УДК 575.224.23:633.11 https://doi.org/10.7124/FEEO.v39.1836

ЗАМБРІБОРЩ І. С.✉
ШЕСТОПАЛ О. Л.
АФІНОГЕНОВ О. А.
ЧЕКАЛОВА М. С.
ВАСИЛЬЄВ О. А.
ТРАСКОВЕЦЬКА В. А.
САУЛЯК Н. І.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Україна, 65036, м. Одеса, Овідіопольська дорога, 3
✉ *izambriborsh@gmail.com*

ВПЛИВ СКЛАДУ ІНДУКЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА НА АНДРОГЕНЕЗ *IN VITRO* ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Мета. Вивчення ефективності андрогенезу *in vitro* пшениці м'якої за використання різних індукційних середовищ для культивування пиляків. ***Методи.*** Культура *in vitro* ізольованих пиляків. Визначали: частоту формування калюсу, вихід зелених та альбіносних рослин-регенерантів (кількість (шт.) на 100 висаджених пиляків). ***Результати.*** Вивчено андрогенез *in vitro* в культурі пиляків 10 генотипів пшениці м'якої озимої. Частота індукції калюсу: від 0 до 15,00 ± 2,06 (на середовищі 190-2), 81,11 ± 1,85 (W-14) і до 15,67 ± 2,10 (СВН3). Значення показника «регенерація зелених рослин» коливалося у межах: від 0 до 4,33 ± 1,18 на середовищі 190-2; 42,89 ± 2,33 на середовищі W-14 і 2,67 ± 0,65 на середовищі СВН3. Найбільш чутливими до андрогенезу *in vitro* виявилися генотипи пшениці – F8, F42, F46. ***Висновки.*** Виявлені генотипоспецифічні морфогенетичні реакції мікроспор пшениці м'якої озимої в процесі андрогенезу *in vitro*. Середовище W14 забезпечило достовірно вищу частоту індукції новоутворень та регенерації зелених рослин порівняно з 190-2 та СВН3. Показано, що на етапі індукції ембріоїдів домінуючим фактором є індукційне середовище, на стадії регенерації зелених рослин – генотип.

Ключові слова: культура *in vitro*, пшениця, андрогенез, калюс, регенерація.

Біотехнологічні методи отримання подвоєних гаплоїдів (DH) є важливим інструментом сучасної селекції пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.), оскільки дозволяють значно скоротити тривалість створення гомозиготних ліній. Одним із найефективніших підходів є андрогенез *in vitro* – індукція спорофітного розвитку мікроспор у культурі пиляків.

Перші успішні експерименти з андрогенезу були проведені Guha та Maheshwari (1964) на Datura (Guha and Maheshwari, 1964), що започаткувало розвиток гаплоїдних технологій. У злакових культур значний прорив відбувся після робіт Ouyang et al. (1973), які отримали гаплоїдні рослини пшениці в культурі пиляків (Ouyang and Chourey, 1973). Вирішальним етапом стало створення індукційного середовища W14 (Ouyang et al., 1989), у якому було оптимізовано співвідношення нітратного та амонійного азоту. Саме баланс форм азоту визначив здатність мікроспор переключатися з гаметофітного на спорофітний шлях розвитку. У подальшому були розроблені модифікації базових індукційних середовищ, зокрема типу 190-2 та СВН3, що включали варіації мінерального складу, концентрації вуглеводів, регуляторів росту та органічних добавок. Ці зміни спрямовувалися на підвищення частоти ембріогенезу та зниження рівня альбінізму – однієї з головних проблем андрогенезу злаків.

