчизняних сортів сільськогосподарських культур у виробничих умовах реалізується лише 45 % [45]. Є багато чинників, які не дають змоги повною мірою реалізувати детермінований спадковий потенціал сортів. Проходження фаз розвитку, інтенсивність росту та продуктивність рослин цілком залежать від умов навколишнього середовища та оптимального забезпечення необхідними факторами життя [46, 47].

Зміни клімату все частіше стають основним стримуючим фактором у реалізації генетичного потенціалу високоврожайних сортів сільськогосподарських культур. Періодичні нищівні кліматичні катаклізми зводять нанівець їх урожаї та роблять непридатними для вирощування цілі аграрні регіони [48]. Загальне забруднення навколишнього середовища, різке загострення екологічної ситуації у світі в результаті антропогенного впливу, глобальне потепління й аридизація клімату зробили проблему адаптації та стійкості однією з головних у біології та фізіології рослин. Глобальне потепління і пов’язана з ним часта повторюваність посух зумовлюють необхідність об’єднання зусиль біотехнологів, генетиків і селекціонерів для створення адаптивних генотипів. Однак адаптація можлива лише тоді, коли рослинний організм здатний проявити стійкість на будь-якому рівні, від клітинного до популяційного, та пристосуватися до нових умов росту і розвитку [49]. Тому створення адаптивних сортів з принципово новими

характеристиками, здатних забезпечувати високу і стабільну продуктивність за різних умов довкілля, стійких до екстремальних умов вирощування – актуальна проблема сучасної селекції [49, 50].

Посухостійкість досліджуваних ліній визначали методом пророщування насіння в розчинах сахарози. Підтвердження генетичної стійкості рослин — це різниця між показниками проростання насіння в стресових умовах та контролю (показниками проростання у дистильованій воді). Досліджувані генотипи характеризувалися індивідуальними показниками проростання насіння як в контрольних умовах, так і в присутності стресового чинника (табл. 4).

Таблиця 4

Реакція насіннєвого матеріалу сомаклональних ліній цикорію матеріалу на осмотичний стрес

№	Генотип	Схожість насіння в дистильованій воді, % (контроль)	Схожість насіння в розчині сахарози	
			%	у відношенні до контролю, %
1.	Цезар	91,7	17,2	-
2.	Ц-27-68	93,0	72,9	78,4
3.	Ц-27-81	79,5	68,3	85,9
4.	Ц-45-22	78,8	34,9	44,3
5.	Ц-45-30	75,9	38,5	50,7
6.	Ц-45-46	85,8	37,1	43,2
7.	Ц-45-85	92,4	56,9	61,5
8.	Ц-45-91	97,7	23,4	24,0
9.	Ц-45-97	85,4	19,8	23,2
10.	Ц-63-41	75,3	65,2	86,6
11.	Ц-63-37	80,1	44,3	55,3
12.	Ц-63-45	85,4	62,4	73,1

13.	Ц-63-82	90,6	34,4	38,0
14.	Ц-63-88	95,2	58,6	61,6

В контрольному варіанті досліду схожість насіння становила залежно від генотипу від 75,3 до 97,7 %, при цьому в умовах термостату насіння починало проростати на другу добу культивування. В умовах осмотичного стресу насіння цикорію коренеплідного починало проростати на 4–5 добу культивування. Показники схожості насіння в селективних умовах становили від 19,8 до 68,3 %, що було на 23,2–86,6 % більше в порівнянні до контролю. Для сорту Цезар (стандарт) схожість насіння в контрольному варіанті становила 91,7 %, в умовах осмотичного стресу – 17,2 %, що було на 82 % нижче контролю.

Головними чинниками, які визначають густоту рослин перед збиранням є норма висіву, польова схожість насіння та збереженість рослин упродовж вегетації [51]. Ці показники значною мірою залежать від абіотичних, едафічних, біологічних і сортових особливостей культури та технологічних чинників. Упродовж вегетації кількість рослин від фази сходів до повної стиглості насіння поступово зменшується під комплексним впливом цих чинників [52].

В середньому роки проведення досліджень біологічна стійкість досліджуваних генотипів цикорію коренеплідного становила 93,7 % (табл. 5), у 2022 році цей показник був на рівні 92,5 %, а у 2023 — 94,4 %. Для сорту Цезар у 2022 та у 2023 роках виживаність рослин становила 91,0 та 93,6 %, відповідно, більшість сомаклональних ліній цикорію коренеплідного мали показник біологічної стійкості на рівні сорту стандарту. У 2022 році порівняно з 2023 рослини цикорію мали вищу виживаність, яка пов’язана із дещо кращими погодними умовами вегетаційного періоду культури в 2022 році.

Таблиця 5

Біологічна стійкість сомаклональних ліній цикорію коренеплідного

№	Генотип	2022рік		2023рік		Середнє	
		Густота рослин, тис/га	Збереженість рослин, %	Густота рослин, тис/га	Збереженість рослин, %	Густота рослин, тис/га	Збереженість рослин, %
1.	Цезар	181,9	181,9	91,0	187,2	93,6	184,6
2.	Ц-27-68	192,4	192,4	96,2	195,0	97,5	193,7
3.	Ц-27-81	194,9	194,9	97,5	195,7	97,9	195,3
4.	Ц-45-22	185,8	185,8	92,9	191,2	95,6	188,5
5.	Ц-45-30	187,9	187,9	94,0	193,3	96,7	190,6
6.	Ц-45-46	179,4	179,4	89,7	184,7	92,4	182,1
7.	Ц-45-85	185,8	185,8	92,9	191,2	95,6	188,5
8.	Ц-45-91	176,5	176,5	88,3	181,7	90,9	179,1
9.	Ц-45-97	173,5	173,5	86,8	178,5	89,3	176,0
10.	Ц-63-41	181,7	181,7	90,9	187,0	93,5	184,4
11.	Ц-63-37	181,7	181,7	90,9	187,0	93,5	184,4
12.	Ц-63-45	194,1	194,1	97,1	197,8	98,9	196,0
13.	Ц-63-82	185,4	185,4	92,7	190,8	95,4	188,1
14.	Ц-63-88	189,5	189,5	94,8	195	97,5	192,3

Сомаклональні лінії цикорію коренеплідного Ц-27-68, Ц-27-81, Ц-63-45, Ц-63-88 мали найвищу біологічною стійкістю до негативних чинників навколишнього середовища. В середньому за роки проведення досліджень виживаність рослин досліджуваних номерів становила 97,7–98,9 %, нами було встановлено, що вказані селекційні зразки майже не реагували на дефіцит вологи.

