



Е.Р. АРАПЕТЯН, М.Г. МОГИЛЯК, М.Б. ГАЛАН

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Університетська, 1, Львів, 79000, Україна
emrapetyan@yahoo.com

**СТИМУЛЯЦІЯ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ
CENTAUREA CARPATICA (PORC.) PORC.
(*ASTERACEAE*) СПОЛУКАМИ МІДІ ТА БОРУ**

Ключові слова: *Centaurea carpatica*, насіння, схожість, мікроелементи, рідкісний вид, збереження

Вступ

З практичного і теоретичного поглядів становить інтерес з'ясування характеру впливу мікроелементів на проростання насіння. Нині бракує експериментальних даних стосовно впливу мікроелементів на схожість насіння інтродукованих рослин природної флори. Такі дослідження проводять переважно на сільськогосподарських культурах [5, 9, 10]. Мікроелементи належать до групи незамінних мінеральних елементів поліфункціональної дії, що розглядаються як кофактори або інгібітори росту та розвитку рослин [15]. Окрім цього, мікроелементи беруть участь в індукції механізму проростання насіння. Наші попередні дослідження показали позитивний вплив мікроелементів на схожість насіння низки рослин природної флори [1, 2]. Мета представленої статті — висвітлити оптимальні умови проростання *Centaurea carpatica* (Porc.) Porc. (волошки карпатської) для її введення в культуру. Досліджували вплив сполук міді та бору на схожість насіння *C. carpatica* та ростові процеси на початкових етапах онтогенезу.

Матеріал і методи досліджень

Centaurea carpatica — східнокарпатський ендемічний вид, занесений до Червоної книги України (третя категорія охо-

рони). Росте в Карпатах на гірських луках до субальпійського поясу, трав'яних місцях серед скель, на узліссях, по долинах річок [6, 13]. Охороняється у Карпатському біосферному заповіднику та Карпатському національному природному парку. Рідкісний декоративно цінний вид [13] може бути віднесений до групи рослин природної флори, які, за європейською стратегією збереження рослин (www.peg-ium.net/plantaeuropa/proceedings.htm), рекомендовані до використання в озелененні з метою їх збереження. *S. carpatica* інтродукована у ботанічний сад Львівського національного університету імені Івана Франка у 2002 р. з насіння, зібраного в природних екотопах (урочище Джорджева Прилука біля с. Кваси Рахівського р-ну Закарпатської обл.) на висоті близько 900 м над р.м. В умовах первинної інтродукції [7] *S. carpatica* є багаторічною трав'янистою рослиною заввишки 60—120 см і за морфометричними показниками не поступається особинам з природних популяцій. В умовах ботанічного саду квітує в липні—серпні; квітки рожево-пурпурові, зібрані в кошики діаметром 3,5—4,0 см. Плоди — сім'янки, досягають у вересні. Маса 1000 насінин становить $0,9 \pm 0,02$ г. Проростання свіжозібраного насіння *S. carpatica* — 2—8 %. Насіння характеризується неглибоким фізіологічним спокоєм. Після зберігання в лабораторних умовах упродовж 3 місяців його схожість підвищується до 22,7 %.

У дослідах використовували насіння *S. carpatica* репродукції ботанічного саду. Для визначення лабораторної схожості по 50 насінин у триразовій повторності замочували в розчинах сполук мікроелементів міді (CuSO_4) або бору (H_2BO_3) в концентраціях 0,01, 0,02 та 0,04 %, обраних на підставі літературних [12] та власних експериментальних даних [1, 2]. Насіння контрольного варіанта замочували в дистильованій воді. Через 12 годин насіння дослідних варіантів і контролю промивали дистильованою водою та пророщували в чашках Петрі за температури 20 ± 2 °C та освітлення 2000—2200 люкс, яке вимірювали люксметром Ю116. Схожість насіння визначали за загальноприйнятими методиками [11]. Початок проростання реєстрували за появою корінців. Аналізували 14-добові проростки: вимірювали їх довжину, визначали сиру масу надземної частини та вміст фотосинтетичних пігментів [8]. Статистичне опрацювання експериментальних даних виконували на 95%-му рівні значущості з використанням критерію Стьюдента [4].

