

БІЛИНСЬКА О. В. 
СОЛОНЕЧНА О. В. 

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України,
Україна, 61060, м. Харків, проспект Героїв Харкова, 142
✉ bilynskaov@gmail.com

ГЕНЕТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ (*HORDEUM VULGARE* L.) ЗА ЗДАТНІСТЮ ДО УТВОРЕННЯ ГАПЛОЇДІВ У КУЛЬТУРІ ПИЛЯКІВ *IN VITRO*

Мета. Аналіз багаторічних даних щодо здатності сортів і ліній ярого ячменю, які різняться за походженням, біологічними та господарськими ознаками, до продукування андрогенних гаплоїдів. **Методи.** Культивування пиляків, вилучених із попередньо обробленого за низької позитивної температури колосся, на живильних середовищах, які містили солі макро- та мікроелементів N6 і MC, фізіологічно активні речовини, мальтозу (9%), агар і хімічно модифікований крохмаль. **Результати.** Досліджено здатність до утворення калюсу, ембріоїдів і регенерації рослин у 30 сортів вітчизняної та іноземної селекції, трьох колекційних зразків і трьох ліній подвоєних гаплоїдів ярого ячменю. Кількість морфогенних пиляків варіювала від 5,70 до 91,71% від загальної кількості культивованих пиляків, вихід зелених рослин – від 0 до 145,9 шт на 100 культивованих пиляків. Виділено вісім зразків, які поєднують середню і високу (20–70 зелених рослин на 100 пиляків) андрогенну здатність з цінними господарськими ознаками. **Висновки.** Результати досліджень свідчать про важливість подальшого скринінгу генофонду ячменю для виділення генотипів з високою культурабельністю, а також про необхідність розробки спеціальних методичних підходів для збільшення ефективності одержання гаплоїдів саме у нечутливих генотипів.

Ключові слова: *Hordeum vulgare* L., ячмінь, культура пиляків *in vitro*, морфогенні пиляки, регенерація рослин.

Становлення та розвиток методів культури пиляків та ізолюваних мікроспор *in vitro* супроводжувалися накопиченням експериментальних даних не лише щодо впливу на процеси

диференціації, проліферації та регенерації у цих системах компонентів живильних середовищ та умов культивування, а й особливостей реакції сортів і ліній на стимуляцію у такий спосіб морфогенезу поза інтактним організмом (Dunwell, 2010). Крім того, саме генотип рослин-донорів пиляків й ізолюваних мікроспор виявився та дотепер залишається критичним чинником, від якого залежать перспективи розробки і впровадження цих біотехнологій для одержання вихідного матеріалу для селекції та генетичних досліджень (Dwivedi et al., 2015, Hale et al., 2022).

Попри те, що у ячменю, який є модельним видом для розробки теоретичних і методичних основ експериментального андрогенезу *in vitro*, досягнуто найбільших успіхів у дослідженні регуляторних механізмів індукції спорофітного розвитку мікроспор, оптимізації усіх етапів технологічного процесу одержання гаплоїдів і подвоєних гаплоїдів, створено близько 200 комерційних сортів, проблема подолання генотипової залежності залишається актуальною (Asif, 2013, Lantos et al., 2024). Один із складних аспектів цієї проблеми, окрім низького виходу морфогенних структур (калюсу та ембріоїдів) у багатьох цінних генотипів, пов'язаний із високим відсотком серед регенерантів нежиттєздатних хлорофілдефектних рослин (Gajeska et al., 2020).

Варто зазначити, що для підвищення ефективності одержання андрогенних гаплоїдів, як і раніше, пропонуються дві стратегії: застосування екзогенних чинників різної природи (Hale et al., 2022, Makowska et al., 2017) і залучення генотипів з високою здатністю до андрогенезу *in vitro*, виходячи із спадкового характеру цієї ознаки (Foroughi-Weh et al., 1982, Lasaridou et



© 2026 Білинська О. В., Солонечна О. В. This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

al., 2011). У рамках реалізації обох стратегій важливим є скринінг генофонду з метою його оцінювання щодо культурабельності і виявлення генотипів-носіїв високого рівня прояву цієї ознаки для застосування як модельних генотипів у методичних і теоретичних дослідженнях, так і для створення гібридів з високою чутливістю до андрогенезу *in vitro*. Тому оцінювання національних і світового генофондів ячменю та інших економічно важливих культур щодо здатності до андрогенезу *in vitro* є важливим напрямом досліджень у галузі експериментальної гаплоїдії (Kruczkowska et al., 2005, Makowska et al., 2015).

