

Кваліфікаційна наукова Полтавський державний аграрний університет  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Міністерство освіти і науки України

праця на правах рукопису

**ГРИГОРИШИН ЄГОР ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК: 633.88

**ДИСЕРТАЦІЯ**

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

03.00.16 – екологія

Подається на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

---

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник      Поспелов Сергій Вікторович,  
доктор сільськогосподарських наук, доцент

Полтава – 2021

## 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. – Полтавська державна аграрна академія Міністерство освіти і науки України, Полтава, 2021.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет Міністерства освіти і науки України, Дніпро, 2021.

Важливою галуззю сільськогосподарського виробництва України є лікарське рослинництво. Серед багатьох культур види та сорти роду ехінацея займають чільне місце, а їх сировина використовується у медицині, сільському господарстві та харчовій промисловості. Дослідження ехінацеї блідої вказують на наявність медичних властивостей, включно з протираковими, противірусними, протизапальними та прискоренням загоювання ран. Для підприємств, які спеціалізуються на вирощуванні лікарських рослин, найбільшою проблемою є отримання дружних сходів ехінацеї, оскільки незважаючи на високу лабораторну схожість, в польових умовах вона є значно нижчою і нестабільною по роках. Вирішення цієї проблеми полягає у впровадженні сучасних, економічно вигідних, енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій передпосівної стимуляції насіння. Тому дослідження дослідження в цьому контексті продуктивності ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) в умовах Лівобережної України є актуальною науковою та науково-практичною проблемою.

Мета дисертаційного дослідження – встановити агроекологічне 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 необхідно вирішити 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 роль агрокліматичних факторів в динаміці росту рослин ехінацеї блідої; дослідити динаміку морфометричних та функціональних ознак ехінацеї блідої й можливості управління цим процесом за допомогою біологічних стимуляторів; оцінити значення способів передпосівної обробки та міжрічних особливостей на динаміку морфометричних ознак, які характеризують врожайність ехінацеї блідої; дослідити цілісність організмів ехінацеї блідої 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. Серед методів дослідження в дисертації застосовано польовий експеримент – для визначання агроекологічних 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 про взаємозв'язок екологічних показників або про вплив екологічних факторів.

В дисертації вперше встановлено особливості впливу передпосівної обробки насіння гібереліном, УВЧ-опроміненням, гуматом, наноміксом та їх сумішшю на посівні якості насіння 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 флуктуації температурного режиму є чинником, який впливає на продукційний процес у ехінацеї блідої; виділені 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. Доповнені: процедури кількісного опису 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 *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., 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». Дослідження агроекологічних аспектів регулювання продуктивності ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) для застосування в умовах Лівобережної України дозволило встановити, що 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 насіння після 3-х років зберігання. Обробка гібереліном значно стимулює ці показники. Серед способів попередньої обробки насіння найбільш ефективний вплив на енергію проростання та схожість здійснює електромагнітне поле УВЧ-діапазону. Вплив інших способів обробки відчутний порівняно з контролем, але менший, ніж у випадку з УВЧ впливом. Показано, що найбільш ефективний вплив на швидкість проростання здійснює замочування насіння у розчині гумату натрію та «Наноміксі». Характер впливу обробки насіння на швидкість проростання залежить від його віку. Для насіння після 3-х років зберігання не ефективним є обробіток гуматом та УВЧ-опроміненням. Для свіжозібраного

насіння суміш гумату та «Наноміксу» є найбільш ефективною. Найбільше зростання дружності проростання спостерігалось після замочування насіння у суміші «Лігногумату» та «Альбіту». Стимулювання дружності проростання насіння після 3-х років зберігання вдалося досягти за допомогою гумату та суміші «Лігногумату» та «Альбіту». Найбільший стимулюючий вплив на дружність проростання свіжозібраного насіння здійснює суміш «Лігногумату» та «Альбіту».

