

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГРИГОРИШИН ЄГОР ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 633.8

**АГРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
ЕХІНАЦЕЇ БЛІДОЇ (*ECHINACEA PALLIDA* (NUTT.) NUTT.) В УМОВАХ
ЛІВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ**

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Дніпро – 2021

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Робота виконана в Полтавському державному аграрному університеті
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, доцент
Поспелов Сергій Вікторович,
Полтавський державний аграрний університет,
завідувач кафедри землеробства і агрохімії
ім. В.І. Сазанова

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, доцент
Котюк Людмила Анатоліївна,
Поліський національний університет,
завідувачка кафедри загальної екології

кандидат сільськогосподарських наук
Устименко Олексій Васильович,
Дослідна станція лікарських рослин
Інституту агроекології і природокористування
НААН України, директор

Захист відбудеться 26 березня 2021 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.804.02 Дніпровського державного аграрно-економічного університету за адресою: 49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25, ауд. 342.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Дніпровського державного аграрно-економічного університету за адресою: 49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25.

Автореферат розісланий 24 лютого 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук

Н.В. Гончар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Лікарське рослинництво є важливою галуззю сільськогосподарського виробництва України. Позитивно, що в останнє десятиріччя спостерігається тенденція до її відновлення, що можна пояснити зростанням попиту на сировину лікарських рослин, яке зумовлене загальносвітовими тенденціями щодо екологізації споживчого кошику лікарських засобів. Серед багатьох культур, види та сорти роду Ехінацея займають чільне місце, а їх сировину використовують у медицині, сільському господарстві та харчовій промисловості (Самородов, Поспелов, 1999). Ехінацея входить до десятки найбільш популярних лікарських рослин серед виробників та споживачів в світі, що можна пояснити перш за все її природними імунomodуючими, протизапальними і бактеріостатичними властивостями (Hobbs, 1989; Kindscher 1989; Foster 1991).

В умовах всесвітньої пандемії, інтерес до неї стає більш актуальним. Збільшення попиту на сировину ехінацеї характерне і для України, при цьому вітчизняний ринок включає не тільки свіжі та сухі кореневища з коренями, але й надземну частину, яку заготовляють під час цвітіння (Устименко, Глущенко, Куценко, 2016). Завдяки цілеспрямованій роботі з інтродукції, селекції, агротехнологій ехінацеї, на Полтавщині сьогодні створена найбільша сировинна база у Євразії цієї цінної культури (Поспелов, 2019).

У світі найбільш досліджена та вирощується ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.) (National Center for Biotechnology Information, 2011). Це пояснюється її високою адаптацією до кліматичних та ґрунтових умов (Li, 1998), наявністю у сировині цикорієвої кислоти, полісахаридного комплексу (Самородов, Поспелов, Серета та ін., 1996), що забезпечує лікувальні властивості культури. Разом з цим, фармацевтична промисловість використовує сировину ехінацеї вузьколистої (*Echinacea angustifolia* DC.) та ехінацею бліду (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.), які переважно поширені на американському континенті. Останній вид досить давно вивчається, але поки що не набув достатнього використання у світі.

Відповідні дослідження доводять наявність потенціальних медичних властивостей, включно з протираковими (Chiccaetal., 2007), противірусними (Schneider et al., 2010), протизапальними (Qu, Widrlechner, 2012) та прискоренням загоювання ран (Zhai et al., 2009). Перспективність ехінацеї блідої полягає і у високій адаптованості до посушливих умов порівняно із іншими видами роду, що надає цьому виду виробничих переваг.

Однак, існує ряд проблем біологічного та агрономічного порядку, що стримує вирощування ехінацеї блідої. Найбільшим обмеженням є тривале і нерівномірне проростання насіння (Smith-Jochum, Albercht, 1987, 1988). Серед перспективних заходів для його поліпшення слід вказати застосування неорганічних солей (Gaoetal., 1998), ростових регуляторів (Bishnoi et al., 2010; Pill and Haynes, 1996; Quetal., 2004), застосування понижених температур та стратифікації (Bishnoi et al., 2010; Romero et al., 2005; Wartidiningsih et al., 1994), механічної скарифікації (Bishnoi et al., 2010; Feghahati, Reese, 1994). Навіть при стимуляції, у виробничих умовах отримання дружних сходів ехінацеї залишається важливою господарською проблемою, оскільки в польових умовах

вона є значно нижчою і нестабільною за роками (Поспелов, 2013). Вирішення цієї проблеми полягає у напрямі впровадження сучасних, економічно вигідних, енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій передпосівної стимуляції насіння (Петровский, 2014).

Тому дослідження агроєкологічних аспектів регулювання продуктивності ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) в умовах Лівобережної України є важливою науковою та науково-практичною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, завданнями, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках наукової програми Полтавської державної аграрної академії за державною темою «Розробка технологій вирощування екологічно чистого високоякісного зерна для виробництва продуктів дитячого дієтичного харчування» (№ 0198U007120); наукових тем кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова: «Розвиток АПК на засадах раціонального природокористування» (№ 0114U000625), «Розробити екологічно безпечні технології продуктивного культивування лікарських і ефіроолійних рослин та отримання високоякісної сировини» (№0114U004862).

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження – встановити агроєкологічне значення та особливості дії різних способів передпосівної обробки насіння ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) на проростання насіння, розвиток рослин в онтогенезі та продуктивність культури, провести аналіз даних математичними методами.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- дослідити способи передпосівної обробки насіння з метою регулювання їх посівних якостей, дію гібереліну на насіння після тривалого зберігання;
- дослідити закономірності росту і розвитку надземної фітомаси та морфометричних характеристик ехінацеї блідої в онтогенезі;
- встановити вплив агрокліматичних факторів на динаміку росту рослин ехінацеї блідої;
- дослідити динаміку морфометричних та функціональних ознак ехінацеї блідої та оцінити вплив на них біологічних стимуляторів;
- оцінити значення способів передпосівної обробки та міжрічних особливостей на динаміку морфометричних ознак, які характеризують врожайність ехінацеї блідої;
- дослідити цілісність організму за показниками кореляційного зв'язку між маркерами врожайності;
- оцінити рівень інтеграції та інтеграційну структуру рослин ехінацеї блідої.

Об'єкт дослідження: динаміка процесів проростання насіння, росту і розвитку в процесі онтогенезу рослин ехінацеї блідої при її культивуванні.

Предмет дослідження: екологічні закономірності регулюючого впливу факторів стимуляції як елементів системи управління при вирощуванні рослин ехінацеї блідої.

Методи дослідження: польовий експеримент – для визначання агроєкологічних режимів та динаміки росту рослин в умовах сільськогосподарського виробництва; лабораторний експеримент – дослідження кількісних характеристик динаміки проростання насіння після

різних типів передпосівної обробки; методи морфометрії рослин – для визначення характеристик морфометричних ознак рослин; аналіз головних компонент, кореляційний та дисперсійний аналізи – для статистичної перевірки гіпотез щодо взаємозв'язку екологічних показників або щодо впливу екологічних факторів.

