

– the beginning of the formation of beans in the option of coexistence of a herbicide Fabian 90-110 g/ha with a regoplant 50 ml/ha on the background of pre-seed treatment with 100 ml Risbofite mixture and 250 mg/t, which exceeded the control indicators by 53-49 % and 49-42 %, respectively.

The consistent use of Risbofite with Régoplant for seed treatment before sowing and the consistent application of this background Fabian with Régoplant provides an increase in the content of chlorophyll *a* and *b* in soybean leaves, which creates more favorable conditions for the passage of physiological and biochemical processes, including photosynthetic, in plants. The highest levels of chlorophyll content were observed in soybean leaves for using Fabian 90-110 g/ha in combination with a regoplant of 50 ml/ha in the background of Risbofit 100 ml with a regoplant of 250 ml/t, where the excess over control and the sum of chlorophylls was 26-25 %.

Application of the optimal composition of preparations provides an increase in the area of the leaf surface of soybean plants with an optimal content of the amount of chlorophylls *a* and *b*, which creates more favorable conditions for the passage of physiological and biochemical processes, including photosynthetic, in plants.

**Key words:** soybean, herbicide, plant growth regulator, microbial product, leaf area (LA), chlorophyll content (Chl *a* + *b*).

Надійшла 03.04.2018 р.

УДК 573.6:581.143.6:635

СТОРОЖИК Л.І., д-р с.-г. наук

ВОЙТОВСЬКА В.І., канд. с.-г. наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

## СТВОРЕННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ КОЛЕКЦІЇ ВІВСА ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ

Розроблено та проаналізовано процес депонування колекції вівса *in vitro*, залежно від генотипу, низьких позитивних температур і складу живильного середовища.

Експериментальним шляхом відпрацьовано процес депонування вівса *in vitro*. Доведено, що доцільно використовувати модифіковане живильне середовище за прописом Гамборга і Евелєга (GB) для депонування активної колекції вівса з додаванням БАП – 0,3 мг/л, цукрози – 50,0 г/л. Визначено вплив цитокінінів і вуглеводів та підібрано їх оптимальні концентрації у складі живильного середовища. Дослідженнями встановлено, що недоцільно використовувати для вівса кінетин незалежно від концентрацій, тому, що він забезпечує утворення додаткових пагонів, що не бажано в даному процесі. Експериментально доведено, що за концентрації цукрози 70–80 г/л у складі живильного середовища, культуральні рослини вівса мають висоту 16–25 см та кількість пагонів досягає 12–15 шт., але під час довготривалого зберігання, понад 6 місяців, вони стають більш пригніченими та спостерігається вищий відсоток уражених некрозом рослин. Визначено, що в складі живильного середовища найефективнішими були концентрації цукрози 40 і 50 г/л, які дозволяють отримати меншу кількість пагонів від 5 до 7 штук та висоту культуральних рослин вівса від 7 до 9 см.

Встановлено, що для зберігання вихідного матеріалу вівса упродовж 12 місяців найоптимальнішою позитивною температурою є +10 °С, яка забезпечує виживання рослин до 69,5 %.

**Ключові слова:** живильне середовище, температурний режим, концентрації, цитокініни, вуглеводи, тривалість зберігання.

**Постановка проблеми.** У світі стрімко зріс інтерес до вівса і його площі на сьогодні займають уже п'яте місце після таких цінних культур як пшениця, кукурудза, рис, ячмінь [1]. Для створення сортів вівса з комплексом господарсько цінних ознак важлива система знань про мінливість і закономірності спадкування кожної ознаки, їх генетичну природу, кореляційні зв'язки та відпрацювання селекційних процесів для отримання як генетично-ідентичних так і змінених форм рослинних матеріалів. Тому, для отримання цінного матеріалу усе частіше використовують біотехнологічні методи, які дозволяють прискорювати процеси отримання вихідного матеріалу, а також забезпечують їх довготривале збереження. На сьогодні селекціонери для отримання цінного матеріалу культур усе частіше застосовують біотехнологічні методи, які прискорюють процеси отримання вихідного матеріалу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У селекції вівса ярого розрізняють чотири основні напрями використання: кормове зернове, харчове зернове, кормове укісне і пасовищне. Овес посівний поділяється на плівчасті та голозерні форми. Сорти вівса, що знаходяться в реєстрі сортів рослин України, належать до двох різновидів (*mutica* і *aurea*) [2].

Овес ярий посівний належить до основних культур, що вирощуються на зернофуражні, кормові цілі та для виробництва продуктів харчування. Оптимальне поєднання в зерні вівса білків

(9–19 %), жирів (3–6 %), крохмалю (40–45 %), клітковини (8–9 %) і вуглеводів, а також наявність необхідних для людини вітамінів, мікроелементів, антиоксидантів, стиролів та інших біологічно активних компонентів дозволяє назвати його повноцінним продуктом харчування [3].

Широко використовується овес і в лікувальних цілях. За останні роки в зерні і зеленій масі вівса відкриті унікальні сполуки під назвою *avenatramides* (вівсяні аміді) – це група поліфенольних алкалоїдів з антиоксидантними властивостями, які захищають організм від пошкодження клітинних мембран, запобігають раковим і серцевим захворюванням, віковим змінам, зменшують запальні процеси у м'язах за інтенсивних навантажень.

Овес є цінною культурою для сівозміни через здатність перешкоджати поширенню грибкових захворювань, кореневих гнилей. Завдяки добре розвиненій кореневій системі він росте на ґрунтах різних типів і серед зернових культур відзначається високою здатністю давати оптимальний урожай на бідних за родючістю ґрунтах [1, 3].

На сьогодні в Реєстрі сортів рослин України знаходиться більше 30 сортів вівса. Однак, у літературі відсутні дані про створення активної колекції вівса *in vitro* та довготривале зберігання вихідних матеріалів цієї культури. Актуальність питання з вивчення умов та створення колекції культуральних рослин вівса не викликає сумнівів, тому що ці матеріали можуть слугувати джерелом пришвидшення традиційного селекційного процесу.

Проте, деякі культури після декількох пасажів втрачають здатність до клонування і коефіцієнт їх розмноження знижується вдвічі, та виникає потреба вводити вихідний матеріал знову [4, 5].

Тому усе частіше є необхідність збереження матеріалу *in vitro*. За використання певних умов культивування, депонування є тим способом, який забезпечує консервування та збереження вихідних генотипів культури упродовж тривалого часу без процесу пересаджування [6, 7]. Перевага даного методу полягає в тому, що він дозволяє значно знизити витрати на оздоровлення рослин, які вегетативно розмножуються, забезпечити збереження цінних форм, сортів і видів рослин. Для створення колекції не потрібно ні великої кількості садивного матеріалу, ні великих площ. Колекція захищена від негативних впливів біотичних і абіотичних факторів [8, 9, 10, 11].