Krzewska et al. (Krzewska et al., 2012) продемонстрували наявність QTL, пов'язаних із андрогенною відповіддю, що підтверджує полігенну природу ознаки. Lantos et al. (Lantos et al., 2013) показали, що навіть при використанні W14

© 2026 Замбріборщ І. С., Шестопал О. Л., Афіногенов О. А., Чекалова М. С., Васильєв О. А., Трасковецька В. А., Сауляк Н. І. This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ефективність індукції значною мірою визначається генотипом. Показано, що індукційні середовища на основі W14 залишаються стандартом у міжнародних селекційних програмах. У 2000–2020-х роках акцент досліджень змістився на вивчення генотипової залежності відповіді, ролі стресових факторів, оксидативного балансу, пластидної диференціації та епігенетичних механізмів. Сучасні дослідження підтверджують, що середовище W14 або його модифікації залишаються базовими системами для індукції андрогенезу пшениці, хоча ефективність значною мірою залежить від генотипу та умов культивування. Отже, дослідження впливу складу індукційного середовища на ефективність андрогенезу пшениці м'якої залишається актуальним як з теоретичної, так і з прикладної точки зору.

Метою роботи було оцінити вплив різних індукційних середовищ на ефективність андрогенезу зразків пшениці м'якої озимої селекції Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ–НЦНС).

Матеріали і методи

Об'єктом дослідження були пиляки пшениці м'якої озимої (*T. aestivum*) десяти експериментальних ліній відділу фітопатології та ентомології СГІ-НЦНС. Добір матеріалу в культуру пиляків здійснювали на етапі сильновакуолізованої фази розвитку мікроспор у пиляках дослідних рослин. Зрізані колосся попередньо витримували 3–5 діб у холодильній камері (+2…4 ^{0} С). Потім колоси звільняли з покривних листків, поміщали в скляні чашки Петрі (d = 90мм) та в стерильних умовах ламінар-боксу заливали на 30 хв препаратом «Білизна» (15–30% водний розчин гіпохлориту натрію). Після зливу стерилізуючого агенту, матеріал заливали розчином 0,01н HCl (протягом 10 хв) для нейтралізації залишків хлору, з наступним п'ятиразовим промиванням колосся стерильною дистильованою водою. Асептично виділяли пиляки та переносили їх по 150 шт. на чашку для подальшого культивування у пластикові чашки Петрі (d = 60мм) із 5 мл середовища. Культивування проводили на індукційних середовищах 190-2, W14 та СВН3. На кожен варіант експлантували від 300 до 600 пиляків. Перші три дні чашки з пиляками культивували за температури +30 ^{0} С, надалі – при +25 ^{0} С до появи калюсу на поверхні пиляків (в середньому 20–30 діб). Використовували три варіанти індукційного середовища: 1) середовище 190-2 з додаванням 1,5 мг/л 2,4-Д, 0,5 мг/л кінетин, 400 мг/л глютамін, 400 мг/л пролін, 100 мг/л мезоінозіт (Zambriborshch et al., 2024); 2) середовище W14 з додаванням 2 мг/л 2,4-Д, 0,5 мг/л кінетин, 500 мг/л мезоінозіт, 100 мг/л фікол 400 (Ponitka and Ślusarkiewicz-Jarzina, 2009); 3) середовище СВН3 з додаванням 2 мг/л 2,4-Д, 2 мг/л кінетин, 993 мг/л глютамін, 300 мг/л мезоінозіт (Ahmed et al., 2022). Всі середовища містили 90 г/л мальтози, pH 5.8. Сформовані макроструктури пересаджували на середовище MS у модифікації (Lytvynenko et al., 2015) і культивували у темряві 10–14 діб, після чого пересаджували на живильне середовище MS з додаванням 0,5 мг/л ГК та 25 мг/л яблуневої кислоти та культивували перші 3–5 діб у термостаті (+ 24 °С), надалі 2–3 тижня при зниженій температурі (+12..15 °С) та освітленні 1.5…2 тис. люкс до формування рослин, які пересаджували далі на безгормональне середовище MS із половинною концентрацією макро- та мікросолей. Оцінювали частоту формування калюсу, вихід зелених та альбіносних рослин-регенерантів (кількість на 100 пиляків). Після етапу адаптації до умов ґрунту, регенеранти пшениці яровизували й наразі вони дорощуються в умовах штучного клімату.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували у програмному середовищі Jamovi (version 2.3), що функціонує на базі R. Для оцінки впливу генотипу, індукційного середовища та їх взаємодії на частоту новоутворень, регенерацыю рослин застосовано двофакторний дисперсійний аналіз із повторностями (ANOVA). Нормальність розподілу залишків перевіряли за критерієм Shapiro-Wilk. Гомогенність дисперсій оцінювали тестом Левена. У разі виявлення достовірних ефектів проводили множинні порівняння середніх за критерієм Tukey HSD при $\alpha = 0,05$. Частку поясненої варіації визначали за коефіцієнтом η^2. Достовірність різниці між середніми значеннями визначали за критерієм найменшої істотної різниці ($НІР_{05}$).

