

РЕАКЦІЯ НАСІННЯ *ASTER ALPINUS* L. (*ASTERACEAE*) НА ОБРОБКУ МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ

Е. Арапет'ян, Б. Паляниця

Ботанічний сад Львівського національного університету імені Івана Франка
вул. Черемшину, 44, Львів 79014, Україна
e-mail: emarapetyan@gmail.com

Aster alpinus L. (айстра альпійська) з родини *Asteraceae* – представник флори Карпат, занесений у Червону книгу України з природоохоронним статусом виду як рідкісний. Насіння збагачували мікроелементами шляхом замочування їх упродовж 12 годин у розчинах сполук мікроелементів цинку ($ZnSO_4$), молібдену (Na_2MoO_4), міді ($CuSO_4$) або бору (H_3BO_3) у концентрації 0,02%. Обробка насіння розчинами мікроелементів збільшила схожість насіння *A. alpinus* на 2,7–7,3%. Виявлено залежність схожості насіння від мікроелементів. Сполука молібдену ефективніше впливає на показник посівної якості насіння *A. alpinus* (збільшення схожості на 7,3% порівняно з контролем).

Ключові слова: *Aster alpinus* L., Червона книга України, рідкісний вид, насіння, мікроелементи, схожість.

У національних документах, а саме – Законі України “Про природно-заповідний фонд України” (ст. 31), визначено, що основними завданнями ботанічних садів є збереження, вивчення рідкісних і типових видів флори.

Для насіння рослин різних груп, у тому числі для інтродукованої флори, які головним чином розмножуються насіннєвим шляхом, дослідження проводяться у різних напрямках. Із низки екзогенних чинників впливу на схожість насіння ми досліджували мікроелементи як недорогі, легкодоступні хімічні речовини, фізіолого-біохімічна характеристика яких всебічно досліджена для сільськогосподарських культур. Мікроелементи належать до незамінних мінеральних елементів, хоча рослинам для життєвого циклу потрібні у малій кількості [5]. Досліджено, що мікроелементи беруть участь в індукції механізму проростання насіння. Цей етап розвитку потребує активізації процесів поділу та розтягу клітин органів зародка, що можливе після утилізації запасних речовин. Першими з ферментів при проростанні насіння з'являються гідролази, які розщеплюють запасні речовини, які, як відомо, синтезуються при проростанні *de novo*. Припускається, що мікроелементи забезпечують синтез білків, специфічних для проростання, тому що входять у ключові ферменти метаболічних процесів. На даний час недостатньо експериментальних даних, які репрезентують вплив мікроелементів на схожість насіння інтродукованих рослин природної флори. Аналіз літературних даних для сільськогосподарських культур свідчить, що оптимальна концентрація мікроелементів індивідуальна для кожного виду рослин [9]. Наші попередні дослідження показали, що обробка насіння рослин природної флори призводить до пришвидшення проростання й підвищення схожості насінин порівняно з контролем. Науковий напрям досліджень є у контексті “Європейської стратегії збереження рослин” про активне залучення ботанічних садів до збереження флори в умовах *ex situ*.

Об'єкти і методи

Об'єктом дослідження є *Aster alpinus* L. із родини *Asteraceae* – представник флори Карпат. Вид занесений у Червону книгу України з природоохоронним статусом як рід-

кісний [8]. В Україні трапляється у Карпатах. Охороняється у Карпатському біосферному заповіднику. *A. alpinus* – багаторічна декоративна, лікарська рослина до 30 см заввишки. Росте на сухих місцях, де інші рослини важче приживаються. Розмножується насіннево та вегетативно. *A. alpinus* культивується в ботанічних садах НАНУ та університетів [4]. Уперше вид інтродукований у ботанічному саду Львівського університету імені І. Франка [3]. На експозиційній ділянці у ботанічному саду вирощується з кореневищ і насіння, завезених з хребта Свидовець (Українські Карпати). Хворобами та шкідниками не пошкоджуються. Вид зимостійкий і не вражається шкідниками та хворобами. Успішність інтродукції в умовах культивування за всіма показниками оцінена як особливо перспективний вид [6].

У досліджах використовували насіння, зібране з рослин, які вирощуються в колекції ботанічного саду. Аналізували реакцію насіння на дію мікроелементів. Вивчення ефекту дії розчинів солей мікроелементів при обробці ними насіння *A. alpinus* проводили з метою підвищення його схожості.

