

УДК 633.88
© 2017

Григоришин Є. В., здобувач
Полтавська державна аграрна академія

**СХОЖІСТЬ ТА ЕНЕРГІЯ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ЕХІНАЦЕЇ БЛІДОЇ
(*ECHINACEA PALLIDA* (NUTT.) NUTT.) В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВПЛИВУ
СТИМУЛЯТОРІВ**

Рецензент – доктор біологічних наук О. В. Жуков

У статті досліджено вплив екологічно безпечних стимуляторів на схожість та енергію проростання ехінацеї блідої. Встановлено, що вік насіння, способи його обробки, додаткова обробка гібереліном визначають 95 % варіювання енергії проростання та 92 % варіювання схожості насіння ехінацеї блідої. Одержані дані свідчать про те, що енергія проростання та схожість нового насіння у 4–5 разів вища, ніж старого. Обробка гібереліном значно стимулює ці показники. Підтверджено, що серед способів попереднього обробітку насіння найбільш ефективний вплив на енергію проростання та схожість здійснює електромагнітне поле УВЧ діапазону. Вплив інших способів обробітку відсутній порівняно з контролем, але менший, ніж у випадку з УВЧ впливом. УВЧ-електромагнітне поле в дослідженому діапазоні термінів експозиції демонструє позитивну дозозалежну ефективність.

Ключові слова: ехінацея бліда, насіння, схожість, енергія проростання, УВЧ-опромінення.

Постановка проблеми. Зростання попиту на сировину лікарських рослин зумовлене загальносвітовими тенденціями щодо екологізації споживчого кошику. Все більше людей віддає перевагу продукції натурального походження. Зокрема зростає попит населення на препарати натурального походження, які стимулюють імунну систему організму. Це посприяло зростанню популярності вирощування сировини лікарських трав. Серед багатьох лікарських рослин види роду Ехінацея входять до десятки найбільш популярних у світі серед виробників та споживачів. Це пояснюється їх природними імуномодулюючими, протизапальними і бактеріостатичними властивостями [5, 7, 8].

Збільшення попиту на сировину ехінацеї характерне і для України. Вітчизняний ринок включає не тільки свіжі та сухі кореневища з коренями, але й надземну частину, яка заготовлюється під час цвітіння. 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. Розширення виробничих площ потребує системи насінництва для ехінацеї. Особливо гостро ця проблема постає під час вирощування ехінацеї блідої, у якої лабораторна схожість не буває вищою за 60–70 %. Схожість насіння ехінацеї коливається у широких межах – від 45–56 % [6] до 68 % [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Комерційні партії насіння *E. purpurea* демонструють високу енергію проростання (82–97 %) без додаткових обробок [9]. На протигагу цьому, проблема пророщування *E. angustifolia* та *E. pallida* є досить актуальною, особливо для виробників органічної продукції.

Для стимуляції проростання насіння застосовуються стратифікація, техніки синхронізації (механічного, хімічного), гіберелін, етефон, нітрат натрію, азотна кислота, етанол, чергування темного та світлого часу, температура для переривання спокою [9]. Фармакологічна спрямованість об'єкту досліджень спонукає до пошуку екологічно безпечних шляхів вирішення цього питання [1, 2]. Методи обробки насіння синтетичними хімікатами не можуть бути застосовані у практиці органічного землеробства. Для підприємств, які спеціалізуються на вирощуванні лікарських рослин, отримання дружних сходів ехінацеї залишається важливою господарською проблемою, оскільки, незважаючи на досить високу лабораторну схожість (від 50 до 95 % залежно від виду), в польових умовах вона є значно нижчою і нестабільною за роками [1–4].

Мета дослідження – вивчити вплив екологічно безпечних стимуляторів на схожість та енергію проростання ехінацеї блідої.