Наукова новизна одержаних результатів. У процесі дослідження одержано нові наукові результати, які розкривають особистий внесок автора у розробку проблеми, характеризують наукову новизну дослідження і полягають у наступному:

вперше:

- встановлено особливості впливу передпосівної обробки насіння гібереліном, УВЧ-опроміненням, гуматом, наноміксом та їх сумішшю на посівні якості насіння ехінацеї блідої;
- виділено етапи онтогенезу ехінацеї блідої за особливостями форми листових пластинок;
- запропоновано динаміку фітомаси ехінацеї протягом року представити як композицію міжсезонної та внутрішньо сезонної компонент;
- показано, що саме флуктуації температурного режиму є чинником, який впливає на продукційний процес у ехінацеї блідої;
- виділено рівні інтеграції та інтеграційної структури рослин;
- показано, що застосування стимуляторів проростання насіння здійснює вплив не тільки на швидкість та енергію проростання насіння, але й проявляє себе у динаміці зростання рослин протягом онтогенезу та стимулює розвиток морфометричних ознак, які визначають урожайність цієї культури;

додовнено:

- процедури кількісного опису динаміки росту рослин в онтогенезі;
- інструменти оцінки ступеню цілісності рослинного організму;

набули подальшого розвитку:

- принципи сільськогосподарської екології М. Т. Масюка (1989); концепція віталітету рослин Ю. А. Злобіна (1989).

Практичне значення одержаних результатів. Для агропромислових та фермерських господарств Лівобережної України, які культивують ехінацею бліду, розроблені рекомендації щодо покращення посівних якостей насіння. Найбільш ефективним способом передпосівної обробки є застосування електромагнітного поля УВЧ-діапазону з частотою 27,12 МГц, вихідною потужністю 20-60 Вт, безперервним сигналом синусоїдальної форми протягом 3 хвилин. Майже не поступається за ефективністю передпосівне замочування насіння у суміші 0,001%-го розчину гумату натрію та 1%-го розчину хелатного комплексного добрива «Наномікс». Доведено, що застосування цих стимуляторів здійснює вплив не тільки на дружність та енергію проростання насіння, але й проявляє себе у динаміці розвитку рослин протягом онтогенезу та стимулює розвиток морфометричних ознак, які визначають урожайність цієї культури.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням автора, виконаним упродовж 2011–2017 рр. Здобувач особисто брав безпосередню участь у плануванні, складанні схем, підготовці й проведенні досліджень, аналізі та обробці отриманих даних, апробації та

впровадженні результатів у виробництво, підготовці матеріалів до друку.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи й результати досліджень доповідались та обговорювалися на щорічних засіданнях кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова; науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу «Підсумки науково-дослідної роботи технологічних факультетів» (Полтава, 2010–2016 рр.); Міжнародному симпозиумі аграрної та механічної інженерії (ISB-INMA TEN, Бухарест 2020); Міжнародних науково-практичних інтернет-конференціях «Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій» (Полтава, 2012, 2013, 2015); Міжнародній науковій конференції «Інноваційні підходи до вивчення ехінацеї» (Полтава, 2013).

Публікації. Основні матеріали дисертаційної роботи опубліковані у 12 наукових працях, із них 1 – стаття у міжнародному виданні англійською мовою, 2– у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, 3 – що входять до переліку фахових та 5 – матеріали інших наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 197 сторінках комп'ютерного тексту й складається зі вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку використаних джерел і додатків. Вона містить 25 таблиць і 56 рисунків. Список літературних посилань містить 255 джерел, 133 з яких – англійською мовою.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «**Аутекологічні особливості рослин роду Ехінацея при їх вирощуванні в культурі (Аналітичний огляд літератури)**» проведено аналітичний огляд наукової літератури, який засвідчив, що порівняно з *E. angustifolia* або *E. purpurea*, *E. pallida* не так поширена у фармацевтичному виробництві, але її дослідження вказують на наявність великого потенціалу у різних галузях. Лікарською сировиною є трава і кореневище з коренями ехінацеї. Збирання трави проводять в фазу повного цвітіння рослин (кінець червня-липень). У кінці вересня-жовтні заготовляють коріння і кореневища ехінацеї. Середня врожайність коренів і кореневищ з рослин другого року вегетації в перерахунку на 1 га становить 1,6 т/га, третього – 2,64 т/га.

За типом життєвої форми *E. pallida* належить до багаторічних трав'янистих полікарпиків, гемікриптофітів. Ці рослини є природними в преріях Північної Америки, які розглядаються як семіаридні території. Для рослин роду ехінацея в онтогенезі може бути виділено три періоди: латентний, віргінійський і генеративний. Для роду *Echinacea* характерним є насінневе розмноження.

Найбільшим обмеженням, яке стає при промисловому культивуванні видів *Echinacea*, є наявність періоду спокою насіння, а також нерівномірне проростання насіння. Це суттєво знижує польову схожість порівняно із лабораторною та подовжує отримання сходів до одного місяця, що у результаті призводить до зрідження посівів. Часткове вирішення цієї проблеми полягає у впровадженні сучасних, економічно вигідних, енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій передпосівної стимуляції насіння (Smith-Jochum, Albercht, 1987, 1988).

Якщо методи обробки насіння включають синтетичні хімікати, то таке насіння не може бути застосоване у практиці органічного землеробства. Виробництво рослинних дієтичних добавок надає перевагу саме органічній стратегії. Методи, які не потребують синтетичних хімікатів, такі як стратифікація, потребують багато часу, а саме витримку насіння декілька тижнів у контрольованих умовах з не завжди прогнозованим результатом (Bratcher et al., 1993; Parmenter, 1996; Quetal., 2004; Romero et al., 2005; Wartidiningsih et al., 1994). Серед методів підвищення посівних якостей насіннєвого матеріалу існують такі, що позитивно позначаються на чистоті вихідної продукції, наприклад опромінення насіння сільськогосподарських культур високочастотним електромагнітним полем, застосування гуматів та інших безпечних препаратів.

У другому розділі «**Умови, матеріал та методика проведення досліджень**» зазначено, що дослідження здійснено в умовах Полтавської області на повнопрофільних, добре та середньо гумусованих чорноземних ґрунтах, сприятливих для вирощування основних сільськогосподарських культур. За агрокліматичним районуванням, дослідні ділянки розташовані в районах з помірно-континентальним кліматом та нестійким зволоженням, холодною зимою і жарким, а іноді й сухим літом.

Об'єкти досліджень. Базові дослідження проводили в 2011–2013 рр. в умовах ботанічного саду Національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка (м. Полтава), в 2012–2016 в умовах СК «Радянський» Кобеляцького району Полтавської області, в 2011–2016 рр. в лабораторії кафедри землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова Полтавської державної аграрної академії.

Об'єктом наших досліджень були рослини та насіння ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) сорту Красуня Прерій, оригінатор Полтавська державна аграрна академія (автори Самородов В.М., Поспелов С.В.). Дослідження посівних якостей насіння ехінацеї блідої залежно від способу обробки включали вплив на насіння стимуляторів росту та фізичного опромінення. Принциповим при виборі методів обробки лікарської сировини для нас були два аспекти: екологічна чистота та доступність у використанні. Для порівняння були використані наступні варіанти: обробка насіння ехінацеї блідої електромагнітним полем УВЧ-діапазону; замочування насіння у 0,001 %-му розчині гумату натрію; замочування насіння у 1 %-му розчині хелатного комплексного добрива «Наномікс»; замочування насіння у суміші 0,001 %-го розчину гумату натрію та 1 %-ого розчину хелатного комплексного добрива «Наномікс»; замочування насіння у суміші 0,05, 0,1, 0,5, 0,7, 0,8, 1 мл/л розчину високоактивного гуміново-фульвового препарату «Лігногумат»; замочування насіння у розчині гібереліну з концентрацією 25 мг/л; замочування насіння у суміші 0,05%-го розчину високоактивного гуміново-фульвового препарату «Лігногумат» та 0,2 %-го розчину комплексного препарату «Альбіт» (регулятор росту, антистресант, мікродобриво); контроль – не оброблене насіння.