4.2. Розвиток листового апарату сомаклональних ліній цикорію коренеплідного

Кількість органічної речовини і величина врожаю визначається продуктивністю процесу фотосинтетичної діяльності рослин. Фотосинтез проходить у всіх зелених органах рослини. Як вже відмічалось, будова листка рослини направлена на максимальне поглинання і перетворення сонячної енергії та вуглекислого газу [53]. Основними органами рослин, здатними поглинати енергію світла для фотосинтезу, є листкова поверхня, яка залежить як від темпів наростання їх маси, так і тривалості активного функціонування, площа листків обумовлює індивідуальні розміри та швидкість росту рослин.

Оптимальна величина листкової поверхні рослин цикорію становить 20,5-30,2 тис. м2 /га і повинна бути досягнута до закінчення вегетативного росту та початку змикання листків у міжряддях. Якщо листкова поверхня зрідженого посіву може освітлюватися світлом високої інтенсивності, то при цьому ККД фотосинтезу залишатиметься низьким [53]. Загущені посіви з надмірно розвинутою листковою поверхнею можуть поглинати енергію сонячного світла достатньо ефективніше, проте взаємне затінення рослинами одна одної зумовлює відмирання нижніх листків, що в подальшому вплине на розвиток продуктивних органів [54].

За роки проведення досліджень рослини сорту Цезар формували розетку з 30–34 листків. Аналогічні дані отримано і в більшості досліджуваних ліній, лише у сомаклонів Ц-27-68, Ц-27-81, Ц-63-41 і Ц-63-88 розетка складалась з 34–37 листків, що було більше на 3–8 % в порівнянні з сортом стандартом. У 2023 році на період збирання рослини мали на 4–5 % менше листків в порівнянні з 2022 роком.

Таблиця 6

Кількість продуктивних листків у сомаклональних ліній цикорію коренеплідного (середнє за 2022–2023 рр.)

№	Генотип	Листків на одну рослину,шт.	У % до стандарту
1.	Цезар	33,6	-
2.	Ц-27-68	34,5	102,7

3.	Ц-27-81	36,3	108,0
4.	Ц-45-22	33,1	98,5
5.	Ц-45-30	33,9	100,9
6.	Ц-45-46	33,3	99,1
7.	Ц-45-85	33,1	98,5
8.	Ц-45-91	31,9	94,9
9.	Ц-45-97	31,3	93,2
10.	Ц-63-41	36,0	107,1
11.	Ц-63-37	33,2	98,8
12.	Ц-63-45	31,5	93,8
13.	Ц-63-82	33,1	98,5
14.	Ц-63-88	35,6	106,0

Для отримання високої продуктивності рослин цикорію важливо мати оптимальну площу листкової поверхні не тільки на період змикання листків у міжряддях, але й на більш пізні строки вегетації. Дуже важливо, щоб процес її наростання проходив інтенсивно в ранні строки першої половини вегетації, яка характеризується, як правило, більш сприятливими умовами сонячної інсоляції, тепловим і водним режимом ґрунту, на що впливають строки сівби та глибина загортання насіння.

Вивчення динаміки росту листків показало, що цикорій коренеплідний як дворічна рослина може інтенсивно рости при доброму забезпеченні всіма елементами життя впродовж усього вегетаційного періоду першого року, але знижує свою асиміляційну поверхню тільки восени [54].

Залежно від генотипу сомаклональних ліній цикорію коренеплідного, на рослинах формувались листки довжиною 12–32 см та шириною 6–15 см, ланцетної, продовгуватої, яйцевидної чи овальної форми.

Площа асиміляційної поверхні рослин цикорію коренеплідного сорту Цезар в середньому склала 3645,5 см$^{2.}$ Такої ж величини формували листову поверхню генотипи Ц-27-81, Ц-63-45 і Ц-63-88. Значно менших розмірів листовий апарат в порівнянні з стандартом Цезар мали номери Ц-45-91 і Ц-45-97. Площа асиміляційного апарату вказаних номерів за роки досліджень коливалась від 2488,2 до 2642,2 см^2, вона поступалась за розмірами сорту Уманський 99 на 29–34 %. Низький розвиток фотосинтетичної поверхні вказаних селекційних матеріалів пов'язаний із малими розмірами листової пластини.

Таблиця 7

Площа листової поверхні рослин сомаклональних ліній цикорію коренеплідного (середнє за 2022 та 2023 роки)

№	Генотип	Площа листків на рослині, см^2	У % до стандарту
1.	Цезар	3645,5	-
2.	Ц-27-68	3556,3	94,9
3.	Ц-27-81	3918,2	104,6
4.	Ц-45-22	3139,4	83,8
5.	Ц-45-30	3471,6	92,7
6.	Ц-45-46	2977,7	79,5
7.	Ц-45-85	3028,3	80,9
8.	Ц-45-91	2488,2	66,4
9.	Ц-45-97	2642,2	70,5
10.	Ц-63-41	3007,4	80,3
11.	Ц-63-37	3361,6	89,8
12.	Ц-63-45	3884,1	103,7
13.	Ц-63-82	2973,3	79,4
14.	Ц-63-88	3876,4	103,5

Глибоке і всебічне вивчення процесів фотосинтезу і його взаємозв'язку з іншими процесами життєдіяльності створює наукову базу для теоретичного планування та практичного підвищення продуктивності вирощування сільськогосподарських культур, що є важливим чинником сучасної аграрної науки [368].

Фотосинтетичний потенціал поля визначається асиміляційною площею окремої рослини та кількістю рослин на одиниці площі. Рослини цикорію коренеплідного сорту Цезар в середньому за два роки формували асиміляційну поверхню в розмірі 56,9 тис. м^2/га (табл. 8).

