



УДК: 57.043

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОСТІЙНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ *PHYSOSTEGIA VIRGINIANA ALBA* (L.) BENTH.

Ю. Й. Бено¹, М. В. Дика¹, К. О. Скварко²

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

²Біофізична лабораторія, Ботанічний сад ЛНУ імені Івана Франка
вул. Черемшини, 44, Львів 79014, Україна
e-mail: k.skvarko@gmail.com

У статті наведено результати експериментального дослідження впливу постійного магнітного поля на проростання насіння *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. (фізостегія віргінська біла). Виявлено стимулюючий вплив постійного магнітного поля напруженістю 5,0–60,0 Ерстед на проростання насіння досліджуваного об'єкта. На початковій стадії проростання (четвертий і п'ятий дні після посіву) схожість насіння *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. залежала від тривалості дії постійного магнітного поля та від його напруженості, що коливалась у межах від 5,0 до 60,0 Ерстед. На завершальній стадії (десята доба) така залежність була дуже слабкою. За короткотривалого впливу постійного магнітного поля (експозиція упродовж 0,5–3,0 год) ефект стимулювання проростання насіння досліджуваного об'єкта виявлено впродовж усіх десяти днів експерименту (за винятком тригодинної дії магнітного поля напруженістю 60,0 Ерстед). Перші пророслі насінини було виявлено вже на четвертий день досліду. За довготривалої дії магнітного поля (тривалістю 6,0 та 18,0 год) ми спостерігали чітке стимулювання проростання насіння лише починаючи зі сьомої доби після висіву.

Ключові слова: *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth., постійне магнітне поле, проростання насіння.

ВСТУП

У результаті антропогенезу в навколишньому середовищі спостерігаються локальні та глобальні зміни характеристик магнітного поля. Тому все більшого значення набуває питання дослідження таких змін та їх впливу на рослинні об'єкти. Це потребує глибокого вивчення механізмів дії магнітного поля на живу клітину.

Найвагомішими параметрами магнітного поля, які визначають його вплив на рослинні об'єкти, є напруженість і тривалість дії. Було встановлено, що висока

напруженість магнітного поля (понад 15 000 Ерстед), а також значна тривалість дії (понад 18 год) назагал пригнічує розвиток рослин. Низька напруженість (5–50 Ерстед) та короткотривала дія (до 3 год) позитивно впливає на ростові процеси. До прикладу, магнітне поле напруженістю 5–60 Ерстед (Е) і тривалістю дії 0,5 та 1 год стимулювало проростання насіння дурману звичайного, роману однокошикового, фенхелю та волошки [3–5, 8]. Магнітне поле напруженістю 40 Е і тривалістю дії 0,5 год стимулювало проростання насіння пшениці та його подальший розвиток, а довготривала дія за магнітним полем цієї ж напруженості призводила до аномальних змін кореневої системи і пагонів рослин [7, 13, 16, 17]. Короткотривалий вплив магнітного поля малої напруженості дуже покращував стимуляцію проростання насіння пшениці та бобових осмотичним шоком [1, 9–12, 18].

Незважаючи на численні дослідження в галузі магнітобіології, важко обґрунтувати єдину гіпотезу впливу магнітного поля на рослини [6]. Відомо, що МП може впливати не лише на динаміку проростання насіння, але й на ріст і розтяг кореня та стебла, функціонування мембран клітини, їх жорсткість і поглинання води клітиною [13, 15, 16]. Магнітне поле може спричинити порушення функціонування генів, структурні зміни білкових молекул, у тому числі багатьох ферментів [2, 14, 16].