Результати та обговорення

Ефективність гаплопродукції в культурі пиляків пшениці м'якої озимої характеризується значною варіабельністю та визначається насамперед генотипом донорної рослини, а також сукупністю фізіологічних, технологічних і середовищних чинників. Саме тому пошук шляхів підвищення морфогенетичної компетентності мікроспор та оптимізація умов культивування залишаються одним із пріоритетних напрямів сучас-

ної біотехнології пшениці. Серед ключових детермінантів прояву морфогенетичних подій у культурі пиляків – частоти новоутворень, регенерації зелених рослин і частоти альбіносів – провідне значення має склад індукційного живильного середовища. Баланс макро- і мікроелементів, джерел вуглецю, регуляторів росту та органічних добавок визначає переключення мікроспор з гаметофітного на спорофітний шлях розвитку та подальшу регенераційну здатність (Lantos et al., 2019; Upadhyay, 2022; Broughton et al., 2020; Kanbar et al., 2020; Castillo et al., 2022; Chaudhary and Dhaliwal, 2024). У сучасних дослідженнях показано, що модифікація класичних середовищ (W14, 190-2, C17, CHB3 тощо) шляхом варіювання концентрацій 2,4-D, кінетину, мальтози або додавання антиоксидантів та осморегуляторів дозволяє істотно підвищити частоту утворення ембріоїдів і вихід зелених регенерантів, однак реакція залишається генотип-специфічною (Castillo et al., 2022; Chaudhary and Dhaliwal, 2024).

В результаті дослідження показано, що ініціація морфогенетичних процесів в культурі пиляків пшениці м'якої озимої залежить як від генотипу так і від складу індукційного середовища (табл. 1).

Калюс отримали в культурі пиляків усіх наданих генотипів. Відсоток калюсів від висаджених пиляків варіював на різних індукційних середовищах у доволі широких межах: від 0 до 15,00 ± 2,06 (на середовищі 190-2), 81,11 ± 1,85 (W-14) і до 15,67 ± 2,10 (СВН3). Отримати калюс на всіх трьох середовищах вдалося лише в культурі 8 з десяти генотипів. При цьому генотип F38 був чутливим лише на середовищі 190-2, тоді як в культурі пиляків генотипу F44 саме на даному середовищі калюсу не отримано. Найбільш чутливими до першого етапу андрогенезу *in vitro* виявилися генотипи пшениці – F8, F42, F46. Останні виявилися найкращими й на другому етапі – регенерації рослин (табл. 1).

Значення показника «регенерація зелених рослин» коливалося на різних індукційних середовищах у межах: від 0 до 4,33 ± 1,18 на середовищі 190-2; 42,89 ± 2,33 на середовищі W-14 і 2,67 ± 0,65 на середовищі СВН3. Жодної рослини-регенеранта не отримано в культурі пиляків генотипу F38 незалежно від варіанта індукційного середовища.