Для збереження генофонду *in vitro* можуть бути використані: суспензійні культури клітин; калусні культури; пилок і пильники; культура меристем пагонів; ізольовані коріння; зародки; вирощування асептично цілих рослин. Існують методичні підходи для вирішення проблеми збереження генофонду зберігання біологічних об'єктів, не порушуючи процесів росту (пересадочні колекції) зберігання за уповільнення або повної зупинки росту (депонування колекцій, криозбереження). Пересадочні колекції – це колекції, які підтримуються шляхом регулярних субкультивувань. Недоліки пересадочних колекцій: 1) можливі зміни колекційних об'єктів; 2) трудомісткість; 3) необхідність значних витрат; 4) за тривалого субкультивування знижується здатність до регенерації цілої рослини. Депонування колекцій – збереження колекцій без частих пересадок [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Сьогодні для культур розробляються способи депонування колекцій спрямовані на подовження періоду між пересадками об'єктів. Існує кілька способів, що лімітують ріст *in vitro*: зниження температури, за якої відбувається культивування (+1 – +10 °С) – найбільш доступний і широко поширений спосіб; внесення в живильне середовище для культивування речовин, які здатні уповільнювати зростання (осмотики: маніт, сорбіт, підвищення концентрації сахарози) або речовини гормональної природи і ретарданти (абсцизова кислота, гідрозид малеїнова кислота, хлорхолінхлорид); зміна складу атмосферного повітря – гіпоксія, зниження атмосферного тиску до 0,5 мм рт.ст. [22, 21, 23, 24, 25, 26].

Однак для кожної культури, сорту або навіть генотипу необхідно індивідуально визначити умови депонування. Тому **метою роботи** було створення оптимальних умов для формування та довготривалого збереження активної колекції вівса за розробки складу живильного середовища з вмістом різних мінеральних та гормональних компонентів, яке забезпечуватиме економічно доцільне збереження рослинного матеріалу *in vitro*.

**Матеріал та методика досліджень.** Дослідження проводили в секторі культури тканини і клітин *in vitro* відділу генетики і цитології біоенергетичних культур Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Інструменти та матеріали, посуд і живильні середовища та отриманий цифровий матеріал оброблено згідно із загальноприйнятими методиками і методами [27, 28, 29, 30, 31].

Для депонування були використані культуральні рослини вівса селекційних зразків № 493 – 27; № 477 – 5; № 399 – 38; № 425 – 19 та сорти Декамерон і Дарунок.

Збереження матеріалу вівса проводили на живильних середовищах за прописами Мурасіге і Скуга MS (контроль 1) та Гамборга і Евелега GB або B5 (контроль 2), які були використані як стандарти. У живильні середовища додавали цитокиніни: 6-фурфуриламінопурин (кінетин) і 6-бензиламінопурин (6-БАП) та вуглеводи: цукроза і глюкоза. Концентрації залежно від варіантів для цитокинінів варіювали від 0,1–0,5 мг/л, а вуглеводів від 30–80 г/л. Активну колекцію вівса зберігали та вивчали упродовж 12 місяців у культуральних приміщеннях за низьких позитивних температур залежно від варіанта + 6–16 °С та інтенсивності освітлення 2000 лк, відносно вологості 65–70 %. Визначали та фіксували середній щомісячний приріст (см), кількість сформованих пагонів (шт.), період активного росту рослин вівса (діб), відсоток збережених рослин (%), відмічали загальний стан рослин: здорові (%), інфіковані (%), некрози (%) [30, 31, 32].

**Основні результати дослідження.** Для збереження рослинного матеріалу *in vitro* здебільшого використовують депонування. За дотримання певних умов культивування, депонування є тим способом, який забезпечує збереження вихідних генотипів протягом тривалого часу без пересаджування.

Для депонування були використані культуральні рослини вівса різного селекційного напрямку в неукорінену стані.

Нами були проведені дослідження з удосконалення складу живильного середовища для депонування. За контроль були обрані середовища за прописами Мурасіге і Скуга MS та Гамборга і Евелега GB. Слід відзначити, що для зберігання вівса найкращим виявилось середовище Гамборга і Евелега GB (контроль). Культуральні рослини вівса висаджували на живильні середовища з додаванням 6-фурфуриламінопурин (кінетин) та 6-бензиламінопурин (6 – БАП) в концентрації від 0,1–0,5 мг/л.

Аналіз отриманих даних дозволяє констатувати, що концентрація БАП–0,3 мг/л, яка була введена в живильне середовище, є найоптимальнішою, а збільшення концентрації БАП до 0,5 мг/л призводило до більш активного пагоноутворення вівса, що є недопустимим у процесі збереження колекції вівса *in vitro* (рис.1). Дослідженнями встановлено, що концентрація БАП 0,1 і 0,2 мг/л не впливала на пагоноутворення вівса. Однак слід відмітити, що за введення цитокинінів у живильне середовище, результати отримані суперечливі. Так у сортах Декамерон і Дарунок, які знаходились під номерами 5 і 6 вплив цитокинінів був несуттєвий на відміну від селекційних зразків № 493 – 27; № 477 – 5; № 399 – 38; № 425 – 19. Встановлено, що недоцільно використовувати для вівса кінетин незалежно від концентрацій, тому що він забезпечує утворення додаткових пагонів.

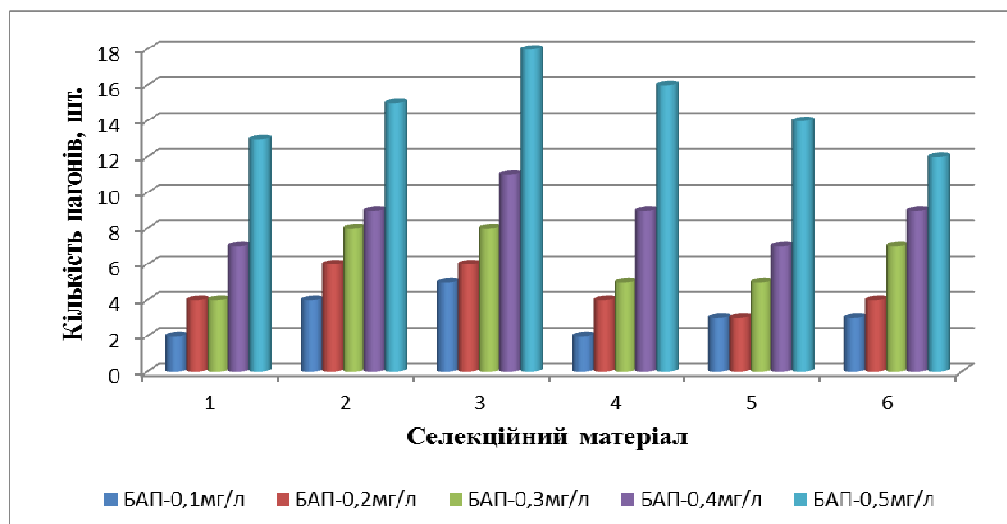


Рис.1. Вплив цитокинінів на пагоноутворення колекції вівса *in vitro*.

У живильне середовище окрім цитокинінів для тривалого зберігання рослин вівса вводили і вуглеводи. Ці речовини дозволяють уповільнювати розростання рослинного матеріалу та позитивно впливають на загальний стан рослин в цілому.