Матеріали та методи. Наші дослідження були присвячені регулюванню посівних якостей ехінацеї блідої із використанням передпосівної обробки насіння. Для цього в лабораторних умовах нами було проведено обробку насіння та порівняльний аналіз схожості та енергії проростання насіння. Принциповим під час вибору методів обробки лікарської сировини для нас були

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

два аспекти: екологічна чистота та доступність у використанні.

Для порівняння ми обрали 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%-го 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 суміші 0,05%-го розчину високоактивного гуміново-фульвового препарату «Лігногумат» та 0,2%-го розчину комплексного препарату «Альбіт» (регулятор росту, антистресант, мікродобриво);
- контроль – сухе насіння.

Результати досліджень. Одержані дані свідчать про те, що енергія проростання ехінацеї

значною мірою залежить від віку насіння, обробітку гібереліном та інших способів обробки насіння (рис. 1). Старе насіння характеризується енергією проростання $12,00 \pm 2,46$ % (без обробки гібереліном) та $8,50 \pm 2,13$ % (з обробкою гібереліном). Для нового насіння ці показники стали $52,50 \pm 3,32$ та $78,00 \pm 1,10$ % відповідно.

Складний характер взаємозв'язків між спостережуваними екологічними факторами потребував застосування статистичної процедури, яка дала б змогу виокремити різноманітні впливи та оцінити їх внесок у формування загальної динаміки окремо. Загальна лінійна модель поєднує можливості регресійного та дисперсійних методів статистичного аналізу. У рамках такої процедури ми маємо можливість оцінити роль категоріальних та континуальних змінних у варіювання дослідженої величини. Крім того, посівні якості насіння характеризуються комплексом показників, які, з одного боку, взаємопов'язані між собою (скорельовані), а з іншого боку, між цими показниками можуть виникати причинно-наслідкові зв'язки.

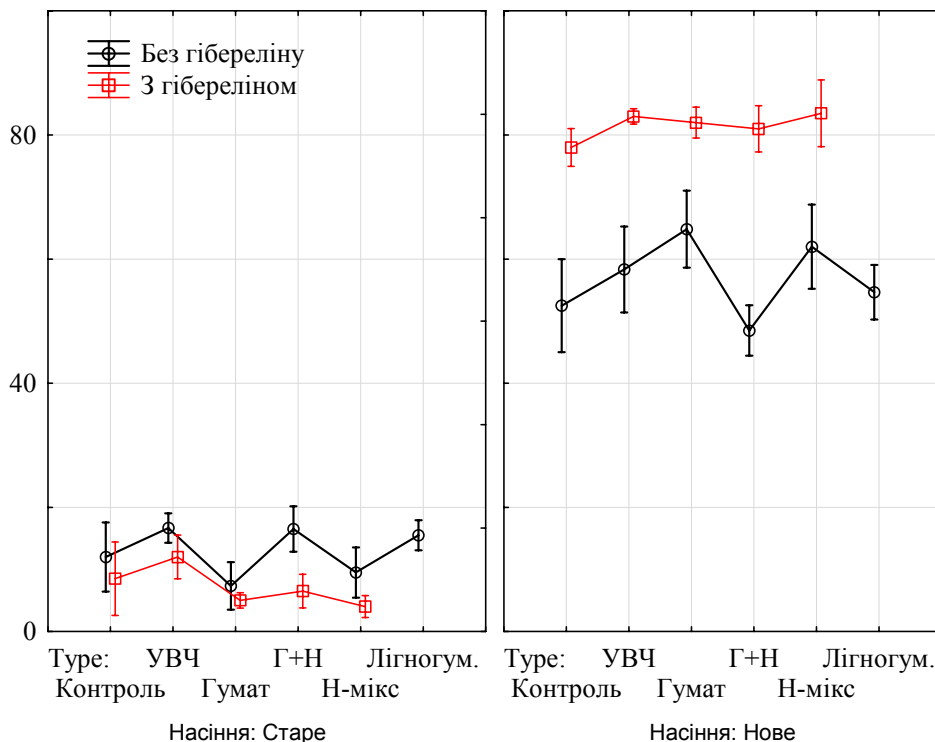


Рис. 1. Енергія проростання (y %) насіння ехінацеї блідої залежно від передпосівної обробки насіння