Насіння *A. alpinus* збагачували шляхом замочування його у розчинах сполук мікроелементів цинку ($ZnSO_4$), молібдену (Na_2MoO_4), міді ($CuSO_4$) або бору (H_3BO_3) в концентрації 0,02%. Вказану концентрацію було вибрано з урахуванням даних літератури та результатів власних попередніх експериментів. Насіння контрольного варіанта замочували в дистильованій воді. Через 12 год насіння дослідних і контрольного варіантів промивали дистильованою водою. Лабораторну схожість визначали загальноприйнятим методом [7]. Насіння пророщували у чашках Петрі на фільтрувальному папері при температурі $20 \pm 2^\circ C$ та освітленні 2000–2200 люкс, яке вимірювали люксметром Ю116. Аналізували схожість насіння, початкові етапи росту й розвитку проростків. Статистичне опрацювання експериментальних даних по 50 штук у трикратній повторності з використанням парного t-тесту для середніх (критерію Стьюдента, для $P \leq 0,05$) [2]. Також для оцінки впливу мікроелементів на схожість насіння було застосовано критерій Пірсона χ^2 .

Результати і їхнє обговорення

Проростання досліджуваного насіння, замоченого у розчинах мікроелементів, розпочалось одночасно з контрольним на четвертий день від дня замочування. Обробка насіння розчинами сполук мікроелементів не пришвидшила проростання насіння порівняно з контролем. Період проростання насіння *A. alpinus* у лабораторних умовах був нетривалим як у контрольному, так і в дослідних варіантах. Спостереження тривало упродовж 8 днів (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка проростання насіння *A. alpinus*, обробленого розчинами сполук мікроелементів

Доба пророщування	Кількість пророслого насіння <i>A. alpinus</i> , шт/день				
	Контроль	$ZnSO_4$	Na_2MoO_4	$CuSO_4$	H_3BO_3
4	2	5	3	5	3
5	9	17	12	16	9
6	25	28	22	29	16
7	31	36	32	36	25
8	35	39	38	37	32
9	36	44	38	37	34
10	36	44	45	44	38
11	36	46	47	44	40

Обробка насіння сполуками мікроелементів позитивно вплинула на схожість насіння *A. alpinus* порівняно з контролем (табл. 2). Усі використані мікроелементи (цинк, молібден, купрум, бор) збільшили схожість насіння порівняно з контролем. Зокрема, об-

робка насіння мікроелементами міді та цинку показала достовірне збільшення схожості досліджуваного насіння.

Таблиця 2

Дані лабораторної схожості насіння *A. alpinus*,
обробленого розчинами сполук мікроелементів

Варіанти	Контроль	ZnSO ₄	Na ₂ MoO ₄	CuSO ₄	H ₃ BO ₃
Кількість пророслого насіння, шт.	12,0±2,1	15,3±2,4	15,7±1,2	14,7±0,9	13,3±1,8
Кількість пророслого насіння, %	24,0±4,2	30,7±4,8	31,3±2,4	29,3±1,8	26,7±2,7
Коефіцієнт Ст'юдента (t)		6,43	2,11	4,95	1,07
P- рівень значущості		<0,001	0,07	<0,001	>0,05

Примітка. Середні дані по трьох повторностях (150 насінин).

Мінімальний ефект схожості насіння *A. alpinus* отримано при обробці борною кислотою, хоч у наших дослідах з іншими видами, наприклад, з *Centaurea carpatica*, показано достовірне збільшення схожості насіння на 13,3% [1]. Наші попередні дослідження показали видоспецифічність реакції насіння різних видів природної та культурної флори на екзогенну обробку різними мікроелементами. Використання тих самих мікроелементів дало найкращі показники стимуляції схожості сполукою мікроелементу цинку, яка збільшила схожість насіння *Centaurea carpatica* і *Telekia speciosa* на 17,8% та 13,4% відповідно порівняно з контролем. Літературні дані для сільськогосподарських культур так само показують позитивний/негативний ефект одного й того ж мікроелементу на схожість насіння різних культур [5].