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження показали, що обробка насіння *S. carpatica* розчинами різних концентрацій сполук міді та бору впливає на проростання насіння вже на початкових етапах онтогенезу (табл. 1). Як видно з таблиці, початок проростання насіння в контролі, всіх варіантів із застосуванням розчинів сполук міді та бору в концентраціях 0,01 та 0,02 % відзначено на третю добу досліді. На четверту добу проросло насіння, оброблене розчином сполуки бору в концентрації 0,04 %. Насіння, оброблене розчинами CuSO_4 в усіх концентраціях, проросло, як і в контролі, впродовж 10 діб. Найвища із застосованих концентрацій сполуки бору — 0,04 % — загальмувала початок проростання на одну добу, але період проростання цього варіанта був коротшим — 9 діб. Сумарний показник загальної кількості пророслого насіння по

Таблиця 1. Проростання насіння *S. carpatica*, обробленого розчинами сполук міді та бору (шт.)

Доба пророщування	Кількість пророслого насіння, шт.						
	Контроль	CuSO ₄			H ₂ BO ₃		
		0,01 %	0,02 %	0,04 %	0,01 %	0,02 %	0,04 %
3	3	3	4	9	10	3	0
4	11	12	11	23	24	18	8
5	11	17	16	12	21	23	28
8	7	5	8	6	6	12	4
10	2	3	4	1	0	0	1
Загальна кількість пророслого насіння	34	40	43	51	61	54	41
Середній час проростання (доби)	4,9	4,8	4,9	4,3	4,3	4,7	4,9
Стандартна похибка (m)	0,20	0,16	0,17	0,05	0,12	0,10	0,10
Середнє квадр. відхилення (σ)	1,17	1,01	1,10	0,33	0,94	0,74	0,63

П р и м і т к а: насіння підраховували в сумі по трьох повторностях (150 насінин).

Таблиця 2. Схожість насіння *S. carpatica* під впливом сполук міді та бору (%)

Статистичні показники проростання	Контроль	CuSO ₄			H ₂ BO ₃		
		0,01 %	0,02 %	0,04 %	0,01 %	0,02 %	0,04 %
Схожість (%)							
Р	22,7	26,7	28,7	34,0	40,7	36,0	27,3
m _p	3,5	3,6	3,7	3,8	4,0	3,9	3,6
Різниця порівняно з контролем (%)							
d		4,00	6,00	11,30	18,0	13,30	4,60
m _d	—	4,98	5,05	5,20	5,37	5,26	5,00
t	—	0,80	1,19	2,17	3,35	2,53	0,92
p	—	—	—	0,95	>0,99	>0,95	—
Різниця при збільшенні концентрації мікроелементів (%)							
d		—	2,00	7,30	13,40	8,70	—
m _d		—	5,16	5,24	5,41	5,34	—
t		—	0,4	1,4	2,5	1,6	—
p		—	н/д	н/д	>0,95	—	—

П р и м і т к а: m — стандартна похибка; d — різниця середніх арифметичних; t — коефіцієнт Стьюдента; p — достовірність різниці порівняно з контролем.

трьох повторностях, що корелює з лабораторною схожістю насіння, був найвищим для сполуки міді в концентрації 0,04 % та сполуки бору в концентраціях 0,01 і 0,02 %. Для варіантів досліду з використанням 0,04 %-го розчину сполуки міді та 0,01 %-го бору показник «середній час проростання» був найменшим — 4,3 доби проти 4,9 у контролі. Обробка насіння мікроелементами також значно зменшує мінливість даного показника порівняно з контролем (0,33 проти 1,17).

Показники проростання та динаміка схожості насіння *S. carpatica*, обробленого сполуками міді та бору, представлені в табл. 2 і на рис. 1. Як видно з таблиці,

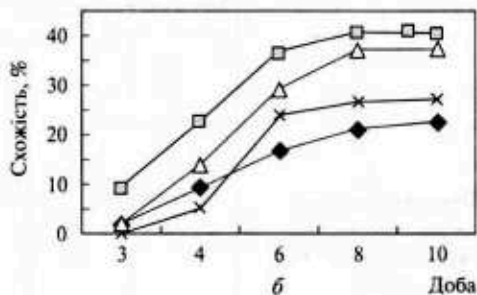
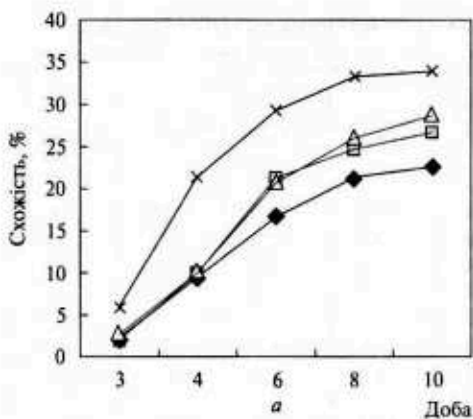