Умовні позначки: УВЧ – обробка УВЧ полем; Гумат – замочування у гуматі натрію (0,001 %); Г+Н – замочування у гуматі натрію (0,001 %) + «Наномікс» (1 %); Н-мікс – замочування у «Наноміксі» (1 %); Лігногум – замочування у «Лігногуматі» (0,05 %) + «Альбіт» (0,2 %).

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

Це дає змогу на одному рівні аналізу змінну розглядати у якості функції від дії інших зовнішніх чинників, а на наступному рівні аналізу цю змінну розглядати у якості такої, що включена до сукупності чинників, вплив яких на іншу змінну може бути дослідженим. Певною мірою, процедура дослідження має ітеративний характер. Також важливо те, що залучення у якості коваріат характеристик посівних якостей насіння

значною мірою коригує одержані результати по характеру значення зовнішніх факторів як керуючих змінних, які визначають особливості динаміки пророщування насіння.

Нами встановлено, що вік насіння, способи його обробітку, додатковий обробіток гібереліном визначають 95 % варіювання енергії проростання насіння ехінацеї блідої (табл. 1).

1. Загальна лінійна модель впливу віку насіння, способу обробітку насіння та додаткового обробітку гібереліном на енергію проростання насіння ехінацеї блідої ($R^2 = 0,95$, $F = 278,49$, $p = 0,00$)

Предиктор	Сума квадратів	Ступені свободи	Середнє суми квадратів	F-відношення	p-рівень
Константа	226539,5	1	226539,46	5754,00	0,00
Вік насіння	118718,0	1	118717,99	3015,38	0,00
Обробка	1118,9	5	223,78	5,68	0,00
Гіберелін	1482,0	1	1481,97	37,64	0,00
Вік*Обробка	1380,0	5	275,99	7,01	0,00
Вік*Гіберелін	4592,5	1	4592,50	116,65	0,00
Помилка	6929,3	176	39,37	–	–

