МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, д. с.-г. н., професор

_____ Людмила РЯБОВОЛ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

КЛІТИННА СЕЛЕКЦІЯ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО НА СТІЙКІСТЬ ДО ОСМОТИЧНОГО СТРЕСУ В НАВЧАЛЬНО-НАУКОВІЙ ЛАБОРАТОРІЇ «БІОТЕХНОЛОГІЇ» УМАНСЬКОГО НУС

Виконав: студент ІІ курсу, групи 26 м-а

спеціальності 201 Агрономія

СУШКЕВИЧ Віталій Олександрович

Керівник – ЛЮБЧЕНКО Андрій, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП……..…… 4
РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН (огляд літератури)…… 6
1.1. Культура *in vitro* в селекції рослин……..…... 6
1.2. Стресовий вплив посухи на рослинний організм……... 9
1.3. Клітинна селекція рослин на стійкість до посухи……..… 13
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ (характеристика вихідних сортів)….. 17
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…….. 18
3.1. Умови культивування біоматеріалу *in vitro*……. 18
3.2. Характеристика базових середовищ……...…….. 18
3.3. Схема досліду……...……..… 20
3.4. Методика проведення досліджень……..... 21
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ…….…….. 23
4.1. Добір клітинних ліній цикорію коренеплідного на стійкість до ПЕГ……. 23
4.2. Індукування морфогенезу відібраних калюсних ліній цикорію коренеплідного …….. 28
4.3. Характеристика *in vitro* отриманих рослинних матеріалів цикорію коренеплідного ……..…… 32
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. 37
5.1. Охорона праці під час роботи в біотехнологічній лабораторії……. 37
5.2. Охорона навколишнього природного середовища під час вирощування цикорію коренеплідного…….. 39
ВИСНОВКИ…… 40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… 41
ДОДАТКИ…… 47

ВСТУП

Більшість території України є зонами нестійкого та недостатнього зволоження. Дефіцит опадів є одним із основних обмежуючих чинників, що знижують продуктивність сільськогосподарських культур. Тому, сучасні сорти та гібриди сільськогосподарських культур, окрім високої продуктивності та якості продукції, повинні бути стійкі до стресових чинників загалом та осмотичного стресу зокрема.

Цикорій коренеплідний цінна сільськогосподарська культура, може використовуватися на лікарські, технічні, продовольчі цілі. Створення пластичних, високоврожайних та адаптованих до негативних умов вирощування сортів – це головне завдання для збільшення обсягу вирощування даної культури.

Наразі в селекції та насінництві сільськогосподарських культур широко використовують біотехнологічні методи. Клітинна селекція *in vitro* – один із напрямків біотехнологічних досліджень, що дають можливість за короткий час створити цінний вихідний матеріал з бажаними ознаками.

Мета і завдання дослідження. Метою нашої роботи було добір *in vitro* на базі сомаклональної мінливості стійких до осмотичного стресу генотипів цикорію коренеплідного, як вихідного матеріалу для проведення подальшої селекційної роботи. Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- дослідити вплив поліетиленгліколю на калюсну танину цикорію коренеплідного;
- провести добір *in vitro* цикорію коренеплідного на стійкість до осмотичного стресу;
- індукувати морфогенез та отримати рослини-регенеранти з відібраних клітинних ліній цикорію коренеплідного;

– провести оцінку рослинних ліній цикорію коренеплідного за рівнем стійкості до стресового агента.

Об'єкт дослідження: особливості проведення клітинної селекції цикорію коренеплідного стійких до осмотичного стресу.

Предмет дослідження: біотехнологічні методи, стійкі до осмотичного стресу генотипи цикорію коренеплідного.

Наукова новизна роботи. Встановлено стресовий вплив поліетиленгліколю на культуру тканин цикорію коренеплідного, розроблено схему клітинної селекції *in vitro* цикорію коренеплідного на стійкість до осмотичного стресу.

Практичне значення одержаних результатів. Біотехнологічними методами отримано рослинні лінії цикорію коренеплідного стійкі до осмотичного стресу, які можуть бути використанні як вихідний матеріал для подальших селекційних досліджень.

Особистий внесок автора полягає в опрацюванні даних літературних джерел стосовно вказаної теми, закладанні дослідів, проведенні обліків та спостережень, їхньому аналізі, узагальненні результатів досліджень і оформленні кваліфікаційної роботи.

Апробація результатів. Основні результати та положення дипломної роботи оприлюднено на засіданнях студентського наукового гуртка кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС та Всеукраїнській студентській науковій конференції, яка приурочена 160-річчю від дня народження видатного науковця у галузі біологічних наук, професора Й. К. Пачоського (м. Умань, 25 квітня 2024 року).

РОЗДІЛ 1
ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН (огляд літератури)

1.1. Культура *in vitro* в селекції рослин

Біотехнологія – це комплекс штучно розроблених сучасних технологічних методів та прийомів для створення нових біологічних систем з метою їхнього використання у науці та техніці [1].

Основна мета біотехнології – створення нових сортів рослин, порід тварин, штамів мікроорганізмів, використання організмів і біологічних процесів у виробництві та синтезу в промислових масштабах біологічно активних речовин, кормових білків, амінокислот, лікарських препаратів тощо [2].

Створення високоврожайних та стійких до негативних чинників навколишнього середовища сортів класичними методами селекції процес довготривалий та затратний. Залучення клітинної селекції дає змогу значно пришвидшити селекційний процес, зменшити затрати коштів та трудових ресурсів на виведення нового сорту. Так, затрати часу на створення нового сорту традиційними методами (гібридизація, мутагенез та поліплоїдія) в середньому становлять 7–8 років, а за впровадження сомаклональної мінливості та клітинної селекції – біля чотирьох [3].

Основним методом біотехнології рослин є культура *in vitro,* що ґрунтується на контрольованому культивуванні клітин, тканин чи органів на штучних живильних середовищах в асептичних умовах. Введення клітин у культуру *in vitro* передбачає припинення їхнього існування як одного із структурних елементів цілісного організму, до складу якого вони входили

раніше. При цьому, в умовах *in vitro* клітина виходить з-під контролю корелятивних чинників, що регулюють та улагоджують функції різних органів, тканин і клітин як єдиного цілого [4].

Відмічено зміни умов і характеру живлення клітин за введення в культуральні умови. Ці зміни за своєю силою перевищують межі норми реакції геному і несуть стресовий характер, що призводять до радикальної перебудови функцій і метаболізму клітин, різкого підвищення рівня генетичної мінливості та зміни напряму та інтенсивності дії клітинного добору. Все це призводить до істотних змін в структурі клітинних популяцій. Тому популяці культивованих клітин відрізняються від вихідних нативних тканин високим рівнем гетерогенності й значними перебудовами геному [5].

Ф. Уайт був одним із основоположників біотехнологічних досліджень. Він вперше науково обґрунтував та розробив склад живильного середовища для вирощування ізольованих тканин і органів, що використовується по цей час. Встановив, що меристема зберігає здатність до необмеженого в часі росту *in vitro*. Ним підтримувалась пересадкова культура коренів деяких рослин (томати, тютюн тощо) понад 30 років. Отримавши пагони на калюсній тканині тютюну, повідомив про контрольований органогенез *in vitro* [6].

Р. Готре вивчав особливості культивування *in vitro* понад 150 різних видів рослинта та одержав субкультивовану культуру тканин майже 100 видів рослин. Розробив нові живильні субстрати вперше ввів до їх складу ауксин і виявив його здатність стимулювати поділ клітин камбіальних тканин. Отримані ним деякі калюсні культури (зокрема моркви та верби) вирощувались *in vitro* в пересадковій культурі понад 50 років і, можливо, вирощуються і тепер [7].

В селекційних дослідженнях біотехнологічні методи застосовують для вирішення основних завдань: підвищена продуктивність; підвищена якість продукції; стійкість до негативних біотичних та абіотичних факторів навколишнього середовища; придатність рослин до відповідних технологій вирощування [8].

В Миронівському інституті пшениці ім. М.В. Ремесла відпрацьовано техніку проведення оцінки та добору стійких до токсинів фітопатогенів (*Septoria tritici, Fusarium, Pseudocercosporella herpotichoides*) генотипів пшениці в умовах культури клітин і тканин *in vitro*. В результаті проведеної роботи отримано вихідний матеріал пшениці озимої з високою стійкістю до комплексу збудників хвороб [9].

Дослідниками Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків розроблено методи оцінки *in vitro* стійкості цукрових буряків до грибів роду *Fusarium* (*F. culmorum, F. oxysporum, F. solani, Fgibbosum*). було використано метод подвійних культур та селективних середовищ, які підвищують ефективність добору, дозволяють прискорити селекційний процес і відповідають за результативністю методам оцінки в польових умовах [10].

Основним біоматеріалом за проведення досліджень *in vitro* є калюсна тканина. Перевагами використання даного типу трансплантy є відносна простота отримання та субкультивування. Відпрацювання ефективних технологій індукування та програмованого розвитку культури калюсних тканин *in vitro* є першим і одним із головних етапів, які визначають успішність всієї подальшої роботи. Калюсогенез *in vitro* явище надто специфічне, що залежить від багатьох внутрішніх та зовнішніх чинників та вимагає індивідуального підходу для кожного конкретного варіанту [11].

Інтенсивність калюсоутворення суттєво залежить від балансу ендогенних фітогормонів. Концентрація та співвідношення фітогормонів в рослинних тканинах явище генетично зумовлене. Види, яким в природних умовах властива здатність утворювати раневий калюс, легко індукують калюсогенез *in vitro*. Генотипи з низькими калюсогенними показниками *in*

vivo вводиться у культуру складніше і потребують зовнішнього стимулювання [12].

За культивування в калюсних тканин виникає сомаклональна мінливість, яка індукує генетичне різноманіття біоматеріалу, що дає можливість проведення добору *in vitro*. За дедиференціації та проліферації спостерігають різноманітні зміни генетичного апарату: хромосомні аберації, генні мутації, транспозиції генетичних елементів, зміна експресії в мультигенних локусах ампліфікація генів, міжхромосомні перебудови, перегрупування цитоплазматичних геномів тощо [13, 14].