Для польових досліджень після порівняння у лабораторних умовах були взяті наступні варіанти: контроль – не оброблене насіння; обробка насіння ехінацеї блідої електромагнітним полем УВЧ діапазону; замочування насіння у

0,001 %-ному розчині гумату натрію; замочування насіння у суміші 0,001 %-ого розчину гумату натрію та 1 %-ого розчину хелатного комплексного добрива «Наномікс»; замочування насіння у 1 %-ному розчині хелатного комплексного добрива «Наномікс».

Методика досліджень. Обробка хімічними речовинами природного походження проводилась методом замочування насіння у водному розчині препаратів. Для обробки насіння УВЧ випромінюванням застосовували апарат УВЧ60-Мед ТеКо, що використовує частоту 27,17 МГц, має вихідну потужність до 60 Вт, дозволений для використання МОЗ України. Розмір однієї партії опроміненого насіння складав 3 г. Для опромінення до УВЧ генератора під'єднували пластини діаметром 0,12 м. Відстань між пластинами складала 0,05 м. Після опромінення з партії відбирали необхідну для пророщування кількість насінин.

Для перевірки посівних якостей ехінацеї у польових умовах попередньо підготовлене насіння було висіяне в ґрунт в чотирикратній повторності по 500 штук. Догляд за посівами проводився згідно з рекомендованою технологією вирощування ехінацеї для регіону.

Проведення регулярних замірів рослин дало можливість отримати об'єктивні дані, щодо показників розвитку рослин першого року вегетації. Для аналізу ефективності обробки насіння було визначено показник продуктивності надземної маси рослин ехінацеї блідої.

Під час досліджень в виробничих умовах насіння висівали сівалкою «Клен» з нормою висіву 9–10 кг/га. Ширина міжряддя – 45 см. Під час вегетації проводили міжрядний обробіток ґрунту, підживлення та ручне прополювання. 4 рази протягом онтогенезу відбирали по 25 рослин, для морфометричних досліджень та зважування для оцінки кількості надземної та підземної фітомаси.

Для характеристики динаміки морфометричних показників ехінацеї застосовували методи описової статистики. Оцінка відповідності експериментальних розподілів теоретичним моделям здійснена за допомогою статистики Комогорова-Смірнова. Мета аналізу алометрії й кореляції - встановлення співвідношень у формоутворенні окремих частин рослини (Злобин, 2000).

Зв'язок між досліджуваними біологічними характеристиками ехінацеї та факторами середовища або агротехнічними заходами описано за допомогою кореляційного та регресійного аналізу. Оцінку впливу тривалості вегетації, року та способу обробки насіння на морфометричні показники ехінацеї виконано за допомогою Загальної лінійної моделі (Yang, 2010). Результати дослідження морфометричних та функціональних характеристик ехінацеї були проаналізовані за головними компонентами (Ma, 2016). У результаті аналізу виділяються латентні змінні, або головні компоненти, які найкращими чином здатні пояснити кореляцію між досліджуваними (маніфестними) змінними. Властивості головних компонент та їх інтерпретацію можна виконати на основі кореляції з маніфестними змінними. Кожна головна компонента характеризується власним числом, яке є мірою інформаційної значимості цієї

змінної. У якості показника рівня морфологічної інтегрованості ми розглядали внески факторів (або головних компонент), які характеризуються власними числами, що перевищують одиницю. Для того, щоб дослідити роль нелінійних компонент у формуванні цілісності рослинного організму нами додатково були розглянуті похідні змінні, такі як оригінальні змінні у другому ступені, а також попарного множення оригінальних змінних.

Структура варіації показників ехінацеї оцінена за допомогою процедури визначення компонент варіації (Swanckaert et al., 2020).

Математичний аналіз експериментальних даних здійснювали із застосуванням стандартних комп'ютерних програм Microsoft Excel 2010 і STATISTICA 10.0.

У третьому розділі «Схожість та енергія проростання насіння ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) залежно від впливу стимуляторів» на основі критичного аналізу схожості, енергії проростання, дружності та швидкості проростання насіння ехінацеї блідої, дано оцінку впливу екологічно безпечних стимуляторів для передпосівної обробки насіння.

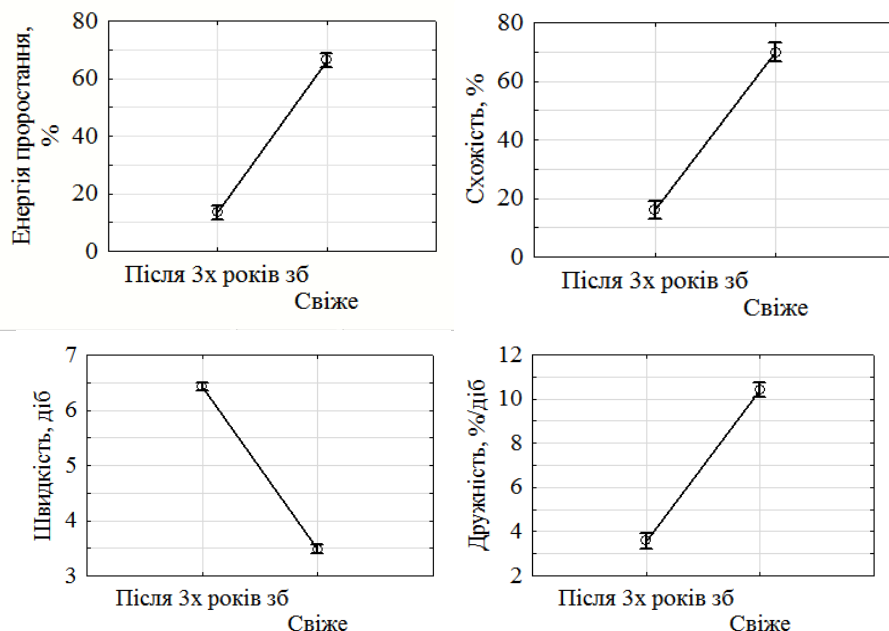


Рис. 1. Вплив терміну зберігання насіння на характеристики проростання насіння ехінацеї блідої

Визначили, що термін зберігання насіння, способи його обробки, додаткова обробка гібереліном визначають 95 % варіювання енергії проростання та 92 % варіювання схожості насіння ехінацеї блідої. Енергія проростання та схожість свіжозібраного насіння у 4–5 разів вища, ніж після 3-х років зберігання (рис. 1). Обробка гібереліном значно підвищує ці показники.

Серед способів попередньої обробки насіння найбільш ефективний порівняно з контролем вплив на енергію проростання та схожість здійснює електромагнітне поле УВЧ діапазону (зростання на 10,01 % та 7,2 %, відповідно). Вплив інших способів обробки відчутний порівняно з контролем, але менший, ніж у випадку з УВЧ впливом. УВЧ-електромагнітне поле в

дослідженому діапазоні термінів експозиції демонструє позитивну дозо-залежну ефективність. Серед способів попередньої обробки насіння найбільш ефективний вплив на швидкість проростання здійснює замочування насіння у гуматі натрію та «Наноміксі» (-0,3 доби порівняно з контролем). Характер впливу обробки насіння на швидкість проростання залежить від його терміну зберігання. Найбільш ефективний вплив на дружність проростання порівняно із контролем здійснює замочування насіння у суміші «Лігногумату» та «Альбіту» (+1,24 %/діб).