Одержані свідчення того, що динаміка нарощування надземної фітомаси, а також кількості пагонів *Echinacea pallida* підкоряється сигмоподібній залежності та добре може бути описана рівнянням Хілла. За особливостями форми листових пластинок період росту *Echinacea pallida* можна розподілити на два періоди. У перший період, який триває перші 120 діб вегетації, відбувається поступове зменшення видовженості листків. У другий період, який триває до закінчення вегетації, видовженість листків зростає та набуває найбільшого значення у кінці вегетації. Доведено, що флуктуації температурного режиму є чинником, який впливає на продукційний процес у ехінацеї. За умов достатнього зволоження додаткове надходження тепла сприяє прискоренню накопиченню надземної фітомаси. Інформаційне значення індексу форми листків є результатом пам'яті рослин про процеси, які відбувалися з нею 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 у попередні етапи онтогенезу.

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 найсильніше 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 листкових пластин. Попередній обробіток насіння впливає на форму листкової пластинки рослин. До найбільшого видовження листкової пластинки призводить попереднє опромінення. Дещо менший ефект на форму листків здійснює гумат. Встановлено, 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. 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. Між показниками врожайності ехінацеї блідої встановлений високий та вірогідний кореляційний зв'язок. Найменшою кількістю кореляційних коефіцієнтів 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. 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. Лабільність інтеграційної структури є механізмом досягнення морфо-функціональної стійкості організмової системи за умов впливу зовнішніх екологічних чинників.

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

## 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. – Poltava State Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Poltava, 2021.

Dnipro State Agrarian and Economic University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2021.

An important sector of agricultural production Ukraine is a medicinal plant growing. Among the many types of crops and varieties, the genus *Echinacea* is prominent, and their raw materials used in medicine, agriculture, and the food industry. Research of Pale Purple coneflower indicate the presence of potential medical properties, including anticancer, antiviral, anti-inflammatory and acceleration of wound healing. The biggest limitation of the industrial cultivation of *Echinacea* species, is weak and uneven seeds germination. For companies that specialize in growing medicinal plants, receiving unanimous stairs *Echinacea* is an important economic issue because, despite the relatively high similarity in laboratory, in the field, it is much lower and unstable for years. The solution is to introduce modern, cost-effective, energy-efficient, environmentally friendly technology of seeds pre-treatment. That is why the research of agroecological aspects of the regulation of performance pale purple coneflower (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) in terms of Left-bank Ukraine is an important scientific and scientific-practical problem.

The aim of the research is to establish agri-environmental values and features of the effect of different methods of pre-treatment of pale purple coneflower

(*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) seeds, dynamics of seed germination and plant development in ontogeny and identify practically valuable procedures for pre-treatment of seeds.

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks: establish the role of seeds age, ways to pre-treatment of the dynamics of vigor, seed germination, germination speed and sprouting seeds of pale purple coneflower; determine the most effective stimulant *Echinacea* seed germination among those that can be used in the practice of medicinal farming; identify patterns in ontogenesis dynamics of aboveground biomass and morphometric characteristics of Pale purple coneflower; set the climate regime role in the dynamics of plant growth Pale purple coneflower; explore the laws of dynamics morphometric and functional characteristics of Pale purple coneflower and management capabilities of the process using biological stimulants; assess the significance of pre-treatment methods and interannual characteristics of the dynamics of morphometric traits that characterize yield pale purple coneflower; assess the integrity of organisms purple coneflower on indicators correlation between yield markers; assess the level of integration and integration structures of pale purple coneflower plants.

The object of study is the dynamics of the processes of seed germination and growth in plants during ontogenesis purple coneflower in its cultivation. Subject of research - environmental laws regulating influence factor stimulation as an element of management at the plant *Echinacea* growing pale *Echinacea*. Among the methods used in the dissertation research field experiment for the determination of agroecological modes and dynamics of plant growth under conditions of agricultural production; laboratory experiment for study the quantitative characteristics of the dynamics of seed germination after different types of pre-treatment; methods of the plants morphometry to determine the characteristics of morphometric characteristics of plants; principal component analysis, correlation and analysis of variance for statistical testing hypotheses about the relationship of environmental performance or the impact of environmental factors.