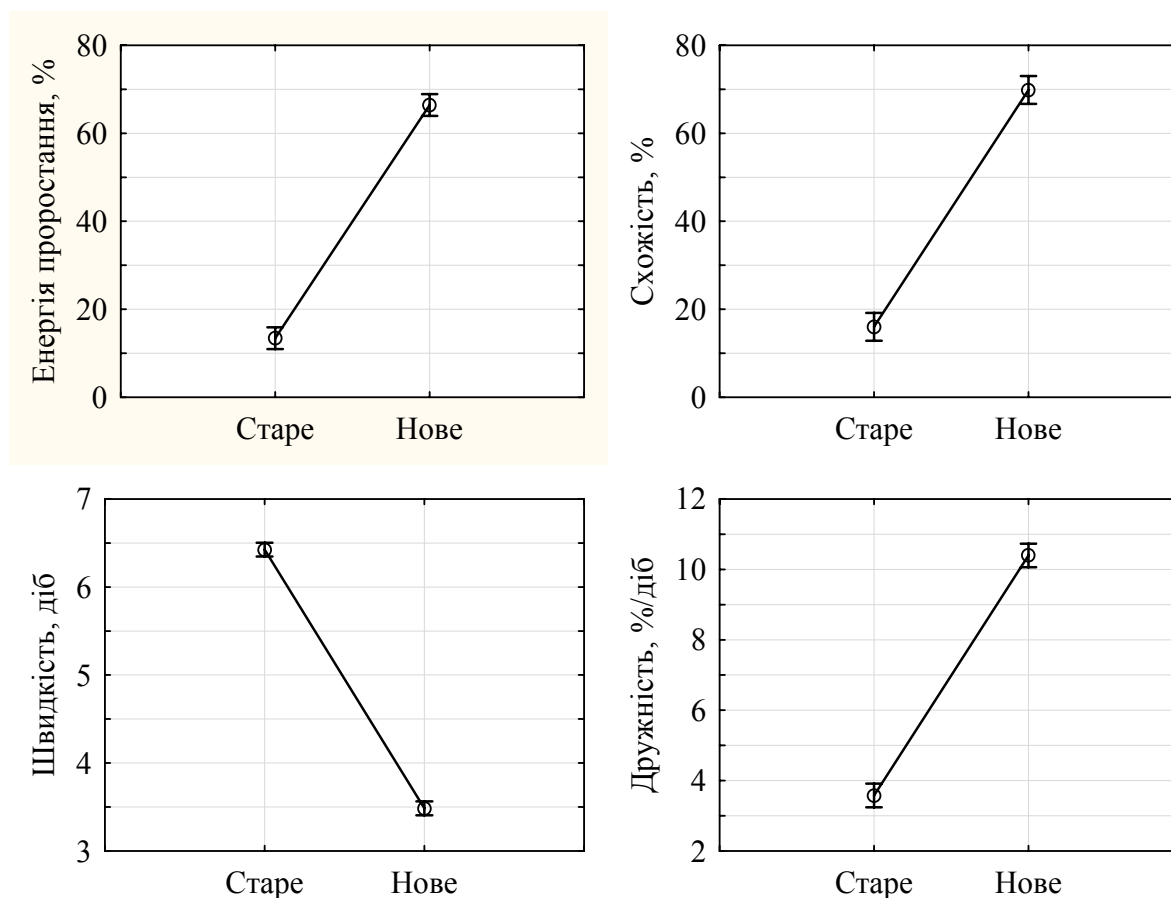


Рис. 2. Вплив віку насіння на характеристики проростання насіння ехінацеї блідої за результатами загальної лінійної моделі

Усі вказані предиктори є статистично вірогідними. Нами встановлено, що енергія проростання насіння ехінацеї блідої суттєво залежить від віку насіння (рис. 2). Енергія проростання старого насіння становить $12,14 \pm 0,66$ %, тоді як нове насіння демонструє енергію проростання $65,13 \pm 1,17$ %. Як буде детально обговорюватися далі, від віку насіння залежить не тільки рівень енергії проростання, але й особливості реагування на інші впливи. Процедура загальної лінійної моделі дає змогу «відфільтрувати» різні аспекти варіювання досліджуваної ознаки, беручи до уваги той факт, що результуюче значення є результатом суперпозиції впливів різної генези.

Обробка гібереліном значно стимулює енергію проростання (рис. 3). Без обробки цим фітогормоном енергія проростання становить $36,97 \pm 2,08$ %, тоді як під впливом гібереліну досліджуваний показник сягає рівня $43,27 \pm 5,09$ %.

У контролі за результатами загальної лінійної моделі енергія проростання становить $35,18 \pm 4,86$ % (рис. 4).

Серед способів попереднього обробки насіння найбільш ефективний вплив на енергію проростання здійснює електромагнітне поле УВЧ діапазону. Після такого обробки енергія проростання становить $42,49 \pm 4,38$ %. Вплив інших способів обробки відчутний порівняно з

контролем, але менший, ніж у випадку з УВЧ впливом. Замочування насіння у суміші 0,05%-го розчину високоактивного гуміново-фульво-вого препарату «Лігногумат» та 0,2%-го розчину комплексного препарату «Альбіт» дає змогу досягти енергії проростання насіння $36,55 \pm 3,92$ %. Подібний ефект на енергію пророщування мають замочування насіння у 0,001%-му розчині гумату натрію та замочування насіння у 1%-му розчині хелатного комплексного добрива «Наномікс» ($38,76 \pm 5,02$ та $38,40 \pm 5,80$ % відповідно).