Типи генетичної мінливості, виникає в культуральних умовах, ступінь та частота їхнього прояву залежить від низки зовнішніх та внутрішніх чинників: видових та сортових особливостей, складу живильного середовища, фізіологічного стану експлантату та донорської рослини [15, 16].

Отже, культура *in vitro* є перспективним методом прискорення та підвищення ефективності селекційного процесу сільськогосподарських рослин.

1.2. Стресовий вплив посухи на рослинний організм

Дефіцит вологи є одним з найпоширеніших стресових абіотичних чинників середовища, які здійснюють негативний вплив на рослини упродовж їхнього онтогенезу. Зони з жарким та посушливим кліматом займають від 30 % до 45 % суходолу [17].

Водний дефіцит у рослинах виникає у разі погіршення надходження води до коренів, високої інтенсивності транспірації, дії високих і низьких температур, ураження рослин збудниками хворобам та пошкодження

шкідниками, надмірної сонячної інсоляції, засолення ґрунту. Посуха є критичним чинником процесів розвитку і росту [18].

Посуха негативно впливає на нормальне проходження процесу фотосинтезу, руху асимілянтів по транспортних системах, гормональний статус та баланс рослини. За осмотичного стресу спостерігається пошкодження мембран клітини через зміни ліпідного комплексу, денатурації і агрегації протеїнів; посилення інтенсивність дихання та зниження його енергетичної продуктивності; збільшення концентрації фітогормонів-інгібіторів, зміна вмісту та співвідношення ендогенних регуляторів росту [19].

Рослини володіють специфічними механізмами детектування та адаптивної відповіді на водний дефіцит.

Серед органів рослини, першими реагують на зміну вмісту води у ґрунті корені. Детектори осмотичного стресу локалізовані в зоні розтягнення кореня. Тут виділено специфічну протеїнкіназу, яка підвищувала свою активність після індукції водного стресу в коренях рослин кукурудзи. Ця Ca^{2+}- незалежна, але Mg^{2+}-залежна кіназа є сигнальна молекула, що реагує на водний дефіцит. Її активність регулюється післятрансляційними модифікаціями і не залежить від накопичення АБК у кінчику кореня. Корені здатні рухатись у напрямку до води й генерувати сресовий сигнал у відповідь на зміну осмотичного потенціалу середовища [20].

В умовах осмотичного стресу корені індукують хімічний і гідравлічний стресові сигнали [21].

Головним гормональним компонентом хімічного сигналу є абсцизова кислота, яка стимулює замикання продихів і координує ріст рослин у відповідь на зміни умов зволоження середовища. За оптимальних умов волого забезпечення вміст АБК у клітинах підтримується на низькому рівні.

Абсцизова кислота бере участь у формуванні та дозріванні плодів та насіння, регуляції синтезу запасаючих протеїнів, розвитку ембріона тощо [22].

У формуванні сигналу осмотичного стресу також беруть участь цитокініни. Вони містяться майже у всіх тканинах рослини у значних концентраціях. Проте основне місце синтезу цитокінінів – апікальні меристеми коренів. Цитокініни передають інформацію про водний стрес від кореня до пагона [23].

Гідравлічний сигнал в умовах посухи та високих температур базується на регуляції надходження води та її використання рослиною. Градієнт водного потенціалу в системі «ґрунт – корінь – пагін – атмосфера» є головною рушійною силою транспортних потоків води у рослині, характеризується тісною кореляцією між надходженням і витратами води.

Однією із загальних адаптаційних реакцій рослин на дефіцит води у ґрунті є закривання продихів. Вважається, що закриванням продихів керує хімічний сигнал із коренів, адже їх щілина закривається раніше, ніж змінюється водний статус листкової пластики. Існує чітка кореляційна залежність між водним потенціалом листка та продиховим опором рослини [24, 25].

За посухи пригнічується фотосинтетична активність у наслідок дисбалансу між поглинанням світла та його утилізацією. У хлоропластах листків генеруються активні форми оксигену, які травмують мембрани, мікро- та макромолекули, клітинні структури. У багатьох видів рослин за тривалої посухи на 20–30 % зменшується фотосинтетичний транспорт електронів. До неспецифічних захисних механізмів рослинного організму на окиснювальний стрес, що виникає при дії посухи, відносять систему синтезу ферментів, зокрема супероксиддисмутаза, аскорбатпероксидоза) та каталази.

Супероксиддисмутаза, залежно від місця синтезу, бувають мітохондріальними, цитозольними та хлоропласт ними [26, 27].

На прикладі аробідобсису встановлено, що реакція на посуху контролюється на молекулярно-генетичному рівні. В умовах осмотичного сресу регуляція експресії генів проходить чотирма сигнальними шляхи. Два з них залежні від абсцизової кислоти і два – незалежні. Абсцизова кислота індукує транскрипційні фактори генів MYB і MYC. Захистна реакція рослин на дефіцит вологи формується також під впливом каскаду мітогенактивних кіназ. Вони беруть участь у регуляції проліферативно відновлювальних процесів та передачі сигналу у клітини [28].

За дії стресових абіотичних чинників у хлоропластах та інших пластидах рослин накопичується гліцинбетаїн, який ефективно стабілізує четвертинну структуру протеїнів та ферментів, підтримує функціональність мембран. Під впливом посухи на у рослинних клітинах посилюються вільнорадикальні процеси і зміщується рівновага в бік активації пероксидного окиснення жирів [29].

Виявлено залежність рівня посухостійкості рослин із посиленою експресією генів, які кодують ферменти синтезу поліамінів. У разі введення в геноми рису та тютюну генів S–аденозилметіоніндекарбоксилази) чи аргініндекарбоксилази (ключових ферментів біосинтезу поліамінів) – істотно підвищувалась стійкість рослин до водного дефіциту [30].

У роботах Т. П. Маменко та О. А. Ярошенко [31, 32] досліджувався вплив посухи на зміну вмісту низькомолекулярних антиоксидантів у листках озимої пшениці. В результаті проведених досліджень було відмічено стресовий вплив посухи на рослину, також в даному експерименті використовували саліцилову кислоту, яка сприяла стабілізації вмісту низькомолекулярних антиоксидантів.

В. Д. Сакалом з співавторами [33] встановлено, що нестача води негативно впливає на здатність рослин до нормального росту і розвитку навіть якщо зниження вологи відбувається на нетривалий час, але під час проростання насіння і формування перших справжніх листках.

О. І. Череднічок [34], займаючись вивченням впливу посухи та підвищеної температури на гаметогенез під час цвітіння цукрових буряків, проводив спостереження за формуванням пилкових зерен підчас оптимальних погодних умов та в експериментальних умовах. В результаті було встановлено, що у клонів спостерігався сильний негативний вплив засухи та підвищеної температури на формування пилкових зерен порівняно із рослинами в оптимальних умовах.

Отже, дефіцит вологи викликає значні зміни фізіологічних та біохімічних процесів у рослинних організмах, що проявляються в зниженні життєздатності та уповільнені ростових процесів. Посухостійкість є результатом взаємодії захисних механізмів, які реалізуються як на клітинному, так і на організменному рівнях. Ефект посухостійкості залежить від багатьох внутрішніх та зовнішніх чинників.

1.3. Клітинна селекція рослин на стійкість до осмотичного стресу

Використання біотехнологічних методів дає змогу суттєво підвищити ефективність селекційного процесу за рахунок зменшення експериментальних площ, можливості абсолютного контролю над вирощуванням біоматеріалу, проведення робіт незалежно від погодних умов та швидкого добору форм з бажаними ознаками [3, 4].

Клітинна селекція *in vitro* – це метод виділення мутантних клітинних ліній та сомаклональних варіантів за допомогою селективних умов *in vitro* [1, 2].

За проведення добору *in vitro*, в якості селективного агента використовують осмотичноактивні речовини, які сильно знижують водний потенціал живильного середовища.

В умовах *in vitro* ПЕГ викликають сильний стресовий вплив (осмотичний тиск) на біооб'єкти. Так, за даними А. І. Любченка [35–37] введення в живильне середовище ПЕГ викликало зниження показників приросту біомаси мікрокалюсів, також було відмічено погіршення морфогенних властивостей низки сільськогосподарських культур.

М. В. Небиков [38] займався виведенням посухостійких форм цукрового буряка методами клітинної селекції. Було проведено культивування на модифікованому живильному середовищі Гамборга в умовах освітлення 3–5 Клк за 16 годинного фотоперіоду, температури повітря 25^0 С і відносної вологості 80 %. Для імітації посухи в живильне середовище було додано поліетиленгліколь 600, що значно знижує водний потенціал. Після проведеної ним роботи було встановлено, що при збільшенні концентрації ПЕГ зменшувалась кількість вижившиx експлантів. Максимальна концентрація селективного чинника, при якій можливо проводити добір становила 10 %.

В. С. Гірко [39] з Миронівського інституту пшениці, для створення осмотичного стресу для калюсних культур пшениці, живильні середовища доповнював манітолом, ступінчатої підвищуючи його концентрацію з кожним пасажем: 25, 30, 60, 90, 150 г/л. Таке підвищення концентрації в поживному середовищі суттєво зменшує приріст калюсної маси та її регенераційну здатність. Концентрація 60 г/л манітолу забезпечує чітку

диференціацію генотипів пшениці, а також відмічено високу ефективність ступінчатої селекції за клітинними механізмами стійкості до посухи.

Також, нестача вологи в ґрунті призводить до збільшення концентрації солей різних сполук, це явище часто використовують для створення стійких ліній та сортів до засолення ґрунту.

Більшість вчених для клітинної селекції використовують в якості осмотичноактивної речовини Na_2SO_4 та NaCl. Так, Л. О. Рябовол разом із А. І. Любченком [40–42] використовували сульфат та хлорид натрію та для створення ліній цикорію коренеплідного та рижію ярого стійких до підвищеного рівня солей в ґрунті і одночасно з більшою витривалістю до посухи.

Н. О. Єгоровою [43] основі використання осматично активної речовини проведено мікроклональну селекцію лаванди на стійкість до засолення ґрунту. В даному досліджені було встановлено не тільки стійкість рослин до засолення ґрунту, а й спостерігалося збільшення витривалості отриманих генотипів до ґрунтової посухи.