Рис. 1. Динаміка схожості насіння *C. carpatica* за дії сполук міді (а) і бору (б), %

Fig. 1. The dynamics of *C. carpatica* seeds germination upon the influence of copper substances (a) and boron (b), %

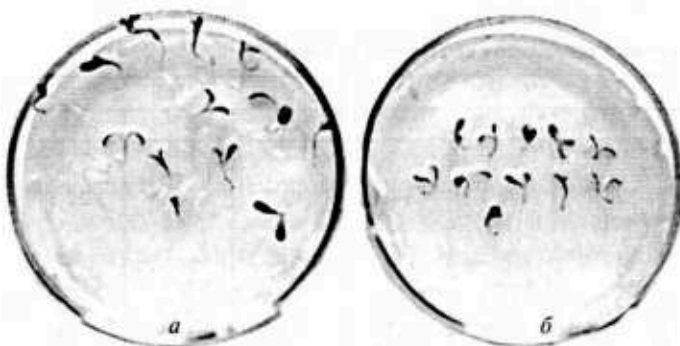


Рис. 2. Проростки насіння *C. carpatica*: а — контроль, б — обробленого розчином 0,04 % сполуки міді

Fig. 2. *C. carpatica* seedlings: a — control, б — from seeds were treated by 0,04 % solution of copper substance

обидва мікроелементи в усіх використаних концентраціях справляли стимулюючий вплив на схожість насіння порівняно з контролем. Найбільший відсоток схожості — 34,0 (0,04% CuSO_4) та 40,7 % (0,01% H_3BO_3), а схожість порівняно з контролем збільшувалася на 11,3 та 18,0 % відповідно. Наведені вище концентрації, а також 0,02%-й розчин сполуки бору показали статистично достовірне збільшення схожості насіння ($p > 0,95-0,99$) (табл. 2). Для концентрацій сполук мікроелементів, які показали найвищий відсоток схожості (0,04 % CuSO_4 та 0,01 % H_3BO_3), спостерігали найефективніше проростання порівняно з іншими концентраціями та контролем уже протягом першої доби (рис. 1).

Згідно з літературними даними, засвоєння та метаболізм елементів мінерального живлення передусім визначаються ростом кореня [3, 14]. Ми проаналізували ріст і розвиток проростків, вирощених з насіння, обробленого мікроелементами. Сполука міді в концентрації 0,02 % стимулює ріст кореня (табл. 3). Вища її концентрація (0,04 %) гальмувала ріст і розвиток кореня і вже за довжини 2–3 мм їх апікальна частина побуріла. У цьому варіанті ріст кореня пригнічувався (рис. 2). Результати експериментів з насінням *C. carpatica* збігаються з отриманими в Інституті фізіології рослин АН України [12]. У цих дослідях обробка посівного ма-

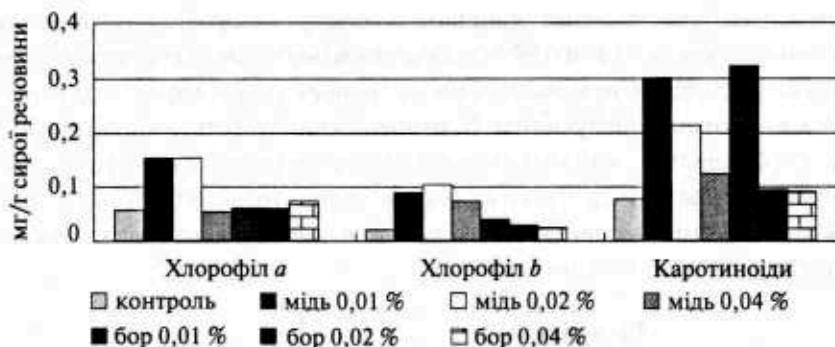


Рис. 3. Вміст фотосинтетичних пігментів у сім'ядольних листках 14-добових проростків *C. carpatica*