Метою даної роботи було дослідити вплив постійного магнітного поля різної напруженості (від 5,0 до 50,0 Ерстед) та тривалості дії (від 0,5 до 18 год) на проростання насіння *P. virginiana alba*.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі використовували насіння *P. virginiana alba* – багаторічної декоративної трав'янистої рослини, отримане у 2009 р. з рослин, вирощених на експериментальній ділянці відділу фізіології та біохімії рослин ботанічного саду ЛНУ імені Івана Франка. Сухе насіння поміщали в чашки Петрі на фільтрувальний папір і експонували в однорідному постійному магнітному полі напруженістю 5,0; 30,0; 60,0 Ерстед (Е) упродовж 0,5; 3; 6; 18 годин. Чашки з насінням розміщали над джерелом магнітного поля, зміну напруженості якого досягали шляхом збільшення віддалі магніту від насіння. Джерелом постійного магнітного поля був підковоподібний магніт з альніко-сплаву. Після цього насіння зволожували дистильованою водою. Чашки витримували у вегетаційній кімнаті за температури 24°C й освітлення лампою денного світла інтенсивністю 330 лк до завершення досліду. Підрахунок пророслого насіння проводили упродовж 10 днів після посіву. Для статистичного опрацювання даних використовували чотири вибірки по 50 насінин. Результати досліду порівнювали із проростанням насіння контрольних рослин.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХНЄ ОБГОВОРЕННЯ

На основі отриманих експериментальних даних нами виявлено, що за довгострокової дії (6 і 18 год) вплив постійного магнітного поля на динаміку проростання насіння майже не залежав від його напруженості в межах від 5 до 60 Е (рис. 2). Зі зменшенням тривалості дії постійного магнітного поля (від 3 до 0,5 години) зростала залежність схожості насіння від його напруженості. За 0,5-годинного впливу цю залежність ми спостерігали більшою мірою на 5-ту, а також на 7-му доби досліду (рис. 1). На шосту добу вплив напруженості магнітного поля був мінімальним.

За 3-годинного впливу максимальний ефект напруженості магнітного поля спостерігався на п'яту і шосту, а мінімальний – на десяту добу досліді. У всіх варіантах досліді (крім групи, яку піддавали 6-годинному впливу магнітного поля), починаючи з шостої доби схожість насінин, які інкубували у магнітному полі, достовірно перевищувала схожість контрольних.