За результатами досліджень, проведених у 1996–2007 рр., нами створено ознакову колекцію ярого ячменю за здатністю до андрогенезу *in vitro* (Belinskaya, 2007). Удосконалення технології гаплоїдної індукції за рахунок низки інноваційних елементів (Bilynska and Dulniew, 2019) дозволило істотно підвищити ефективність одержання гаплоїдів як на основі сортового, так і гібридного матеріалу та розширити коло генотипів, підданих тестуванню щодо спроможності до калюсо-, ембріодогенезу та регенерації рослин у культурі пиляків *in vitro*.

У цій роботі узагальнено результати багаторічних досліджень з оцінювання здатності до утворення морфогених структур і рослин-регенерантів у культурі пиляків *in vitro* комерційних сортів, ДН-ліній і колекційних зразків ярого ячменю. Для 28 генотипів характеристику андрогенної здатності одержано вперше.

Матеріали і методи

Рослинний матеріал для досліджень представлено 30 сортами вітчизняної і зарубіжної селекції, трьома колекційними зразками та трьома лініями подвоєних гаплоїдів ярого ячменю андрогенного походження, які різнилися за біологічними і цінними господарськими ознаками. Зокрема, експериментальна вибірка включала: 11 сортів селекції ІР ім. В. Я. Юр'єва (Взірець, Інклюзив, Парнас, Доказ, Всесвіт, Викик, Модерн, Явір, Харківський 74, Екзотик, Фенікс), чотири сорти, створені у Селекційно-генетичному інституті (Командор, Геліос, Вакула Ахіллес), один сорт селекції Носівської селекційної дослідної станції (Козацький); вісім сортів голозерного ячменю (Майський, Омський голозерний 1, Омський голозерний 2, CDC Candle, CDC Alamo, Mebere, Тула, Беларуский 76), три сорти – джерела стійкості до сажкових хвороб (Rosalina, Signal та Реванш), три сорти –

джерела високого вмісту білка у зерні (Убаган, Великан, Condor) зарубіжної селекції; три лінії (DH14-34, DH14-189 і ДГ14-173(373)), які походять від гібридів F_1 Інтенсив×GSHO-5, GSHO-5×Вакула та GSHO-5(wx)×ДГ00-126 відповідно; три колекційні зразки (GSHO-5(wx), DD-21, IR06605). Матеріал було надано лабораторією селекції і генетики ячменю ІР ім. В. Я. Юр'єва та Національним центром генетичних ресурсів рослин України. Як еталон високої здатності до андрогенезу *in vitro* було використано лінію андрогенного походження ДГ00-126, створену на основі гібриду F_1 Екзотик×Харківський 74.

Дослідження з оцінювання генетичного різноманіття ярого ячменю за здатністю до утворення гаплоїдів у культурі пиляків *in vitro* охоплювали період з 2012 р. по 2023 р. за винятком 2014, 2015, 2019, 2020 років, коли основну увагу було зосереджено на одержанні ліній подвоєних гаплоїдів на основі гібридного селекційного матеріалу, створеного із залученням кращих за андрогенною здатністю сортів.

Рослини-донори пиляків вирощували на дослідній ділянці. Сівбу проводили у першій-третій декадах березня, а у 2017 р. і 2022 рр. – у першій декаді квітня. Роки досліджень різнилися за погодними умовами. Зокрема, лише у 2008, 2016, 2017, 2021, 2023 рр. гідротермічний режим впродовж фаз кушіння та вихід у трубку був сприятливим для росту і розвитку рослин ярого ячменю. У період добору колосся переважала помірно тепла або прохолодна погода, яка сприяла одержання рослинного матеріалу належної якості. Впродовж решти років метеорологічні умови характеризувалися недостатньою кількістю опадів у фазу кушіння, високою температурою і дефіцитом вологи у ґрунті у фазу виходу у трубку, коли здійснювався добір колосся для вилучення пиляків. Вегетаційний період у 2012, 2013, 2018, 2022 рр. був вкрай несприятливим для росту і розвитку ячменю, тому з метою покращення стану посів проводили штучний полив, починаючи з фази кушіння.