Л. Е. Сергєєва [44] для добору солевитривалих та посухотійких клітинних ліній розробила нове селективне середовище з іонами барію. В ході довготривалої ступеневої клітинної селекції було відібрано калюсні лінії тютюну стійкого до хлориду барію в концентрації 1,5 мМ. При цьому відселектований матеріал характеризувався підвищеною солестійкістю (мікрокалюси зберігали життєздатність при 2-% рівні засолення та 15 % концентрації ПЕГ). На перспективність використання хлориду барію і якості селективного агента вказують і інші дослідники [45].

Ефективним методом є добір на середовищах які одночасно містять декілька селективних чинників. С. Л. Бєлянською і З. Б. Шаміною [46] було відселектовано клітинні лінії рису здатні рости на середовищі з NaCl,

поліетиленгліколем та етионіном. Добір біоматеріалу на середовищі з трьома стресовими агентами призводив до появи вищої стійкості культури до посухи.

Окрім клітинної селекції *in vitro*, на витривалість рослин до посухи, можна використовувати метод водяних культур, який ґрунтується на вирощуванні проростків у вегетаційних піддонах на живильному розчині із комплексом мікроелементів за прописом Кнопа. Такий метод використовував у своїй роботі В. І. Полонський для добору посухостійких форм ячменю [47].

Не зважаючи на те, що в даний час існує багато даних з отримання бажаних форм культурних рослин методами клітинної селекції, не існує загальноприйнятих підходів, які можливо було б застосовувати для різних видів рослин. Також, за проведення клітинної селекції виникають певні труднощі, основні з яких – складність отримання рослин-регенерантів внаслідок втрати калюсною тканиною здатності до морфогенезу. Окрім того, не завжди стійкість до стресу на клітинному рівні зберігається на рівні цілої рослини. Це явище виникає в результаті так званого «перехресного живлення» або їх «фізіологічного звикання» [48].

Створення посухостійких форм методом клітинної селекції для цикорію коренеплідного є маловивченим, але актуальним на даний час питанням, що спонукало нас до проведення досліджень за вказаною темою.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ
(характеристика вихідних сортів)

У наших дослідженнях з використовували рослинний матеріал цикорію коренеплідного сортів Уманський 99 та Уманський 97.

Сорт Уманський 97 — створений методом гібридизації Horpachy × Ярославський 30 і повторно-індивідуального добору. Листя прямостояче, середньої довжини 23–27 см, темно-зеленого кольору, при зниженні температури набуває антоціанового забарвлення.

Коренеплід жовтувато-білого кольору з білою ніжною м'якоттю, циліндрично-конічної форми, цілком занурений в грунт, довжиною 20–25 см, діаметром 9–12 см, поверхня коренеплоду гладенька, без боріздки.

Насінна рослина багатостеблова заввишки 140–170 см. Кількість квіток на одній рослині становить 11–12,5 тис. штук. Маса 1000 шт. насінин становить 1,5–1,8 г.

Середня врожайність коренеплодів становить 40 т/га, вміст інуліну — 17,5 %, збір інуліну з гектара — 7,1 т. Сорт придатний до механізованого збирання.

Сорт Уманський 99 – створений методом гібридизації між зразками колекційного розсадника і повторно-індивідуального добору.

Листова пластина видовжена, слабогофрована, середня за шириною, має вертикальну розетку.

Коренеплід конічної форми жовтувато-білого кольору, довжиною 19–23 см, діаметром 10–14 см, цілком занурений у грунт, поверхня коренеплоду гладенька, без боріздки.

Насінна рослина багатостеблова, заввишки 150–170 см, на одній рослині утворюється 12–14 тис. квіток. Маса 1000 насінин – 1,7–1,9 г.

Врожайність коренеплодів 42 т/га, вміст інуліну – 17,5 %, збір інуліну з гектара – 7,4 т. Сорт стійкий до хвороб, придатний до механізованого збирання [49].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Умови культивування біоматеріалу *in vitro*

Досліди проводили в лабораторії «Біотехнології рослин» Уманського національного університету садівництва впродовж 2023–2024 років. У роботі використовувались загальноприйняті методи і умови культивування тканин *in vitro* [3, 4].

3.2. Характеристика базових середовищ

В роботі використовували середовища за прописами Мурасіге-Скуга та Шенка-Хильдебрандта, які залежно від запланованої програми розвитку модифікували екзогенними регуляторами росту.

Таблиця 1

Склад живильних середовищ, що використовувались в досліді

Компоненти середовища	Кількість речовини, мг/л	
	Середовище Мурасіге–Скуга (MS)	Середовище Шенка–Хильдебранта (SH)
Основні неорганічні поживні речовини:		
NH_4NO_3	1650	–
KNO_3	1900	2500
$CaCL_2$ * $2H_2O$	440	200
$MgSO_4$ * $7H_2O$	370	400
$(NH_4)_2SO_4$	–	–
KH_2PO_4	170	170
$Na_2H_2PO_4$ * H_2O	–	–
$NH_4H_2PO_4$	–	300

Об’єм вихідного розчину на 1 л середовища, мл	50	50
Джерело мікроелементів: H_3BO_3 $MnSO_4$ * H_2O $CoCL_2$ * $6H_2O$ $CuSO_4$ * $5H_2O$ $ZnSO_4$ * $7H_2O$ Na_2MoO_4* $2H_2O$ KJ	 6,2 22,3 0,025 0,025 8,6 0,25 0,83	 5,0 10,0 0,1 0,2 1,0 0,1 1,0
Об’єм вихідного розчину на 1 л середовища, мл	1	2
Джерело заліза F-хелат: $FeSO_4$ * $7H_2O$ Na_2-ЕДТА * $2H_2O$	 27,8 37,3	 15,0 20,0
Об’єм вихідного розчину на 1 л середовища, мл	5	7

3.3. Схема досліду

Клітинну селекцію цикорію коренеплідного проводили на живильних середовищах, до яких в якості стресового чинника додавали поліетиленгліколь (ПЕГ 600).

3.4. Методика проведення досліджень

Показником резистентності біоматеріалу до стресових факторів є збереженість калюсних ліній, різниця між їхніми ростовими показниками на селективних середовищах у порівнянні з контролем та збереження ними морфогенних властивостей.

За ретестування рослин-регенерантів вираховували частку виживання

матеріалу та його біометричні показники (висота, розвиток листкового апарату, коефіцієнт розмноження).

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Добір клітинних ліній цикорію коренеплідного на стійкість до ПЕГ

Для визначення дослідження впливу поліетиленгліколю на калюсну тканину цикорію коренеплідного, в першому пасажі мікрокалюси висаджували на селективні середовища з різною концентрацією стресового чинника.

У результаті експериментів встановлено, що дія ПЕГ викликає сильний стрес та суттєво пригнічує проліферацію калюсної культури цикорію коренеплідного (рис. 1).

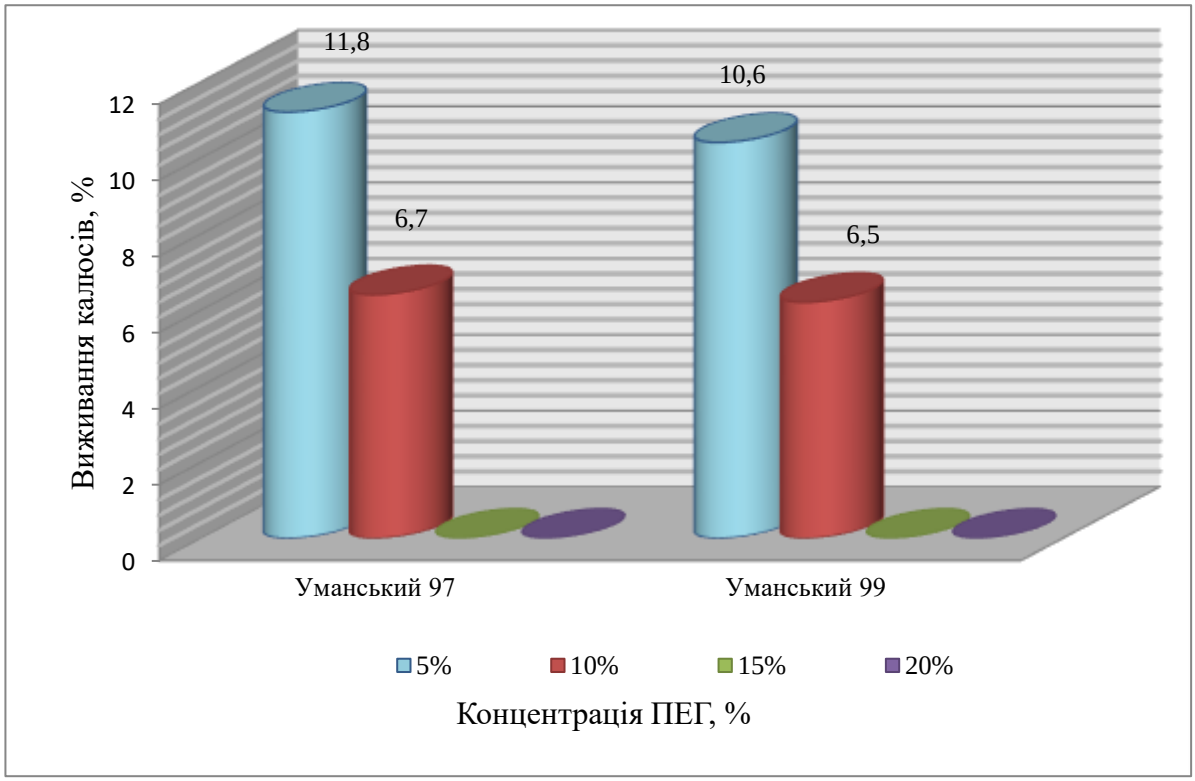


Рис. 1. Збереженість калюсної тканини цикорію коренеплідного залежно від сортових особливостей та концентрації ПЕГ, %

Мікрокалюси втрачали структурність, обводненість, набували темно-жовтого або коричневого забарвлення. Залежно від концентрації ПЕГ на 10–12 день спостерігали некроз трансплантів.

Кількість життєзданих калюсних ліній при концентрації в живильному середовищі 5 % ПЕГ Уманський 97 склав 11,8 %, а сорту Уманський 99 – 10,6 %.

Підвищення концентрації поліетиленгліколю в середовищі до 10 % знижувало частку морфогенних калюсів сорту Уманський 99 до 6,5 %, а сорту Уманський 97 – до 6,7 %. На селективних середовищах з вищою стресового чинника спостерігали повний некроз калюсної тканини.