Таблиця 8

Асиміляційна поверхня посіву сомаклональних ліній цикорію коренеплідного (на період збирання врожаю)

№	Генотип	2022 рік		2023 рік		Середнє	
		тис. м^2/га	у % до стандарту	тис. м^2/га	у % до стандарту	тис. м^2/га	у % до стандарту
1.	Цезар	52,6	-	61,1	-	56,9	-
2.	Ц-27-68	58,9	112	61,4	100	60,2	106
3.	Ц-27-81	68,0	129	69,1	113	68,6	121
4.	Ц-45-22	49,8	95	52,5	86	51,2	91
5.	Ц-45-30	53,6	102	56,6	93	55,1	98
6.	Ц-45-46	46,9	89	48,2	79	47,6	84
7.	Ц-45-85	46,5	88	50,7	83	48,6	86
8.	Ц-45-91	35,1	67	39,8	65	37,5	66
9.	Ц-45-97	37,9	72	41,4	68	39,7	70
10.	Ц-63-41	46,2	88	49,2	81	47,7	85

11.	Ц-63-37	51,5	98	54,9	90	53,2	94
12.	Ц-63-45	67,7	129	67,9	111	67,8	120
13.	Ц-63-82	45,2	86	49,7	81	47,5	84
14.	Ц-63-88	66,8	127	65,8	108	66,3	118

Лише чотирьом сомаклональним лініям цикорію коренеплідного, що досліджувались вдалося перевищити дані показники. Рослини зразків Ц-27-68, Ц-27-81, Ц-63-45 і Ц-63-88 сформували вищу фотосинтетичну поверхню (на 6–21 % в порівнянні з сортом стандартом Цезар) за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі, добре розвинутій листовій поверхні та високій біологічній стійкості.

4.3. Продуктивність сомаклональних ліній цикорію коренеплідного

Продуктивність цикорію коренеплідного визначається розмірами коренеплодів, їх масою та вмістом в них інуліну та сухих речовин.

Основними параметрами, що визначають придатність сорту до механізованого збирання є форма, довжина і розміщення коренеплодів в ґрунті. Найбільш бажаними для механізованого вирощування та збирання є сорти, що формують коренеплоди конічної форми, довжиною 21–23 см, діаметром 5–12 см так, як втрати за збирання сортів з видовженою формою складають 25–30 % [48].

Біометричні показники коренеплодів, що формували досліджувані селекційні матеріли цикорію коренеплідного подано в таблиці 7.

За роки проведення досліджень рослини цикорію коренеплідного сорту Цезар формували коренеплоди конічної форми довжиною 21,9–22,7 см та діаметром 5,1–6,1 см.

Довжина коренеплодів сомаклональних ліній цикорію коренеплідного у

2022 та 2023 роках була в межах похибки і становила в середньому за генотипами в межах 18,8–26,2 см. Довжина коренеплодів досліджуваних ліній Ц-27-81, Ц-45-30, Ц-45-91, Ц-63-41 і Ц-63-45 була на рівні сорту стандарту Цезар і становила 21,2–23,0 см. У генотипів Ц-45-46, Ц-45-85, Ц-45-97, Ц-63-37 та Ц-63-88 коренеплоди формувались довжиною 17,8–19,7 см, що було на 13–20 % менше порівняно з сортом стандартом Цезар.

Таблиця 9

Біометричні параметри коренеплоду сомаклональних ліній цикорію коренеплідного (середнє за 2022 та 2023 роки)

№	Генотип	Довжина коренеплоду		Діаметр коренеплоду	
		см	у % до стандарту	см	у % до стандарту
1.	Цезар	22,3	-	5,9	-
2.	Ц-27-68	24,4	109,4	5,9	100,0
3.	Ц-27-81	23,0	103,1	6,1	104,3
4.	Ц-45-22	26,2	117,5	4,1	69,6
5.	Ц-45-30	21,2	95,1	4,2	71,7
6.	Ц-45-46	18,8	84,3	4,0	67,4
7.	Ц-45-85	19,7	88,3	4,8	80,4
8.	Ц-45-91	21,4	96,0	4,3	73,9
9.	Ц-45-97	19,8	88,8	4,3	73,9
10.	Ц-63-41	22,8	102,2	4,9	82,6
11.	Ц-63-37	18,8	84,3	4,8	80,4
12.	Ц-63-45	23,0	103,1	6,1	104,3
13.	Ц-63-82	25,8	115,7	4,9	82,6
14.	Ц-63-88	17,8	79,8	8,0	137,0

Найбільшу довжину коренеплоду мали зразки Ц-27-68, Ц-45-22, і Ц-63-82 (в межах 24–26 см, що перевищувало показники стандарту на 9–18 %).

За діаметром коренеплоду самоклональні лінії мали індивідуальні показники залежно від генотипу та року проведення досліджень. В 2022 році діаметр коренеплоду селекційних номерів перевищував показник 2023 року на 9–14 %. Рослини сорту Цезар всередньому за два роки досліджень формували коренеплоди діаметром 5,9 см. Ідентичні показники мала лінія Ц-27-68. У селекційних номерів Ц-27-81, Ц-63-45, Ц-63-88 формувались коренеплоди конічної форми діаметром 6,1–8,0 см, що перевершувало сорт-стандарт на 4–37 %. Коренеплоди видовженої форми діаметром 4,0–4,9 см (67–83 % від стандарту) мала решта зразків.

Маса коренеплоду – одна із основних селекційних ознак цикорію коренеплідного.

Маса коренеплодів цикорію коренеплідного сорту–стандарту Цезар в роки проведення досліджень коливалась в жах 200,0–209,7 г(табл. 10).