У четвертому розділі «**Фактори динаміки росту надземної фітомаси ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) прегенеративного періоду онтогенезу**» проведено моделювання закономірностей ростових процесів найважливіших морфометричних показників ехінацеї блідої у прегенеративному періоді онтогенезу. В результаті встановлено аналітичний характер динаміки нарощування надземної фітомаси, а також кількості пагонів *Echinacea*, що підкоряється сигмоподібній залежності та добре може бути описана рівнянням Хілла.

$$\text{Фітомаса} = 100 \cdot \text{Час}^{7.05 \pm 0.76} / (\text{Час}^{7.05 \pm 0.76} + 0,11 \pm 0,03).$$

Рівняння для фітомаси та кількості листків дуже подібні, що свідчить про синхронність процесів накопичення фітомаси та збільшення кількості листків.

Динаміку фітомаси ехінацеї протягом року запропоновано представити як композицію двох компонент. Міжсезонна компонента є інваріантною і відбиває загальні закономірності зміни фітомаси, які вказують на особливості існування даного виду в умовах певного екологічного та географічного простору. Специфіка внутрішньо сезонної компоненти полягає у наявності відхилень від загального тренду зміни фітомаси, які пояснені за допомогою індексу форми листків ехінацеї та відхилень температур, що спостерігалися від загального тренду їх зміни упродовж сезону. Так, визначено, що саме флуктуації температурного режиму є чинником, який впливає на продукційний процес у ехінацеї блідої. За умов достатнього зволоження додаткове надходження тепла сприяє прискоренню накопичення надземної фітомаси. Флуктуації температурного режиму мають ситуативний характер впливу на ріст рослин (рис. 2).

У п'ятому розділі «**Вплив різних способів обробки насіння на динаміку росту ехінацеї блідої**» встановлено, що морфологічна структура рослин ехінацеї блідої зазнає впливу способів передпосівної обробки насіння протягом всього процесу онтогенезу. При цьому характер та кореляція між морфометричними параметрами має складну та нелінійну взаємодію, тому для дослідження морфометричних та функціональних характеристик результати були проаналізовані за головними компонентами. Проведений аналіз дозволив встановити три головні компоненти, власні числа яких переважають одиницю. Разом ці компоненти описують 72,78 % варіабельності простору ознак.

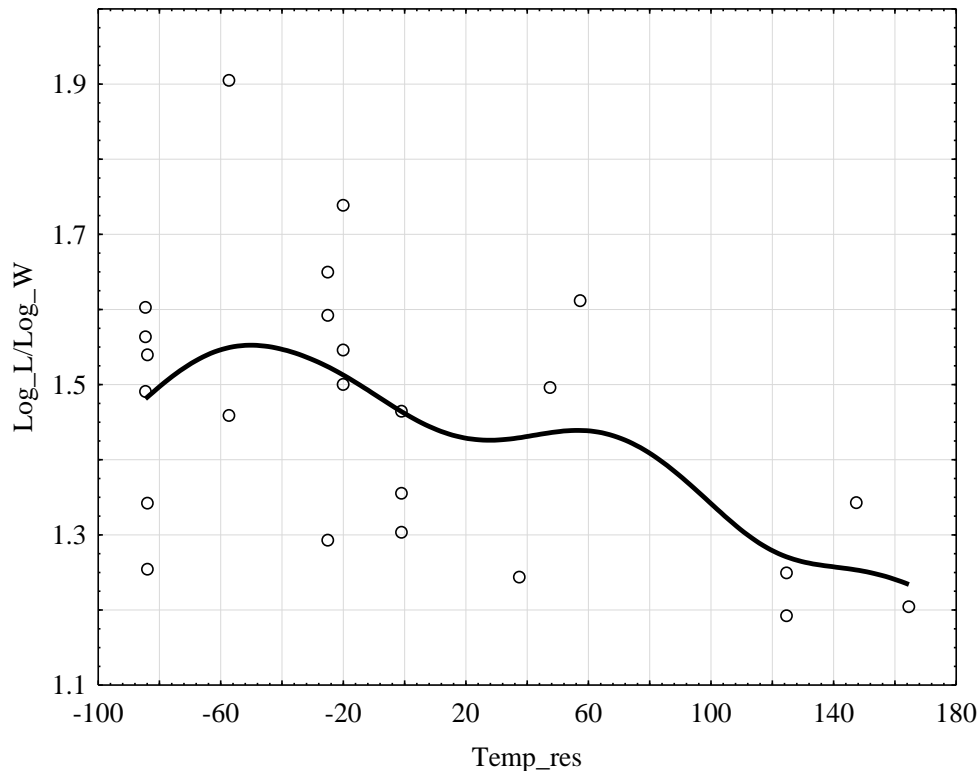


Рис. 2. Зв'язок між флуктуацією температурного режиму (вісь абсцис) та індексом форми листків (Індекс форми = $\text{Log}_L/\text{Log}_W$)

Таким чином, нами встановлені три найважливіші компоненти варіювання морфометричних та функціональних ознак ехінацеї, динаміка яких розгортається під час вегетації: це ріст рослин, варіювання підземної фітомаси та форми листових пластинок.

Головна компонента 1 змістовно може бути інтерпретована як ріст рослин. Загальна лінійна модель з такими предикторами, як тривалість вегетації, рік та спосіб обробітку здатна пояснити 91 % варіації головної компоненти 1. На швидкість росту рослин найбільш сильно впливає попереднє опромінення насіння, дещо менш ефективний – обробіток гуматом та наноміксом, ще менш ефективний обробіток окремими з цих компонентів (рис. 3).

Головна компонента 2 чутлива до нелінійних аспектів варіювання морфометричних та функціональних ознак ехінацеї. Головна компонента 2 інтерпретована як маркер наявності у підземної фітомаси стаціонарного стану, до якого прагне організменна система. Стаціонарний стан підземної фітомаси формується у процесі розгортання формоутворення в онтогенезі. Для досягнення найбільшої фотосинтезуючої площі пластичні речовини на кінцевих фазах онтогенезу можуть переважно перерозподілятися для формування листків рослини за рахунок досягнення стаціонарності підземної фітомаси.