Характер впливу обробки насіння залежить від його віку. Для старого насіння не ефективним є обробіток гуматом та «Наномікс». Для контрольного рівня енергії проростання старого насіння $9,38 \pm 1,64$ % цей показник для обробленого насіння гуматом та «Наноміксом» становить $7,53 \pm 1,45$ та $7,42 \pm 1,64$ % відповідно. Але поєднаний вплив цих стимуляторів має суттєвий вплив на енергію проростання – $13,30 \pm 1,98$ %. Найбільший стимулюючий ефект для старого насіння був установлений для суміші 0,05%-го розчину високоактивного гуміново-фульво-вого препарату «Лігногумат» та 0,2%-го розчину комплексного препарату «Альбіт» та для УВЧ-опромінення, які дали змогу досягти енергії проростання $13,36 \pm 1,79$ % та $15,13 \pm 1,46$ %.

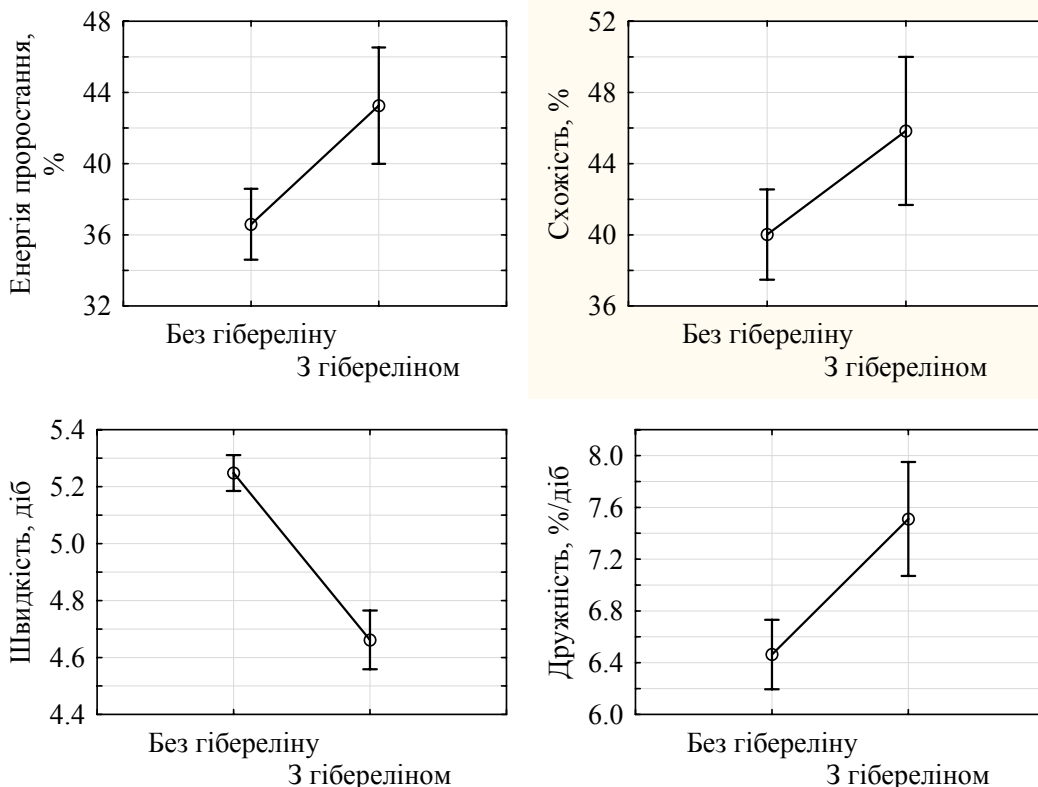


Рис. 3. Вплив обробки насіння гібереліном на характеристики проростання насіння ехінацеї блідої за результатами загальної лінійної моделі