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. The most effective way of preplant treatment is the use of electromagnetic field UHF frequency range of 27.12 MHz, the output power of 20-60 watts, continuous sinusoidal signal for 3 minutes. Almost equal to the efficiency preplant soaking the seeds in a mixture of 0.001% solution of sodium humate and 1% solution of chelate complex fertilizer "Nanomix."

Research agri-environmental aspects of the regulation of performance Pale purple coneflower (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) For use in in terms of Left-bank Ukraine revealed that the age of seeds, methods of processing, further processing gibberellin determine the 95% variation vigor, 92% - seed germination, 97% - speed

germination and 94% - germination simultaneous of pale purple coneflower seed. Vigor and germination of fresh seed is 4-5 times higher than after 3 years of storage. Gibberellin treatment significantly stimulates these figures. Among previous methods of cultivation of seeds is most effective influence on vigor and germination performs electromagnetic field UHF band. Effect of other methods of cultivation significant compared to control, but less than in the case of UHF influence. UHF electromagnetic field in terms of exposure investigated range demonstrates a positive dose-dependent efficacy. It is shown that the most effective impact on the rate of germination has soaking seeds in sodium humate and "Nanomix." The nature of the impact on soil seed germination rate depends on the age. For seeds after storage are not effective soil humates and UHF radiation. The new seed mixture humate and "Nanomix" is the most effective. The most effective impact on germination simultaneous makes soaking the seeds in a mixture of "Lignogumat" and "Albite". Promotion of simultaneous germination of stored seeds was achieved using a mixture of humate "Lignogumat" and "albite". The greatest stimulating effect on fresh seed germination friendliness provides a mixture "Lignogumat" and "Albite".

Obtained evidence that increasing dynamics of aboveground biomass and the number of shoots *Echinacea purpurea* is subject sigmoid dependence and can be well described by the equation Hill. The peculiarities of form during the growth of leaf blades *Echinacea purpurea* can be divided into two periods. In the first period, which lasts for the first 120 days of vegetation, there is a gradual reduction of leaves longlines. In the second period, which lasts until the end of the growing season, the lengthening of growing leaves and takes the maximum value at the end of the growing season. It is proved that the fluctuations of temperature control is a factor that affects the production process of *Echinacea*. Given sufficient moisture additional heat input helps accelerate the accumulation of aboveground biomass. Information index leaf shape memory is a result of plant processes that it occurred during ontogeny. The morphological status of the plant determines the potential for further development based on climate characteristics in a given time. Dynamics of

biomass is determined by fluctuations of climatic factors in a particular period and feature flow growth processes in the preliminary stages of ontogeny. The analysis morphometric and functional features purple coneflower during growth revealed three main components eigenvalues dominated one. 1 describes the main components 58.28% of the space and interpreted as signs of plant growth. It was established that most strongly affects the growth rate prior exposure seeds somewhat less effective - soil humate and Nanomix. Main component 2 8.06% describe variability feature space. This component is susceptible to varying nonlinear aspects morphometric and functional characteristics of Echinacea. The main component of 6.43% 3 describes the feature space and the variability interpreted as a form of sheet plates. Previous cultivation of seeds affects the shape of the leaf blade plants. The largest leaf blade elongation leads prior irradiation.