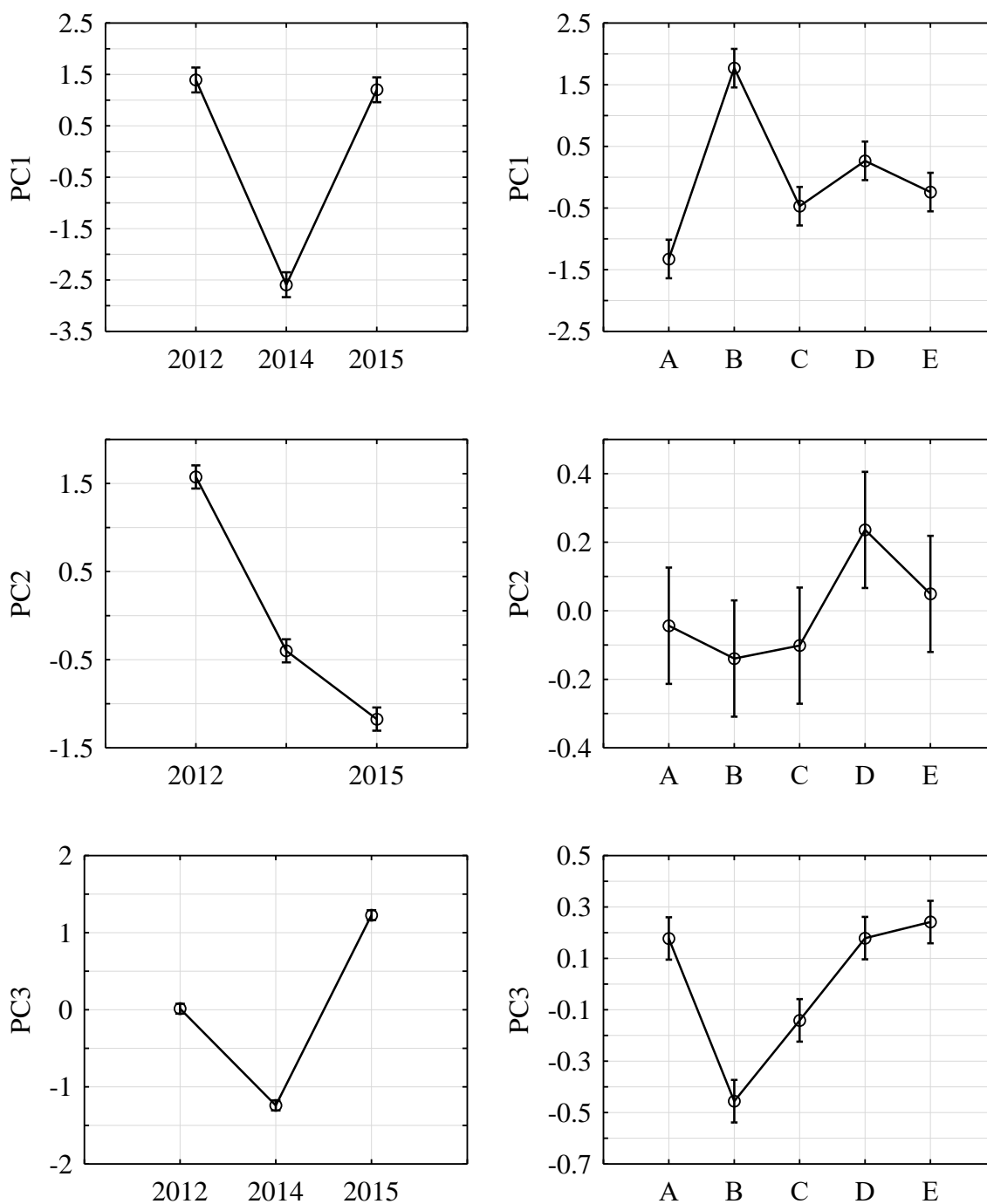


Рис. 3. Варіювання значень головних компонент 1–3 залежно від року та способу обробітку насіння

Умовні позначки: A – контроль, B – обробка UVЧ полем; C – замочування у гуматі натрію (0,001 %); D – замочування у гуматі натрію (0,001 %) + "Наномікс" (1 %); E – замочування у "Наноміксі" (1 %)

Головна компонента 3 описує 6,43 % простору ознак і змістовно може бути інтерпретована як варіабельність форми листових пластинок. Попередня обробка насіння впливає на форму листової пластинки рослин. До найбільшого видовження листової пластинки призводить попереднє опромінення. Дещо менший ефект на форму листової пластинки здійснює гумат натрію. Вплив інших способів обробки не відрізняється від контролю.

Аналіз структури варіативності для ширини та довжини листової пластинки показав, що фактор міжрічних розбіжностей формує 56,6 та 21,3 % варіабельності відповідно. В динаміці надземної та підземної фітомаси фактор міжрічних розбіжностей формує 66,2 та 57,8 % варіабельності відповідно. Способи обробки насіння визначають 16,8 % варіювання ширини листової пластинки та 6,6 % варіювання її довжини. Для надземної та підземної фітомаси відмінності в особливостях попереднього обробітку насіння формують 17,0 та 9,8 % відповідно. Встановлено наявність інших факторів впливу, які не були враховані при дослідженні. Виявлено, що важливий внесок у варіювання довжини листової пластинки роблять нелінійні взаємозалежності, які не враховуються даним видом статистичного аналізу.

У шостому розділі «**Вплив стимуляторів росту на рівень інтеграції та інтеграційну структуру ехінацеї блідої за показниками морфо-екологічної організації**» досліджено популяційну інтеграцію рослин ехінацеї із застосуванням морфометричного підходу, при якому кожна рослина характеризується набором меристичних та метричних параметрів. Морфо-екологічна організація ехінацеї блідої була охарактеризована за комплексом показників, які включають параметри вегетативних та регенеративних органів.

Виявлено, що передпосівна обробка насіння впливає на ріст та розвиток рослин ехінацеї блідої таким чином, що цей вплив проявляється у відмінностях морфометричних ознак, які визначають урожайність цієї культури. Такі дискретні предиктори, як спосіб обробки, міжрічні особливості та їх взаємодія здатні статистично вірогідно пояснити 55, 7, 53, 22 та 34 % варіювання висоти рослин, кількості та маси стебел, кількості та маси листків відповідно.

Найбільший стимулюючий ефект на висоту та масу стебел, масу листків має попередня обробка насіння наноміксом або УВЧ-опроміненням. Кількість стебел не залежить від способів передпосівної обробки насіння. Характер впливу стимуляторів на висоту стебел, масу та кількість листків подібний між роками, а вплив на масу стебел має річні особливості. Вплив гумату або суміші гумату та наноміксу може не проявляти себе у морфометричних показниках рослин, або навіть їх пригнічувати.

Аналіз результатів багаторічних досліджень довів ефективність застосування передпосівної обробки насіння ехінацеї блідої на її урожайність (табл. 1). Так найбільший позитивний вплив на показники урожайності виробничих ділянок ехінацеї блідої був отриманий в результаті обробки насіння УВЧ-опроміненням. Показники насінневої продуктивності виробничих ділянок ехінацеї блідої, як і урожайність насіння з гектару також залежали від обробки насіння перед посівом.

Аналіз показників урожайності ехінацеї блідої свідчить про вплив фактору обробки насіння перед сівбою на показники кінцевої врожайності. При цьому високий рівень цілісності рослинного організму, який виражений структурою кореляційних зв'язків, робить виродженим аналіз окремих показників. Аналіз головних компонент дозволив виокремити ортогональні аспекти варіювання морфометричних ознак рослинних організмів. Головному компоненту 1 можна ідентифікувати як розмір рослин, компоненту 2 можна

ідентифікувати як кількість осевих модулів, з яких складається рослина, компоненту 3 – як фотосинтезуючий потенціал, компоненту 4 – як потенціал репродукції (табл. 2). Способи попередньої обробки насіння найбільш суттєво впливають на фотосинтезуючий та репродуктивний потенціали. Найбільший ефект мають УВЧ-опромінення та обробка Наноміксом.