Таблиця 10

Маса коренеплоду сомаклональних ліній цикорію коренеплідного (середнє за 2022 та 2023 роки)

№	Генотип	Маса коренеплоду г	у % до стандарту
1.	Цезар	206,0	-
2.	Ц-27-63	206,3	100
3.	Ц-27-81	221,3	107
4.	Ц-45-12	147,3	72
5.	Ц-45-20	171,6	83
6.	Ц-45-26	110,0	53
7.	Ц-45-35	186,2	90
8.	Ц-45-43	147,9	72
9.	Ц-45-52	138,9	67
10.	Ц-63-21	179,9	87

11.	Ц-63-22	181,0	88
12.	Ц-63-25	219,2	106
13.	Ц-63-30	171,8	83
14.	Ц-63-33	216,7	105

Рослини досліджуваних зразків Ц-45-12, Ц-45-20, Ц-45-26, Ц-45-35, Ц-45-43, Ц-45-52, Ц-63-21, Ц-63-22 Ц-63-30 формували коренеплоди масою 110,0–186,2 г, що складало 53–90 % від показника сорту–стандарту Цезар. У сомаклонів Ц-27-81, Ц-63-25, Ц-63-33 всередньому маса коренеплодів становила 216,7–221,3 г, що перевищувало сорт Цезар на 5–7 %.

Густота рослин і маса коренеплодів на період збирання це головні елементи у структурі врожаю цикорію коренеплідного. Урожайність коренеплодів сорту–стандарту Цезар в 2022 році становила 37,5 т/га, а в 2023 – 38,6 т/га (табл. 11).

Таблиця 11

Урожайність сомаклональних ліній цикорію коренеплідного

№	Генотип	2022 рік		2023 рік		Середнє	
		т/га	у % до стандарту	т/га	у % до стандарту	т/га	у % до стандарту
1.	Цезар	37,5		38,6		38,1	
2.	Ц-27-63	39,7	106	40,2	104	40,0	105
3.	Ц-27-81	43,1	115	43,3	112	43,2	114
4.	Ц-45-12	27,4	73	28,2	73	27,8	73
5.	Ц-45-20	32,2	86	33,2	86	32,7	86
6.	Ц-45-26	19,7	53	20,3	53	20,0	53
7.	Ц-45-35	34,6	92	35,6	92	35,1	92
8.	Ц-45-43	26,1	70	26,9	70	26,5	70

9.	Ц-45-52	24,1	64	24,8	64	24,5	64
10.	Ц-63-21	32,7	87	33,6	87	33,2	87
11.	Ц-63-22	32,9	88	33,8	88	33,4	88
12.	Ц-63-25	42,5	113	43,4	112	43,0	113
13.	Ц-63-30	31,9	85	32,8	85	32,4	85
14.	Ц-63-33	41,1	110	42,3	110	41,7	110
$НІР_{05}$			–		–	–	–

Урожайність сомаклонів Ц-27-63, Ц-27-81, Ц-63-25 і Ц-63-33 становила 40,0–43,2 т/га, що більше урожайності сорту–стандарту Цезар на 5–14 %. Решта генотипів мали середню урожайність 20,0–35,1 т/га, яка була значно меншою відносно сорту–стандарту Цезар.

Одним із основних критеріїв, що характеризують якісний склад коренеплодів цикорію, є вміст сухої речовини, загальної кількості цукру, вмісту інуліну та білка, на накопичення яких значно впливають метеорологічні умови навколишнього середовища впродовж вегетаційного періоду та елементи технології вирощування. На формування якісних показників коренеплодів цикорію впливає також тривалість росту і розвитку рослин, інтенсивність сонячної інсоляції та температурний режим повітря і ґрунту. Якщо рослина добре забезпечена світлом, то формує коренеплоди з кращими якісними показниками порівняно з рослинами, які попадають в несприятливі погодньокліматичні умови вирощування. Окрім цього, якість коренеплодів залежить від строків сівби, глибини загортання насіння та інших елементів технології вирощування у тісній взаємодії з ґрунтовими і кліматичними умовами регіону. Нагромадження якісних показників в рослинах цикорію коренеплідного проходить по мірі їх розвитку, а також метеорологічних умов, стану ґрунту, застосування агротехнічних заходів.

Сорт–стандарт цикорію коренеплідного Цезар мав вміст інуліну в коренеплодах 17,6 % (табл. 12). Хоча у сомаклонів Ц-45-52, Ц-63-21 і Ц-63-25

вміст інуліну у коренеплодах був аналогічним до сорту Цезар, проте при зборі ми отримали 4,30, 5,84 і 7,56 т/га інуліну.

Найвищий вміст інуліну утворювалось у зразка Ц-45-43 –17,9 %, проте через малу густоту рослин та низьку урожайність нам вдалося отримали його при зборі лише 4,74 т/га.

Найбільшу кількість інуліну вдалося зібрати із рослин сомаклональної лінії Ц-27-81 7,65 т/га.

Таблиця 12

Якість продукції сомаклональних ліній цикорію коренеплідного

№	Генотип	Вміст інуліну в коренеплодах, %	Збір інуліну, т/га
1.	Цезар	17,6	6,69
2.	Ц-27-63	17,5	6,99
3.	Ц-27-81	17,7	7,65
4.	Ц-45-12	17,2	4,78
5.	Ц-45-20	17,4	5,69
6.	Ц-45-26	17,2	3,44
7.	Ц-45-35	17,2	6,04
8.	Ц-45-43	17,9	4,74
9.	Ц-45-52	17,6	4,30
10.	Ц-63-21	17,6	5,84
11.	Ц-63-22	17,4	5,81
12.	Ц-63-25	17,6	7,56
13.	Ц-63-30	17,2	5,56
14.	Ц-63-33	17,5	7,29

Решта генотипів вміст інуліну в коренеплодах був значно нижчим, ніж у сорту Цезар.

Отже, серед досліджуваних генотипів можна виділити зразок Ц-27-81, який перевершував сорт–стандарт Цезар за якісними показниками.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОМАКЛОНАЛЬНИХ ЛІНІЙ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО

Економічну ефективність сільськогосподарського виробництва доцільно розглядати в системі взаємопов'язаних показників, що характеризують використання землі, трудових ресурсів і матеріально-технічних засобів. До них відносяться – врожайність, якість продукції, прямі витрати праці, грошово матеріальні витрати, вартість валової продукції, окупність витрат, енергоємність, енергетична ефективність економічних витрат і економічна ефективність енергетичних витрат [56].