З літературних джерел відомо, що найбільш широко для депонування використовують цукрозу і глюкозу за різних концентрацій [33, 34]. Тому, нами було введено в живильне середовище цукрозу і глюкозу за концентрацій від 30 до 80 г/л.

Експериментально доведено, що незалежно від концентрацій глюкози, порівняно із цукрозою показники висоти і кількості пагонів були вищими, що недоцільно за депонування колекції вівса (рис. 2). Тому, вважаємо, що глюкозу вводити до складу живильного середовища у якості вуглеводного живлення рослин не доцільно.

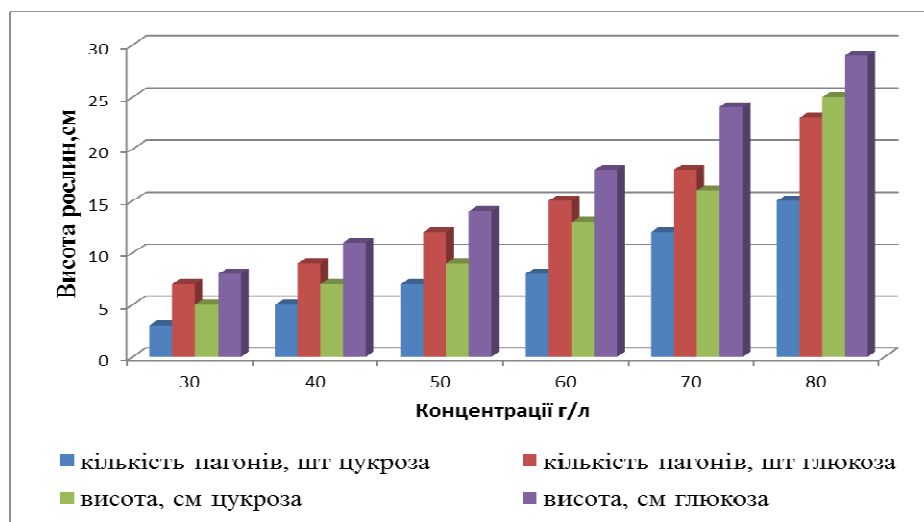


Рис. 2. Вплив цукрози за різних концентрацій на висоту рослин та кількість новоутворених пагонів вівса.

Встановлено, що за концентрації цукрози 70–80 г/л культуральні рослини вівса мають висоту 16–25 см та кількість пагонів 12–15 шт., але під час довготривалого зберігання, вже після 6 місяців, вони стають більш пригніченими та спостерігається вищий відсоток уражених некрозом рослин. Доведено, що найефективнішими концентраціями цукрози є 40 і 50 г/л, які дозволяють отримати меншу кількість пагонів від 5 до 7 штук та висоту культуральних рослин вівса 7–9 см.

Отже, для зберігання рослинного матеріалу у живильному середовищі необхідно збільшувати концентрацію цукрози до 40,0–50,0 г/л та зменшувати кількість БАП до 0,3 мг/л.

Одним із важливих факторів депонування рослин слід відмітити і вплив низьких позитивних температур. Аналізуючи літературні дані з даного питання, які вивчались на інших культурах, рекомендують використовувати температурні режими від +6 до +16 °С [35, 36].

Для досліджень нами було обрано температурні режими від +6 до +16 °С, за яких вивчали стан та період збереження рослинного матеріалу (табл. 1).

Найнижчі показники висоти рослин 3–5 см, приросту 0,5±0,1 та 0,5±0,2 см, кількість пагонів 1–2 шт., активного росту 10–12 діб отримані за температур +6 і +8 °С. Встановлено, що за цих температурних режимів вихідний матеріал вівса *in vitro* за довготривалого зберігання дозволяє рослинам в подальшому проходити стадію яровизації, що є небажаним явищем за депонування.

Аналіз даних вказує, що за температурного режиму +10 °С, було досягнуто незначного приросту 0,8±0,2 см, висоти рослин 7 см, а кількість пагонів становила 3–4 шт., що є найоптимальнішим із досліджуваних варіантів. Високий відсоток збережених культуральних рослин вівса відмічено на 8 та 10 місяцях зберігання, і цей показник становив – 89 і 82 % відповідно. Експериментальним шляхом досліджено, що за температури +10 та +8 і +6 °С за чотири місяці депонування рослинний матеріал був у не змінному стані і зберігся на 100 %, однак після тривалішого збереження відбулось істотне зниження кількості рослинного матеріалу.

За температурних режимів +14 °С і +12 °С та 65 і 55 діб активного росту вівса висота рослин становила 10–12 см, приріст досягав 1,3±0,3 і 1,0±0,2 см. Збереженого матеріалу за даних режимів отримано на рівні 42 та 45 % культуральних рослин після 12 місяців зберігання.

Слід відмітити, що відсоток рослин у період збереження різко знижувався після 10 місяців депонування майже на всіх досліджуваних варіантах.

За температурного режиму + 16 °С усі досліджувані показники були значно вищими порівняно з іншими варіантами, а відсоток збереженого матеріалу становив лише 31 %. Тому використання температури +16 °С та вище не рекомендується для довготривалого збереження колекції вівса.

Таблиця 1 – Вживання культуральних рослин вівса за низьких позитивних температур і періоду збереження колекції *in vitro*

№ з/п	Температура, °С	Висота рослин, см	Приріст, см	Кількість пагонів, шт.	Активний ріст рослин, діб	Рослин, % за період збереження, місяці				
						4	6	8	10	12
1	16	15	15±0,5	9-12	75	93,2	78	54,5	48,2	31
2	14	12	1,3±0,3	5-7	65	97,8	86	70	65	42
3	12	10	1,0±0,2	5-6	55	98,9	89	80	67	45
4	10	7	0,8±0,2	3-4	25	100	93	89	82	69,5
5	8	5	0,5±0,2	1-2	12	100	85	78	50	40
6	6	3	0,5±0,1	1	10	100	80	72	48	36

Одним із найважливіших показників у депонуванні є відсоток збережених рослин після 12 місяців культивування, через інфікування та некроз рослинного матеріалу. Слід відмітити, що сорти Декамерон і Дарунок мали найнижчий відсоток інфікованих рослин від 0,6 до 1,2 % та найвищий відсоток здорових рослин вівса – 69,0 та 69,5 % відповідно. Встановлено, що найнижчу кількість здорових культуральних рослин вівса 66,0 % отримано у лінії № 493 – 27 і найвищий відсоток інфікованих некрозом – 7,8 та 1,2 % відповідно (табл. 2).

Таблиця 2 – Стан активної колекції вівса після 12 місяців культивування

№ з/п	Селекційний матеріал	Стан рослин, %		
		здорові	інфіковані	некроз
1	№ 493-27	66,0	7,8	1,2
2	№ 477- 5	66,8	6,2	0,5
3	№ 399-38	68,5	5,1	1,0
4	№ 425-19	67,3	3,4	0,8
5	Декамерон	69,0	1,2	-
6	Дарунок	69,5	0,6	-

Дослідженнями встановлено, що на період збереження активної колекції вівса *in vitro* впливають різні фактори. Найвищий відсоток має фактор В – температурний режим, лише на 2 % нижчий фактор А – вплив живильного середовища з мінеральними та гормональними компонентами. Найнижчий відсоток становить фактор С – вплив селекційного матеріалу на збереження колекції вівса (рис. 3).