Таблиця 1. Морфогенетичні процеси в культурі пиляків *T. aestivum* на різних індукційних середовищах (шт./100 пиляків)

Генотип	Калюс			Зелені регенеранти			Альбіно регенеранти		
	190-2	W-14	СВН3	190-2	W-14	СВН3	190-2	W-14	СВН3
F8	10.00 ^{b}	81.11 ^{a}	12.50 ^{b}	2.33 ^{b}	42.89 ^{a}	2.17 ^{ab}	1.00 ^{a}	0.44 ^{ab}	1.50 ^{a}
F18	1.33 ^{d}	1.33 ^{d}	1.67 ^{d}	0.67 ^{c}	0.00 ^{c}	0.33 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}
F21	0.67 ^{d}	7.67 ^{c}	2.80 ^{d}	0.22 ^{c}	0.67 ^{c}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}
F37	7.83 ^{c}	1.50 ^{d}	7.67 ^{c}	0.83 ^{c}	0.67 ^{c}	1.67 ^{ab}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}
F38	0.53 ^{d}	0.00 ^{d}	0.00 ^{d}	0.00 ^{c}	0.00 ^{c}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}
F42	10.40 ^{b}	13.33 ^{b}	3.00 ^{d}	1.87 ^{b}	2.33 ^{b}	2.67 ^{a}	0.40 ^{ab}	0.00 ^{b}	0.33 ^{b}
F44	0.00 ^{d}	1.00 ^{d}	1.33 ^{d}	0.00 ^{c}	0.33 ^{c}	0.33 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	0.33 ^{b}
F46	15.00 ^{a}	8.44 ^{c}	15.67 ^{a}	4.33 ^{a}	1.33 ^{bc}	2.67 ^{a}	0.00 ^{b}	0.22 ^{ab}	1.67 ^{a}
F54	1.17 ^{d}	3.00 ^{d}	0.83 ^{d}	0.17 ^{c}	0.17 ^{c}	0.33 ^{b}	0.00 ^{b}	0.83 ^{a}	0.17 ^{b}
F55	3.78 ^{c}	17.00 ^{b}	4.89 ^{c}	0.22 ^{c}	4.50 ^{b}	0.67 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}	0.00 ^{b}
$НСР_{0.05}$ між генотипами в стовбці	2.64	3.12	2.89	1.48	2.36	1.94	0.72	0.51	0.63
$НСР_{0.05}$ між середовищами в межах генотипу		3.01			2.11			0,98	

Примітка. Наведено середні значення. Різні літери в межах одного середовища та ознаки (стовбця) вказують на достовірні відмінності при $p \leq 0,05$ ($НСР_{0.05}$).

Аналіз результатів дослідження андрогенезу *in vitro* в культурі пиляків м'якої пшениці показав чітко виражену генотип-специфічну реакцію на індукційні середовища. Найвищу частоту формування зелених регенерантів зафіксовано у F8 на середовищі W-14 – 42.89 шт./100 пиляків (рис. а). Це значення достовірно перевищувало показник на середовищі 190-2 (2,33 шт./100 пиляків) та СВН3 (2,17 шт./100 пиляків), а також усі інші генотипи в межах W-14.

Тобто для генотипу F8 спостерігається виражена позитивна взаємодія «генотип × середовище», де W-14 виступає індуктором спорофітного шляху розвитку. Помірну регенераційну здатність продемонстрували генотипи F46 на 190-2 – 4.33 шт./100 пиляків, F55 на W-14 – 4,50 шт./100 пиляків та F42 на всіх середовищах – 1,87-2,67 шт./100 пиляків. Ці генотипи характеризуються відносною стабільністю, проте їх регенераційний потенціал значно нижчий за F8. Генотипи F38, F18, F21, F44, F54 мали нульову або близьку до нуля частоту зелених регенерантів незалежно від середовища, що свідчить про обмежену морфогенетичну компетентність мікроспор даних генотипів.

Частота альбіносів була значно нижчою за частоту зелених регенерантів та мала фрагментарний характер. Загалом середовище W-14 забезпечувало оптимальне співвідношення «зелений / альбіно» порівняно з 190-2 та СВН3.

Двофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA, Jamovi / GLM) виявив статистично значущий вплив факторів *генотип*, *індукційне середовище* та їх взаємодії на основні параметри андрогенезу *in vitro* ($P < 0.001$) (табл. 2).