Узагальнюючими показниками економічної ефективності є показники співвідношення результатів їх діяльності. Критерієм ефективності в умовах ринкових відносин є прибуток у розрахунку на одиницю виробничих витрат та інших виробничих ресурсів [57]. Для визначення економічної ефективності вирощування цикорію коренеплідного нами були визначені капітальні та виробничі витрати станом на 2023 рік, при цьому було проведено виробничу перевірку результатів досліджень у 2022-2023 рр. За вирощування цикорію коренеплідного, проводилися розрахунки економічних вкладень для кожної сомаклональної лінії з урахуванням складених технологічних карт, в яких проводився облік фактичних витрат, відповідно до чинних нормативів та цін на виконання робіт по технології, а ще закупівлю насіння, добрив, засобів захисту рослин, паливно-мастильних матеріалів, оплата праці, ремонт та технічне обслуговування сільськогосподарської техніки продовж вегетаційного періоду та збору продукції, загально-експлуатаційні та загальновиробничі витрати [58].

Для розрахунку витрат на вирощування цикорію коренеплідного використовувалися фактичні затрати, які були розраховані на дослідних ділянках в перерахунку на 1 га площі. При розрахунку грошової виручки від реалізації продукції за основу було взято середню ціну реалізації, що сформувалася протягом періоду досліджень: для коренів цикорію – 1800,00 грн.

Витрати на вирощування 1 га коренеплодів цикорію коренеплідного залежно від генотипу коливались від 38216 до 43966 грн./га.

Таблиця 13

Економічна ефективність вирощування сомаклональних ліній цикорію коренеплідного

Генотип	Врожайність, т/га	Витрати, грн./га	Собівартість, грн./т	Ціна, грн./т	Вартість валової продукції, грн./га	Прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
Цезар	38,0	42716	1124	1800	68400	25684	60,1
Ц-27-63	40,0	43216	1080	1800	72000	28784	66,6
Ц-27-81	43,2	44016	1019	1800	77760	33744	76,7
Ц-45-12	27,8	40166	1445	1800	50040	9874	24,6
Ц-45-20	32,7	41391	1266	1800	58860	17469	42,2
Ц-45-26	20,0	38216	1911	1800	36000	-2216	-5,8
Ц-45-35	35,1	41991	1196	1800	63180	21189	50,5
Ц-45-43	26,5	39841	1503	1800	47700	7859	19,7
Ц-45-52	24,4	39316	1611	1800	43920	4604	11,7
Ц-63-21	33,2	41516	1250	1800	59760	18244	43,9
Ц-63-22	33,4	41566	1244	1800	60120	18554	44,6
Ц-63-25	43,0	43966	1022	1800	77400	33434	76,0
Ц-63-30	28,7	40391	1407	1800	51660	11269	27,9
Ц-63-33	38,4	42816	1115	1800	69120	26304	61,4

Собівартість коренеплодів цикорію коренеплідного варіювала від 1019 до 1911 грн./т. У сомаклона Ц-45-26 виручка від продажу валової продукції була на 2216 нижчою за виробничі витрати. У решти генотипів вдалося отримати прибуток. У зразка Ц-27-81 вдалося отримат найвищий прибуток, що становив 76,7 % і перевершив сорт Цезар на 16,6 %.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування сомаклональних ліній цикорію коренеплідного

Охорона праці — це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних засобів і заходів, спрямованих на запобігання виробничого травматизму та професійних захворювань [59].

Згідно статті 13 Закону України «Про охорону праці» на підприємствах всіх форм власності розробляються відповідні Положення про навчання, інструктаж та перевірку знань працівників з питань охорони праці, формуються плани графіки проведення цієї роботи. Контролює виконання цих завдань відділ охорони праці [59].

До виконання робіт допускаються технічно справні трактори та сільськогосподарські машини, які пройшли у встановленому порядку технічний огляд, обладнані засобами пожежогасіння (вогнегасники, лопати, мітли), та медичною аптечкою. До роботи на тракторах, сільськогосподарських і спеціальних машинах допускають осіб не молодше 17 років, які мають при собі посвідчення на право керування відповідними транспортними засобами, а також пройшли медогляд, навчання та інструктаж з питань охорони праці.

Аналіз умов, обставин та причин різних аварій, виробничих травм та деяких катастроф показав, що процеси формування та виникнення цих явищ можна заздалегідь моделювати. Обчислення рівня небезпеки можна спрямувати на удосконалення конструкцій технічних засобів, на зниження їх небезпеки, а також вживати термінових заходів для першочергового усунення небезпек з більш високим рівнем [59].

Низьким рівнем організації виробництва, низьким рівнем професійності працюючих, можуть визначатися небезпечні умови (НУ):

НУ — на полі не обладнано місця для відпочинку працюючих.

Також під час проведення технологічних процесів можуть виникати небезпечні дії (НД):

НД — працюючі відпочивають в місцях, біля яких відбувається робота машино-тракторних агрегатів.

У процесі виконання технологічних операцій, може виникнути реальна небезпечна ситуація.

У даному випадку небезпечна ситуація (НС) — це можливість наїзду на відпочиваючих техніки. Можливими наслідками при цьому може бути травма (Т).

На основі аналізу небезпечних факторів дій і обставин логічна модель процесу має такий вигляд (рис. 1)

НУ ⟶ НД ⟶ НС ⟶ Т

Рис. 1. Логічна модель травми при збиранні коренеплодів цикорію

Ще одним небезпечним і шкідливим фактором при збиранні цикорію може бути несправність пристроїв для заправки комбайнів.

НУ1 — не обладнано і не позначено місце для заправлення комбайнів пальним;

НУ2 — за заправленням комбайнів не здійснюється контроль;

НУ3 — пристрій для заправки комбайнів несправний і пальне розливається.

При проведенні даних технологічних процесів можуть виникати небезпечні дії (НД) з боку спеціалістів і самих працюючих:

НД1 — заправка комбайнів на полі;

НД2 — комбайнер користується відкритим вогнем.

У процесі виконання цих операцій може виникнути реальна загроза травмування від небезпечної ситуації.