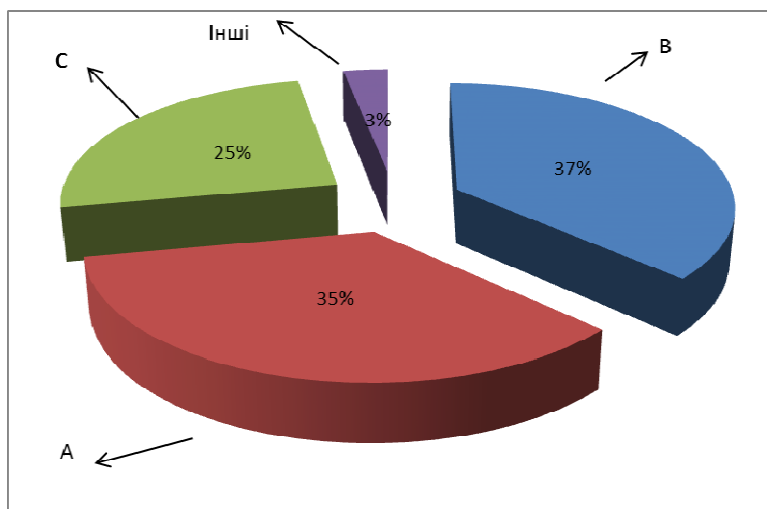


Рис. 3. Частка впливу різних факторів на збереження активної колекції вівса *in vitro*.

Примітка: Фактор А – живильне середовище; Фактор В – температурний режим; Фактор С – селекційний матеріал.

Таким чином, депонування слід здійснювати за використання рослин вівса, отриманих *in vitro*, які висаджуються в неукорінену стані на модифіковане живильне середовище за прописом Гамборга і Евелега, у яке введено цукрозу – 40,0–50,0 мг/л, БАП – 0,1–0,3 мг/л. Термін депонування становить до 5 місяців без некрозу, а кількість новоутворених пагонів досягає 3–4 штук.

Усі селекційні матеріали вівса після депонування упродовж 12 місяців були перенесені в оптимальні умови культивування. В подальшому рослини використовували для клонального мікророзмноження та укорінення. За проходження даного процесу було встановлено інтенсивне наростання новоутворених пагонів та ризогенез, це дозволяє констатувати ефективність розробленого методу довготривалого збереження вівса *in vitro* (рис. 4).

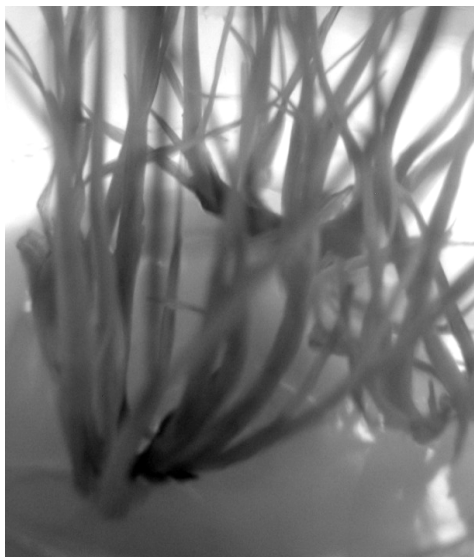


Рис. 4. Рослини вівса на депонуванні.

Отже, депонування забезпечується за сукупності індивідуально підібраних умов для кожної культури, таких як освітлення, температурний режим, стан рослини, живильне середовище з додаванням різних мінеральних та гормональних компонентів, що дозволяє надати довготривале та економічно доцільне збереження рослинного матеріалу вівса.

**Висновки.** Створення та довготривале збереження активної колекції вівса в *in vitro* можливо за використання біотехнологічних методів. Розроблений метод депонування забезпечує за сукупності індивідуально підібраних умов, таких як освітлення, температурний режим, живильне середовище з додаванням різних мінеральних та гормональних компонентів, довготривале та економічно доцільне збереження активної колекції вівса.

Встановлено, що доцільно використовувати модифіковане живильне середовище за прописом Гамборга і Евелега (GB) для депонування вівса з додаванням БАП – 0,3 мг/л, цукрозу – 50,0 г/л.

Для оптимального росту і розвитку рослин у живильному середовищі необхідно збільшувати концентрацію цукрозу та зменшувати концентрацію цитокінінів, яка дозволяє отримати меншу кількість пагонів та висоту культуральних рослин вівса, що позитивно впливає на довготривале збереження колекції *in vitro*.

Для зберігання вихідного матеріалу упродовж 12 місяців найоптимальнішою позитивною температурою є +10 °С, яка забезпечує виживання рослин вівса до 69,5 %.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Станкевич Г. М., Коропенко С. В. Голозерний овес – перспективна культура для комбікормової галузі. *Хранение и переработка зерна*. 2008. № 7. С. 42–44.
2. Овес – стан та ефективність виробництва, нові сорти і можливості / Черчель В. Ю. та ін. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 183–190.
3. *Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва)* : монографія / Бойко В. І. та ін. за ред. В. І. Бойка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.
4. Белокурова В. Б. Методи біотехнології в системі заходів зі збереження біорізноманіття рослин. *Цитология и генетика*. 2012. Т. 44, № 3. С. 58–72.
5. Шпак Л. М., Рахметов Д. Б., Левенко Б. А. Длительное хранение *Stevia rebaudiana* Bert. в культуре *in vitro*. *Проблеми експериментальної ботаніки та біотехнології*. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. С. 58–85.
6. *Генетические банки растений: проблемы формирования, сохранения и использования* / Молканова О. И. и др. *Вестник Удмуртского ун-та. Сер. : Биология. Науки о земле*. 2010. Вып. 3. С. 33–39.
7. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools / Reed B. M. et al. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*. 2011. Vol. 47, Iss. 1. P. 1–4. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s11627-010-9337-0>
8. Engelmann F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*. 2011. Vol. 47, Iss. 1. P. 5–16. URL: <https://doi.org/10.1007/s11627-010-9327-2>
9. Rakosy-Tican E., Bors V., Szatmari A. M. In vitro culture and medium-term conservation of the rare wild species *Gladiolus imbricatus*. *Afr. J. Biotechnol.* 2012. Vol. 11. P. 14703–14712. URL: <https://doi.org/10.5897/AJB12.784>
10. Войтовська В. І., Недак Т. М., Нечепоренко Л. П. Створення колекції вівса у культурі *in vitro*. Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах : тези доповідей Всеукр. наук. конф. (м. Умань, 24–25 жовтня 2013 р.). Умань : ВПЦ «Візаві», 2013. С. 54–55.
11. Сторожик Л. И., Войтовская В. И., Недак Т. Н. Вегетативное размножение сорго сахарного. *Земледелие и защита растений*. 2015. № 3. С. 18–22.