Нестійкі до дії поліетиленгліколю мікрокалюси, на 3–4 добу культивування на селективних середовищах втрачали здатність до проліферації та ознаки морфогенності, темніли, а через 10–12 діб відмирали.

Для добору резистентних біоматеріалів проводили ступінчасту селекцію: клітинні лінії одержані на середовищах з низькою концентрацією поліетиленгліколю переносили на середовища з вищим вмістом ПЕГ, тим самим збільшували селективний тиск стресового агента.

Елімінація чутливих калюсних ліній до дії ПЕГ концентрацією 10 % відбувалась протягом чотирьох пасажів (рис. 2).

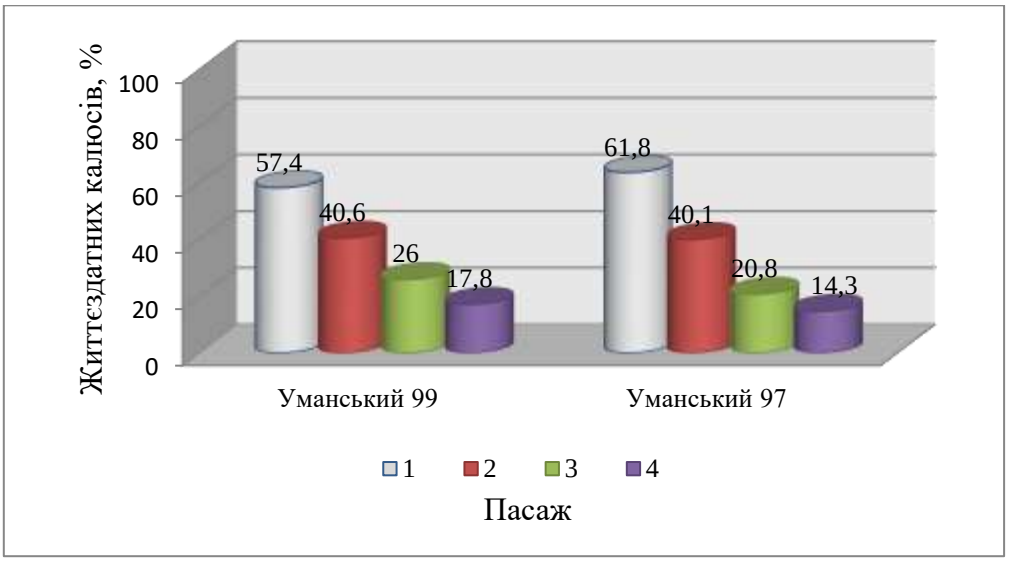


Рис 2. Рівень життєздатності калюсних ліній цикорію коренеплідного стійких до 10 % концентрації ПЕГ залежно від генотипу та пасажу

У кінці першого пасажу кількість біоматеріалу, здатного до проліферації, становила для сорту Уманський 99 – 57,4 %, а для сорту Уманський 97 – 61,8 %. Після четвертого пасажу відсоток життєздатних калюсів залишався сталим і становив відповідно 17,8 % та 14,3 %.

Одержані стійкі калюсні лінії висаджували на неселективні середовища для напрацювання біоматеріалу, а потім знову повертали на середовища зі стресовим чинником. Виділені лінії зберігали стійкість до негативної дії ПЕГ.

Для підвищення стійкості культури тканин цикорію коренеплідного був проведений наступний етап клітинної селекції на середовищах з 15 % концентрацією ПЕГ.

ПЕГ-стійкі калюсні лінії, які культивували на живильних середовищах з 10 % концентрацією протягом шести пасажів, висаджували на середовища з 15 % вмістом селективного агента (рис. 3)

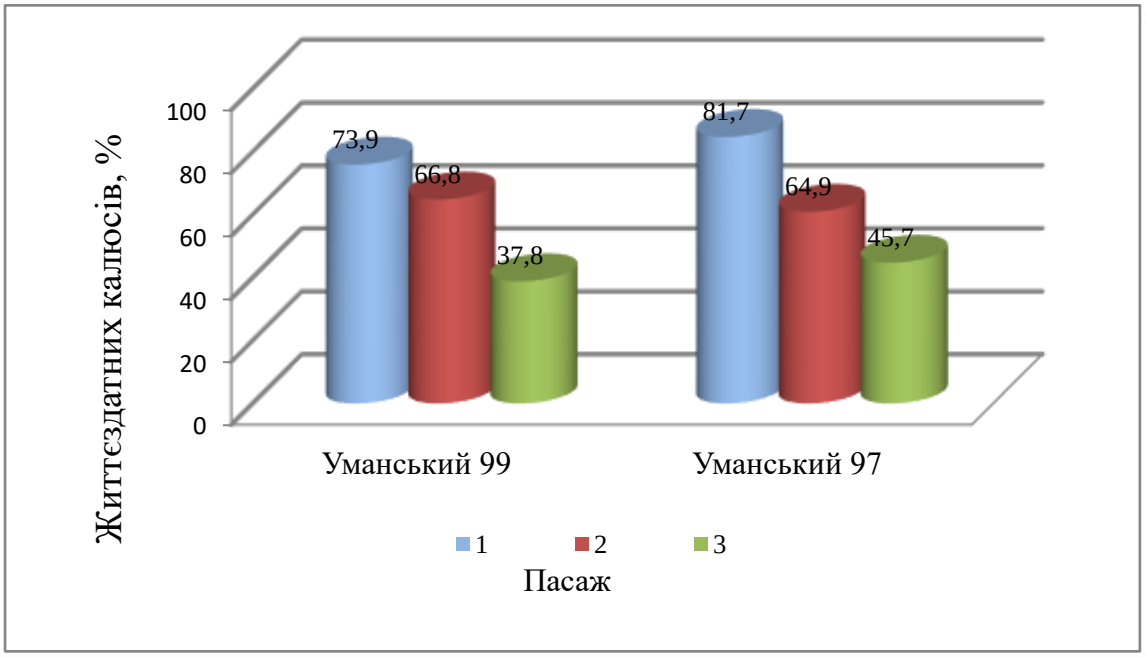


Рис 3. Рівень життєздатності калюсних ліній цикорію коренеплідного стійких до 15 % концентрації ПЕГ залежно генотипу та пасажу

Відбір стійких клітинні лінії цикорію коренеплідного за 15 %

концентрації поліетиленгліколю у живильному середовищі тривав протягом трьох пасажів.

Калюсні лінії цикорію коренеплідного сорту Уманський 99 у першому пасажі забезпечили виживання на рівні 73,9 %, а для сорту Уманський 97 – 81,7 %. У другому пасажі показники виживання відповідно становив 66,8 та 64,9 %. Добір ліній завершився після третього субкультивування. Відсоток стійких до 15 % концентрації ПЕГ калюсів, у середньому за генотипами становив 41,8 % за відношенням до початкової кількості висадженого біоматеріалу.

Одержані лінії, після культивування в неселективних умовах, знову повертали на селективні середовища. Наявність у середовищі поліетиленгліколю у 20 % концентрації призводило до повної загибелі калюсних тканин цикорію коренеплідного.

У ході клітинної селекції було відібрано стійкі до впливу ПЕГ клітинні лінії цикорію коренеплідного. Отриманні генотипи характеризувались різним рівнем стійкості до селективного агента, що проявлялось в інтенсивності проліферації калюсної тканини, та збереження ними морфогенних показників.

Ростові характеристики відселектованих калюсних ліній цикорію коренеплідного подано в таблиці 2.

Відібрані біоматеріали характеризувались індивідуальними показниками проліферацийної активності як в стресових умовах, так і в контрольному варіанті досліду. Інтенсивність калюсогенезу відселектованих ліній в присутності стресового чинника була нижча порівняно з ростом на конторольних живильних субстратах. Залежно від генотипу, відносний приріст мікрокалюсів на контрольному живильному середовищі варіював від 5,12 до 11,74 пункти. За вмісту в селективному середовищі ПЕГ в 5 % концентрації даний показник знижувався на 38,4 %, і в середньому за генотипами становив 4,70 пункти. Концентрація поліетиленгліколю 10 % знижувала проліферацію калюсних ліній в середньому за генотипами на 55,1

%. За вказаної концентрації селективного чинника відносний приріст калюсів варіював від 1,86 до 6,11 пункти.

Калюсні лінії 99/259, 99/264, 97/251, 97/269 характеризувались найвищою стійкістю до осмотичного стресу. Максимальна концентрація поліетиленгліколю в живильному середовищі, при якій лінії зберігали життєздатність, становила 15 % Відносний приріст вказаних біоматеріалів при цьому знижувався на 78,3–82,3 % в порівнянні з контролем і залежно від генотипу біоматеріалу становив 0,97–2,19 пункти. Проте, виділені стійкі клітинні лінії цикорію коренеплідного зберігали регенераційну здатність на задовільному рівні. Переважна більшість біотканин вказаних селекційних ліній в стресових умовах за морфогенними показниками були оцінені на три та чотири бали. Мікрокалюси мали помірну обводність, середню щільність, світле забарвлення, біля 35–40 % поверхні тканини становили структуровані меристематично активні ділянки.

Таблиця 2

Показники проліферації калюсних ліній цикорію коренеплідного відібраних на селективних середовищах

Генотип	Концентрація ПЕГ, %						
	0	5		10		15	
	ΔW	ΔW	%	ΔW	%	ΔW	%
99/243	6,16	3,62	58,8	2,82	45,7	0,00	0,0
99/247	7,82	3,82	48,8	2,78	35,6	0,00	0,0
99/259	10,97	7,69	70,2	6,11	55,7	1,94	17,7
99/264	5,12	3,83	74,9	2,94	57,6	0,97	18,9
99/275	7,28	4,45	61,1	2,75	37,7	0,00	0,0
97/249	8,05	3,32	41,3	1,86	23,1	0,00	0,0
97/251	6,16	4,75	77,1	3,77	61,2	1,33	21,7
97/258	5,47	3,19	58,3	2,40	44,0	0,00	0,0
97/269	11,74	7,66	65,3	5,13	43,7	2,19	18,6

Гранична межа вмісту ПЕГ, при якій лінії 99/243, 99/247, 99/275,

97/249, 97/258 зберігали життєздатність, становила 10 %. При такій концентрації поліетиленгліколю відносний приріст біоматеріалів залежно від генотипу становив 1,68–2,82 пункти, що становило 23,1–45,7 % в порівнянні з контрольним варіантом. Морфогенні показники вказаних номерів були на незадовільному рівні. Мікрокалюси містили коричневі аморфні ділянки без мерестемаичних осередків і лише невелика частина трансплану індукувала морфогенний калюс.