Аналіз повторностей кінцевої схожості контрольного насіння або обробленого мікроелементами показує широку мінливість насіння (рис. 1), що є характерним для насіння природної флори, а особливо для насіння з родини *Asteraceae*. Порівняння експериментальних вибірок з контрольними для встановлення достовірності різниці між ними за середніми значеннями не дало можливості повністю охарактеризувати вплив обробки мікроелементами на насіння *A. alpinus*. Ми вважаємо, що схожість насіння – це альтернативна ознака, тобто досліджуване насіння проросло або не проросло. З метою встановлення достовірності різниці між порівнюваними вибірками за характером розподілу, можна застосувати критерій Пірсона

$$\chi^2 = \sum \frac{(E - T)^2}{T}$$

де E – кількість пророслого насіння у повторностях (класах) обробленого насіння; T – теоретично очікувані кількості, тобто схожість необробленого мікроелементами насіння (фактично контроль). Різниця між розподілами статистично істотна, якщо вираховане значення $\chi^2_{\text{експ}}$ є більшим за табличне значення $\chi^2_{\text{табл}}$, яке знаходять для $P \leq 0,05$ залежно від кількості ступенів вільності v ($v = k - 1$, де k – кількість класів).

Отримані коефіцієнти Пірсона порівнювали з табличним значенням, яке знайшли для рівня значущості $P = 0,05$ та $v = 2$. Граничне значення $\chi^2_{\text{табл}}$ для отриманих експериментальних даних дорівнює 2,71. Різниця між розподілами статистично істотна, тому що $\chi^2_{\text{експ}} \geq \chi^2_{\text{табл}}$.

Порівняльний аналіз коефіцієнтів Пірсона, представлених у табл. 3, дає можливість виявити вплив хімічного фактора на схожість насіння.

Аналіз сумарної схожості насіння як сума повторностей трьох чашок показує збільшення кількості пророслого насіння у дослідних варіантах. Застосування критерію Пірсона дає змогу стверджувати достовірне збільшення схожості насіння обробленого мікроелементами цинку, молібдену та міді порівняно з контролем. Сполука бору у

використаній концентрації 0,02% недостовірно збільшила схожість насіння досліджуваного виду (табл. 3).

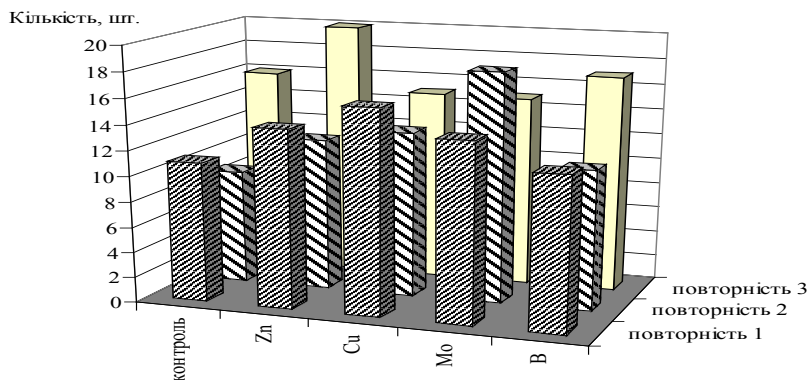


Рис. 1. Схожість насіння *A. alpinus* за дії мікроелементів у трьох повторностях.

Таблиця 3

Порівняльний аналіз впливу обробки мікроелементами на схожість насіння *A. alpinus*

Повторність	Контроль, шт.	ZnSO ₄ , шт.	Na ₂ MoO ₄ , шт.	CuSO ₄ , шт.	H ₃ BO ₃ , шт.
1	11	14	14	16	12
2	9	12	18	13	11
3	16	20	15	15	17
Сумарна схожість в 3-х чашках	36	46	47	44	40
χ^2		2,82*	9,90*	4,11*	0,59

Примітка. * – достовірне збільшення схожості обробленого насіння порівняно з контролем.

Характеристика подальшого росту і розвитку сходів *A. alpinus* для всіх варіантів дослідження однакова порівняно з контрольною. Статистична обробка довжини коренів восьмиденних проростків не виявила достовірних змін цієї величини порівняно з контролем. Слід відзначити, що довжина коренів проростків у разі використання міді становить $3,76 \pm 0,3$ мм і є значно меншою ніж за впливу цинку ($7,3 \pm 0,5$ мм), молібдену ($6,3 \pm 0,7$ мм) або бору ($6,2 \pm 0,7$ мм). У дослідних варіантах аномальних проростків не відзначено.

Отримані результати для дослідженого виду та дані попередніх дослідів для інших видів рослин інтродукованої флори дають підстави зробити висновок про необхідність експериментальних досліджень стосовно кожного виду рослин з метою визначення оптимальних концентрацій мікроелементів, щоб досягнути максимального ефекту для реалізації генетичного потенціалу схожості. Крім того, для насіння рослин природної флори, які пройшли етап інтродукції, досліді необхідно повторювати впродовж кількох років.