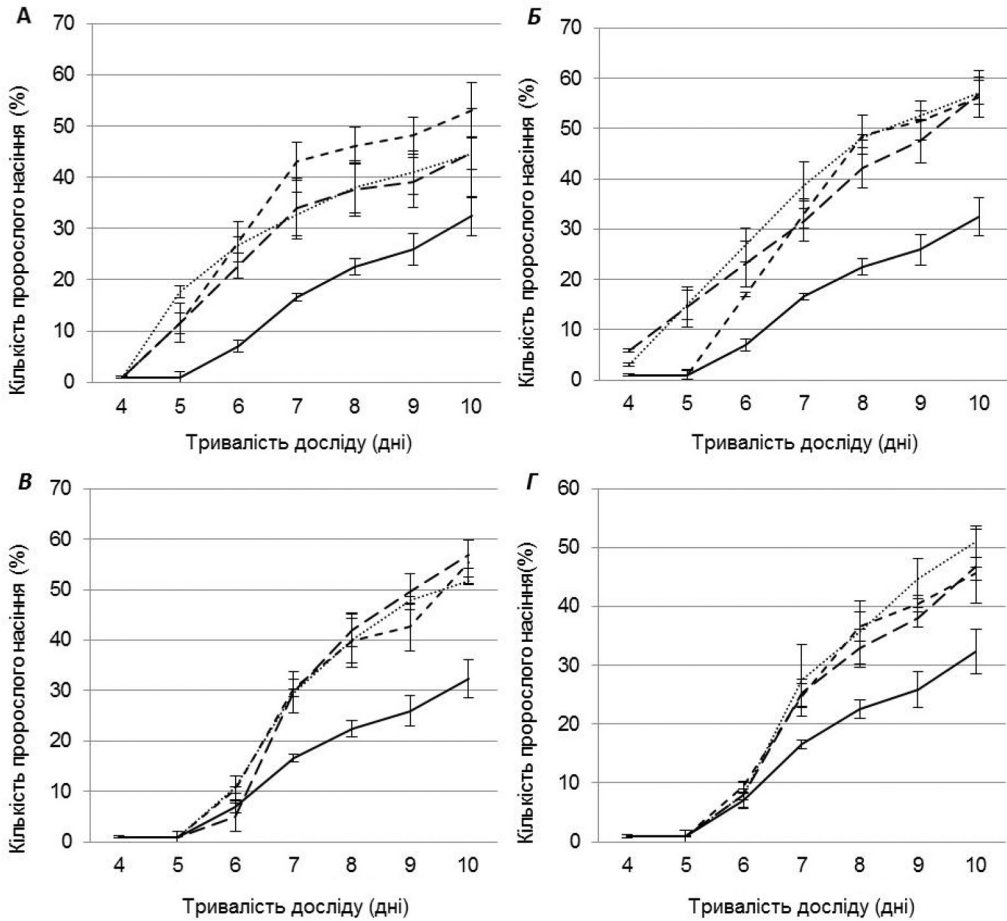


Рис. 1. Динаміка проростання насіння *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. за дії постійного магнітного поля: А – тривалість дії 0,5 год; Б – тривалість дії 3 год; В – тривалість дії 6 год; Г – тривалість дії 18 год;

- проростання насіння в контрольній групі;
- проростання насіння за напруженості поля 5 E;
- проростання насіння за напруженості поля 30 E;
- .- проростання насіння за напруженості поля 60 E

Fig. 1. The dynamics of seed germination of *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. under the effect of static magnetic field: А – 0.5 h duration; Б – 3 h duration; В – 6 h duration; Г – 18 h duration:

- seeds germination in control group;
- seeds germination under 5 E field intensity;
- seeds germination under 30 E field intensity;
- .- seeds germination under 60 E field intensity