У даному випадку небезпечна ситуація (НС) — загоряння розлитого пального при заправці комбайна. Серед можливих наслідків може бути пожежа (П).

В результаті небезпечної ситуації виникають наслідки, які приводять до травми (Т).

На основі аналізу небезпечних факторів, дій і обставин логічна модель процесу має такий вигляд (рис. 2)

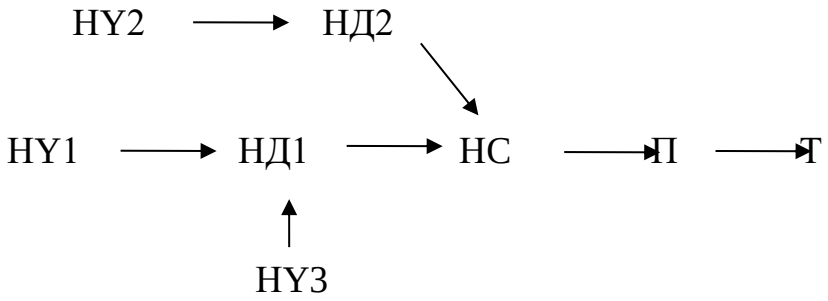


Рис. 2. Логічна модель травми при збиранні цикорію коренеплідного.

Отже, для підвищення рівня безпеки і охорони праці необхідно впроваджувати наступні організаційні заходи, що сприяють високому рівню проведення робіт і застереженню травмування осіб:

- підвищити якість проведення інструктажів і навчання з питань охорони праці та забезпечити контроль з боку спеціалістів за дотриманням правил техніки безпеки і охорони праці працівниками;
- вести контроль за дотриманням правил техніки безпеки, виробничої санітарії і трудової дисципліни;
- обладнати спеціальні місця для відпочинку працюючих і підтримувати їх в належному санітарно-гігієнічному стані.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища під час вирощування сомаклональних ліній цикорію коренеплідного

Охорона навколишнього природного середовища — система заходів щодо збереження та раціонального використання природних ресурсів, охорони особливо цінних та унікальних природних комплексів і забезпечення екологічної безпеки держави. Це комплекс державних, адміністративних, правових, економічних, політичних і суспільних заходів, спрямованих на раціональне використання, відтворення і збереження природних ресурсів землі, обмеження негативного впливу людської діяльності на довлілля [53].

У порівнянні з природними екосистемами штучні агроекосистеми відрізняються значнм спрощенням у структурі та функціонуванні. Для штучних агроекосистем притаманні такі особливості: постійне вилучення з агроекосистем органічної речовини, залежність існування від діяльності людини, переважання рослин і тварин, які є продуктом селекційної діяльності, низьке видове різноманіття, розімкненість біохімічних циклів та ін. сільськогосподарські угіддя не ізольовано від загального природного середовища. Вони зазнають впливу природних біотичних та абіотичних чинників довкілля [60].

Однією з основних проблем сучасного сільського господарства є глобальні кліматичні зміни, які особливо швидкими темпами відбуваються впродовж останніх десятиліть. Зміни клімату полягають не лише у поступовому підвищенні температури, але й аномальних погодних явищах: сильні засухи, повені, шторми, урагани, надзвичайно спекотні дні. Високі температури повітря та дефіцит опадів призводять до скорочення орних земель внаслідок опустелювання та засолення [60].

Значної шкоди навколишньому середовищу завдає хімізація виробництва. Надмірне використання мінеральних добрив та пестицидів

призводить до знищення корисних ентомофагів, пригнічення корисної біоти грунту, забрудння грунтових та стічних вод [60].

Інтенсивний обробіток грунту зумовлює втрати гумусу, розвитку водної та вітрової ерозії. Протиерозійна охорона території — основна мета ґрунтозахисної, контурно-меліоративної систем землеробства. Її розробляють відповідно до ґрунтово-екологічних факторів. З цією метою локалізують інтенсивне землеробство на рівнинній частині території, застосовують принципи екологічно чистого рослинництва і землеробства на схилах, а на землях вододілів, які прилягають до гідрографічного фонду, проводять залуження [60].

Отже, виробництво продукції має грунтуватись на раціональному використанні природних і матервально-технічних ресурсів та недопущення забруднення навколишньог середовища та погіршення екологічної ситуації і регіоні.

ВИСНОВКИ

1. Виділено сомаклональні лінії цикорію коренеплідного (Ц-27-68, Ц-27-81, Ц-63-41, Ц-63-45) , що характеризуються високою стійкістю до осмотичного стресу.

2. Сомаклональні лінії цикорію коренеплідного Ц-27-68, Ц-27-81, Ц-63-45, Ц-63-88 мали найвищу біологічною стійкістю до негативних чинників навколишнього середовища. В середньому за роки проведення досліджень виживаність рослин досліджуваних номерів становила 97,7–98,9 %.

3. За роки досліджень, залежно від генотипу, на рослинах досліджуваних ліній цикорію коренеплідного формувалась листова поверхня площею від 2642 до 3918см^2. Найбільш розвинутий листовий апарат мали номери Ц-27-81, Ц-63-45, Ц-63-88.

4. Досліджувані сомаклональні лінії характеризувались індивідуальними параметрами коренеплоду: довжина – від 17,8 до 26,2 см, діаметр – від 4,0 до 8,0 см, маса – 138,9–221,3 г. Маса коренеплоду зразка Ц-27-81, становила 221,3, що перевищувало сорт стандарт на 7 %.

5. Завдяки високій біологічній стійкості та збільшеній масі коренеплоду сомаклональні лінії Ц-27-63, Ц-27-81, Ц-63-25 і Ц-63-33 сформували найвищий урожай. Урожайність коренеплодів вказаних селекційних номерів в середньому за два роки досліджень відповідно становила 40,0, 43,2, 43,0 та 41,7 т/га, що перевищувало стандарт на 5–14 %.