Отже, показана доцільність використання розчинів солей мікроелементів як стимуляторів схожості насіння рідкісного виду флори Карпат *A. alpinus*. Позитивний ефект дії мікроелементів на схожість показано для насіння, якому не властивий період спокою. Обробка насіння розчинами різних мікроелементів ZnSO₄, Na₂MoO₄, CuSO₄, H₃BO₃ збільшила схожість насіння *A. alpinus* на 2,7–7,3%. Виявлено залежність схожості насіння від мікроелементу. Сполука молібдену ефективніше впливає на схожість насіння *A. alpinus* (збільшення схожості на 7,3% порівняно з контролем). Необхідно зазначити, що для насіння інтродукованих видів рослин природної флори і особливо представників, які занесені в Червону книгу України, збільшення схожості насіння за дії недоврогих і легкодоступних, нетоксичних речовин має практичне значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Арапет'ян Е. Р., Могіляк М. Г., Галан М. Б. Схожість насіння інтродукованих рослин волошки карпатської *Centaurea carpatica* (Perc.) Rogc. і крем'яника гарного *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg. за дії сполук мікроелементів // Інтродукція та збереження рослинного біорізноманіття: Вісн. Київ. ун-ту. 2007. Вип. 15–17. С. 20–24.
2. Гумецький Р. Я., Паляниця Б. М., Чабан М. Є. Математичні методи в біології: теоретичні відомості, програмований практикум, комп'ютерні тести. Львів: Видавн. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. 112 с.
3. Кавич З. В. Флора Українських Карпат в експозиції ботанічного саду // Праці ботанічного саду. Львів: Вища школа, 1963. С. 93–99.
4. Каталог цветочно-декоративных травянистых растений ботанических садов СНГ и стран Балтики. Минск: Изд-во. Э. С. Гальперина, 1997. 475 с.
5. Микроэлементы в окружающей среде / Под ред. П.А. Власюк. К.: Наук. думка, 1980. 300 с.
6. Могіляк М. Г., Скибіцька М. І. Інтродукційне вивчення декоративних рослин родини *Asteraceae* у ботанічному саду Львівського національного університету імені Івана Франка // Наук. вісн. УкрДЛТУ. 2004. Вип. 14.8. С. 363–366.
7. Фирсова М. К. Методы исследования и оценка качества семян. М.: Колос, 1978. 415 с.
8. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
9. Yang M., Shi L., Xu F. S. et al. Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) // Pedosphere. 2009. Vol. 19. N 1. P. 53–59.

Стаття: надійшла до редакції 09.02.12

доопрацьована 11.04.12

прийнята до друку 27.04.12

THE RESPONSE OF *ASTER ALPINUS* L. (*ASTERACEAE*)
SEEDS ON MICROELEMENTS TREAT

E. Arapetyan, B. Palianytsia

Ivan Franko National University of Lviv
44, Tscheremshyna St., Lviv 79014, Ukraine
e-mail: emarapetyan@gmail.com

The experimental data with *Aster alpinus* L. seeds included in Red Book of Ukraine were conducted. The experiments used to treat seeds with different microelements (zinc $ZnSO_4$, molybdenum Na_2MoO_4 , copper $CuSO_4$ or boron H_3BO_3) in 0,02% concentration. The experiments resulted into seeds germination increase on 2,7–7,3%. Na_2MoO_4 more effective than another microelements.

Keywords: *Aster alpinus* L., Red Book, rare species, seeds, microelements, germination.

**РЕАКЦИЯ СЕМЯН *ASTER ALPINUS* L. (*ASTERACEAE*)
НА ОБРАБОТКУ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ**

Э. Арапетьян, Б. Паляниця

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

Aster alpinus L. (астра альпийская) из семейства *Asteraceae* – представитель флоры Карпат, внесена в Красную книгу Украины с природоохранным статусом как редкий вид. Семена замачивали в течение 12 часов в растворах микроэлементов цинка ($ZnSO_4$), молибдена (Na_2MoO_4), меди ($CuSO_4$) или бора (H_3BO_3) в концентрации 0,02%. Обработка семян повысила всхожесть семян *Aster alpinus* на 2,7–7,3%. Определена зависимость всхожести от микроэлемента. Соединение молибдена влияет эффективнее (увеличение на 7,3% в сравнении с контролем).

Ключевые слова: *Aster alpinus* L., Красная книга Украины, редкий вид, семена, микроэлементы, всхожесть.