Отже, в ході проведеної клітинної селекції вдалось виділити клітинні лінії цикорію коренеплідного (99/259, 99/264, 97/251, 97/269) з високою стійкістю до осмотичного стресу.

4.2. Індукування морфогенезу відібраних калюсних ліній цикорію коренеплідного

За ведення клітинної селекції важливим показником стійкості клітинних ліній до стресових чинників є стимулювання морфогенної активації та отримання рослин-регенерантів. Отримання інтактних рослин є одним із найскладніших етапів селекції *in vitro*. В своїх дослідженнях регенерацію рослин проводили як у присутності стресових чинників, так і на живильних середовищах без них (контрольний варіант досліду). Концентрацію селективного агента, при якому проводили регенерацію, обирали з виходячи з того, щоб створювався значний стресовий тиск, але калюсні тканини повністю не втратили здатність до морфогенезу.

Калюсні тканини цикорію коренеплідного характеризуються високою здатністю до морфогенезу *in vitro*. За оптимальної модифікації живильних середовищ морфогенез відмічено у понад 80 % калюсних тканин. При цьому після першого субкультивування з одного мікрокалюса масою 50–60 мг вдається регенерувати до 30–35 мікропагонів. Регенераційний потенціал

калюсних тканин реалізовувався як шляхом органогенезу, так і шляхом соматичного ембріоїдогенезу.

Поліетиленгліколь здійснює сильний осмотичний стрес на калюсну тканину культури. Довготривале культивування біоматеріалу в умовах сильного стресу поряд зі зниженням проліферативних показників викликало істотне зниження морфогенних показників мікрокалюсів. Регенераційна здатність відселектованих клітинних ліній зберігалась впродовж трьох субкультивувань. Стійкі до ПЕГ-стресу клітинні лінії цикорію характеризувалися індивідуальними показниками морфогенезу, як на середовищах зі стресовими чинниками, так і в контрольному варіанті (таблиця 3).

Таблиця 3

Інтенсивність морфогенезу калюсних ліній цикорію коренеплідного стійких до дії ПЕГ

Генотип	Пасаж	Варіант проведення регенерації	Отримано регенерантів з одного мікрокалюса, шт	Отримано рослин-регенерантів	
				на середовищах без селективного фактора, %	на середовищах у присутності селективного фактора, %
99/259	I	контроль	7,38	63,0	37,0
		ПЕГ	3,55		
	II	контроль	2,74		
		ПЕГ	1,35		
	III	контроль	1,47		
		ПЕГ	0,26		
99/264	I	контроль	4,14	59,4	40,6
		ПЕГ	2,37		
	II	контроль	1,68		
		ПЕГ	1,05		
	III	контроль	0,55		
		ПЕГ	0,26		

Продовження таблиці 3

97/251	I	контроль	5,71	73,0	27,0
		ПЕГ	2,44		
	II	контроль	3,77		
		ПЕГ	1,75		
	III	контроль	1,68		
		ПЕГ	0,62		
97/269	I	контроль	8,09	71,7	28,3
		ПЕГ	4,71		
	II	контроль	4,44		
		ПЕГ	2,57		
	III	контроль	1,40		
		ПЕГ	0,21		

У першому субкультивуванні на живильних середовищах найбільш інтенсивно морфогенез проходив у варіанті досліду без селективного фактора. Залежно від генотипу інтенсивність морфогенезу становила від 4,14 до 8,09 регенерантів з одного мікрокалюса. З кожним наступним пасажуванням показники інтенсивності регенерації знижувались на 46,7–72,7 %. Так, після другого субкультивування показник морфогенезу залежно від генотипу варіював від 1,68 до 4,44 регенерантів, після третього – від 0,55 до 1,68 регенерантів

Інтенсивність морфогенезу клітинних ліній цикорію коренеплідного, стійких до дії ПЕГ, впродовж трьох пасажів у середньому за генотипом становила 2,67 регенеранти з одного мікрокалюса. В регенераційних середвищах присутність ПЕГ знижувало отримання рослин-регенерантів порівняно з контрольним варіантом на 47,5 % У порівнянні з іншими матеріалами генотипи 97/269 та 97/251 у меншій мірі реагували на присутність селективного чинника в регенераційному середовищі.

Найвищими показниками інтенсивності морфогенезу

характеризувалась клітинна лінія 97/269. З цієї клітинної ліній було отримано 53 рослини-регенеранти. У клітинних ліній 97/251 та 99/259 в ході проведених досліджень отримано 37 та 46 регенерантів. найнижчі регенераційні показники зафіксовано в клітинної лінії 99/264 – загалом отримано 32 рослини-регенеранти.

Таблиця 4

Отримання рослин-регенерантів з відібраних клітинних ліній цикорію коренеплідного

Генотип	Отримано рослин-регенерантів		
	всього, шт	на середовищах без селективного фактора, %	на середовищах у присутності селективного фактора, %
99/259	46	63,0	37,0
99/264	32	59,4	40,6
97/251	37	73,0	27,0
97/269	53	71,7	28,3
Загалом	168	66,8	33,2

Отже, у результаті проведеної клітинної селекції із ПЕГ-стійких калюсних ліній загалом було регенеровано 168 рослин, з яких 55 рослин (33,2%) отримано на селективних середовищах у присутності ПЕГ та 113 рослин 66,8 %) на регенераційних середовищах без селективного агента.

4.3. Характеристика *in vitro* отриманих рослинних матеріалів цикорію коренеплідного

Отриманні інтактні рослини переносили на ростові живильні середовища модифіковані регуляторами росту для мікроклонального розмноження. Після напрацювання рослинного матеріалу у необхідних обсягах, селекційні номера переносили на живильні середовища з максимально допустимою концентрацією (15 %) полі етиленгліколю, для проведення ретестування та виділення зразків, які зберігають ознаки посухостійкість на рівні цілісної рослини.

Відмічено неоднотипову реакцію селекційного матеріалу на стресовий чинник. Не всі рослинні лінії, індуковані з резистентних до стресового чинника калюсних матеріалів, зберігали ознаки стійкості. На 5–6 добу культивування рослин в умовах високого осмотичного стресу, у нестійких форм фіксували зміну забарвлення листків з темно-зеленого на світло-зелене з жовтим відтінком, підсихання верхівок листкових пластин, некроз нижніх листків. За продовження стресового впливу на нерезестентні до дії ПЕГ номери відмічено їх повне відмирання.

Виживання мікроклонів залежало від генетичних особливостей ліній, тривалості субкультивування калюсів на селективних середовищах та варіанту проведення регенерації рослинного матеріалу (в присутності стресового чинника чи в неселективних умовах). Результати експерименту подано в таблиці 5.

Виживання рослинного матеріалу в середньому становило 72,2 %. У рослинних матеріалів, які було індуковано на контрольних регенераційних середовищах, цей показник залежно від генотипу варіював від 59,3–69,2 %. При ретестуванні номерів, які було регенеровано в присутності селективного чинника, показник збереженості був на 18,0 % вищий, і в середньому за

генотипом складав 82,5 %.

Таблиця 5

Виживання рослин-регенерантів цикорію коренеплідного за проведення ретестування

Генотип	Пасаж	Варіант проведення регенерації	Виживання рослин регенерантів			
			залежно від умов проведення регенерації,%	загалом за генотипом,%	отриманих контрольному варіанті, %	отриманих у присутності селективного чинника, %
99/259	I	контроль	61,4	73,4	63,0	83,1
		ПЕГ	79,2			
	II	контроль	74,6			
		ПЕГ	77,2			
	III	контроль	92,5			
		ПЕГ	100			
99/264	I	контроль	62,6	77,8	69,2	79,4
		ПЕГ	70,4			
	II	контроль	79,0			
		ПЕГ	100			
	III	контроль	100			
		ПЕГ	100			
97/251	I	контроль	42,7	61,2	59,3	77,4
		ПЕГ	79,0			
	II	контроль	60,6			
		ПЕГ	84,5			
	III	контроль	100			
		ПЕГ	100			
97/269	I	контроль	60,4	76,3	67,8	82,1
		ПЕГ	75,9			
	II	контроль	74,0			
		ПЕГ	84,7			
	III	контроль	100			
		ПЕГ	100			

Тривалість культивування біоматеріалу на живильному середовищі за присутності ПЕГ мала найбільший вплив на показник збереження ознаки стійкості на рівні інтактної рослини. Регенеранти, отримані після третього пасажування, забезпечували майже стовідсоткове виживання за їхнього повторного вирощування на середовищах зі стресовим чинником.

При ретестуванні мікроклонів цикорію коренеплідного ми проводили оцінку їхніх біометричних показників. Про стійкість біоматеріалу до селективного чинника вказує різниця між ростовими показниками в оптимальних та стресових умовах.

Ми провели ранжування отриманих рослинних ліній за відношенням стійкості до селективного фактора (таблиця 6). До малостійких матеріалів відносили номера ростові показники яких на селективних середовищах становили 20 % до показників в контрольних умовах, до середньостійких – 20–60 %, стійких – понад 60 %.

Таблиця 6

Рівень стійкості отриманого рослинного матеріалу цикорію коренеплідного до селективного чинника

Рівень стійкості матеріалу	Отримано	
	Рослинних ліній	%
Малостійкий	107	63,7
Середньостійкий	49	29,2
Стійкий	12	7,1
Всього	168	100,0

Малостійкими матеріалами виявилось 107 отриманих клонованих лінії (63,7 %), середньостійкими – 49 лінії (29,2%), стійкими – 12 ліній (7,1 %).

В таблиці 7 наведено морфологічні показники сомаклональних ліній

цикорію коренеплідного, які характеризуються високою стійкістю до стресової дії полі етиленгліколю.

