

УДК: 58.009, 58.032.1, 58.037

**ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОСТІЙНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ
НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ТА РІСТ КОРЕНЯ І СТЕБЛА ДУРМАНУ
ЗВИЧАЙНОГО НА РАННІХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ**

Ю. Бено^{1*}, М. Дика¹, К. Скварко²

*¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна
e-mail: urko.bn@gmail.com*

*²Ботанічний сад Львівського національного університету імені Івана Франка
вул. М. Черемшини, 44, Львів 79014, Україна
e-mail: k.skvarko@gmail.com*

Використовуючи двофакторний дисперсійний аналіз, провели оцінку впливу постійного магнітного поля тривалістю дії 30 хв, 3 год, 15 год та 24 год і різної інтенсивності поля (5, 30 та 60 Е) на проростання насіння, довжину кореня та стебла дурману звичайного на ранніх етапах онтогенезу. Встановлено, що зміни динаміки проростання насіння, довжини кореня та стебла зумовлені більшою мірою інтенсивністю дії постійного магнітного поля, чутливість до якого спадає в часі.

Ключові слова: дурман звичайний, постійне магнітне поле, дисперсійний аналіз.

Дослідження впливу магнітного поля на рослинні об'єкти залишається актуальною проблемою. Наприклад, зниження напруженості геомагнітного поля в сотні й тисячі разів має певні фізіологічні наслідки для рослин. При цьому деякі рослини (огірки та редис) відповідають прискоренням, інші – гальмуванням проростання (кукурудза, ячмінь) з наступним поверненням до норми, треті – відсутністю реакції або появою пухлиноподібних утворень [9].

Велика інтенсивність чи тривалість дії магнітного поля не завжди має позитивний вплив на рослинний організм. Інтенсивність постійного магнітного поля (ПМП) в 1600 Е впливає на ріст проростків пшениці менш помітно, ніж поле в 60 Е. Заслугує уваги той факт, що і короткочасна (до 30 хв) дія ПМП інтенсивністю 20 Е, яка збігається з напрямом магнітного поля землі, стимулює ріст кореня [15].

На сучасному етапі розвитку сільського господарства дедалі більше уваги спрямовано на використання екологічно чистих методів обробки насіння сільськогосподарських культур із метою селекції нових сортів, збільшення врожайності та покращення зберігання врожаю [12]. Відомо, що одним із критичних етапів у житті рослинного організму, від якого залежить виживання генотипу, є фаза проростання насіння. Доведено, що кінцевий урожай краще корелює з ранньою появою сходів порівняно з іншими параметрами. Чим довший період від посіву до появи сходів, тим більша ймовірність мікробного та грибкового їх ураження і загибелі [6]. Тому дуже широко досліджуються способи застосування фізичних факторів, мікроелементів, вітамінів, світла та інших фізіологічно активних речовин з метою підвищення швидкості проростання насіння [14].

У дослідженнях, отриманих нами в біофізичній лабораторії ботанічного саду [4], впливу ПМП на проростання насіння, довжину кореня та стебла дурману звичайного

встановлено, що ефект від впливу поля залежить від інтенсивності та тривалості його дії. Низька інтенсивність поля та його короткотривалий вплив стимулював проростання насіння дурману звичайного, але при дослідженні впливу ПМП на довжину кореня та стебла не спостерігали стимулюючого ефекту.

Для визначення причини, від якої більше залежать зміни проростання насіння, довжини кореня та стебла – від тривалості дії магнітного поля чи від інтенсивності впливу, ми вважали за доцільне кількісно оцінити вплив цих чинників. Та при такому дослідженні доводиться мати справу з впливом багатьох чинників (як зазначених вище, так і не врахованих в експерименті). Одним із адекватних методів оцінки впливу досліджуваних чинників і їх взаємодії є багатофакторний дисперсійний аналіз, що дає змогу оцінити мінливість досліджуваних показників.