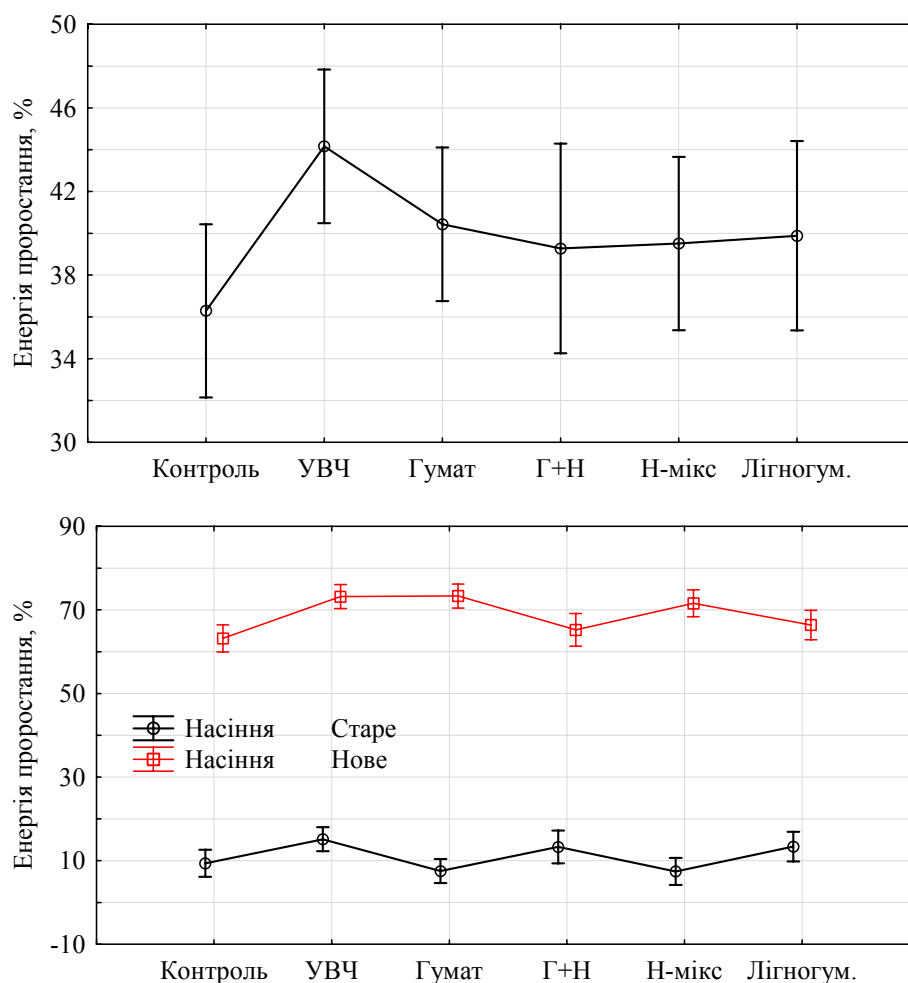


Рис. 4. Вплив різних способів обробітки насіння на енергію проростання насіння ехінацеї білої за результатами загальної лінійної моделі

Для нового насіння суміш гумату та «Нано-міксу» є найменш ефективною. В разі контрольного значення енергії проростання нового насіння $63,19 \pm 1,64$ % вказана суміш дала змогу досягти для цього показнику тільки $65,25 \pm 1,98$ %. Найбільший ефект на енергію проростання нового насіння здійснюють УВЧ-опромінення та обробка гуматом – $73,20 \pm 1,45$ та $73,34 \pm 1,45$ % відповідно. Дещо менша енергія проростання насіння після впливу «Наноміксу» та суміші «Лігногумату» та «Альбіту» – $71,60 \pm 1,64$ та $66,40 \pm 1,79$ % відповідно.

Застосування суміші 0,001%-го розчину гумату натрію та 1%-го розчину хелатного комплексного добрива «Наномікс» дає більший ефект, ніж кожен з цих стимуляторів окремо – $39,2, \pm 6,48$ %.