12. In vitro bank and seed collection of wild-growing plants as a tool for plant conservation and utilization in biotechnological studies. *Biotechnology and Plant Breeding Perspectives* / Belokurova V. B. et al. R. K. Behl, E. Arseniuk eds. Jodhpur, India : Agrobios (Int.), Babloo Offset, 2014. P. 219–232.
13. Коваль С. Ф., Коваль В. С., Тымчук С. М., Богуславский Р. Л. Генетические коллекции: проблемы формирования, сохранения и использования. *Цитология и генетика*. 2003. Т. 37, № 4. С. 46–53.
14. Vitrification: morphological, physiological and ecological aspects. *Cell and Tissue Culture in Forestry* / Gaspar T. et al. J. M. Bonga, O. J. Durzan eds. Dordrecht, Holland : Martinus Nijhoff Publ., 1987. Vol. I. P. 152–166.
15. Rao N. K. Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. *Afr. J. Biotechnol.* 2004. Vol. 3, Iss. 2. P. 136–145. URL: <https://doi.org/10.5897/AJB2004.000-2025>
16. Bairu M. W., Stirk W. A., van Staden J. Factors contributing to in vitro shoot-tip necrosis and their physiological interactions. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2009. Vol. 98, Iss. 3. P. 239–248. URL: <https://doi.org/10.1007/s11240-009-9560-8>
17. Altpeter F., Posselt U. K. Improved plant regeneration from cell suspensions of commercial cultivars, breeding and inbred lines of perennial rye grass (*Lolium perenne* L.). *J. Plant Physiol.* 2000. Vol. 156, Iss. 5–6. P. 790–796. URL: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(00\)80249-7](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(00)80249-7)
18. Burgess T. L., Blazich F. A., Nash D. L. Influence of stratification, temperature, and light on seed germination of southern sea oats. *SNA Research Conference*. 2001. Vol. 46. P. 394–397.
19. Cui S. X., Wang W., Zhang C. L. Plant regeneration from callus cultures in two ecotypes of reed (*Phragmites communis* Trinus). *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 2002. Vol. 38, Iss. 4. P. 325–329. URL: <https://doi.org/10.1079/IVP2002296>
20. Optimization of in vitro multiple shoots clump induction and plantlet regeneration of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) / Hu X. R. et al. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2006. Vol. 84, Iss. 1. P. 90–99. URL: <https://doi.org/10.1007/s11240-005-9009-7>
21. Valero-Aracama C., Kane M. E., Wilson S. B., Philman N. L. Genotypic differences of in vitro propagated sea oats. *SNA Research Conference*. 2002. Vol. 47. P. 357–360.
22. Photosynthetic and carbohydrate status of easy- and difficult-to-acclimatize sea oats (*Uniola paniculata* L.) genotypes during in vitro culture and ex vitro acclimatization / Valero-Aracama C. et al. *In Vitro Cell Dev. Biol-Plant.* 2006. Vol. 42, Iss. 6. P. 572–583. URL: <https://doi.org/10.1079/IVP2006822>
23. Bhatt I. D., Dhar U. Combined effect of cytokinins on multiple shoot production from cotyledonary node explants of *Bauhinia vahlii*. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2000. Vol. 62, Iss. 1. P. 79–83. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1006450516329>
24. Grossway A., Houck C.M., Facciotti D. Potential of micromanipulation techniques for plant improvement. *Nuclear techniques and in vitro culture for plant improvement : Proc. Int. Symp. on Nuclear Techniques and In Vitro Culture for Plant Improvement* (Vienna, 19–23 Aug. 1985). Vienna : IAEA, 1986. С. 471–479.
25. Badr A., Desjardins Y. Sugar uptake and metabolism in tissue cultured potato plantlets cultured in liquid medium. *Acta Hort.* 2007. Vol. 748. P. 265–273. URL: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.748.36>
26. de Klerk G. J. Stress in plants cultured in vitro. *Prop. Orn. Plants.* 2007. Vol. 7, Iss. 3. P. 129–137.
27. Рябовол Л. О. Клональне мікророзмноження рослин : методичні рекомендації для проведення лабораторно-практичних занять з «Біотехнології рослин». Умань : УДАА, 2003. 18 с.
28. Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Мікротеклональне розмноження рослин. Теорія і практика : моногр. Київ : Наук. думка, 2005. С. 242–269.
29. Клональне мікророзмноження міскантусу : метод. рек. / Роїк М. В. та ін. Київ : Нілан-ЛТД, 2013. 24 с.
30. Визначення стійкості рослин до дії алопатично активних речовин сорго цукрового : метод. рек. / Войтовська В. І. та ін. Київ : Нілан-ЛТД, 2016. 20 с.
31. Патент на корисну модель № 85558, Україна. Спосіб клонального мікророзмноження вівса / Войтовська В. І., Нечепоренко Л. П., Недяк Т. М. (ІБКІЦБ НААН, Україна). Заяв. № U 2013 06035 від 16.05.13; Опубл. 25.11.13, Бюл. «Промислова власність». № 22.
32. Hazarika B. N. Morpho-physiological disorders in in vitro cultured plants. *Sci. Hortic.* 2006. Vol. 108, Iss. 2. P. 105–120. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.01.038>
33. Глибовець А. О., Лашук С. О., Мазурець Л. М. Вплив стерилізуючих агентів, регуляторів росту, вуглеводів і гелюючих агентів на регенерацію повноцінних рослин хмелю при мікротеклональному розмноженні. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2012. № 3. С. 74–76. URL: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.3\(17\).2012.58841](https://doi.org/10.21498/2518-1017.3(17).2012.58841)
34. Войтовская В. И., Сторожик Л. И., Недяк Т. Н. Оптимизация условий депонирования сорго сахарного в культуре in vitro. *Научное обеспечение картофелеводства, овощеводства и бахчеводства: достижения и перспективы : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (с. Кайнар, 11–12 декабря 2013 г.)*. Алматы, 2013. С. 170–173.
35. Беляєва О. Г., Юрченко С. О. Культивування рослинного матеріалу in vitro для прискорення розмноження рослин. *Наук. праці Полтавської ДАА*. 2010. Т. 7: Енергозбереження та альтернативні джерела енергії: проблеми і шляхи їх вирішення. С. 273–276.
36. Рябовол Л. О. Розробка біотехнологічних методів і використання їх для створення вихідного селекційного матеріалу цикорію коренеплідного (*Cichorium intybus* L.) та буряків цукрових (*Beta vulgaris* L.) : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.05. / ННЦ «Ін-т землеробства УААН». Київ, 2009. 40 с.