Метою даної роботи була кількісна оцінка впливу ПМП різної тривалості дії (30 хв, 3 год, 15 год і 24 год – перший фактор) та інтенсивності (5, 30 і 60 Е – другий фактор) на проростання насіння, довжину кореня та стебла дурману звичайного на початкових етапах онтогенезу.

Матеріали та методи

Вихідним матеріалом дослідження були експериментальні дані, отримані нами в лабораторії ботанічного саду ЛНУ імені Івана Франка [4], а саме – середні значення проростання насіння, довжини кореня та стебла дурману звичайного за дії ПМП різної інтенсивності (5, 30 і 60 Е) та різної тривалості дії (30 хв, 3 год, 15 год, 24 год) на початкових етапах онтогенезу (1–12 дні).

Визначення проростання насіння, довжини кореня та стебла дурману звичайного ми проводили за такою методикою. Сухе насіння піддавали впливу ПМП протягом 30 хв, 3 год, 15 год, 24 год, інтенсивність ПМП 5, 30 або 60 Е. Індукцію ПМП визначали за допомогою датчика Холла. Насіння поміщали в чашки Петрі на фільтрувальний папір і зволожували дистильованою водою. Чашки витримували до 30 днів у термостаті за температури 30°C до завершення досліду (ГОСТ 20290-74). Підрахунок пророслого насіння протягом перших 12 днів проводили щодня. Проростання насіння розраховували у відсотках після статистичного аналізу результатів, одержаних із 4-х вибірок по 30–50 насінин у кожній з них. Щоб оцінити характер регуляції ростових процесів у рослин після передпосівної обробки насіння ПМП, паростки, в яких довжина коріння становила 2,0–2,5 см, переносили на середовище Гельрігеля і протягом одного місяця вирощували у вегетаційній кімнаті при температурі 22–24°C у водних культурах за умов природного освітлення. Морфометричним показником росту рослин була довжина коріння та стебел паростків [11]. Усі зміни за дії ПМП оцінювали відносно часового тренду проростання насіння та росту контрольних (інтактних) рослин.

Експериментальний матеріал опрацьовували за допомогою методу двофакторного дисперсійного аналізу. Для кожного з досліджуваних показників визначали відносні частки впливу інтенсивності (5, 30 та 60 Е) та тривалості (30 хв, 3 год, 15 год, 24 год) дії поля на фоні впливу не врахованих у експерименті чинників, а також оцінювали статистичну значимість цих впливів.

Організація досліджень була такою:

1) двофакторний дисперсійний аналіз для оцінки впливу інтенсивності ПМП (перший досліджуваний чинник) і тривалості його дії (другий досліджуваний чинник) на проростання насіння дурману звичайного; виконано 4 серії двофакторного дисперсійного аналізу за експериментальними даними, отриманими на 1, 2, 3 та 4-й дні дослідження.

2) двофакторний дисперсійний аналіз для оцінки впливу інтенсивності та тривалості дії ПМП на довжину кореня та стебла дурману звичайного; виконано по 3 серії двофакторного дисперсійного аналізу для кожного з показників за експериментальними даними, отриманими на 6, 9 та 12-й дні дослідження.

Порівняння зміни морфометричних показників росту дурману звичайного в досліджувані періоди за дії ПМП проводили зі змінами в контрольній групі.

Дисперсійний аналіз проводили з використанням засобів Microsoft Excel, підпрограму з Аналізу даних (двофакторний дисперсійний аналіз з повтореннями), завдяки яким також оцінювали вірогідність отриманих результатів дослідження.

Результати і їхнє обговорення

Для порівняння впливу досліджуваних факторів на динаміку ростових процесів було проведено серію двофакторних дисперсійних аналізів з обчисленням їх часток впливу. На рис. 1 показано відносні частки впливу інтенсивності (5, 30 та 60 Е) та тривалості (30 хв, 3 год, 15 год, 24 год) дії ПМП на проростання насіння дурману звичайного з 1-го по 4-й день досліду.