Таблиця 7

Біометричні показники відібранихсомаклональних рослинних ліній цикорію коренеплідного в умовах *in vitro*

Генотип	Висота рослин, см			Кількість листків, шт			Коефіцієнт розмноження		
	без селективного фактора (контроль)	у присутності селективного фактора	до контролю, %	без селективного фактора (контроль)	у присутності селективного фактора	до контролю, %	без селективного фактора (контроль)	у присутності селективного фактора	до контролю, %
97/251-36	7,6	6,1	81,3	10,5	7,7	73,7	19,2	14,5	75,6
97/169-39	4,7	4,0	85,2	11,9	9,5	80,4	29,1	24,7	84,9
97/251-45	6,6	5,1	76,9	9,8	7,6	78,2	20,7	17,2	83,0
97/251-48	5,9	5,1	86,5	9,1	7,4	81,2	24,2	20,9	86,5
97/269-65	6,7	5,8	86,8	12,6	10,6	84,1	23,1	19,8	85,8
97/269-68	5,6	4,5	80,0	11,2	9,2	82,1	19,2	15,2	78,9
99/259-54	6,3	4,9	77,4	10,5	8,5	80,8	25,2	19,8	78,7
99/259-42	7,1	4,9	68,3	11,9	8,8	74,2	19,2	13,6	70,6
97/259-51	7,6	6,1	81,3	10,5	7,7	73,7	19,2	14,5	75,6
99/259-47	5,8	4,8	82,6	11,2	9,2	82,1	24,2	19,1	79,0
99/259-64	6,7	5,1	75,7	11,2	8,7	77,4	18,9	14,9	79,1
99/264-56	7,7	6,8	88,5	14,0	12,4	88,8	22,8	20,1	88,4
$НІР_{05}$	0,39	0,49	-	3,1	1,4	-	2,5	1,8	-

Відібрані рослинні лінії характеризувались індивідуальними

біометричними показниками як за вирощування селективних умовах, так і при їх культивуванні на живильних середовищах без стресового чинника.

Висота рослин відібраних номерів в кінці пасажу на контрольних середовищах залежно від генотипу становила 4,7–7,7 см, в умовах стресового чинника цей показник знижувався на 16–25 % і в середньому за генотипом становив 5,2 см.

Відібрані селекційні номери відрізнялись і за розвитком листового апарату. В оптимальних умовах культивування на одній рослині залежно від генотипу формувалось 9,1 до 14,0 листків. При культивуванні біоматеріалу в присутності селективного фактора інтенсивність формування листової поверхні знижувалась в середньому на 21 %

В стресових умовах інтенсивність мікроклонального розмноження рослин-регенерантів в середньому за генотипами знижувалась на 19,5 %. За створення оптимальних умов культивування коефіцієнт розмноження становив 18,9–29,1 пункти, а на селективних живильних середовищах — 13,6–24,7 пункти).

Отже, в ході проведених досліджень вдалось відібрати сомаклональні лінії цикорію коренеплідного, які характеризуються високою стійкістю до стресового впливу ПЕГ на рівні інтактної рослини. Виділені зразки можуть бути використанні як вихідний матеріал для проведення подальшої селекційної роботи з культурою.

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Охорона праці під час роботи в біотехнологічній лабораторії

Проведення досліджень в біотехнологічній лабораторії повинні виконуватися з урахуванням вимог «Основні правила безпечної роботи в біотехнологічних лабораторіях» [50]. Категорично забороняється зберігання будь-яких реактивів без етикеток з назвами речовин. Неприпустимо захаращувати коридори і проходи в лабораторіях, а також підходи до засобів пожежогасіння. Забороняється зберігати і приймати в біотехнологічній лабораторії їжу. Неприпустимо зберігання горючих рідин у поліетиленовому посуді. Отруйні сильнодіючі речовини повинні зберігатися в спеціально відведеному місці в опломбованій шафі або в залізному ящику під замком. Судини з отруйними речовинами повинні мати яскраві етикетки з чітким написом «Отрута!» і назвою речовини. Відповідальність за зберігання, облік і витрачання сильнодіючих отруйних речовин покладається на особу, призначену наказом по установі.

5.2. Охорона навколишнього природного середовища під час вирощування цикорію коренеплідного

Сучасне аграрне виробництво має бути гармонійною системою, в якій оптимально б взаємодіяли всі ланки агробіоценозу. Створюване людиною штучне біологічне середовище має функціонувати так само ефективно, як і природне. Штучно створена екосистема добре функціонує лише за умови чіткої та раціональної взаєммодії усіх її компонентів [52].

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що 15 % концентрація поліетиленгліколю в живильному середовищі є оптимальною для проведення добору *in vitro* цикорію коренеплідного на посухостійкість.

2. При індукуванні морфогенезу відселектованих клітинних ліній цикорію коренеплідного в присутності ПЕГ їхні регенераційні показники, у порівнянні з контрольним варіантом, знижуються в середньому за генотипом на 47,5 %.

3. Рослини-регенеранти, індуковані на живильних середовищах в присутності селективного фактора, при проведенні ретестування забезпечують виживання матеріалу на рівні 82,5%, що на 18,0 % вище, аніж рослинні лінії отриманні на контрольному варіанті.

4. В ході проведеної клітинної селекції відібрано сомаклональні рослинні лінії цикорію коренеплідного (97/251-36, 97/169-39, 97/251-45, 97/251-48, 97/269-65, 97/269-68, 99/259-54, 99/259-42, 97/259-51, 99/259-47, 99/259-64, 99/264-56) з високою стійкістю до осмотичного стресу, які можуть бути використані в подальшій селекційні роботі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин: Підручник. Київ, 2003. 520 с.
2. Neal C., Stewart Jr. Plant biotechnology and genetics: principles, techniques and applications. Hoboken: Wiley-Interscience, 2008. 416 p.
3. Мусієнко М. М., Панюта С. В. Біотехнологія рослин. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. 114 с.
4. Сатарова Т. М., Абраімова О. Є., Вінніков А. І., Черенков А. В. Біотехнологія рослин: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Адверта, 2016. 136 с.
5. Кунах В. А Еволюція клітинних популяцій *in vitro*: особливості, рушійні сили, механізми та наслідки. *Biopolymers and Cell*. 2013. Vol. 29. № 4. P. 295–310.
6. Agnès Ricroch, Surinder Chopra, Marcel Kuntz. Plant biotechnology experience and future prospects. Springerlink, 2021. ISBN: 978-3-030-68345-0
7. Chawla H. S. Introduction to plant biotechnology. Boca Raton: CRC Press, 2009. 760 p.
8. Roy B. Breeding biotechnology and seed production of field crops. Delhi: NIPA, 2013. 640 p.
9. Волощук С. І., Волощук Г. Д,. Гірко В. С. Створення вихідного матеріалу озимої пшениці стійкого до грибних патогенів методами клітинної селекції. *Захист рослин*. 1998. № 8. С. 4–5.
10. Редько В. І., Нурмухаммедов А. К., Недяк Т. М. Подвійна культура калюсу буряків і грибів роду *Fusarium*. *Захист рослин*. 2000. № 7. С. 20–25.
11. Кушнір М., Голубенко, А. Введення в культуру in vitro та первинний калюсогенез у рослин *Pelargonium sidoides*. *Scientific Collection «Interconf» : Scientific Research In XXI Century*. Ottawa, 2020. P. 216–223.
12. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи Київ: Логос, 2005. 730 с.

13. Бублик М. О. Чинники сомаклональної мінливості. *Вісник Українського товариства генетиків та селекціонерів*. 2011. Т. 9. № 1. С. 118–133.

14. Кунах В.А. Механізми та деякі закономірності сомаклональної мінливості рослин *Вісник Українського товариства генетиків та селекціонерів*. 2003. Т. 1, № 1. С. 101–106.

15. Veilleux R.E., Johnson A.T. Somaclonal variation: molecular analysis, transformation interaction, and utilization . *Plant Breeding Reviews*. Vol. 16. P. 229–268.

16. Prado M. J., Rodriguez E., Rey L., Gonza lez M. V., Santos C., Rey M. Detection of somaclonal variants in somatic embryogenesis-regenerated plants of Vitis vinifera by flow cytometry and microsatellite markers. *Cell, Tissue Organ Cult*. 2010. Vol. 103. № 1. P. 49–59.

17. Злобін Ю. А. Фізіологія і біохімія рослин: Підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2014. 464 с.

18. Frensch J. Primary responses of root and leaf elongation to water deficits in the atmosphere and soil solution. *Journal of Experimental Botany*. 1997. . Vol. 48. № 310. P. 985–999.

19. Дубровна О. В. Цитогенетичний ефект дії NaCl та Na_2SO_4 на калюсні культури кормових буряків. *Фізіологія та біохімія культурних рослин.* 2005. Т. 37. №1. С. 30–35.

20. Жук О. І. Формування адаптивної відповіді рослин на дефіцит води. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2011. Т. 43. № 1. С. 26 –35.

21. Власенко М. Ю., Вельямінова-Зернова Л. Д. Фізіологія рослин: Навчальний посібник. Біла Церква: БДАУ, 1999. 304 с.

22. Ramachandra-Reddy A. R., Chaitanya K. V., Vivekanandan M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Experimental Botany*. 2004. Vol. 161. № 9. P. 1189–1202.

23. Романов Г.А. Вплив цитокінінів на рослинну клітину. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 56. № 2. С. 295–319.

24. Стасик О. О. Реакція фотосинтетичного апарату C_3 -рослин на водний дефіцит. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2007. Т. 39. № 1. С. 14–27.

25. Ramachandra-Reddy A.R., Chaitanya K.V., Vivekanandan M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Experimental Botany* . 2004. Vol. 161.№ 9. P. 1189–1202.

26. Law lor D. W., Comic G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ*. 2002. Vol. 25. № 2. P. 257–294.

27. Law lor D. W. Limitation to photosynthesis in water stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*. 2002. Vol. 89. № 1. P. 1–15.

28. Jonac C., Kieger L, Ligterink V. Stress signaling in plants: a mitogenactivated protein kinase pathway is activated by cold and drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1996. Vol. 93. № 12. P. 1274–1279.

29. Buziashvili A. Y., Yemets A. I. Obtaining of phytopathogen-resistant tomato and potato plants with human lactoferrin gene. *Abstracts of the 4th International Symposium on Euroasian Biodiversity*. Kyiv. 2018. P. 12.