УВЧ-електромагнітне поле в дослідженому діапазоні термінів експозиції демонструє дозозалежну ефективність. Нами встановлено, що регресійний коефіцієнт, який характеризує лінійний вплив УВЧ обробітку на енергію проростання дорівнює $1,74 \pm 0,47$ (95%-й довірчий ін-

тервал – 0,80–2,68).

Також нами показано, що різні рівні розведення «Лігногумату» характеризуються різним впливом на енергію проростання. У дослідженому діапазоні рівнів розведення залежність енергії проростання від концентрації «Лігногумату» є лінійною, а відповідний регресійний коефіцієнт з урахуванням віку насіння має значення $12,42 \pm 4,25$ (95%-й довірчий інтервал – 3,79–21,04). Слід зазначити, що наприклад, зіставлення енергії проростання насіння сосни звичайної в окремих варіантах дослідження свідчить, що вплив на енергію проростання «Лігногумату» в усіх випробуваних концентраціях (від 0,05 до 1 мл/л) був відсутній – енергія проростання насіння у досліді не перевершувала контроль (Тараненко, 2017). Але у випадку застосування «Лігногумату» з нормою витрати 150 г/т для насіння ріпаку озимого енергія проростання була максимальною в досліді й становила 94 %, що на 11 % більше, порівняно з контролем.

2. Загальна лінійна модель впливу віку насіння, способу обробки насіння та додаткового обробки гібереліном на схожість насіння ехінацеї блідої ($R^2 = 0,92$, $F = 171,10$, $p = 0,00$)

Предиктор	Сума квадратів	Ступені свободи	Середнє суми квадратів	F-відношення	p-рівень
Константа	261856,0	1	261855,99	3886,82	0,00
Вік насіння	125872,9	1	125872,91	1868,38	0,00
Обробка	1297,0	5	259,41	3,85	0,00
Гіберелін	1129,8	1	1129,84	16,77	0,00
Вік*Обробка	2240,8	5	448,15	6,65	0,00
Вік*Гіберелін	6536,7	1	6536,71	97,03	0,00
Помилка	11857,2	176	67,37	–	–

Зменшення норми витрати стимулятора росту до 100 г/т призводило до зменшення енергії проростання на 1 %, порівняно з максимальним показником, а застосування «Лігногумату» з нормою 50 г/т – на 6 % (Гордєєва, 2014).

Енергія проростання та схожість насіння сильно скорельовані між собою ($r = 0,99$, $p = 0,00$), що обумовлює значну синхронність цих показників.

Одержані результати свідчать про те, що вік насіння, способи його обробки, додатковий обробіток гібереліном визначають 92 % варіювання енергії проростання насіння ехінацеї блідої (табл. 2).

Усі вказані предиктори є статистично вірогідними. Нами встановлено, що схожість насіння ехінацеї блідої суттєво залежить від віку насіння (рис. 1). Схожість старого насіння становить $14,96 \pm 0,92$ %, тоді як нове насіння демонструє схожість $68,76 \pm 1,36$ %. Від віку насіння залежить не тільки рівень схожості, але й особливості реагування на інші впливи. Обробка гібереліном значно стимулює схожість. Без обробки цим фітогормоном схожість становить $40,44 \pm 2,12$ %, тоді як під впливом гібереліну досліджуваній показник сягає рівня $45,82 \pm 5,44$ %.