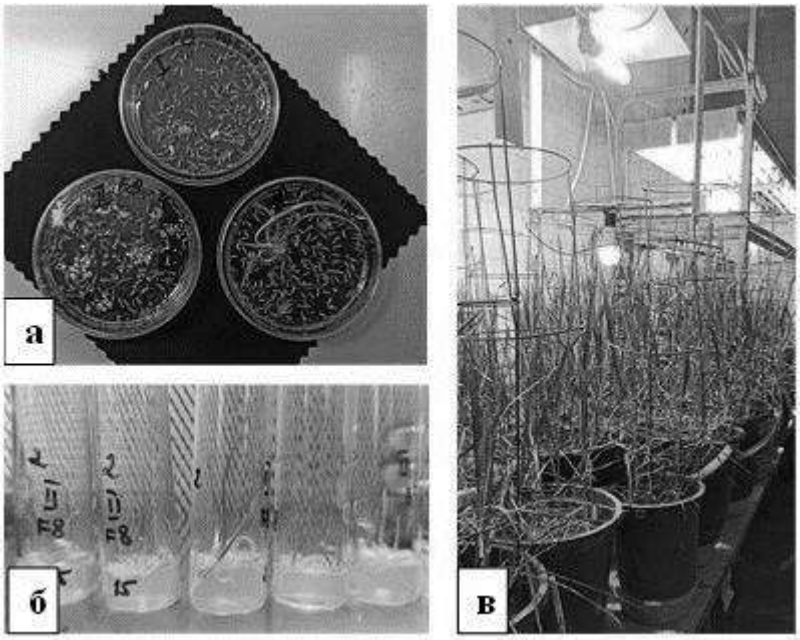


Рис. Етапи методу культури пиляків *in vitro*: а) – формування калюсу та пряма регенерація рослин на різних індукційних середовищах: I – 190-2, II – W14, III – СВН3; б) – регенерація зелених рослин на середовищі для регенерації; в) дорощування адаптованих рослин-регенерантів в умовах штучного клімату.

Таблиця 2. Статистичний аналіз параметрів андрогенезу *in vitro* для одинадцяти генотипів пшениці (метод двофакторного дисперсійного аналізу – ANOVA (*Jamovi* / GLM))

Джерело варіації	*df*	Середній квадрат (*MS*)					
		ELS/100A	η^2	*GR/100A*	η^2	*AR/100A*	η^2
Середовище	1	909.93*	0.67	736.16*	0.64	2.763*	0.41
Генотип	10	981.35*	0.16	1509.35*	0.29	5.760*	0.19
Взаємодія	10	75.58*	0.11	66.94*	0.12	0.774	0.23
Випадкове	44	6.39	0.03	5.74	0.03	0.281	0.17

Примітки: * значення істотно відрізняються при $P < 0,001$; ELS/100A – калюсів/100 пиляків; GP/100A – зелених регенерантів/100 пиляків; AR/100A – альбіно регенерантів/100 пиляків.

Індукційне середовище мало домінуючий вплив на індукцію калюсу (MS = 909,93; η^2 = 0,67), пояснюючи 67% загальної варіації ознаки. Вплив генотипу також був достовірним (MS = 981,35; η^2 = 0,16), проте значно менш вираженим. Частка варіації, зумовлена взаємодією «генотип × середовище», становила 11% (η^2 = 0,11), що свідчить про наявність специфічних реакцій окремих генотипів на склад середовища. Отже, саме компонентний склад індукційного середовища визначає інтенсивність переходу мікроспор до спорофітного розвитку.

Для частоти зелених регенерантів встановлено подібну ж тенденцію. Середовище зумовлювало 64% загальної варіації (MS = 736,16; η^2 = 0,64), тоді як внесок генотипу був вищим, ніж для показника ELS (η^2 = 0,29). Це свідчить про суттєву генетичну детермінацію процесів хлоропластної диференціації та морфогенезу. Взаємодія факторів також була достовірною (η^2 = 0,12), що підтверджує різну чутливість генотипів до складу середовища на етапі регенерації зелених рослин.