Таблиця 1

Основні показники господарсько-цінних ознак виробничих ділянок ехінацеї білої в залежності від їх передпосівної обробки (зведені середні показники за 3 роки досліджень)

Варіанти дослідів	К-ть суцвіть, шт./рослину	Маса суцвіть з 1 рослини, г	Насіннева продуктивність, шт. насіння /рослину	Урожайність насіння, т/га	Урожайність кореневищ з коренями (свіжих), т/га	Урожайність надземної маси (свіжої), т/га
Контроль	10,5	20,6	125,8	0,4	1,5	9,6
УВЧ	13,8	26,1	175,88	0,5	2,0	12,2
Гумат	11,6	22,1	171,5	0,46	1,7	10,8
Гумат+ Наномікс	11,0	22,5	162,36	0,46	1,8	11,2
Наномікс	11,3	24,3	125,74	0,39	1,6	9,9

Таблиця 2

Аналіз головних компонент структури урожайності (наведені статистично вірогідні коефіцієнти кореляції для $p < 0,05$)

Показники	Головні компоненти			
	1	2	3	4
Висота стебел, см	0,89	–	–	0,16
Кількість стебел	–	0,91	0,15	–0,29
Маса стебел, г	0,35	0,28	0,74	0,16
Кількість листків	0,68	0,43	–	0,15
Маса листків, г (L)	0,67	0,48	0,44	0,21
Маса черешків, г (P)	–	0,35	0,83	–
Маса висічок, г	–0,89	–	–0,11	–
Площа листків, см ²	0,79	0,40	0,42	–
Площа листка, см ²	0,60	–	0,62	–
L/P	0,66	–	–0,58	0,18
Кількість суцвіть	–	0,90	–	–0,33
Діаметр суцвіть, см	–	–0,19	–	0,88
Маса суцвіть, г	0,25	0,84	0,33	0,25
Маса одного суцвіття, г	0,32	–0,12	0,27	0,84
Пояснена варіація	4,20	3,19	2,56	1,91
Частка поясненої варіації	0,30	0,23	0,18	0,14

Важливим екологічним показником стану популяції рослин є рівень морфологічної та фізіологічної інтегрованості. Основним методом дослідження цілісності організмів рослини є вивчення мінливості ознак та кореляцій між ними. Інтеграція рослин може бути охарактеризована засобами факторного аналізу (або аналізу головних компонент) та є дуже чутливою до впливу екологічних чинників, у тому числі засобів передпосівної обробки насіння. Це дозволило виділити рівень інтеграції та інтеграційну структуру рослин.

Рівень інтеграції ехінацеї блідої є практично інваріантним за умов застосування різних способів передпосівної обробки насіння, тобто вони мають однаковий вплив на рівень морфологічної організації рослини за винятком застосування гумату та наноміксу, внаслідок чого рівень інтегрованості суттєво підвищується.

Інтеграційна структура відображається за допомогою матриці факторних навантажень, які є коефіцієнтами кореляції маніфестних змінних (в нашому випадку – спостережуваних показників структури врожайності) та латентних змінних (багатовимірних факторів, або головних компонент). За допомогою цих коефіцієнтів латентні змінні можуть бути змістовно інтерпретовані. Нами встановлено, що інтеграційна структура ехінацеї при застосуванні стимуляторів є лабільною, що є механізмом досягнення морфо-функціональної стійкості організмової системи за умов впливу зовнішніх екологічних чинників.

ВИСНОВКИ

Дослідження агроекологічних аспектів регулювання продуктивності ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) для застосування в умовах Лівобережної України дозволило прийти до наступних висновків.

1. Термін зберігання насіння, способи його обробки, додаткова обробка гібереліном визначають 95 % варіювання енергії проростання, 92 % – схожості насіння, 97 % – швидкості проростання та 94 % – дружності проростання насіння ехінацеї блідої. Енергія проростання та схожість свіжозібраного насіння у 4–5 разів вища, ніж після трьох років зберігання. Обробка гібереліном значно стимулює ці показники. Серед способів попереднього обробітку насіння найбільш ефективний вплив на енергію проростання та схожість здійснює електромагнітне поле УВЧ-діапазону (зростання на 10,01 % та 7,2 %, відповідно). Вплив інших способів обробки відчутний порівняно з контролем, але менший, ніж у випадку з УВЧ впливом. УВЧ-електромагнітне поле в дослідженому діапазоні термінів експозиції демонструє позитивну дозо-залежну ефективність.

2. Найбільш ефективний вплив на швидкість проростання здійснює замочування насіння у гуматі натрію та «Наноміксі» (-0,3 доби порівняно з контролем). Характер впливу обробки насіння на швидкість його проростання залежить від його терміну зберігання. Для свіжого насіння суміш гумату натрію та «Наноміксу» є найбільш ефективною. Найбільш ефективний вплив на дружність проростання здійснює замочування насіння у суміші «Лігногумату» та «Альбіту» (+1,24 %/діб порівняно з контролем). Стимулювання дружності

проростання насіння після зберігання вдалося досягти за допомогою гумату та суміші «Лігногумату» та «Альбіту». Найбільший стимулюючий вплив на дружність проростання свіжозібраного насіння здійснює суміш «Лігногумату» та «Альбіту».

3. Динаміка нарощування надземної фітомаси, а також кількості пагонів ехінацеї підлягає сигмоподібній залежності та добре може бути описана рівнянням Хілла. За особливостями форми листових пластинок період росту можна розподілити на два періоди. У перший період, який триває перші 120 діб вегетації, відбувається поступове зменшення показника видовженості листків. У другий період, який триває до закінчення вегетації, довжина листка зростає та набуває найбільшого значення у кінці вегетації.

4. Флуктуації температурного режиму є чинником, який впливає на продукційний процес у ехінацеї. За умов достатнього зволоження додаткове надходження тепла сприяє прискоренню накопичення надземної фітомаси. Інформаційне значення індексу форми листків є результатом пам'яті рослин про процеси, які з нею відбувалися протягом онтогенезу. Морфологічний статус рослини визначає потенціал подальшого розвитку залежно від кліматичних особливостей у даний момент часу. Динаміка фітомаси визначається флуктуаціями кліматичних факторів у конкретний період та особливістю перебігу ростових процесів упродовж попередніх етапів онтогенезу.

5. Проведений аналіз морфометричних та функціональних ознак ехінацеї блідої в процесі росту дозволив встановити три головні компоненти, власні числа яких переважають одиницю. Головна компонента 1 описує 58,28 % простору ознак та інтерпретована як ріст рослин. Встановлено, що на швидкість росту найбільш суттєво впливає попереднє опромінення насіння, дещо менш ефективний – обробіток гуматом та наноміксом. Головна компонента 2 описує 8,06 % варіабельності простору ознак. Ця компонента чутлива до нелінійних аспектів варіювання морфометричних та функціональних ознак ехінацеї. Головна компонента 3 описує 6,43 % простору ознак і інтерпретована як варіабельність форми листових пластинок. Попередня обробка насіння впливає на форму листової пластинки рослин. До найбільшого видовження листової пластинки призводить попереднє опромінення. Дещо менший ефект на форму листків здійснює гумат.

6. Передпосівна обробка насіння впливає на ріст та розвиток рослин ехінацеї блідої таким чином, що цей вплив проявляється у відмінностях морфометричних ознак, які визначають урожайність цієї культури. У виробничих ділянках урожайність свіжої надземної маси та кореневищ після обробки УВЧ-опроміненням збільшилась на 2,6 т/га та 0,5 т/га, відповідно (порівняно з контролем). Такі дискретні предиктори, як спосіб обробки, міжрічні особливості та їх взаємодія здатні статистично вірогідно пояснити 55, 7, 53, 22 та 34 % варіювання висоти рослин, кількості та маси стебел, кількості та маси листків відповідно. Найбільший стимулюючий ефект на висоту та масу стебел, масу листків має попередня обробка насіння наноміксом або УВЧ-опроміненням. Кількість стебел не залежить від способів передпосівної

обробки насіння. Характер впливу стимуляторів на висоту стебел, масу та кількість листків подібний між роками, а вплив на масу стебел має річні особливості. Вплив гумату або суміші гумату та наноміксу може не проявляти себе у морфометричних показниках рослин, або навіть їх пригнічувати.