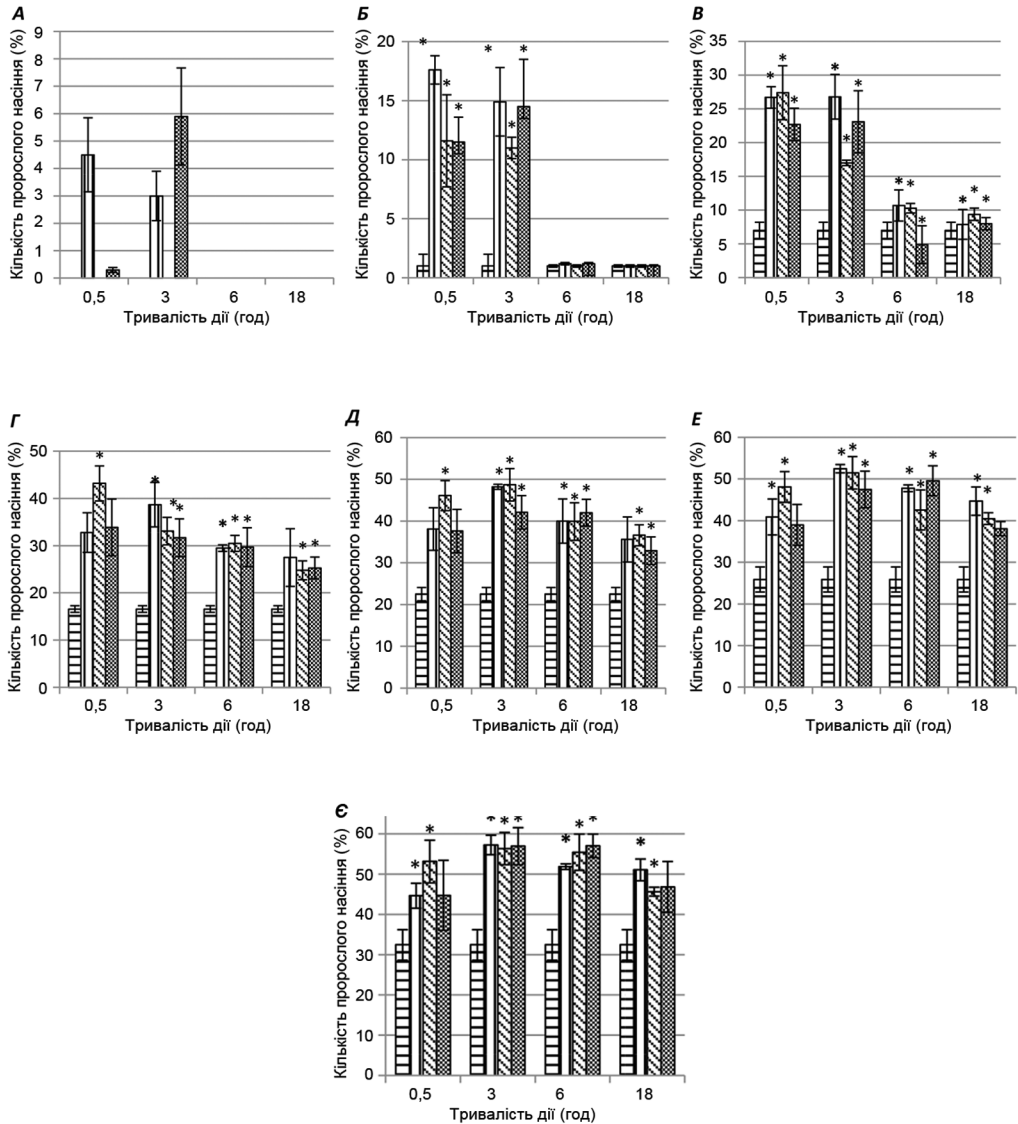


Рис. 2. Залежність проростання насіння *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. від тривалості дії постійного магнітного поля: А – на 4 день досліді; Б – на 5 день досліді; В – на 6 день досліді; Г – на 7 день досліді; Д – на 8 день досліді; Е – на 9 день досліді; Є – на 10 день досліді; □ – проростання насіння в контрольній групі; ▨ – проростання насіння за напруженості поля 5 E; ▩ – проростання насіння за напруженості поля 30 E; ▪ – проростання насіння за напруженості поля 60 E

Fig. 2. Dependence of seed germination of *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. upon the duration of action of static magnetic field: А – 4th day of the experiment; Б – 5th day of the experiment; В – 6th day of the experiment; Г – 7th day of the experiment; Д – 8th day of the experiment; Е – 9th day of the experiment; Є – 10th day of the experiment; □ – seed germination in control group; ▨ – seeds germination under the action 5 E field intensity; ▩ – seeds germination under the action 30 E field intensity; ▪ – seeds germination under the action 60 E field intensity

Максимальний результируючий ефект дії магнітного поля спостерігався за 3- та 6-годинної індукції насінин. За цих умов схожість на десятій день експерименту була майже вдвічі більшою, порівняно з контролем (табл. 1).

У групі, яку піддавали дії магнітного поля упродовж 0,5 год, незалежно від напруженості, а також у групі, яку інкубували у магнітному полі напруженістю 5,0 і 30,0 Е впродовж 3 год, перші пророслі насінини були виявлені вже на четвертий день експерименту. За умов збільшення тривалості дії поля проростання насіння ініціювалося аж на 6-ту добу, як і у контролі.

Наші дані підтверджуються попередніми дослідженнями дії магнітного поля на проростання насіння фенхелю, роману однокошикового та волошки [5].

Таблиця 1. Кількість пророслого насіння *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. за впливу постійного магнітного поля

Table 1. Quantity of sprouted seeds of *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. under the action of static magnetic field