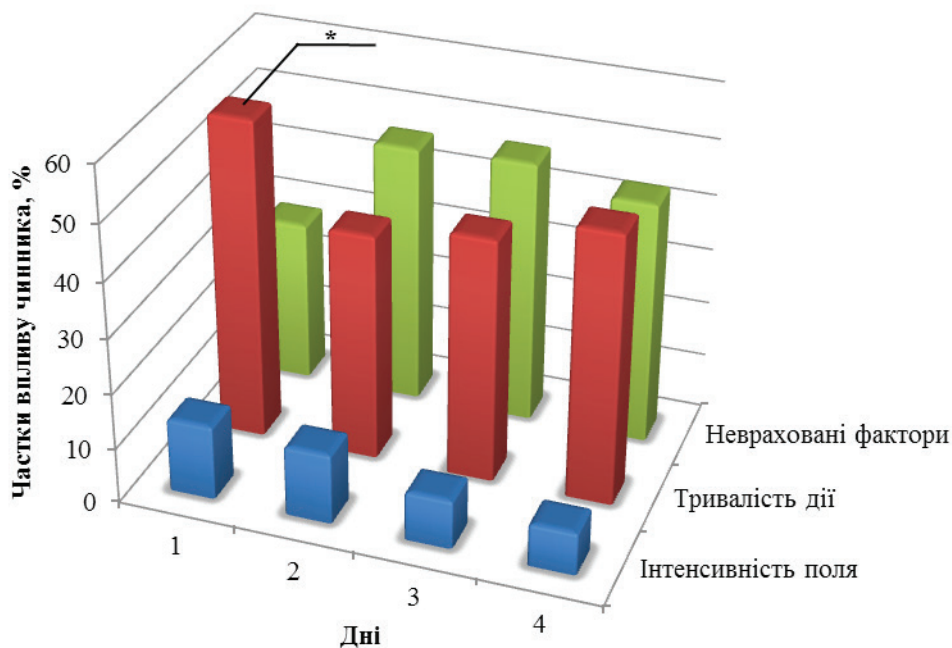


Рис. 1. Частки впливу інтенсивності та тривалості дії постійного магнітного поля на проростання насіння дурману звичайного. Вірогідні зміни порівняно з контролем: * – $P < 0,05$ – достовірно, $P > 0,05$ – недостовірно.

У перший день дослідження частка впливу інтенсивності ПМП становила 13,3% і зменшувалася до 7,7% на четвертий день (рис. 1). Частка впливу тривалості дії постійного магнітного поля в перший день досліджень сягала 57,6% ($P < 0,05$) і в подальшому зменшувалася до 48,7% ($P > 0,05$), що дає змогу припустити про чутливість дурману звичайного до досліджуваного фактора на початковому етапі дослідження.

Результати експериментального дослідження також свідчать [4], що залежність проростання насіння від інтенсивності та тривалості дії постійного магнітного поля в кожен

із днів експерименту є неоднаковою, причиною цього може бути зміна чутливості дурману звичайного до досліджуваних факторів у ході його розвитку.

У порівнянні з результатами дисперсійного аналізу впливу ПМП на проростання насіння, при обчисленні частки впливу інтенсивності постійного магнітного поля на довжину кореня та стебла дурману звичайного (6, 9 та 12-й дні дослідження) вона була значною і коливалась у межах 40–70,4% (рис. 2, 3). На 6-й день досліду для довжини кореня частка впливу інтенсивності ПМП становила 70,4% ($P < 0,01$) та для стебла 59,2% ($P < 0,05$) і була найсильнішим фактором впливу, а на 12-й день зменшилася до 41,8% і 40%, відповідно. Отримані дані дають змогу припустити, що інтенсивність впливу ПМП становила основу стимулюючого ефекту на ріст кореня та стебла дурману звичайного.