A somewhat smaller effect on the shape of the leaves has humates. Found that preplant treatment of seeds influences growth and development of plants purple coneflower so that this influence is manifested in the differences of morphometric characteristics that determine the yield of this crop. The greatest stimulating effect on the height and weight of stems, leaves a lot pretreatment seeds Nanomix or UHF radiation. Number of stems is independent of pre-treatment methods of seed. The nature of the stimulants influence on the height of the stems, weight and number of leaves is similar between years, and a lot of influence on the stems have annual features. Impact of humate or mixture of humate and Nanomix may not manifest itself in morphometric parameters of plants, or can even suppress. Between yields of pale purple coneflower set high and likely correlation. The smallest number of correlation coefficients characterized by the diameter of inflorescences. The height of the stems, number of leaves, leaf weight and leaf area correlated with all indexes except the diameter of inflorescences. Weight cuttings correlates with all indicators except leaf cuts weight. Other indicators include the degree of correlation are intermediate. Integration plants can be described by means of factor analysis (or principal component analysis) and is very sensitive to the effects of environmental factors, including means of pre-seed cultivation. It is possible to distinguish the level

of integration and integration structure of plants. The level of integration purple coneflower is almost invariant under the conditions of use of different methods of preplant tillage seed. Lability integration structures are mechanisms to achieve morphological and functional stability of organism system conditions influence of external environmental factors.

**Keywords:** pale purple coneflower, stimulants, morphometry, autecology, ontogeny, seed germination, correlation

**Список публікацій здобувача 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. 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).
4. 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).
5. Григоришин Є.В., Пospelov 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).
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).

Тези доповідей на наукових конференціях

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).

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).

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*).

#### Свідоцтва та патенти

13. Пат. на винахід № 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 винахід № 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.

## ЗМІСТ

|   |                |
|---|----------------|
| Вступ.....  | 18             |
| Розділ 1. Аутоекологічні особливості рослин роду Ехінацея при їх вирощуванні в культурі (Аналітичний огляд літератури).....                             | 24             |
| 1.1. Агроекологічні особливості рослин роду Ехінацея .....  | 24             |
| 1.2. Екологічні аспекти онтогенезу рослин роду Ехінацея .....   | 26             |
| 1.3. Прийоми обробітку і збирання врожаю ехінацей .. <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>   |                |
| 1.4. Біо-екологічні механізми стимуляції проростання насіння ... <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>   |                |
| Розділ 2. Умови, матеріал та методика проведення досліджень .....   | <b>Ошибка!</b> |
| <b>Закладка не определена.</b>  |                |
| 2.1. Ґрунтові та агрометеорологічні умови досліджень .. <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>  |                |
| 2.2. Матеріал і методика проведення досліджень .....  | 51             |
| Розділ 3. Схожість та енергія проростання насіння ехінацеї блідої ( <i>Echinacea pallida</i> (Nutt.) Nutt.) залежно від впливу стимуляторів .....       | 57             |
| 3.1. Вплив стимуляторів на енергію проростання насіння .....  | 57             |
| 3.2. Вплив стимуляторів на схожість насіння.....  | 64             |
| 3.3. Вплив стимуляторів на швидкість проростання насіння .....  | 67             |
| 3.4. Вплив стимуляторів на дружність проростання насіння .....  | 71             |
| Висновки по розділу .....   | 75             |
| Розділ 4. Фактори динаміки росту надземної фітомаси ехінацеї блідої ( <i>Echinacea pallida</i> (Nutt.) Nutt.) прегенеративного періоду онтогенезу ..... | 76             |
| 4.1. Динаміка морфометричних характеристик.....   | 76             |
| 4.2. Динаміка форми листків .....   | 81             |
| 4.3. Температурний режим як фактор росту рослин .....   | 82             |