30. Groppa M. D., Benavides M. P. Polyamines and abiotic stress: recent advances. *Journal of Amino Acids*. 2008. Vol. 34. P. 35–45.

31. Маменко Т. П., Ярошенко О. А.Зміни вмісту низькомолекулярних антиоксидантів у листках озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2012. Т. 44. № 2. 241–265 с.

32. Маменко Т. П., Ярошенко О. А., Якимчук Р. А. Водний статус і продуктивність озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41. № 5. С. 363–369 с.

33. Сакало В. Д., Ларченко К. А., Курчій В. М. Синтез і метаболізм сахарози в листках проростків кукурудзиза умови водного дефіциту. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41. №. 9. С. 363–369 с.

34. Череднічок О. І.Структура мінливості морфо- фізіологічних показників пилку рослин цукрових буряків у зв'язку із впливом стресових факторів на гаметогенез. *Цукрові буряки*. 2010. № 6. С. 14–15.

35. Любченко І. О., Рябовол Л. О., Любченко А. І. Добір *in vitro* клітинних ліній рижію ярого стійких до осмотичного стресу. *Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки», присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС*. Умань, 2018. С. 101–103.

36. Любченко І. О., Сержук О. П., Любченко А. І., Ткаченко П. О. Індукування морфогенезу стійких до осмотичного стресу клітинних ліній цикорію коренеплідного. *The I International Scientific and Practical Conference «Current trends in the development of modern scientific thought»*. Haifa, 2022. P.21–23.

37. Любченко А. І., Любченко І. О., Новак Ж. М. Діагностика посухостійкості тетраплоїдних видів Triticum за посівними показниками насіння. *Збірник наукових праць УНУС*. 2023. Вип. № 102. С. 126–135.

38. Небиков М. В. Добір посухостійких біотипів цукрового буряка в умовах культури *«in vitro»*. *Цукрові буряки*. 2003. № 4. С.18 – 19.

39. Гірко В. С., Солодовниченко В. Д., Волощук С.І. Скрінінг генотипів пшениці *in vitro* на стійкість до осмотичного стресу. *Збірник матеріалів II Міжнародної конференції «Використання сучасних молекулярно-генетичних і біотехнологічних розробок в генетично-селекційних дослідженнях»*. Одеса, 1998. С. 26–27.

40. Рябовол Л. О.,Любченко А. І. Вплив сольового стресу на індукування клітинних ліній цикорію коренеплідного. *Збірник наукових праць УДАУ*. 2007. Вип. № 65. С. 142–146.

41. Любченко А. І., Рябовол Л. О., Сержук О. П. Вплив засолення на культуру проростків рижію ярого. *Збірник наукових праць УНУС*. 2011. Вип. № 77. С. 98–102.

42. Любченко І. О. Збереження ознаки стійкості до NaCl у сомаклонів рижію ярого при переході з клітинного рівня на рівень цілісної рослини. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників «Підсумки наукової роботи за 2014-2019 рр.», приуроченої 175-річчюУманського НУС*. Умань, 2019. С. 58–60.

43. Егорова Н. О. Розробка методичних основ клітинної селекції лаванди *in vitro* на стійкість до NaCl. *Єкосистеми, їхня оптимізация і охорона*. Сімферополь, 2011. №5. С.173 – 179.

44. Сєргеєва Л. Е. Нове середовище з іонами барія – альтернативна система для добору солестійких клітинних ліній. *Біотехнологія.* 2002. № 2. С. 47–45.

45. Рябовол Л. О.,Любченко А. І.,Єщенко О. В. Добір стійких до іонів Ba^{2+} клітинних ліній цикорію коренеплідного та програмування їх морфогенної активності. *Збірник наукових праць УДАУ «Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування»*. 2008. С. 370–374.

46. Бєлянска С. Л., Шаміна З. Б. Морфогенез в клонах рису, резистентних до стресових чинників. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 1994. Т. 41. № 6. С. 681– 685.

47. Полонский В. І. Оцінка ячменю на стійкість до засоленя. *Селекція і насінництво*. 2002. № 3. 4. С. 19–21.

48. Дубровна О. В., Моргун В. В. Біотехнологічні та цитогенетичні основи створення рослин, стійких до стресів. Київ: Логос, 2012. 425 с.

49. Яценко А. О. Цикорій коренеплідний: біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів. Умань: ФІЦБ УААН, 2003. 161 с.

50. Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю: ДСП 9.9.5.-080-02 [Чинний від

2002-01-28]. Київ : МОЗ України, Державна санітарно епідеміологічна служба, 2002. 39 с.

51. Івах Р. В., Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Козяр М. М. Основи охорони праці. Навчальний посібник. Київ: Кондор, 2011. 464 с.

52. Сморлій О. Ф., Кардашов А. Т., Литвак П. В. Агроекологія: Навчальний посібник. Київ: Вища освіта, 2006. 671с.

53. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник Київ: ННЦ «ІАЕ», 2010. 400 с.

54. Зось-Кіор М. В. Земельні ресурси агровиробників України і світу: сутність, стан та раціональне використання. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2012. Т. 3. № 3. С. 109–112.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА



приурочена 160-річчю від дня народження видатного науковця у галузі біологічних наук, професора Й. К. Пачоського

Факультет агрономії

Умань 2024

ДОДАТОК А

УДК 330(063)

Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії Уманського національного університету садівництва, протокол № 6 від 27 квітня 2024

Редакційна колегія:

О. О. Непочатенко – доктор економ. наук (*відповідальний редактор*);
В. П. Карпенко – доктор с.-г. наук (*заступник відповідального редактора*);
С. П. Полторецький – доктор с.-г. наук;
А. О. Яценко – доктор с.-г. наук;
Л. О. Рябовол – доктор с.-г. наук;
Г. М. Господаренко – доктор с.-г. наук;
В. О. Єщенко – доктор с.-г. наук;
Н. М. Полторецька – кандидат с.-г. наук;
Ю. І. Накльока – кандидат с.-г. наук;
С. П. Коцюба – кандидат с.-г. наук;
О. Ю. Стасінєвич – кандидат с.-г. наук;
С. О. Третьякова – кандидат с.-г. наук (*відповідальний секретар*).

Автори вміщених матеріалів висловлюють свою думку,
яка не завжди збігається з позицією редакції.

Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва. Факультет агрономії / Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. Умань: 2024. 43 с.

Збірник містить доповіді студентів ОР молодший бакалавр і бакалавр та магістрів, які були розглянуті на Всеукраїнській студентській науковій конференції, яка приурочена приурочена 160-річчю від дня народження видатного науковця у галузі біологічних наук, професора Й. К. Пачоського, що відбулася 25 квітня 2024 року в м. Умань.

Розраховано на студентів, аспірантів, викладачів, наукових співробітників та фахівців, які працюють у АПК України.

ДОДАТОК А

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. РОСЛИННИЦТВА

БЕЗКОРОВАЙНА АНАСТАСІЯ. INFLUENCE OF MINERAL FERTILISERS ON THE PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS… 5
CHABANIUK YA. E.GLOBAL COMPETITIVENESS OF WHEAT CULTIVATION… 6
БІЛОВОДСЬКИЙ СЕРГІЙ. INFLUENCE OF SOWING PARAMETERS ON GRAIN SORGHUM PRODUCTIVITY… 7
ЗАЇКА Т СІВБА ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР: ЯК ПОДБАТИ ПРО МАЙБУТНІЙ ВРОЖАЙ… 10
ГАЙДАЙ В. ІСТОРІЯ ПОХОДЖЕННЯ ТАБАКУ… 12
NEPOKRYTA I. FENNEL… 12
ЛЬНІЦЬКИЙ ВІТАЛІЙ. INFLUENCE OF FERTILISATION ON SPRING BARLEY PRODUCTIVITY… 13
MOSKALENKO D.S., LOMAKO O. V MERKMALE DER WACHSENDEN LYALEMANTSIA 15
КЛИБАНСЬКИЙ МАКСИМ. THE ROLE OF THE VARIETY IN THE FORMATION OF SEED PRODUCTIVITY OF PLANTS… 16
КРУГЛОВ БОГДАН. GROWTH AND DEVELOPMENT OF GRAIN SORGHUM UNDER CONDITIONS OF FOLIAR FERTILISATION… 17
MOSKALENKO D.S., HRYNIUK DAR'IA, SINKEVYCH M. V. MERKMALE DES ANBAUS UND TECHNOLOGISCHE MERKMALE DES ANBAUS VON MACLEA… 19
МІЗЕРАКА ЯРОСЛАВ. THE INFLUENCE OF SEEDING RATES ON THE PRODUCTIVITY OF PEAS… 20
МЕЛЬНИК НАЗАРІЙ. INFLUENCE OF MACRO- AND MICROFERTILISERS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF MAIZE… 22
ШЕФКІН Артур. DISTRIBUTION AND DIRECTIONS OF WINTER RYE (*Secale cereale* L.) 24
SHAPOVALENKO A. CASTOR OIL IS A DANGEROUS AND VALUABLE PLANT… 25
ПІРОГ ДЕНИС. FEATURES OF WEED CONTROL IN SOYBEAN CROPS… 27
ТКАЧЕНКО РОМАН DISTRIBUTION AND ECONOMIC IMPORTANCE OF PEA CROPS… 28

СЕКЦІЯ 2. ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ 30

KATSAVAL V. A., SMOLIN B. O., USE OF BIOTECHNOLOGICAL METHODS IN BREEDING SUGAR BEET… 30
MUSHENKO V. M., STAKHOV I. IU., SUSHKEVYCH V. O., ECONOMIC IMPORTANCE AND BREEDING OF ROOT CHICORY… 31
GONCHARUK O. O., KACHUR A. R. ANALYSIS OF HYBRID POPULATIONS *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L. BY YIELD CAPATHITY … 33

СЕКЦІЯ 3. АГРОХІМІЇ І ГРУНТОЗНАВСТВА

ЛУЦЕНКО Є. С. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ… 35
ГАВА Д. В. ДИНАМІКА ВМІСТУ МІНЕРАЛЬНОГО АЗОТУ У ГРУНТІ ПІД ПШЕНИЦЕЮ ЯРОЮ ЗА РІЗНИХ НОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ … 36
НОСОВ В. Ю. ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ГРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО… 37