## REFERENCES

1. Stankevych, H.M., Koropenko, S.V. (2008). Holozernyi oves – perspektyvna kultura dlia kombikormovoi haluzi [Naked oat: a promising crop for complex feed production]. *Khranenie i pererabotka zerna [Grain Storage and Processing]*, no. 7, pp. 42–44.
2. Cherchel, V.Yu., Fedorenko, E.M., Aldoshyn, A.V., Solodushko, V.P., Liashenko, N.O. (2014). Oves – stan ta efektyvnist vyrobnytstva, novi sorty i mozhlyvosti [Oat: state of art and production efficiency, new varieties and opportunities]. *Seleksia i nasinnitstvo [Plant Breeding and Seed Production]*, vol. 106, pp. 183–190.
3. Boiko, V.I., Lebid, Ye.M., Rybka, V.S. et al. (2008). *Ekonomika vyrobnytstva zerna (z osnovamy orhanizatsii i tekhnologii vyrobnytstva) [The economy of grain production (with the basics of organization and production technology)]*. Kyiv, NNTs IAE, 400 p.

4. Belokurova, V.B. (2010). Metody biotekhnologii v systemi zakhodiv zi zberezhennia bioriznomanittia roslyn [Methods of biotechnology in the system of efforts for plant biodiversity preservation]. *Tsitol. Genet. [Cytol. Genet.]*, vol. 44, no. 3, pp. 58–72.
5. Shpak, L.M., Rakhmetov, D.B., Levenko, B.A. (2012). Dlitel'noe khranenie *Stevia rebaudiana* Bert. v kul'ture *in vitro* [Long-term storage of *Stevia rebaudiana* Bert. *in vitro*]. *Problemy eksperimentalnoi botaniki ta biotekhnologii [Issues of Experimental Botany and Biotechnology]*. Kyiv, Fitosotsiotsentr, pp. 58–85.
6. Molkanova, O.I., Kotorkov, O.I., Vetchenkina, E.M., Mamaeva, N.A., Vasil'eva, O.G. (2010). Geneticheskie banki rasteniy: problemy formirovaniya, sokhraneniya i ispol'zovaniya [The gene banks: problems of formation, preservation and use]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o zemle [Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences]*, vol. 3, pp. 33–39.
7. Reed, B.M., Sarasan, V., Kane, M., Bunn, E., Pence, V.C. (2011). Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.*, vol. 47, no. 1, pp. 1–4. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11627-010-9337-0>
8. Engelmann, F. (2011). Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.*, vol. 47, no. 1, pp. 5–16. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11627-010-9327-2>
9. Rakosy-Tican, E., Bors, B., Szatmari, A.M. (2012). *In vitro* culture and medium-term conservation of the rare wild species *Gladiolus imbricatus*. *Afr. J. Biotechnol.*, vol. 11, pp. 14703–14712. Retrieved from: <https://doi.org/10.5897/AJB12.784>
10. Voitovska, V.I., Nediak, T.M., Necheporenko, L.P. (2013). Stvorennia kolektsii vivsa u kul'turi *in vitro* [Building-up oat collection *in vitro*]. Pidvyshchennia efektyvnosti resursozberihaiuchykh tekhnologii na zernopererobnykh pidpriemstvakh: tezy dopovidei Vseukr. nauk. konf. [Increasing the efficiency of resource-saving technologies at grain processing enterprises]. Uman, VPTs "Vizavi", pp. 54–55.
11. Storozhik, L.I., Voytovskaya, V.I., Nedyak, T.N. (2015). Vegetativnoe razmnozhenie sorgo sakharного [Vegetative propagation of sugar sorghum]. *Zemledelie i zashchita rasteniy [Agriculture and Plant Protection]*, no. 3, pp. 18–22.
12. Belokurova, V.B., Kuchuk, N.V. (2014). *In vitro* bank and seed collection of wild-growing plants as a tool for plant conservation and utilization in biotechnological studies. Behl, R.K., Arseniuk, E. eds. *Biotechnology and Plant Breeding Perspectives*. Jodhpur, India, Agrobios (Int.), Babloo Offset, pp. 219–232.
13. Koval', S.F., Koval', V.S., Tymchuk, S.M., Boguslavskiy, R.L. (2003). Geneticheskie kolektsii: problemy formirovaniya, sokhraneniya i ispol'zovaniya [Genetic collections: problems of building-up, maintenance and usage]. *Tsitol. Genet. [Cytol. Genet.]*, vol. 37, no. 4, pp. 46–53.
14. Gaspar, T., Kevers, C., Debergh, P. *Vitrification: morphological, physiological and ecological aspects*. Cell and Tissue Culture in Forestry. Dordrecht, Holland : Martinus Nijhoff Publ. 1987, Vol. I, pp. 152–166.
15. Rao, N.K. Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. *Afr. J. Biotechnol.* 2004, Vol. 3, no. 2, pp. 136–145. Retrieved from: <https://doi.org/10.5897/AJB2004.000-2025>
16. Bairu M.W., Stirk W.A., van Staden J. Factors contributing to *in vitro* shoot-tip necrosis and their physiological interactions. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2009, Vol. 98, no. 3, pp. 239–248. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11240-009-9560-8>
17. Altpeter, F., Posselt, U.K. Improved plant regeneration from cell suspensions of commercial cultivars, breeding and inbred lines of perennial rye grass (*Lolium perenne* L.). *J. Plant Physiol.* 2000, Vol. 156, no. 5–6, pp. 790–796. Retrieved from: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(00\)80249-7](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(00)80249-7)
18. Burgess, T.L., Blazich, F.A., Nash D.L. Influence of stratification, temperature, and light on seed germination of southern sea oats. *SNA Research Conference*. 2001, Vol. 46, pp. 394–397.
19. Cui, S.X., Wang, W., Zhang, C.L. Plant regeneration from callus cultures in two ecotypes of reed (*Phragmites communis* Trinius). *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 2002, Vol. 38, no. 4, pp. 325–329. Retrieved from: <https://doi.org/10.1079/IVP2002296>
20. Hu, X.R., Yang, A.F., Zhang, K.W., Wang, J., Zhang, J.R. Optimization of *in vitro* multiple shoots clump induction and plantlet regeneration of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*). *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2006, Vol. 84, no. 1, pp. 90–99. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11240-005-9009-7>
21. Valero-Aracama, C., Kane, M.E., Wilson, S.B., Philman, N.L. Genotypic differences of *in vitro* propagated sea oats. *SNA Research Conference*. 2002, Vol. 47, pp. 357–360.
22. Valero-Aracama, C., Kane, M.E., Wilson, S.B., Vu, J.C., Anderson, J., Philman, N.L. Photosynthetic and carbohydrate status of easy- and difficult-to-acclimatize sea oats (*Uniola paniculata* L.) genotypes during *in vitro* culture and *ex vitro* acclimatization. *In Vitro Cell Dev. Biol.-Plant.* 2006, Vol. 42, no. 6, pp. 572–583. Retrieved from: <https://doi.org/10.1079/IVP2006822>
23. Bhatt, I.D., Dhar, U. Combined effect of cytokinins on multiple shoot production from cotyledonary node explants of *Bauhinia vahlii*. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2000. Vol. 62, no. 1, pp. 79–83. Retrieved from: <https://doi.org/10.1023/A:1006450516329>
24. Grossway A., Houck C.M., Facciotti D. Potential of micromanipulation techniques for plant improvement. *Nuclear techniques and in vitro culture for plant improvement: Proc. Int. Symp. on Nuclear Techniques and In Vitro Culture for Plant Improvement* (Vienna, 19–23 Aug. 1985). Vienna, IAEA, 1986, pp. 471–475.
25. Badr, A., Desjardins, Y. Sugar uptake and metabolism in tissue cultured potato plantlets cultured in liquid medium. *Acta Hort.* 2007, vol. 748, pp. 265–273. Retrieved from: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.748.36>
26. de Klerk, G.J. Stress in plants cultured *in vitro*. *Prop. Ornament. Plants.* 2007, Vol. 7, no. 3, pp. 129–137.
27. Riabovol, L.O. (2003). Klonalne mikroozmnozhenia roslyn: metodychni rekomendatsii dlia provedennia laboratorno-praktychnykh zaniat z «Biotekhnologii roslyn» [Clonal micropropagation of plants: methodological recommendations for laboratory and practical classes on 'Plant Biotechnology']. Uman, UDAA, 18 p.
28. Kushnir, H.P., Sarnatska, V.V. (2005). Mikroklonalne rozmnozhenia roslyn. Teoriia i praktyka: monohrafiia [Clonal micropropagation of plants]. Kyiv, Naukova dumka, pp. 242–269.