|  |  |
|--|--|
| Висновки по розділу .....  | 87                                     |
| Розділ 5. Вплив різних способів обробки насіння на динаміку росту ехінацеї<br>блідої.....  | 89                                     |
| 5.1. Вплив способів обробки насіння на динаміку морфометричних<br>характеристик в онтогенезі.....  | 89                                     |
| 5.2. Динаміка надземної та підземної фітомаси.....   | 99                                     |
| 5.3. Аналіз головних компонент варіабельності морфометричних<br>характеристик та фітомаси .....  | 108                                    |
| Висновки по розділу .....  | 116                                    |
| Розділ 6. Вплив стимуляторів на рівень інтеграції та інтеграційну структуру<br>ехінацеї блідої за показниками морфо-екологічної організації..... | 117                                    |
| 6.1. Морфо-екологічні маркери ехінацеї блідої.....   | 117                                    |
| 6.2. Аналіз головних компонент варіабельності показників структури<br>врожайності ехінацеї блідої.....   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| 6.3. Цілісність рослинних організмів за різних умов передпосівної<br>обробітки насіння.....  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| Висновки по розділу .....  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| Висновки.....  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> |
| Рекомендації виробництву.....  | 157                                    |
| Список використаної літератури.....  | 158                                    |
| Додатки.....   | 185                                    |

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** 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. У світі найбільше 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, наявністю у сировині цикорієвої кислоти, полісахаридного комплексу, 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 [95, 204, 193, 96, 220].

Відповідні дослідження доводять наявність потенціальних медичних властивостей, включно з протираковими, противірусними, протизапальними та прискоренням загоювання ран. Перспективність ехінацеї блідої полягає і у високій адаптованості до посушливих умов порівняно із іншими видами роду, що надає цьому виду виробничих переваг [143, 188, 230, 145].

Зростання попиту на сировину лікарських рослин зумовлене загальносвітовими тенденціями щодо екологізації споживчого кошику. Все більше людей віддає перевагу продукції натурального походження. Уряди багатьох країн (як то Франції, Німеччини) прямо або опосередковано стимулюють розвиток органічного виробництва продуктів харчування та лікарських засобів. Зокрема зростає попит населення на препарати натурального походження, які стимулюють імунну систему організму. Це

посприяло зростанню популярності вирощування сировини лікарських трав. Ехінацея входить до десятки найбільш популярних лікарських рослин серед виробників та споживачів в світі, що можна пояснити перш за все її природними імуномодулюючими, протизапальними і бактеріостатичними властивостями [166, 178, 153].

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. Завдяки цілеспрямованій роботі з інтродукції, селекції, агротехнологій ехінацеї, на Полтавщині сьогодні створена найбільша сировинна база у Євразії цієї цінної культури [114, 219]. Урізноманітнися і ринок продуктів переробки сировини. Це вже не тільки спиртова настойка коренів, але й екстракти, мазі, креми, бальзами, лікарські збори та чаї, ціла низка харчових та кормових добавок.

В Україні препарати з ехінацеї виробляють Борщагівський хімфармзавод, АТ «Лубнифарм», а також Тернопільська, Київська, Кіровоградська, Харківська фармацевтичні фабрики тощо.

В Україні вивчають і вирощують два види ехінацеї: ехінацею пурпурову (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) і ехінацею бліду (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.). На Полтавщині зосереджено більше 80% посівних площ ехінацеї в Україні.

Однак, існує ряд проблем біологічного та агрономічного порядку, що стримує вирощування ехінацеї блідої. Найбільшим обмеженням є тривале і нерівномірне проростання насіння. Серед перспективних заходів для його поліпшення слід вказати застосування неорганічних солей, ростових регуляторів, застосування понижених температур та стратифікації, механічної скарифікації [238, 239, 240, 156, 133, 215, 221, 224, 250, 251, 147, 242]. 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. Вирішення цієї проблеми полягає у напрямі впровадження сучасних, економічно вигідних, енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій передпосівної стимуляції насіння [84, 72].

Тому дослідження агроекологічних 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, планами, 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 агроекологічне 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.** *Полевий експеримент* – для визначання агроекологічних 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 про взаємозв'язок екологічних показників або щодо впливу екологічних факторів.

**Наукова новизна одержаних результатів полягає в 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;

*додовнені:*

- 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 дослідження.** 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 ТЕН, 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.