СЕКЦІЯ 4. ЗАГАЛЬНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

PINDUS Zoya. ANALYSE DE LA ROTATION DES GRANDES CULTURES DANS LA RÉGION

ДОДАТОК А

Literature:

1. Українець А. І., Штангеєва Н. І., Клименко Л. С. Технології цукропродуктів і цукрозамінників: навч. посібник. Київ: НУХТ, 2009. 231 с.
2. Красняк О. П., Амонс С.Е, Ринок цукру: проблеми та перспективи *Ефективна економіка.* 2020. № 1. http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_2020/66.pdf
3. Чорна Т., Гусятинська Н. Споживання цукру: світові тренди. *Товари і ринки.* 2023. № 3. С. 33–38.
4. Петренко С. Д., Петренко О. В. Кормовиробництво: електронний підручник. chrome://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://agroscience.com.ua/sites/default/files/library/files/user585/kormovyrobnyctvo.pdf
5. Калетнік Г. М. Виробництво та використання біопалив: Підручник. Вінниця: Консоль, 2015. 408 с.
6. Любченко І. О., Рябовол Л. О., Любченко А. І. Використання культури *in vitro* в адаптивній селекції рослин. *Збірник наукових праць УНУС*. 2016. Вип. № 88. С. 126–139.
7. Поліщук В В., Карпук Л М., Пушка І. М., Сержук О. П., Поліщук Т. В. Стерилізація рослинного матеріалу буряка цукрового в залежності від типу стерилізатора, концентрації і експозиції стерилізації *in vitro*. *Вісник Уманського НУС*. 2015. № 1. С. 71–76.
8. Редько В. І., Роїк М. В., Недяк Т. М., Бех Н. С., Слуцька Н. П. Повільно ростучі *in vitro* колекції цукрових і кормових буряків як метод збереження їх генетичного різноманіття. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків*. 2008. № 10. С. 231–234.
9. Чугункова Т. В Використання клітинної селекції для створення стійких форм буряків. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41. № 6. С. 509–515 С.
10. Кляченко О. Л. Комплексна селекція *in vitro* буряків цукрових (*Beta vulgaris* L.) на посухостійкість та солестійкість. *Біологічні системи.* 2018. Т. 10. Вип. 1. С. 14–19.
11. Коломієць Ю. В. Кляченко О. Л., Ващенко Л. М. Використання індукованого мутагенезу в селекції стійких до бактеріозів цукрових буряків. *Науковий вісник Ужгородського університету: серія Біологія*. 2006. Вип. 18. С. 137–143.
12. Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Створення вихідного гаплоїдного та гомодиплоїдного матеріалу буряка цукрового з використанням гіногенетичної стимуляції. *Вісник Уманського НУС*. 2012. №1–2. С. 43–50.

ECONOMIC IMPORTANCE AND BREEDING OF ROOT CHICORY

Mushenko V. M., 14-м-а group, Faculty of Agronomy
Stakhov I. Iu., 15-м-а group, Faculty of Agronomy
Sushkevych V. O., 16-м-а group, Faculty of Agronomy
Scientific advisor – Candidate of Agricultural Sciences, Liubchenko A. I.

Biological features and chemical composition make root chicory (Chichorium intybus L.) a valuable agricultural crop for various purposes. The main storage substance of chicory roots is inulin. Inulin (C6H10O6) is a substance that belongs to the group of carbohydrates, is a white powder, soluble in water, which has significant hygroscopicity. It has a slightly sweet taste. Under the action of dilute acids, it is hydrolyzed with the formation of α-fructose and a small amount of glucose. A solution of inulin upon hydrolysis forms fructose and glucose in a ratio of 12:1. The

ДОДАТОК А

amount of inulin in root crops is 14–16 % (and up to 20 %). In addition, raw root juice contains 2.0–3.0 % fruit sugar, 1.2–4.0 % protein, 0.6 % essential oil [1–3].

Humanity has been growing chicory since ancient times. At first it was used only as a medicinal plant.

The high medicinal properties of chicory are due to the specific chemical composition of the raw material. Chicory roots are rich in water-dissolved inulin, a polysaccharide that is used in the diet of people with diabetes as a substitute for sugar and starch. These parts of the plant also contain the bitter-tasting glycoside intibin, resinous and tannic substances, organic acids, chicory, choline, proteins, fats, essential oils, vitamins A, B1, B2, C, PP, manganese, sodium, phosphorus [4–6].

The use of chicory is useful for people prone to diabetes, for the prevention of kidney and liver stones. Chicory preparations are widely used for the treatment of trophic ulcers, gastritis, bone fractures, rheumatism, heart disease, liver cirrhosis, hypochondria, inflammation of the pancreas. A decoction of chicory flowers is used as a sedative for neuroses, mental disorders and insomnia [7].

The popularity of chicory increased when at the end of the 18th century in Germany, as a result of heat treatment of chicory roots, a substitute for coffee was first made. Chicory drinks have a positive effect on the nervous, cardiovascular and digestive systems. Europeans liked the new drink, which was called «Prussian coffee». Large chicory plantations were planted in this region, and the first chicory-coffee factories appeared at the same time [8].

Chicory is used as a forage crop. Chicory leaves can be mowed three to five times during the growing season. Chicory roots are twice as nutritious as fodder beets. Chicory leaves and roots have medicinal properties and are used in veterinary medicine [9, 10].

Chicory is a valuable honey plant. The nectar productivity of one hectare of sowing is about 100 kg. In addition, chicory flowers do not stop releasing nectar in cold and rainy weather [11].

Recently, the use of chicory for the production of ethanol, as a source of an alternative type of biofuel, is promising. The yield of alcohol from one centner of root crops is ten liters. With the yield of root crops at the level of 30–40 t/ha, chicory is on a par with such highly productive energy crops as sorghum, sugar beets, and corn. In addition, the saccharification process of inulin is more complete and faster than that of starch, which makes it possible to reduce the cost of production by 1.5 times [12–14].

Despite the value of chicory, the areas of its cultivation remain insignificant. Chicory is grown abroad in the Czech Republic (7,000 ha), Belgium (9,000 ha), the USA (3,000 ha), Poland (3,000 ha) and other countries. In Ukraine, root chicory is grown on an area of 2.5–3 thousand hectares in Zhytomyr and Khmelnytskyi regions. Mainly, raw materials are processed into coffee-chicory products [15].

Only three varieties of chicory have been added to the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2023. Two varieties (Alexandrite and Chrysolite) were created by the French breeding company SAS Florimond Desprez Veuve et Fils. Tsezar varieties were created by scientists of the «Mayak» research station of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine [16].

In order to increase the cultivation of chicory, it is necessary to intensify work on the creation of new varieties. Modern varieties of chicory should ensure the yield of root crops at the level of 40–50 t/ha, have high quality products, be suitable for thickened crops and mechanized growing technologies. In addition, varieties must be adapted to negative environmental factors, resistant to diseases and pests.

Literature:

ДОДАТОК А

1. Jurgoński A., Milala J., Juśkiewicz J., Zduńczyk Z., Król B. Composition of chicory root, peel, seed and leaf ethanol extracts and biological properties of their non-inulin fractions. Food Technology and Biotechnology. 2011. Vol. 49. № 1. P. 40–47.
2. Борисюк В. О., Маковецький К. А., Яценко А. О. Взаємозв'язок сухої речовини та інуліну в коренеплодах цикорію коренеплідного. Цукрові буряки. 2001. № 3. С. 8–9.
3. Jangra S. S., Madan V. K. Proximate, mineral and chemical composition of different parts of chicory (Cichorium intybus L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018. Vol. 7. Iss. 5. P. 3311–3315.
4. Бахмат М. І., Кващук О. В., Хоміна В. Я. Лікарське рослинництво: навч. Посібник. Камянець Подільський: ПП «Медобори-2006», 2011. 249с.
5. Abbas Z. K., Saggu S., Sakeran M. I., Zidan N., Rehman H. Ansari A. A. Phytochemical, antioxidant and mineral composition of hydroalcoholic extract of chicory (Cichorium intybus L.) leaves. Saudi Journal of Biological Sciences. 2015. № 22 (3). P. 322–326.
6. Upadhaya V. K., Pandey D., Singh S. P., Taj G. Chicory (Cichorium intybus): an ethno-medicinal herb with wide spectrum medicinal properties. Plant Secondary Metabolites For Human Health. 2021. № 12. P. 150–169.
7. Janda K., Gutowska I. Geszke-Moritz M. Jakubczyk K. The Common Cichory (Cichorium intybus L.) as a source of extracts with health-promoting properties – a review. Molecules. 2021. № 26. https://doi.org/10.3390/molecules26061814
8. Яценко А. О. Цикорій: біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів. Умань: ФІЦБ, 2003. 157 с.
9. Бабич А. О. Кормові і лікарські рослини у XX–XXI століттях. Київ: Аграрна наука, 1996. 497 с.
10. Li G., Kemp P. D. Forage chicory (Cichorium intybus L.): a review of its agronomy and animal production. Advances in Agronomy. 2005. Vol. 88. P. 187–222.
11. Бондарчук Л. І. Атлас медоносних рослин України. Київ: Урожай, 1993. 272 с.
12. Гументик М. Я., Бондар В. С. Цукроносні культури як сировина для виробництва етанолу. Цукрові буряки. 2006. № 6. С. 20–21.
13. Єщенко О. В., Манько О. А. Світові тенденції виробництва біоетанолу та використання для цього в Україні як сировини буряків цукрових та цикорію коренеплідного. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2016. Вип. 88 (1). С. 156–164.
14. Бахмат М. І., Ткач О. В., Моргун А. В. Використання цикорію коренеплідного як біоенергетичної культури для виробництва біоетанолу. Таврійський науковий вісник. 2019. № 110. Т. 1. С. 14–18.
15. Сливченко А. М., Яценко А. О. Проблеми вирощування цикорію коренеплідного. Цукрові буряки. 2002. № 2. С. 20–21.
16. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin

ANALYSIS OF HYBRID POPULATIONS *TRITICUM AESTIVUM* L. × *TRITICUM SPELTA* L. BY YIELD CAPATHITY

Goncharuk O. O., Kachur A. R., 14-m-a group, faculty of agronomy
Scientific advisor: candidate of agricultural sciences, associate professor Diordiieva I. P.