29. Roik, M.V., Kurylo, V.L., Voitovska, V.I. et al. (2013). Klonalne mikrorozmnozhennia miskantusu: metodychni rekomendatsii [Clonal micropropagation of miscanthus: methodological recommendations]. Kyiv, Nilan-LTD, 24 p.
30. Voitovska, V.I., Storozhyk, L.I., Nediak, T.M., Prysiashniuk, O.I., Kovalchuk, N.S. (2016). Vyznachennia stiikosti roslyn do dii alelopatychno aktyvnykh rehovyn sorho tsukrovoho: metodychni rekomendatsii [Determination of plant resistance to the action of allelopathic active substances of sugar sorghum]. Kyiv, Nilan-LTD, 20 p.
31. Voitovska, V.I., Necheporenko, L.P., Nediak, T.M. (2013). Sposib klonalnoho mikrorozmnozhennia vivsa [A method of clonal micropropagation of oat]. Patent of Ukraine, no. 85558.
32. Hazarika, B.N. Morpho-physiological disorders in *in vitro* cultured plants. Sci. Hortic. 2006, Vol. 108, no. 2, pp. 105–120. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.01.038>
33. Hlybovets, A.O., Lashuk, S.O., Mazurets, L.M. (2012). Vplyv sterylizuiuchykh ahentiv, rehuliatoriv rostu, vuhlevodiv i heliuiuchykh ahentiv na reheneratsiiu povnotsinnykh roslyn khmeliu pry mikroklonalnomu rozmnozhenni [Influence of sterilizing agents, growth regulators, carbohydrates and gelling agents on regeneration of full hops plants during microclonal propagation]. Plant Varieties Studying and Protection, no. 3, pp. 74–76. Retrieved from: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.3\(17\).2012.58841](https://doi.org/10.21498/2518-1017.3(17).2012.58841)
34. Voitovska, V.I., Storozhyk, L.I., Nediak, T.N. (2013). Optimizatsiya uslovyi deponirovaniya sorgo sakharnogo v kul'ture *in vitro* [Optimization of conditions for the deposition of sugar sorghum *in vitro*]. Nauchnoe obespechenie kartofelevodstva, ovoshchevodstva i bakhchevodstva: dostizheniya i perspektivy: sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Scientific provision of potato, vegetable and melon growing: achievements and prospects]. Almaty, Kazakhstan, pp. 170–173.
35. Bieliaieva, O.H., Yurchenko, S.O. (2010). Kultyvuvannia roslynnoho materialu *in vitro* dlia pryskorennia rozmnozhennia roslyn. [Cultivation of plant material *in vitro* to accelerate plant reproduction] *Naukovi pratsi Poltavskoi DAA* [Scientific papers of Poltava State Agricultural Academy]. Enerhozberezhennia ta alternatyvni dzherela enerhii: problemy i shliakhy yikh vyrishennia [Energy Saving and Alternative Energy Sources: Problems and Solutions], Vol. 7, pp. 273–276.
36. Riabovol, L.O. (2009). Rozrobka biotekhnolohichnykh metodiv i vykorystannia yikh dlia stvorennia vykhidnoho selektsiinoho materialu tsykoriuu koreneplidnoho (*Cichorium intybus* L.) ta buriakiv tsukrovoykh (*Beta vulgaris* L.). Avtoref. dys. d-ra s.-h. nauk [Development of biotechnological methods and their application in obtaining initial breeding materials of chicory root (*Cichorium intybus* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris* L.)]. Kyiv, 40 p.

#### Создание и сохранение коллекции овса с использованием биотехнологического метода

Л.И. Сторожик, В.И. Войтовская

Разработан и проанализирован процесс депонирования коллекции овса *in vitro*, в зависимости от генотипа, низких положительных температур и состава питательной среды.

Экспериментальным путем отработано процесс депонирования овса *in vitro*. Доказано, что целесообразно использовать модифицированную питательную среду по прописи Гамборга и Евелег (GB) для депонирования активной коллекции овса с добавлением БАП – 0,3 мг/л, сахарозы – 50,0 г/л. Определено влияние цитокининов и углеводов и подобрано их оптимальные концентрации в составе питательной среды. Исследованиями установлено, что нецелесообразно использовать для депонирования овса кинетин независимо от концентраций, потому что он обеспечивает образование дополнительных побегов, что не желательно в данном процессе. Экспериментально доказано, что при концентрации сахарозы 70–80 г/л в составе питательной среды, культуральные растения овса имеют высоту 16–25 см и количество побегов достигает 12–15 шт., но при длительном хранении, свыше 6 месяцев, они становятся более подавленными и наблюдается высокий процент пораженных некрозом растений. Определено, что в составе питательной среды эффективными были концентрации сахарозы 40 и 50 г/л, которые позволяют получить меньшее количество побегов от 5 до 7 штук и высоту культуральных растений овса от 7 до 9 см.

Установлено, что для хранения исходного материала овса в течение 12 месяцев оптимальной положительной температурой является + 10 °С, которая обеспечивает выживание растений до 69,5 %.

**Ключевые слова:** питательная среда, температурный режим, концентрации, цитокинины, углеводы, продолжительность хранения.

#### Creation and storage of oats collection when biotechnological technique is used

L. Storozhyk, V. Voitovska

The research was carried out to identify some peculiar conditions for the formation of an active collection of oats *in vitro* and the creation of a balanced composition of culture medium with the content of various mineral and hormonal components, which would ensure a long-term and economically expedient storage of cultural plants of oats at an optimal temperature regime.

Cultural oats plants of a different breeding direction in a non-rooted condition were used for deposition.