Fig. 3. The contents of photosynthetic pigments in leaves of *C. carpatica* seedlings on the 14th day of germination

Таблиця 3. Вплив мікроелементів на ростові показники і масу 14-добових проростків *C. carpatica*

Показник	Контроль	CuSO ₄			H ₂ BO ₃		
		0,01 %	0,02 %	0,04 %	0,01 %	0,02 %	0,04 %
Довжина коренів (мм)	20,6 ± 1,9	14,0 ± 0,2	24,1 ± 3,4	—	30,1 ± 1,3	22,7 ± 2,4	30,6 ± 12,9
Висота надземної частини (мм)	14,3 ± 0,2	11,8 ± 0,6	12,5 ± 6,7	8,8 ± 0,8	13,4 ± 2,1	14,1 ± 0,4	12,9 ± 0,2
Маса проростків (г)	0,107 ± 0,03	0,100 ± 0,01	0,109 ± 0,01	0,132 ± 0,02	0,133 ± 0,01	0,152 ± 0,03	0,142 ± 0,01

теріалу 0,05 %-м розчином CuSO₄ підвищувала схожість насіння капусти на 7 %, огірків — на 18 %. Водночас на ріст коренів огірків мідь справляла інгібуючий вплив. Зауважимо, що мідь входить до переліку важких металів, які в промислових районах є забруднювачами ґрунту та води. Але в оптимальних концентраціях — це фізіологічно необхідний мікроелемент, який впливає на розвиток рослин від моменту проростання насіння. За дії сполуки бору в усіх використаних концентраціях зареєстровано більшу порівняно з контролем довжину коренів (табл. 3). Характер дії мікроелементів на масу проростків має таку саму тенденцію, як і на ріст у довжину, тобто вплив H₂BO₃ в усіх концентраціях був сприятливішим порівняно зі сполукою міді. Маса проростків збільшувалася порівняно з контролем за дії всіх концентрацій сполуки бору — на відміну від сполуки міді (табл. 3).

Сім'ядольні листки проростків розвинулися на четверту добу досліду водночас в усіх варіантах. Також для всіх варіантів відзначено їх розвиток, збільшення розмірів, посилення інтенсивності забарвлення. Дослідження вмісту фотосинтетичних пігментів у сім'ядольних листках 14-добових проростків *C. carpatica* залежно від концентрації мікроелементів (рис. 3) підтвердили літературні дані [12] про зв'язок між обробкою насіння мікроелементами і вмістом фотосинтетичних пігментів. Усі досліджені концентрації сполуки міді спричинювали збільшення

вмісту пігментів. Зокрема, вміст основного пігменту — хлорофілу *a* — під впливом CuSO_4 у концентраціях 0,01 та 0,02 % підвищився порівняно з контролем більш як удвічі. Вміст хлорофілу *b* та каротиноїдів зріс порівняно з контролем за всіх використаних концентрацій сполуки міді. Підвищення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках *C. carpatica* за дії міді збігається з літературними даними для сільськогосподарських культур [12]. Сполука бору в концентрації 0,01 %, яка показала найефективнішу стимуляцію схожості, понад як удвічі збільшувала тільки вміст каротиноїдів у сім'ядольних листках.

Висновки

1. Обробка насіння *C. carpatica* розчинами сполук міді або бору в усіх досліджуваних концентраціях збільшує відсоток схожості і зменшує мінливість цього показника.

2. На схожість насіння *C. carpatica* ефективніше впливає сполука бору (зростання на 18,0 % порівняно з контролем), ніж міді (6,0 %).

3. Сполука міді у концентрації 0,04 % хоча і збільшує схожість досліджуваного насіння на 11,3 %, однак пригнічує розвиток кореня.