6. Найбільшу кількість інуліну вдалося зібрати із рослин сомаклональної лінії Ц-27-81 7,65 т/га, а рівень рендабельності даного зразка був найвищим і становив 76,7 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Манько А. Є. та ін. Цикорій коренеплідний. Цукрові буряки. 1995. № 6. С. 24.
2. Яценко А.О. Цикорій коренеплідний: Біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів: Навчальний посібник. Умань: ФІЦБ УААН, 2003. 161 с.
3. Abbas Z. K., Saggu Sh., Sakeran M. J., Zidan N., Rehman H. and Ansari A. A. Phytochemical, antioxidant and mineral composition of hydroalcoholic extract of chicory (*Cichorium intybus* L.) leaves. Saudi Journal of Biological Sciences. 2015. vol. 22. Pp. 322—326.
4. Carazzone Ch., Mascherpa D., Gazzani G. and Papetti A. Identification of phenolic constituents in red chicory salads (Cichorium intybus) by high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ionization tandem mass spectrometry. Food Chemistry. 2013. vol. 138. pp. 1062–1071.
5. Abbasi A. M., Khan M. A., Ahmad M., Zafar M., Khan H., Muhammad N. and Sultana S. Medicinal plants used for the treatment of jaundice and hepatitis based on socio-economic documentation. African Journal of Biotechnology. 2009. vol. 8. N 8. pp. 1643–1650.
6. Борисюк В. О., Маковецький К. А., Ткач О. В. Взаємозв’язок між масою коренеплодів цикорію кореневого і вмістом у них інуліну. Зб. наук. пр. ІЦБ УААН. К. 2000. С. 152–157.
7. Ahamad R., Mujeeb M., Anwar F. and Ahmad A. Pharmacological and molecular activity of methanolic extract of Cichorium intybus L. seeds. European Journal of Experimental Biology. 2015. vol. 5. N 7. pp. 26–35.
8. Das S., Vasudeva N. and Sharma S. Cichorium intybus L.: a concise report on its ethnomedicinal, botanical, and phytopharmacological aspects. Drug Development and Therapeutics. 2016. vol. 7. pp. 1–12.

9. Bais H. P. and Ravishankar G. A. Cichorium intybus L. cultivation, processing, utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects. Journal of Food Science and Agriculture. 2001. vol. 81. pp. 467–484.
10. Atta A. H., Elkoy T. A., Mouneir S. M., Kamel G., Alwabel N. A., and Zaher S. Hepatoprotective effect of methanolic extracts of Zingiber officinale and Cichorium intybus. Indian Journal of Pharmacological Sciences. 2010.vol. 72. N 5. pp. 564–570.
11. Cavin C., Delannoy M., Malnoe A., Debefve E., Touche A., Courtois D. and Schilter B. Inhibition of the expression and activity of cyclooxygenase-2 by cichory extract. Biochemical and Biophysical Research Communications. 2005. vol. 327, N 3, pp. 742–749.
12. Malik B., Pirzadah B. T., Tahir I. and Rehman U. R. Chemo-profiling, antioxidant potential and lonomic analysis of Cichorium intybus L. Pharmacognosy Journal, 2017. vol. 9. N 6. pp. 917–928.
13. Saggu S., Sakeran M.I., Zidan, N., Tousson E., Mohan A. and Rehman H. Ameliorating effect of chicory (Cichorium intybus L.) fruit extracts against 4-tert-octylphenol induced liver injury and oxidative stress in male rats. Food and Chemical Toxicology. 2014. vol. 72. pp. 138–46.
14. Innocenti M., Gallori S., Giaccherini C., Ieri F., Vincieri F. F. and Mulinacchi N. Evaluation of the phenolic content in the aerial parts of different varieties of Cichorium intybus L. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2005. vol. 53. pp. 6497–6502.
15. Mulabagal V., Wang H., Ngouajio M. and Nair M. G. Characterization and quantification of health beneficial anthocyanins in leaf chicory (Cichorium intybus) varieties. European Food Research and Technology. 2009. vol. 230. pp. 47–53.
16. Jasim S.R. Antioxidant, antimicrobial activities and phytochemical constituents of Cichorium intybus L. aerial parts. International Journal of Botany. 2018. vol. 14. N 1. pp. 24–29.

17. Jancic D., Todorovic V., Sircelj H., Dodevska M., Beljkas B., Znidarcic D. and Sobajic S. Biologically active compounds and antioxidant capacity of Cichorium intybus L. leaves from Montenegro. Italian Journal of Italian Food Sciences. 2017. vol. 29. pp. 627–643.
18. Уланич О.І., Вдовенко С.А., Ковтунюк З.І. та ін. Біологічні особливості і вирощування малопоширених овочів: навч. посіб. / за ред. О.І. Уланич. Умань: Сочінський М.М., 2018. С. 104–107.
19. Кінах В.А., Борисюк В.О. Інтенсифікація виробництва цикорію кореневогонеобхідна вимога часу. Зб. наук. праць ІЦБ УААН. Київ, 1994. С. 127–130.
20. Миколайко В.П. Особливості насінництва цикорію коренеплідного. Генетика і селекція: досягнення та проблеми: матер. Міжнар. наук. конф. (м. Умань 18–20 березня 2014 р.). Умань: ВПЦ Візаві, 2014. С. 79–80.
21. Гументик М.Я. Особливості цикорію кореневого і агротехніка його вирощування. Зб. наук. праць ІЦБ УААН. Київ,2003. Вип. 5. С. 339-341.
22. Рекомендації по вирощуванню цикорію кореневого /Кузьміч В.М., А.О. Яценко. Самчики: ХІАВ НААНУ, 2010. 15 с.
23. Зуєв М.М., Гументик М.Я. Розміщення головок коренеплодів цикорію над поверхнею грунту. Цукрові буряки. Київ, 2002. № 2. 29 с.
24. Кузмич В.М. Удосконалення технології вирощування цикорію кореневого в умовах північно - західного лісостепу України: дис. ... к. с.-г. наук: 06.01.09. Інститут земледелия УААН. Київ, 1998. 125 с.
25. Куркіна Л.С. Цикорій. Славута, 2003. 48 с.
26. Файдюк В.В. Врожайність і якість гібридного насіння залежно від технології його вирощування. Зб. наук. праць Інституту цукрових буряків. Київ, 2003. №5. С. 134–135.
27. Доронін В.А., Миколайко В.П. Біологічна урожайність, осипання насіння цикорію коренеплідного та його якість. Зб. наук. праць: Сільське господарство та лісівництво. Вінниця, 2016. №3. С. 144–155.