Тривалість дії, год	Інтенсивність, Е	Проросле насіння, %						
		на 4-й день	на 5-й день	на 6-й день	на 7-й день	на 8-й день	на 9-й день	на 10-й день
0,5	5	4,5±1,3	17,6±5,3*	26,7±1,6*	32,8±4,2*	38,1±5,1	40,9±4,3*	44,6±3,1*
	30	0,0±0,0	11,6±3,4*	27,4±4,0*	43,2±3,7*	46,1±3,6*	48,1±3,7*	53,1±5,3*
	60	0,3±0,1	11,5±3,4*	22,7±2,4*	33,9±6,0*	37,6±5,2	39,0±4,9	44,7±8,7
3	5	3,0±0,9	14,9±4,4*	26,8±3,3*	38,7±5,7*	48,2±0,6*	52,5±1,0*	57,2±2,4*
	30	0,0±0,0	0,9±0,2	17,0±0,4*	33,1±2,9*	48,7±3,9*	51,5±3,9*	56,3±4,0*
	60	5,9±1,7	14,5±4,3*	23,1±4,6*	31,7±4,0*	42,1±4,0*	47,5±4,4*	56,9±4,6*
6	5	0,0±0,0	0,7±0,1	10,7±2,3*	29,5±0,7*	40,0±5,3*	47,8±0,8*	51,8±0,7*
	30	0,0±0,0	0,5±0,2	10,3±0,7*	30,5±1,7*	39,9±4,5*	42,6±4,8*	55,4±4,5*
	60	0,0±0,0	0,7±0,3	4,9±2,8	29,7±4,1*	42,0±3,2*	49,6±3,6*	57,0±2,9*
18	5	0,0±0,0	0,8±0,2	7,9±2,2	27,5±6,1*	35,6±5,4	44,7±3,4*	51,0±2,7*
	30	0,0±0,0	0,3±0,3	9,4±0,9	24,8±2,0*	36,6±2,5*	40,5±1,4*	45,6±1,1*
	60	0,0±0,0	0,2±0,1	8,0±0,9	25,3±2,3*	32,9±3,3*	38,1±1,7	46,8±6,3
Контроль		0,0±0,0	0,9±0,3	7,0±1,2	16,0±0,7	22,5±1,6	25,9±3,0	32,4±3,8

Примітка. Вірогідні зміни порівняно з контролем: * – $p > 0,95$

Comment. Significant changes compared with control: * – $p > 0.95$

ВИСНОВКИ

1. Постійне магнітне поле стимулює проростання насіння *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth.
2. Найбільшу чутливість насіння до тривалості впливу магнітного поля та його напруженості відзначали на четвертий, п'ятий і шостий дні.
3. Магнітне поле тривалістю дії 3–6 год, напруженістю 5,0–60,0 Е можна рекомендувати для стимуляції проростання насіння *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth.

1. Аксенов С.И., Булычев А.А., Грунина Т.Ю. О механизмах воздействия низкочастотного магнитного поля на начальной стадии прорастания семян пшеницы. **Биофизика**, 1996; 41 (4): 179–198.
2. Баран Б.А. Влияние магнитного поля на кинетику химических реакций. **Укр. хим. журнал**, 1998; 64 (4): 26–29.
3. Бено Ю., Дика М., Скварко К. Рівні процеси у дурману звичайного за дії постійного магнітного поля. **VI Міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів “Молодь і поступ біології”**, 2010; 6: 6–7.
4. Рошко В.Г., Роман В.В. Влияние электромагнитного поля линий электропередач на покрытосеменные растения. **Наук. вісн. Ужгор. Ун-ту. сер. Біол.**, 1997; 4: 122–128.
5. Скрипа І.Д., Пашковський М.В., Скварко К.О. Вплив постійного магнітного поля на риві процеси у рослин. **Біофізичні механізми функціонування живих систем**, 2008; 88–89.
6. 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: препринт. Дубна: Объед. Ин-т Ядерных Исслед, 1990. № P19–90–157. С. 1–7.
7. 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.: Наука, 1971: С. 95.
8. Azadniv M., Miller M.W., Brayman A.A., Cox C. Repetitive pulsed-train “off” duration mitigates reductions in root growth rates of *Pisum sativum* L. induced by 60-Hz electric field. **Radiat. Res**, 1990; 124 (1): 62–5.
9. Brayman A.A., Miller M.W. Proportionality of 60-Hz electric field bioeffect severity to average induced transmembrane potential magnitude in a root model system. **Radiat. Res**, 1989; 117(2): 207–213.
10. Cakmak T., Dumlupinar R., Erdal S. Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. **Bioelectromagnetics**, 2010; 31(2): 120–129.
11. Jinapang P., Prakob P., Wongwattananard P. et al. Growth characteristics of mung beans and water convolvuluses exposed to 425-MHz electromagnetic fields. **Bioelectromagnetics**, 2010; 31(7): 519–27.
12. Hajnorouzi A., Vaezzadeh M., Ghanati F. et al. Growth promotion and a decrease of oxidative stress in maize seedlings by a combination of geomagnetic and weak electromagnetic fields. **J. Plant Physiol**, 2011; 168(10): 1123–1128.
13. Payez A., Ghanati F., Behmanesh M. et al. Increase of seed germination, growth and membrane integrity of wheat seedlings by exposure to static and a 10-KHz electromagnetic field. **Electromagn. Biol. Med**, 2013; 23.
14. Shine M.B., Guruprasad K.N., Anand A. Enhancement of germination, growth, and photosynthesis in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field. **Bioelectromagnetics**, 2011; 32(6): 474–84.
15. Vashisth A., Nagarajan S. Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Bioelectromagnetics**, 2008; 29(7): 571–8.
16. Vashisth A., Nagarajan S. Characterization of water distribution and activities of enzymes during germination in magnetically-exposed maize (*Zea mays* L) seeds. **Indian J. Biochem. Biophys**, 2010; 47(5): 311–8.
17. Vashisth A., Nagarajan S. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. **J. Plant Physiol**, 2010; 167(2): 149–156.
18. Veselova T.V., Veselovskii V.A. Possible mechanisms of aftereffects of GSM electromagnetic radiation on air-dry seeds. **Radiats Biol Radioecol**, 2012; 52(4): 428–30.