The conducted research aimed at the improvement of the composition of culture medium for deposition has proved that it is advisable to use medium by the recommendation of Hamborh and Eveleh (GB) with the addition of BAP (benzylaminopurine). Based on the data received it was possible to state that BAP concentration – 0,3 mg/l, which was added to culture medium, was the most optimal one, and the increase of BAP concentration to 0,5 mg/l resulted in the most active oats sprout formation, which was not acceptable in the process of the collection storage *in vitro*. The research confirmed that BAP concentration 0.1 mg/l and 0.2 mg/l had no effect on oats sprout formation.

The effect of cytokinins and carbohydrates was studied, their optimal concentrations in the composition of culture medium were chosen. It has been proved experimentally that it is not advisable to use kinetin for oats regardless of the concentrations because it causes the formation of additional sprouts which is not desirable in this case. The addition of sucrose and glucose into culture medium at concentrations from 30 to 80 g/l showed that regardless of glucose concentrations the indicators of a height and number of sprouts were higher as compared with sucrose, which was not good in this storage process of oats collection. It has been established that at sucrose concentration 70–80 g/l cultural oats plants are 16–25 cm high and have 12–15 sprouts, but after a long-term storage, after 6 months, they become more suppressed and a higher

percentage of necrosis-affected plants is observed. The most efficient sucrose concentration ranges from 40 to 50 g/l, it allows to get the number of sprouts 5–7 pieces and a height of cultural oats plants 7–9 cm.

One of the most important factors of plant deposition is the effect of low positive temperatures. Temperature regimes from +6 to +16 °C, at which a condition and a period of plant material storage were studied, showed that temperatures +6 °C and +8 °C during a long-term storage facilitated the plants of oats parent material *in vitro* to undergo the stage of vernalization which was an undesirable phenomenon during deposition.

The following was received at temperature regime +10 °C: a slight sprout increase  $0.8 \pm 0.2$  cm, a plant height 7 cm, and the number of sprouts 3–4 pieces; it turned out to be the most optimal among the studied temperatures.

A collection storage period showed that a high percentage of cultural oats was recorded in the 8<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> months of storage; this indicator was 89 % and 82 %, respectively. At temperature +10 °C and +8 °C and +6 °C during four months of deposition, plant material remained in an unchanged state and 100 % were stored; however, a considerable decrease in the amount of plant material occurred after a longer storage.

The preservation of the oats collection at temperature regimes +14 °C and +12 °C and 65 and 55 days of active growth was at level 42 and 45 % of cultural plants after 12 months of storage.

It has to be stated that the percentage of plants during a storage period decreased seriously after 10 months of deposition almost in all studied variants. It has been established that the most optimal positive temperature to store parent oats material is +10 °C, which ensures up to 69.5 % of plant preservation.

**Key words:** culture medium, temperature regime, concentrations, cytokinins, carbohydrates, storage duration.

Надійшла 05.04.2018 р.

## УДК 664.641.12:631.526.3

ГОСПОДАРЕНКО Г. М., д-р с.-г. наук

ЛЮБИЧ В. В., ПОЛЯНЕЦЬКА І. О., кандидати с.-г. наук

НОВІКОВ В. В., канд. техн. наук

Уманський національний університет садівництва

### БОРОШНОМЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ЛІНІЇ

Наведено результати вивчення формування маси 1000 зерен, натури зерна залежно від абіотичних і біотичних чинників, а також вихід борошна та його якості залежно від сорту та лінії пшениці спельти.

Маса 1000 зерен пшениці спельти залежала від погодних умов року проведення дослідження. Так, посушливі умови 2013 і 2015 рр. під час молочно-воскової стиглості сприяли меншій виповненості стиглого зерна, яка змінювалась від 32,5 до 53,1 г, а в 2014 р. за достатньої вологозабезпеченості зерно було більш виповнене і маса його істотно збільшувалася до 39,0–56,9 г. Крім цього на цей показник впливала висота рослин і їх стійкість до вилягання. Між масою 1000 зерен і висотою встановлено позитивний дуже високий кореляційний зв'язок для ліній LPP 1221 ( $r = 0,99 \pm 0,002$ ), NAK34/12–2 ( $r = 0,93 \pm 0,004$ ), TV 1100 ( $r = 0,90 \pm 0,006$ ), високий – для сортів NSS 6/01 ( $r = 0,84 \pm 0,007$ ), Шведська 1 ( $r = 0,88 \pm 0,006$ ), лінії LPP 1304 ( $r = 0,89 \pm 0,009$ ), істотний – для сортів Зоря України, Schwabenkorn ( $r = 0,62 \pm 0,008$ ), лінії LPP 3117 ( $r = 0,59 \pm 0,004$ ), негативний істотний – для ліній LPP 1224 ( $r = -0,70 \pm 0,006$ ), NAK 22/12 ( $r = -0,57 \pm 0,005$ ), а в решті ліній – позитивний слабкий зв'язок.

Зерно всіх ліній, крім LPP 3373 перевищувало стандарт, у них натура змінювалась від 722 до 770 г/л або була більшою на 2–8 %. Найбільшу натуру мало зерно лінії LPP 3132 (770 г/л), а найменшу – LPP 3373 (707 г/л). Натура зерна інтрогресивних ліній змінювалась від 698 до 729 г/л. Індекс стабільності формування натури зерна був дуже високим – від 1,03 до 1,08.

Натура зерна сортів і ліній пшениці спельти по-різному залежала від висоти рослин, стійкості до вилягання та маси 1000 зерен. З'ясовано, що позитивний дуже високий кореляційний зв'язок між натурою зерна та висотою мав сорт Шведська 1 ( $r = 0,90 \pm 0,006$ ), лінії LPP 3117 ( $r = 0,92 \pm 0,002$ ), LPP 1304 ( $r = 0,98 \pm 0,005$ ), істотний – для сортів Зоря України ( $r = 0,65 \pm 0,009$ ), Schwabenkorn ( $r = 0,61 \pm 0,007$ ), лінії P 3 ( $r = 0,54 \pm 0,006$ ), негативний високий – для ліній LPP 1224 ( $r = -0,75 \pm 0,003$ ), слабкий – для ліній LPP 1221 ( $r = -0,30 \pm 0,005$ ), NAK 22/12 ( $r = -0,21 \pm 0,009$ ), а в решті сортів і ліній встановлено позитивний високий кореляційний зв'язок ( $r = 0,71 \pm 0,006$ – $0,88 \pm 0,008$ ).

Встановлено, що зерно всіх досліджуваних форм забезпечує дуже високий вихід борошна. Найвищі показники забезпечує перероблення зерна сортів Зоря України, Шведська 1 і ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100, отриманих інтрогресією з амфіплоїдом (*Triticum durum/Aegilops tauschii*) та *Triticum kiharae*.

**Ключові слова:** пшениця спельта, маса 1000 зерен, натура зерна, вихід борошна, вміст золи, білізна борошна.

**Постановка проблеми.** Пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) є одним із найдавніших видів роду *Triticum* з геномом A<sup>В</sup>D, посіви якої дуже тривалий час домінували на полях [1–3]. На основі стародавньої спельти були виведені всі сучасні високоврожайні сорти пшениці з високим потенціалом урожайності, толерантні до збудників хвороб і екстремальних погодних умов. Із XIX століття, після