28. Методичні рекомендації по вирощуванню цикорію кореневого /Кузьмич Н.К., Самсонюк В.В. Київ, 1994. 10 с.
29. Яценко А.О. Цикорій коренеплідний: Біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів: навч. посіб. Умань: ФІЦБ УААН, 2003. 161 с.
30. Ткач О.В. Особливості формування маси коренеплодів цикорію залежно від мінерального живлення // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць / ІБКіЦБ НААНУ.- К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2019. - Вип. 27.-156 с.- ISSN 2410-1281. С. 55–67.
31. Ткач О.В., Курило В.Л. Особливості вирощування цикорію кореневого з комбінованою шириною міжрядь. Зб. наук. праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2012. Вип. 14. С. 295–299.
32. Ткач О.В. Урожайність коренеплодів цикорію залежно від густоти рослин Таврійський науковий вісник. Науковий журнал. Херсон, 2020. Вип. 112. С. 150–156.
33. Ткач О.В. Зберігання коренеплодів цикорію залежно від строків сівби. Міжвідомчий тематичний збірник «Зрошуване землеробство». Херсон, 2020. Вип. 73. С. 107–111.
34. Ткач О.В. Продуктивність цикорію коренеплідного залежно від способу вирощування з комбінованою шириною міжрядь. Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань, 2020. Вип. 96. Ч. 1. С. 592–605.
35. Миколайко В.П. Цикорій коренеплідний – стратегічна і перспективна біоенергетична культура України. Матер. Всеукр. наук. конф. молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського національного університету садівництва (м. Умань 11–12 березня 2014 р.,). Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2014. С. 52–54.
36. Файдюк В.В. Врожайність і якість гібридного насіння залежно від технології його вирощування. Зб. наук. праць Інституту цукрових буряків. Київ, 2003. №5. С. 134–135.

37. Методичні рекомендації по вирощуванню цикорію кореневого /Кузьмич Н.К., Самсонюк В.В. Київ, 1994. 10 с.
38. Рекомендації по вирощуванню цикорію кореневого /Кузьміч В.М., А.О. Яценко. Самчики: ХІАВ НААНУ, 2010. 15 с.
39. Gu W.Y. Li J.G. Chicory seeds: a potential source of nutrition for food and feed. Journal of Animal & Plant Sciences, 2012. Vol. 13, Issue 2. P. 1736–1746.
40. Недвига М. В., Хомчак М. Ю., Осадчий О. С.,. Бойко Л. Д Лабораторний і польовий практикум з ґрунтознавства. К.: Агропромвидав України, 1999. 240 с.
41. Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність / За ред. Ткачик С. О. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 1145 с.
42. Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на придатність до поширення в Україні; за ред. С. О. Ткачик. Вінниця: Корзун Д. Ю., 2016. 73 с.
43. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.
44. Гринчук Т. Підходи до аналізу сучасного стану зерновиробництва у сільськогосподарських підприємствах регіону та факторів, які впливають на його розвиток. Науковий вісник Одеського національного економічного університету. 2015. № 9. С. 48–60.
45. Васильківський С.П., Гудзенко В.М., Кочмарський В.С., Кириленко В.В. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2017. Т. 21. С. 47–51.
46. Пірич А.В. Морозостійкість нових сортів пшениці м’якої озимої миронівської селекції. Миронівський вісник. 2018. Вип. 7. С. 85–92.
47. Лихочвор В.В., Петриненко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології». 2008. 624 с.

48. Рибалка О.І. Геноміка, транскриптоміка, протеоміка і біоінформатика на службі сучасної селекції пшениці. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. 2013. Вип. 21 (61). С. 18–38.
49. Бацманова Л.М., Грудіна Н.С., Стороженко В.О., Таран Н.Ю., Мусієнко М.М. Адаптивні реакції рослин озимої пшениці різних екотипів на дію пероксиду водню. Физиология и биохимия культурных растений. 2010. Т. 42. № 2. С. 45–168.
50. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Селекція сортів озимої пшениці на високу зимо- та морозостійкість. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. Київ, 2001. Т. 2. С. 204–211.
51. Доктор Н. М. , Мартинов О. М., Новицька Н. В. Функціонування фотосинтетичного апарату рослин квасолі звичайної в умовах Закарпаття. Науковий вісник НУБіП України, 2017. С. 67–73.
52. Бахмат М. І., Овчарук О. В. Вплив різної норми висіву квасолі звичайної за широкорядного способу сівби на врожайність зерна та економічну ефективність технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу. Корми і кормовиробництво, 2016. Вип. 82. С. 92–95.
53. Ткач О.В. Залежність фотосинтетичного потенціалу і фотосинтезу від густоти насадження і форми площі живлення рослин цикорію. ІІІ всеукр. наук. інтер.-конф. «Інноваційні технології в рослинництві», ПДАТУ, 2020. С.115–117.
54. Манько О.А., Пінчковський Г.Л.,. Новак Ю.В. Біоморфологічні ознаки рослин цикорію коренеплідного. Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань, 2014. Вип. 86 (1). С. 147–153.
55. Шадчина Т.М., Гуляєв Б. І., Кірізій Д. А. та інш Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин. Фізіологічні та екологічні аспекти К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 383 с.
56. Зайчковський А. О. Економіка підприємств харчової промисловості. Київ: Урожай. 1998. 262 с.

57. Покровний С.Ф. Економіка підприємств. Київ, КНЕУ. 2000. 528 с.
58. Саблук П. Т., Мазоренко Д. І., Мазнєв Г. Є. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. К.: Урожай, 2005. 401 с.
59. Голінько В. І. Г Основи охорони праці: підручник. Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Д.: НГУ, 2014. 271 с.
60. Грицик В., Канарський Ю., Бедрій Я. Екологія довкілля. Охорона природи : навчальний посібник. Київ: Кондор, 2011. 292 с.

ДОДАТКИ