У контролі під час дослідження різних способів обробки насіння за результатами загальної лінійної моделі схожість становить $39,42 \pm 5,09$ % (рис. 1). Серед способів попереднього обробки насіння найбільш ефективний вплив на схожість здійснює електромагнітне поле УВЧ діапазону. Після такого обробки схожість становить $46,62 \pm 4,56$ %. Вплив інших способів обробки відчутний порівняно з контролем, але менший, ніж у випадку з УВЧ впливом. Замочування насіння у суміші 0,05 %-го розчину високоактивного гуміново-

фульвового препарату «Лігногумат» та 0,2 %-го розчину комплексного препарату «Альбіт» дає змогу досягти схожості насіння $40,12 \pm 3,57$ %. Подібний ефект на схожість насіння мають замочування насіння у 0,001 %-му розчині гумату натрію та замочування насіння у 1 %-му розчині хелатного комплексного добрива «Наномікс» ($40,92 \pm 5,35$ та $41,41 \pm 5,96$ % відповідно).

Оцінка характеру впливу попередньої обробки насіння на схожість суттєво змінюється, якщо у якості коваріати розглянути енергію проростання. Урахування цієї змінної вказує на те, що саме енергія проростання здійснює основний внесок у формування кінцевої схожості насіння. Стимулюючий ефект енергії проростання у загальній результативності найбільший у разі обробки насіння гуматом та дещо менший у випадку застосування інших стимуляторів.

Висновки:

1. Вік насіння, способи його обробки, додаткова обробка гібереліном визначають 95 % варіювання енергії проростання та 92 % варіювання схожості насіння ехінацеї блідої.

2. Енергія проростання та схожість нового насіння у 4–5 разів вища, ніж старого. Обробка гібереліном значно стимулює ці показники.

3. Серед способів попереднього 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.

4. УВЧ-електромагнітне поле в дослідженому діапазоні термінів експозиції демонструє позитивну дозо-залежну ефективність.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Поспелов С. В.* Методы оценки продуктивности представителей рода Эхинацея (*Echinacea Moench*) прегенеративного периода онтогенеза / С. В. Поспелов // Вісник Полтавської держ. аграрн. академ. – 2013. – №1. – С. 24–30.
2. *Поспелов С. В.* Вплив термінів зберігання на посівні якості та фітосанітарний стан насіння окремих видів роду *Echinacea Moench* / С. В. Поспелов, Н. І. Нечипоренко, Г. Д. Поспелова // Вісник Полтавської держ. аграрн. академ. – 2011. – №3. – С. 23–28.
3. *Поспелов С. В., Самородов В. Н.* Изучение представителей рода *Echinacea Moench* в Полтавской государственной аграрной академии / С. В. Поспелов, В. Н. Самородов : материалы Междунар. науч. конф. [«Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы»] (21–22 мая 2013 г., г. Новосибирск). – Новосибирск, 2013. – С. 90–93.
4. *Поспелов С. В.* Морфометричні параметри насіння представників роду *Echinacea Moench* та їхній зв'язок з агрометеорологічними чинниками / С. В. Поспелов // Селекція та насінництво. – 2013. – №3–4. – С. 39–44.
5. *Foster S.* Echinacea: Nature's immune enhancer / S. Foster // Healing Arts Press, Rochester, VT. 1991.
6. *Franke R., Schenk R.* Echinacea – influence of cultivation method on yield and content of active principles / R. Franke, R. Schenk // Echinacea Symposium (June 3–5, 1999, Ritz-Carlton). – Kansas City, Mo (USA). – P. 55–71.
7. *Hobbs C.* The echinacea handbook. Eclectic Medical Publications / C. Hobbs. – Portland, OR. 1989. – P. 1–7.
8. *Kindscher K.* Ethnobotany of purple coneflower (*Echinacea angustifolia*, Asteraceae) and other *Echinacea* species / K. Kindscher // Econ. Bot. 1989. – Vol. 43. – P. 498–507.
9. Ethephon promotes germination of *Echinacea angustifolia* and *E. palidain* darkness / [Qu L., Wang X., Yang J., Hood E., Scalzo R. E.] // Hort Science. – 2004. – Vol. 39. – P. 1101–1103.
10. *Stevens M.* Eastern purple coneflower *Echinacea purpurea* (L.) Moench / M. Stevens [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/cs_ecpu.pdf.