7. Між морфометричними показниками ехінацеї блідої встановлений високий та вірогідний кореляційний зв'язок. Найменшою кількістю кореляцій характеризується діаметр суцвіть. Висота стебел, кількість листків, маса листків та площа листка корелюють зі всіма показниками, за винятком діаметру суцвіть. Маса черешків корелює з усіма показниками, за винятком маси висічок. Інші показники за ступенем включення у кореляційні зв'язки займають проміжне положення.

8. Інтеграція рослин може бути охарактеризована засобами факторного аналізу (або аналізу головних компонент) та є дуже чутливою до впливу екологічних чинників, у тому числі передпосівної обробки насіння. Це дозволило виділити рівень інтеграції та інтеграційну структуру рослин. Рівень інтеграції ехінацеї блідої є практично інваріантним за умов застосування різних способів передпосівної обробки насіння. Лабільність інтеграційної структури є механізмом досягнення морфо-функціональної стійкості організмової системи за умов впливу зовнішніх екологічних чинників.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для агропромислових та фермерських господарств Лівобережної України, які вирощують ехінацею бліду (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) з метою отримання сировини рекомендовано проводити передпосівну обробку насіння електромагнітним полем УВЧ-діапазону з частотою 27,12 МГц, вихідною потужністю 20–60 Вт, безперервним сигналом синусоїдальної форми протягом 3 хвилин. Ефективним методом є передпосівне замочування насіння у суміші 0,001 %-го розчину гумату натрію та 1 %-го розчину хелатного комплексного добрива «Наномікс». Застосування цих стимуляторів здійснює вплив не тільки на дружність та енергію проростання насіння, але й проявляє себе у динаміці розвитку рослин протягом онтогенезу та стимулює розвиток морфометричних ознак, які визначають урожайність цієї культури.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Григоришин Є.В. Схожість та енергія проростання насіння ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) в залежності від впливу стимуляторів. Вісник Полтавської державної аграрної академії 2017. № 3. С. 126-132. (Проведено експериментальні дослідження, обробка результатів та їх аналіз, підготовка матеріалу до друку).

2. Григоришин Є.В. Цілісність рослинних організмів за різних умов передпосівної обробки насіння на прикладі ехінацеї блідої. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017.

№1(43). С. 42-48. (*Проведено експериментальні дослідження, обробка результатів та їх аналіз, підготовка матеріалу до друку*).

3. Григоришин Є.В., Поспелов С.В., Гордєєва О.Ф. Закономірності росту наземної фітомаси ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) прегенеративного періоду онтогенезу. «НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ», «SCIENTIFIC HORIZONS». 2018. №7-8 (70). С.107-115. (*Проведено експериментальні дослідження, обробка результатів та їх аналіз, підготовка матеріалу до друку*).

4. Григоришин Є.В. Вплив способів обробки насіння на динаміку морфометричних характеристик листка ехінацеї блідої в онтогенезі. Вісник Полтавської державної аграрної академії 2017. № 4. С. 127-135. (*Проведено експериментальні дослідження, обробка результатів та їх аналіз, підготовка матеріалу до друку*).

5. Григоришин Є.В. Ефекти передпосівної обробки насіння ехінацеї блідої на морфометричні показники. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. №2(44). С. 22-29. (*Проведено експериментальні дослідження, обробка результатів та їх аналіз, підготовка матеріалу до друку*).

6. Hryhoryshyn Y.V., Pospelov S.V., Hordieieva O.F. Efficiency of pre-sowing treatment of Echinacea Pale seeds on morphometric indicators of second year of vegetation plants. International symposium, ISB-INMA TEH, Agricultural and mechanical engineering, Jubilee Edition. Bucharest, Paper Proceedings, 2020. P. 78-85. (*Проведено експериментальні дослідження, обробка результатів та їх аналіз, підготовка матеріалу до друку*).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

7. Григоришин Е.В., Поспелов С.В. Влияние предпосевной обработки семян эхинацеи бледной (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) на продуктивность корневой системы первого года вегетации. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали четвертої Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 14-15 травня 2015 р. С. 42-44. (*Проведення польових дослідів, аналіз даних, підготовка матеріалу до друку*).

8. Григоришин Е.В., Петровский А.Н., Поспелов С.В., Смердов А.А. Эффективность УВЧ обработки семян эхинацеи бледной. Инновационные подходы к изучению эхинацеи: матер. Международной научной конференции. Полтава, 25-27 июня 2013 г. 2013. С. 26-30. (*Проведення лабораторних дослідів, аналіз даних, підготовка матеріалу до друку*).

9. Григоришин Є.В. Вплив передпосівної обробки насіння ехінацеї блідої на їх посівні якості. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали другої Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 2013. С. 43-45. (*Проведення польових дослідів, аналіз даних, підготовка матеріалу до друку*).

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

10. Григоришин Є.В., Самородов В.М. Сучасні уявлення про таксономію роду *Echinacea* Moench. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 2012. С. 24-26. (*Аналіз даних, підготовка матеріалу до друку*).

друку).

11. Григоришин Є.В., Яременко В.О., Шугай І.І. Вплив гумінових препаратів на посівні якості насіння ехінацеї пурпурової. Збірник наукових праць студентів аграрно-інженерного інституту. Полтава: Аграрно-інженерний інститут, Полтавська державна аграрна академія. 2011. С. 11-13. (Проведення польових дослідів, аналіз даних).

12. Фроловська О.О., Григоришин Є.В. Посівні якості насіння ехінацеї залежно від їх обробки гуматом натрію. Матеріали студентської наукової конференції «Підсумки науково-дослідної роботи факультету за 2008 рік». Полтава. 25 березня 2009. С.141-143. (Проведення польових дослідів, аналіз даних).

13. Пат. на корисну модель № 75242, Україна МПК А01Н 1/04 (2006.01). Спосіб добору ехінацеї блідої за продуктивністю кореневої системи / С.В. Поспелов, С.В. Шершова, Є.В. Григоришин, А.А. Руда, А.С. Підгорна. – Заявник і патентовласник Полтавська державна аграрна академія; заявл. 11.05.2012; опубл. 26.11.2012. Бюл. №22.

14. Пат. на корисну модель № 77391, Україна МПК (2013.01) А01С 1/00 Спосіб оцінки посівних якостей насіння ехінацеї блідої / С.В. Поспелов, Є.В. Григоришин, С.В. Шершова. – Заявник і патентовласник Полтавська державна аграрна академія; заявл. 13.08.2012; опубл. 11.02.2013 Бюл. №22.

АНОТАЦІЯ

Григоришин Є.В. Агроекологічні аспекти регулювання продуктивності ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) в умовах Лівобережної України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2021.

В дисертації вперше встановлений характер впливу передпосівної обробки насіння UVЧ-опроміненням, гуматом натрію, наноміксом та їх сумішшю на посівні якості ехінацеї блідої; виділені етапи онтогенезу ехінацеї блідої за особливостями форми листових пластинок; запропоновано динаміку фітомаси ехінацеї протягом року представити як композицію міжсезонної та внутрішньо сезонної компонент; показано, що саме флуктуації температурного режиму є чинником, який впливає на продукційний процес у ехінацеї блідої; виділені рівні інтеграції та інтеграційної структури рослин; виявлено, що застосування стимуляторів проростання насіння здійснює вплив не тільки на швидкість та енергію проростання насіння, але й проявляє себе у динаміці зростання рослин протягом онтогенезу та стимулює розвиток морфометричних ознак, які визначають урожайність цієї культури. Доповнені: процедури кількісного описання динаміки росту рослин в онтогенезі; інструменти оцінки ступеню цілісності рослинного організму. Набули подальшого розвитку принципи сільськогосподарської екології М. Т. Масюка (1989) та концепція віталітету рослин Ю. А. Злобіна (1989).