Для альбіно-регенерантів картина відрізнялася. Хоча вплив середовища залишався статистично значущим (MS = 2,763; η^2 = 0,41), його внесок був нижчим порівняно з іншими показниками. Частка варіації, зумовлена генотипом, становила 19% (η^2 = 0,19). Формування альбіносів характеризувалося більш складною моделлю варіації.

Висновки

Встановлено, що склад індукційного середовища є визначальним фактором андрогенезу *in vitro* пшениці м'якої (*T. aestivum*), пояснюючи 67% варіації формування ембріоїдоподібних структур та 64% варіації регенерації зелених рослин (P < 0,001). Найвища ефективність показана на середовищі W-14, на якому частота зелених регенерантів досягала 42,89% (генотип F8) за мінімального рівня альбіно рослин (0–0,44%). Генотип істотно впливав на регенерацію зелених рослин (η^2 = 0,29), що підтверджує генетичну детермінованість морфогенетичної відповіді. Формування альбіносів характеризувалося складнішою природою варіації та значною ролю взаємодії «генотип × середовище».

Отримані результати обґрунтовують доцільність використання середовища W-14 для підвищення ефективності отримання зелених гаплоїдних рослин у селекційній практиці та доводять необхідність диференційованого підбору індукційних середовищ для конкретних генотипів з метою підвищення ефективності отримання зелених гаплоїдних рослин і зниження частоти альбіноутворення.

Практична цінність роботи полягає у можливості оптимізації технології культури пиляків для прискорення селекційного процесу пшениці м'якої.

Інформація про фінансову підтримку, подяки: відсутня.

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References

1. Ahmed H. A. A., Akdoğan G., Özcan S. F., Barpete S. Effect of Parental Genotypes and Their Reciprocal Crosses on Haploid Plant Production by Anther Culture and Confirmation of Double Haploids by Flow Cytometry in Bread Wheat. *Journal of Agricultural Sciences*. 2022. 28 (3). P. 363–371. https://doi.org/10.15832/ankutbd.825434.
2. Broughton S., Lantos C., Pauk J. The effect of caffeine and trifluralin on chromosome doubling in wheat anther culture. *Plants*. 2020. Vol. 9, Is. 1. Art. 105. https://doi.org/10.3390/plants9010105.
3. Castillo A. M., Vallés M. P., Cistué L. Doubled haploid production in cereals: recent progress and future prospects. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23, Is. 21. Art. 13243. https://doi.org/10.3390/ijms232113243.
4. Chaudhary H. K., Dhaliwal I. Advances in doubled haploid technology in wheat breeding. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. Art. 1481134. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1481134.
5. Guha S., Maheshwari S. C. *In Vitro* production of embryos from anthers of datura. *Nature*. 1964. Vol. 204. P. 497. http://dx.doi.org/10.1038/204497a0.
6. Kanbar O. Z., Raza H. S., Abbas K. M., Al-Anbari A. S. Generation of doubled haploid lines from winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding material using *in vitro* anther culture. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2020. Vol. 56, No. 4. P. 150–158 https://doi.org/10.17221/113/2019-CJGPB.
7. Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E., Gołębiowska-Pikania G., Golemiec E., Stojałowski S., Chrupek M., Żur I. Quantitative trait loci associated with androgenic response in wheat. *Plant Cell Reports*. 2012. Vol. 31. P. 2099–2108. https://doi.org/10.1007/s00299-012-1320-2.
8. Lantos C., Pauk J., Bóna L., Mihályi A., Boda G., Kürti G., Cseh G. Efficient application of *in vitro* anther culture for different European winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding programs. *Plant Breeding*. 2013. Vol. 132. P. 149–154. https://doi.org/10.1111/pbr.12032.
9. Lantos C., Weyen O., Orsini J., Gnad E., Schlieter Z., Lein J., Kontowski J., Möllers K.-P., Broughton G., Pauk J. Utilization of in vitro anther culture in spelt wheat breeding. *Plants*. 2019. Vol. 8, Is. 10. Art. 436. https://doi.org/10.3390/plants8100436.