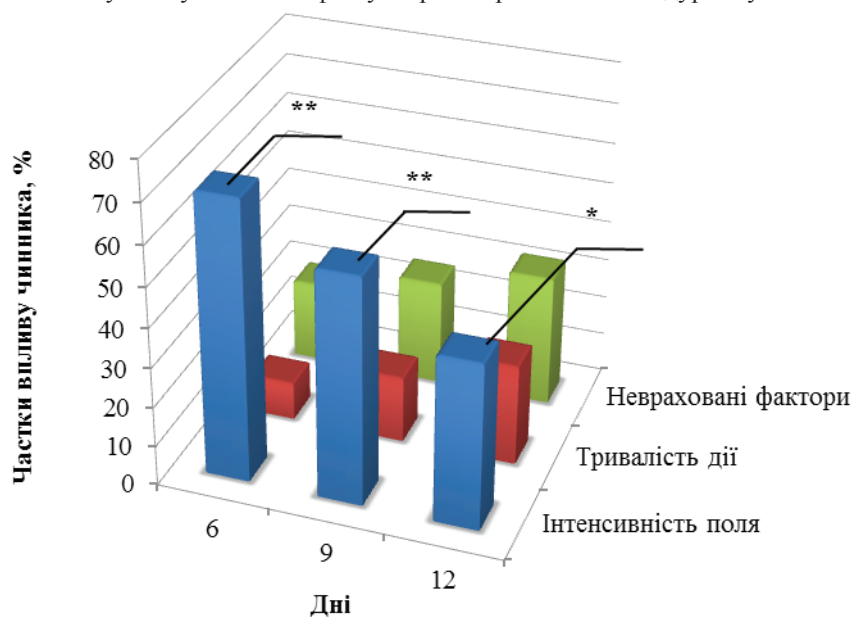


Рис. 2. Частки впливу інтенсивності та тривалості дії постійного магнітного поля на довжину кореня дурману звичайного. Вірогідні зміни порівняно з контролем: * – $P < 0,05$ – достовірно, ** – $P < 0,01$, $P > 0,05$ – недостовірно.

Частка впливу тривалості дії ПМП, яка при дослідженні проростання насіння зумовила майже 50% змін досліджуваного показника, при біометрії кореня була незначною і коливалась у межах 9,4–25,3% (рис. 2). На 6-й день вона становила 9,4% ($P > 0,05$) і зростала до 16,6% ($P > 0,05$) та 25,3% ($P > 0,05$) на 9-й і 12-й день дослідження, відповідно. Варто відзначити, що порівняно з експериментальними даними при збільшенні тривалості дії постійного магнітного поля спостерігалось незначне гальмування у рості кореневої системи дурману звичайного в усіх варіантах досліду [4].

При дослідженні цього ж фактора на довжину стебла було отримано результати, наведені на рис. 3.

Частка впливу тривалості дії ПМП була незначною, на 6-й день дослідження вона становила 12,5%, а на 9-й і 12-й день – 10,5 та 11,3% ($P > 0,05$), відповідно. Результати експериментального дослідження також підтверджують незначні зміни довжини стебла дурману звичайного за короткотривалої дії ПМП (30 хв і 3 год) та гальмування в рості стебла й аномальній формі та жовтизні листя при довготривалій дії (15, 24 год).