Для агропромислових та фермерських господарств Лівобережної України,

які культивують ехінацею бліду та збирають сировину, наведено рекомендації для вирішення проблеми низької енергії проростання насіння за допомогою передпосівної обробки насіння методами, які не призводять до впливу на якість сировини.

Ключові слова: ехінацея бліда, стимулятори, морфометрія, аутокологія, онтогенез, проростання насіння, кореляція

АННОТАЦІЯ

Григоришин Е.В. Агроекологічні аспекти регулювання продуктивності ехінацеї блідної (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) в умовах Левобережної України. – Кваліфікаційна научна робота на правах рукописи.

Дисертація на соискание ученої ступені кандидата сільськогосподарських наук по спеціальності 03.00.16 – екологія. – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпр, 2021.

В дисертації вперше встановлено характер впливу передпосівної обробки насіння УВЧ-облученням, гуматом натрія, наноміксом і їх сумішшю на показники проростання ехінацеї блідної, виділено етапи онтогенезу ехінацеї блідної за особливостями форми листових пластинок; запропоновано динаміку фітомаси ехінацеї на протязі року представити як композицію міжсезонної і внутрісезонної компонент; показано, що саме флуктуації температурного режиму є фактором, який впливає на продукційний процес у ехінацеї блідної; виділено рівні інтеграції і інтеграційної структури рослин; показано, що застосування стимуляторів проростання насіння має вплив не тільки на швидкість і енергію проростання насіння, але і проявляє себе в динаміці вирощування рослин на протязі онтогенезу і стимулює розвиток морфометричних ознак, які визначають урожайність цієї культури. Додано: процедури кількісного опису динаміки зростання рослин в онтогенезі; інструменти оцінки ступеня цілості рослинного організму. Обрели подальше розвиток принципи сільськогосподарської екології М.Т. Масюка (1989) і концепція виталітету рослин Ю.А. Злобіна (1989).

Для агропромислових і фермерських господарств Левобережної України, які займаються вирощуванням ехінацеї блідної і заготовляють сировину, запропоновано рекомендації для вирішення проблеми низької енергії проростання насіння за допомогою передпосівної обробки насіння методами, які не впливають на якість сировини. Найбільш ефективним способом передпосівної обробки є застосування електромагнітного поля УВЧ-діапазону з частотою 27,12 МГц, початковою потужністю 20-60 Вт, неперервним сигналом синусоїдальної форми впродовж 3х хвилин. Практично не поступає за ефективністю передпосівне замочування насіння в суміші 0,001%-го розчину гумату натрія і 1%-го розчину хелатного комплексного добрива «Наномікс». Дослідження агроекологічних аспектів регулювання продуктивності ехінацеї блідної (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) для

использования в условиях Левобережной Украины позволило установить, что срок хранения семян, способы его обработки, дополнительная обработка гиббереллином определяют 95% вариации энергии прорастания, 92% - всхожести семян, 97% - скорости прорастания и 94% - дружности прорастания семян эхинацеи бледной.

Получены свидетельства того, что динамика наращивания надземной фитомассы, а также количества стеблей *Echinacea pallida* подчиняется сигмообразной зависимости, и может быть описана уравнением Хилла. По особенностям формы листовых пластинок период роста *Echinacea pallida* можно разделить на 2 периода. В первом периоде, который продолжается первые 120 суток вегетации, происходит постепенное уменьшение удлиненности листьев. Во втором периоде, который продолжается до конца вегетации, удлиненность листьев увеличивается и приобретает наибольшего значения в конце вегетации. Доказано, что флуктуации температурного режима являются фактором, который влияет на продукционный процесс у эхинацеи. В условиях достаточного влагообеспечения дополнительное получение тепла способствует накоплению надземной фитомассы. Информационное значение индекса формы листьев является результатом памяти растения о процессах, которые с ней происходили на протяжении онтогенеза. Морфологический статус растений определяет потенциал дальнейшего развития в зависимости от климатических особенностей в данный период времени. Динамика фитомассы определяется флуктуациями климатических факторов в конкретный период и особенностью прохождения ростовых процессов в предыдущие этапы онтогенеза.

Проведенный анализ морфометрических и функциональных признаков эхинацеи бледной в процессе роста позволил установить три главные компоненты, собственные значения которых превышают единицу. Главная компонента 1 описывает 58,28% пространства признаков и интерпретирована как рост растений. Установлено, что на скорость роста наиболее сильно влияет предварительное облучение семян, несколько менее эффективно – обработка гуматом и наномиксом. Главная компонента 2 описывает 8,06% вариабельности пространства признаков. Эта компонента чувствительна к нелинейным аспектам варьирования морфометрических и функциональных признаков эхинацеи. Главная компонента 3 описывает 6,43% пространства признаков и интерпретирована как вариабельность формы листовых пластинок. Предварительная обработка семян влияет на форму листовой пластинки растений. К наибольшему удлинению листовой пластинки приводит предварительное облучение. Несколько меньший эффект на форму листьев производит гумат.

Установлено, что предпосевная обработка семян влияет на рост и развитие растений эхинацеи бледной таким образом, что это влияние проявляется в отличиях морфометрических признаков, которые определяют урожайность этой культуры. Наибольший стимулирующий эффект на высоту и массу стеблей, массу листьев имеет предварительная обработка семян наномиксом или УВЧ-облучением.

Ключевые слова: эхинацея бледная, стимуляторы, морфометрия, аутоэкология, онтогенез, прорастание семян, корреляция.

SUMMARY

Hryhoryshyn Y.V. Agroecological aspects of regulation performance of the pale purple coneflower (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) in terms of Left-bank Ukraine. – Qualifying of the scientific work as a manuscript.

Thesis for a degree in agricultural sciences, specialty 03.00.16 – ecology. – Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, 2021.

The thesis for the first time established the impacts of seed pre-treatment with UHF radiation, Humate, Nanomix and their mixture on the quantitative indicators of Pale purple coneflower germination; *Echinacea* pale ontogeny stages are marked by features of leaf plates shape; proposed to present *Echinacea* biomass dynamics during the year as a mixture of off season and in season components; shows that the temperature fluctuations is a factor that affects the production process of Pale purple coneflower; marked the levels of integration and integration structures of plants; showed that the use of stimulants for seed germination has an impact not only on the speed and vigor of seeds, but also manifests itself in the dynamics of growth of plants during ontogenesis and stimulates the development of morphometric parameters that determine the yield of this crop. Supplemented: procedures for quantitative description of the dynamics of plant growth in ontogenesis; degree of plant organism integrity assessment tools. Principles of agricultural ecology according M.T. Masuk (1989) and the concept of the plant's vitality according A. Zlobin. (1989) were further developed.

For agriculture and farms of Left-bank Ukraine, growers of raw materials for the preparation of herbal supplements and pharmaceuticals in conditions and principles of organic production, it is recommended to grow Pale purple *Echinacea* (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.). Proved that the problem of bad seed germination for this type can be solved by methods of preplant seeds treatment that do not lead to pollution and, therefore, fully consistent with the principles of medical production.

Key words: pale purple coneflower, stimulants, morphometry, autecology, ontogeny, seed germination, correlation.