10. Lytvynenko M. A., Rybalka O. I., Shestopal O. V., Zambriborshch I. A., Traskovetska V. V., Cherchel N. G., Markova T. Yu. Udoskonalena tekhnolohiya selekciynogo procesu pshenyci myakoi ozymoi z vykoryctannyam biotekhnolohichnykh i moleculyarno-genetychnykh metodiv: naukovo-metodychnyi posibnyk. Odesa : Astroprint, 2015. 41 s. [in Ukrainian]
11. Ouyang J. W., Jia S. E., Zhang C., Chen X., Feng G. A. A new synthetic medium (W14) for wheat anther culture. *Annual Report, Institute of Genetics, Academia Sinica. Beijing*. 1989. P. 91–92.
12. Ouyang Z. Y., Hu H., Chourey P. S. Plant regeneration from rice anther culture. *Science*. 1973. Vol. 179, No. 4076. P. 589–590.
13. Ponitka A., Ślusarkiewicz-Jarzina A. Regeneration of oat androgenic plants in relation to induction media and culture conditions of embryo-like structures. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2009. 78 (3). P. 209–213. https://doi.org/10.5586/asbp.2009.026.
14. Upadhyay R. Anther culture for haploid plant production. *Advances in Plant Tissue Culture.* Ed. : Rai A. C., Kumar A., Modi A., Singh M. Academic Press, 2022. Chapter 7. P. 157–174. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90795-8.00004-7.
15. Zambriborshch I., Shestopal O., Traskovetskaya V., Vasiliev O., Halaiev O., Halaieva M., Afinogenov O., Chekalova M. Obtaining dihaploid lines of winter bread wheat with complex resistance. *Cereal Research Communications*. 2024. Vol. 52. P. 715–725. https://doi.org/10.1007/s42976-023-00466-3.

ZAMBRIBORSHCH I. S., SHESTOPAL O. L., AFINOGENOV O. A., CHEKALOVA M. S., VASYLIEV O. A., TRASKOVETSKA V. A., SAULIAK N. I.
The Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation,
Ukraine, 65036, Odesa, Ovidiopolskaya dor., 3

INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE INDUCTION MEDIUM ON *IN VITRO* ANDROGENESIS OF BREAD WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Aim. Study of the efficiency of in vitro androgenesis of bread wheat using different induction media for anther culture. ***Methods.*** In vitro culture of isolated anthers. The following parameters were determined: frequency of callus formation, number of green and albino regenerant plants (number per 100 cultured anthers). ***Results.*** In vitro androgenesis in anther culture in 10 genotypes of winter bread wheat was studied. The frequency of callus induction ranged from 0 to 15.00 ± 2.06 (on 190-2 medium), 81.11 ± 1.85 (W-14), and up to 15.67 ± 2.10 (CBH3). The value of the parameter "green plant regeneration" varied within the following limits: from 0 to 4.33 ± 1.18 on 190-2 medium; 42.89 ± 2.33 on W-14 medium; and 2.67 ± 0.65 on CBH3 medium. The wheat genotypes F8, F42, and F46 were the most responsive to in vitro androgenesis were shown. ***Conclusions.*** Genotype-specific morphogenetic responses of winter bread wheat microspores during in vitro androgenesis were identified. The W-14 medium provided a significantly higher frequency of callus induction and green plant regeneration compared to 190-2 and CBH3 media. It was shown that at the stage of embryoid induction the dominant factor is the induction medium, whereas at the stage of green plant regeneration the genotype plays the determining role.

Keywords: *in vitro* culture, wheat, androgenesis, callus, regeneration.

Надходження статті: 31 березня 2026 р.
Прийняття до друку після рецензування: 31 травня 2026 р.
Публікація: 30 листопада 2026 р.