1. Арапетян Е.Р. Спосіб стимуляції насінневої схожості арніки гірської (*Arnica montana* L.) — рідкісного виду флори України // Бюл. № 8. — 2004. Патент UA 68757 А. — 5 с.
2. Арапетян Е.Р., Галан М.Б., Глиш Р.Г. та ін. Екзогенні чинники впливу на початкові етапи росту насіння // Наук. вісн. УкрДЛТУ. — 2003. — Вип. 13, № 5. — С. 290—295.
3. Гудинова Л.К., Калашник Н.А., Гамзикова О.И. и др. Изменчивость и комбинационная способность показателей первичной корневой системы яровой мягкой пшеницы в условиях Сибири // С.-х. биология. — 1983. — 18, № 6. — С. 51—54.
4. Гумецький Р.Я., Паляниця Б.М., Чабан М.Є. Математичні методи в біології: теоретичні відомості, програмований практикум, комп'ютерні тести. — Львів: Вид-во центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. — 112 с.
5. Кумаков В.А. Некоторые проблемы физиологии в связи с селекцией на продуктивность // Физиол.-генетич. основы повышения продуктивности зерновых культур. — М.: Колос, 1975. — С. 63—71.
6. Малиновський К., Царик Й.В., Кияк В.Г., Нестерук Ю. Рідкісні, ендемічні, реліктові та погранично-ареальні види рослин Українських Карпат. — Львів: Ліга-Прес, 2002. — 76 с.
7. Могіляк М.Г., Павлишин С.Б., Скибіцька М.І. та ін. Деякі особливості онтогенезу *Centaurea carpatica* (Perc.) Perc. (Asteraceae) в культурі // Мат. XII з'їзду УБТ. — Одеса, 2006. — С. 343.
8. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — С. 9—101.
9. Озолиня Г.Р., Лапина Л.П., Таучиус В.А. и др. Особенности роста корней проростков злаков при отсутствии меди в питательном растворе // Изв. АН ЛатвССР. — 1993. — № 12. — С. 88—93.
10. Охрименко М.Ф. Физиологическое значение микроэлементов для растений // Физиол. и биохим. культ. раст. — 1986. — 18, № 6. — С. 568—574.
11. Фирсова М.К. Методы исследования и оценка качества семян. — М.: Колос, 1978. — 415 с.
12. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных и человека. — Киев: Наук. думка, 1979. — 278 с.
13. Червона книга України. Рослинний світ / Відп. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. — К.: УЕ, 1996. — 602 с.

14. Gorny A.G., Patyna H. Genetic variation of the seedling shoot and root system and its relationship with adult plant characters in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) // Genet. Pol. — 1981. — 22, N 4. — P. 419—428.
15. Loomis W. David, Durst Robert W. Chemistry and biology of boron // BioFactors. — 1992. — 3, N 4. — P. 219—239.

Рекомендує до друку
І.В. Косаківська

Надійшла 26.12.2006

Э.Р. Арапетян, М.Г. Могіляк, М.Б. Галан

Львовский национальный университет имени Ивана Франко

СТИМУЛЯЦИЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН *CENTAUREA CARPATICA* (PORC.)
PORC. (ASTERACEAE) СОЕДИНЕНИЯМИ МЕДИ И БОРА

Показана целесообразность обработки семян редкого вида флоры Карпат *Centaurea carpatica* (Porc.) Porc. (Asteraceae) микроэлементами соединений меди или бора как стимуляторов их всхожести. Оптимальная концентрация соединений меди 0,02 % и бора 0,01, 0,02 % увеличивает всхожесть семян на 6, 18,0 и 13,3 % соответственно. Растворы соединений меди в концентрации 0,04% или бора в концентрации 0,01 % статистически достоверно уменьшают время прорастания ($p > 0,999$). Представлены характеристика морфометрических параметров 14-суточных проростков и содержание фотосинтетических пигментов в семядольных листьях.

Ключевые слова: *Centaurea carpatica*, семена, всхожесть, микроэлементы, редкий вид, сохранение.

E.R. Arapetyan, M.G. Mohyliak, M.B. Galan

Ivan Franko Lviv National University

THE STIMULATION OF SEED GERMINATION OF *CENTAUREA CARPATICA* (PORC.)
PORC. (ASTERACEAE) BY COPPER AND BORON SUBSTANCES

The positive influence of microelement substances (copper and boron) on *Centaurea carpatica* seed germination was shown. Copper (0,02 %) and boron (0,01 %, 0,02 %) increase the seed germination on 6,0, 18,0 and 13,3 % respectively. The microelements (0,04 % copper, 0,01 % boron) decrease the germination time ($p > 0,999$). The morphometric parameters of growing seedlings and the contents of photosynthetic pigments in 14 days old seedlings leaves were represented.

Key words: *Centaurea carpatica*, seeds, microelements, germination, rare species, conservation.