**STUDY OF THE EFFECT OF STATIC MAGNETIC FIELD
ON SEED GERMINATION OF *PHYSOSTEGIA VIRGINIANA ALBA* (L.) BENTH.****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 *Biophysical Laboratory, Botanical Garden Ivan Franko National University of Lviv
44, Cheremshyna St., Lviv 79014, Ukraine
e-mail: k.skvarko@gmail.com*

The article presents the results of studying of the influence of static magnetic field on seed germination of *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth (Fizostehiya Virginia). Stimulating effect of static magnetic field strength by 5,0–60,0 Ersted towards germination of the plant was found. At an early stage (fourth and fifth days after seeding) germination of *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. depended on the duration of static magnetic field and on its strength in range of 5 to 60 E. At the final stage (tenth day), this relationship was very weak. The stimulation effects upon seed germination were found at short-term influence of static magnetic field on the plant during all ten days of the experiment (exposure of seeds within 0.5–3.0 hours), with the exception of three-hour magnetic field strength at 60.0 E. The first germinated seeds were found as soon as on the fourth day of the experiment. For a long-term action (duration 6,0 and 18,0 h) of a static magnetic field on seeds of *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth., stimulation of seed germination was observed only starting from the seven day after seeding.

Keywords: *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth, static magnetic field, seed germination.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ
НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН *PHYSOSTEGIA VIRGINIANA ALBA* (L.) BENTH.****Ю. И. Бено¹, М. В. Дыка¹, К. А. Скварко²**¹ *Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина
e-mail: urko.bn@gmail.com*² *Биофизическая лаборатория, Ботанический сад
Львовского национального университета имени Ивана Франко
ул. М. Черемшины, 44, Львов 79014, Украина
e-mail: k.skvarko@gmail.com*

В статье приведены результаты экспериментального исследования влияния однородного постоянного магнитного поля на прорастание семян *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. (физостегия виргинская). Обнаружено стимулирующее влияние постоянного магнитного поля напряженностью 5,0–60,0 Эрстед на прорастание семян исследуемого объекта. На начальной стадии прорастания (четвертый и пятый дни после посева) всхожесть семян *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. зависела от продолжительности действия магнитного поля и от его напря-

женности, колебавшейся в пределах от 5 до 60 Эрстед. На завершающей стадии (десятые сутки) такая зависимость была очень слабой. При кратковременном воздействии постоянного магнитного поля на исследуемый объект (экспозиция семян на протяжении 0,5–3,0 ч) эффект стимулирования прорастания семян обнаружен в течение всех десяти дней эксперимента (за исключением трехчасового действия постоянного магнитного поля напряженностью 60,0 Эрстед). Первые проросшие семена были обнаружены уже на четвертый день опыта. При длительном воздействии постоянного магнитного поля на семена *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth. (продолжительность действия 6,0 и 18,0 ч) мы наблюдали стимулирование прорастания семян только начиная с седьмых суток после посева.

Ключевые слова: *Physostegia virginiana alba* (L.) Benth., постоянное магнитное поле, прорастание семян.

Одержано: 05.08.2013