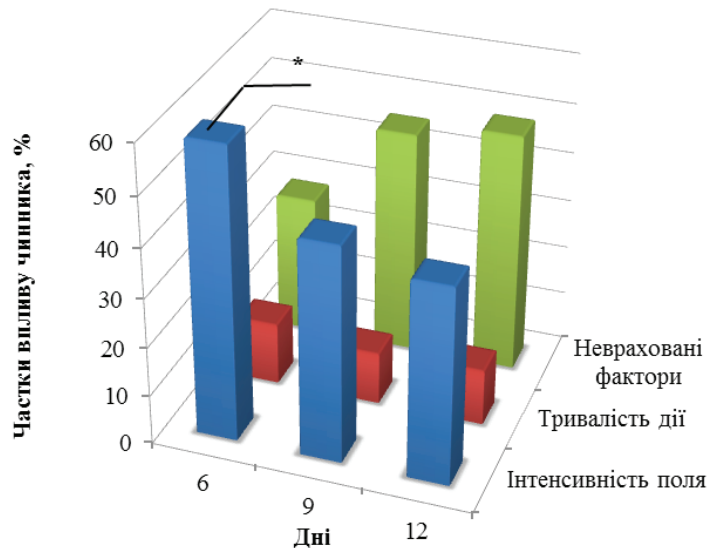


Рис. 3. Частки впливу інтенсивності та тривалості дії постійного магнітного поля на довжину стебла дурману звичайного. Вірогідні зміни порівняно з контролем: * – $P < 0,05$ – достовірно, $P > 0,05$ – недостовірно.

Визначена відносна частка не врахованих в експерименті факторів досить значна. При дослідженні динаміки проростання насіння, довжини кореня та стебла дурману звичайного спостерігається тенденція до збільшення частки впливу неврахованих факторів. Це може бути пов'язано з тим, що на відкриті системи впливають фактори, які не завжди вдається виключити чи описати і, можливо, причиною також є зменшення сприйнятливості дурману звичайного до дії ПМП.

Отримані результати свідчать, що вплив постійного магнітного поля різної інтенсивності та тривалості дії є неоднаковим на досліджувані показники росту дурману звичайного і змінюється протягом його розвитку. Максимальна чутливість до ПМП спостерігається в 1-й день дослідження проростання насіння та 6-й, 9-й дні росту кореня і стебла. На початковому етапі проростання насіння досліджуваний об'єкт найбільш чутливий до тривалості впливу ПМП, а основний стимулюючий ефект на початкових етапах онтогенезу дурману звичайного (довжина кореня та стебла) залежить значною мірою від інтенсивності впливу поля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аксенов С. И., Булычев А. А., Грунина Т. Ю., Туровецкий В. Б. О механизмах воздействия низкочастотного магнитного поля на начальные стадии прорастания семян пшеницы // Биофизика. 1996. Т. 41. Вып. 4. С. 179–198.
2. Антоняк О. Т. Загальна фізика: основи електрики і магнетизму: навч. посібник. Львів: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 240 с.
3. Баран Б. А. Влияние магнитного поля на кинетику химических реакций // Укр. хим. журнал. 1998. Т. 64. № 4. С. 26–29.
4. Бено Ю., Дика М., Скварко К. Порівняльний аналіз дії постійного магнітного поля на схожість насіння лікарських рослин // Молодь і поступ біології: VII Міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів. Львів, 2011. С. 6–7.

5. Бучаченко А. Л., Сагдеев Р. З., Салихов К. М. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях. Новосибирск: Наука, 1978, 396 с.
6. Данович К. Е., Соболев А. М., Жданова К. П. и др. Физиология семян. М.: Наука, 1982. 318 с.
7. Дорфман Я. Г. О специфике воздействия магнитных полей на диамагнитные макромолекулы в растворе // Биофизика. 1962. № 7. 733 с.
8. Дорфман Я. Г. О физическом механизме воздействия статических магнитных полей на живые системы. М.: Изд-во ВИНТИ, 1966. 234 с.
9. Копанев В. И., Шакула А. И. Влияние гипомангнитного поля на биологические объекты. М.: Наука, 1986. 158 с.
10. Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П. Загальний курс фізики: навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти / за ред. І. М. Кучерука. К.: Техніка, 2001. Т. 2: Електрика і магнетизм. 452 с.
11. Лакін Г. Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
12. Новицкий Ю. И. Действие постоянного магнитного поля на растения // Вестн. АН СССР. 1968. № 9. С. 92.
13. Новицкий Ю. И., Стрекова В. Ю., Тараканова Г. А., Прудникова В. П. О некоторых особенностях действия постоянного магнитного поля на прорастание семян / В кн.: Говорят молодые ученые. М.: Московский рабочий, 1966. С. 47.
14. Овсянкин В. В., Феофилов П. П. Кооперативная сенсбилизация фотофизических и фотохимических процессов / В кн.: Молекулярная фотоника. Л.: Наука, 1970. С. 86–106.
15. Савостин П. В. (Ssawostin P.W.) Magnetwachstumsreaktionen bei Pflanzen // Planta (Berlin), 1930. 12, N 2. 327 с.
16. Сиротина Л. В., Сиротин А. А., Травкин М. П. Некоторые особенности биологического действия слабых магнитных полей / В кн.: Реакция биологических систем на слабые магнитные поля. М., 1971. С. 95.
17. Совински П., Быкова Л. В., Шепановска М., Бельцаж Б. К вопросу о механизме действия постоянного магнитного поля на проростки кукурузы, выявляемого по повышению устойчивости к холоду // Препр. Объед. Ин-т Ядерных Исслед., Дубна. 1990. № Р 19-90-157. С. 1–7.
18. Стрекова В. Ю., Тараканова Г. А., Прудникова В. П., Новицкий Ю. И. Некоторые физиологические и цитологические изменения у прорастающих семян в постоянном магнитном поле. I. Влияние неоднородного магнитного поля низкой напряженности // Физиол. растений. 1965. Т. 12. Вып. 5. С. 920.
19. Тараканова Г. А., Стрекова В. Ю., Прудникова В. П., Новицкий Ю. И. Некоторые физиологические и цитологические изменения у прорастающих семян в ПМП. II. Влияние однородного МГ поля низкой напряженности // Физиол. растений. 1965. Т. 12. Вып. 6. С. 1029.
20. Тишанькин В. Ф. Газообмен у мышей в постоянном магнитном поле // Тр. Пермского мед. ин-та. 1950. Вып. 24–25. С. 105.
21. Haberditzl W. Enzyme activity in high magnetic fields // Nature. 1967. 213. N 5071. P. 72.

Стаття: надійшла до редакції 19.03.13

доопрацьована 29.10.13

прийнята до друку 30.10.13

ANALYSIS OF VARIANCE THE INFLUENCE OF CONSTANT MAGNETIC FIELD ON SEED GERMINATION, GROWTH OF ROOTS AND STEMS OF *DATURA STRAMONIUM* L. IN THE EARLY STAGES ONTOGENESIS

Yu. Beno¹, M. Dyka¹, K. Skvarko²

¹*Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine
e-mail: urko.bn@gmail.com*

²*Botanical Garden, Ivan Franko National University of Lviv
44, M. Cheremshyna St., Lviv 79014, Ukraine
e-mail: k.skvarko@gmail.com*

Using two-factor analysis of variance evaluated the influence of a constant magnetic field duration of 30 min, 3 h, 15 h and 24 h and varying intensity field (5, 30 and 60 F) on seed germination, growth of roots and stems of *Datura stramonium* L. in the early stages of ontogeny. Found that changes in the dynamics of seed germination, growth of roots and stems due to a greater extent, the intensity of the constant magnetic field sensitivity which decreases over time.

Keywords: *Datura stramonium* L., constant magnetic field, analysis of variance.

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН, РОСТ КОРНЕЙ И СТЕБЛЯ *DATURA STRAMONIUM* L. НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

Ю. Бено¹, М. Дика¹, К. Скварко²

¹*Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина
e-mail: urko.bn@gmail.com*

²*Ботанический сад Львовского национального университета
имени Ивана Франко
ул. М. Черемшины, 44, Львов 79014, Украина
e-mail: k.skvarko@gmail.com*

Используя двухфакторный дисперсионный анализ, провели оценку влияния постоянного магнитного поля длительностью действия 30 мин, 3 ч, 15 ч и 24 ч и различной интенсивностью поля (5, 30 и 60 Е) на прорастание семян, длину корня и стебля дурмана обыкновенного на ранних этапах онтогенеза. Установлено, что изменение динамики прорастания семян, длины корня и стебля обусловлены в большей степени интенсивностью действия постоянного магнитного поля, чувствительность к которому убывает во времени.

Ключевые слова: дурман обыкновенный, постоянное магнитное поле, дисперсионный анализ.