Добір колосся, попередню обробку за низької позитивної температури, одержання асептичної культури пиляків, їх культивування на живильному середовищі та одержання рослин-регенерантів проводили як описано раніше (Bilynska and Dulniew, 2019).

Ефективність отримання гаплоїдів ярого ячменю у культурі пиляків *in vitro* було визначено за кількістю морфогених пиляків, тобто тих, на поверхні яких відмічено появу калюсу та

ембріоїдів, у відсотках від загальної кількості культивованих і за кількістю рослин-регенерантів у перерахунку на 100 культивованих пиляків. Істотність різниці між генотипами за досліджуваними ознаками було встановлено за допомогою дисперсійного аналізу якісних ознак за допомогою програми Microsoft Excel (2010). Розподіл генотипів за класами рівня прояву ознак було здійснено з урахуванням НІР₀₅.

Результати та обговорення

Аналіз реакції на культивування пиляків *in vitro* у межах дослідженої вибірки сортів, ДН-ліній і колекційних зразків ярого ячменю, які характеризувалися різноманіттям за біологічними та цінними господарськими ознаками, засвідчив широкий розмах мінливості за здатністю до утворення морфогенних структур і зелених рослин-регенерантів (рис. 1).

Індукувати каллус та ембріоїди вдалося у всіх генотипів. Цей показник коливався від 5,70% у сорту Омський голозерний від 2 до 91,71% у лінії ДН00-126. Одержані дані узагальнено на рис. 2, де показано відсутність у розподілі генотипів переважання одного класу за кількістю морфогенних пиляків. Зокрема, однакові частоти (близько 14%) відмічено для генотипів з кількістю морфогенних пиляків в інтервалах «6–10», «11–15», «46–50»%. З частотою 11% у вибірці траплялися генотипи, у яких кількість морфогенних пиляків була в інтервалах «26–30» і «31–35». При спробі об'єднати ці класи за розподілом, який ми використовуємо для характеристики андрогенної здатності генотипів (низька – до 20%; середня – від 20 до 40%; висока – від 40 до 60%; дуже висока – від 70 до 100%), виявилось, що генотипи з середньою,

високою та дуже високою кількістю морфогенних пиляків разом становили 63,9%. Це істотно відрізнялося від результатів раніше проведених нами досліджень, у яких було показано, що у 53,8% із досліджених 104 генотипів, кількість морфогенних пиляків не перевищила 15% (Belinskaya, 2007). Середньою здатністю до утворення морфогенних структур характеризувалися 13 генотипів, серед яких були сорти Взірець, Вакула, Ахіллес, Явір, Rosalina, Козацький, безостий сорт Модерн. Високий рівень прояву цієї ознаки мали сорт Командор, голозерні сорти Mebere, Тула, CDCAlamo (що є носієм алеля *ix*), сорти Signal та Реванш, стійкі до сажкових хвороб, пивоварний сорт Харківський 74, високобілковий крупнозерний сорт Великан. Дуже високу здатність до продукування морфогенних структур відмічено у пивоварного сорту Екзотик і еталонного генотипу ДН00-126.

Зелені рослини-регенеранти було одержано у всіх генотипів за винятком сорту Омський голозерний 2. Розмах варіювання за цією ознакою становив від 0% у згаданого зразка до 145,9 рослин на 100 культивованих пиляків у лінії ДН00-126. Аналіз розподілу досліджених генотипів за ефективністю регенерації зелених рослин (рис. 3) показав, що до найбільш чисельного класу – 41,7%, увійшли генотипи, у яких вдалося одержати до 5 рослин на 100 пиляків. У 25% генотипів було одержано від 6 до 10 рослин-регенерантів на 100 пиляків. Для порівняння: за результатами раніше проведених досліджень, у 85,5% генотипів було одержано менше 5 рослин, а у 9,5% кількість зелених рослин-регенерантів знаходилася у межах від 6 до 10 рослин-регенерантів (Belinskaya, 2007).

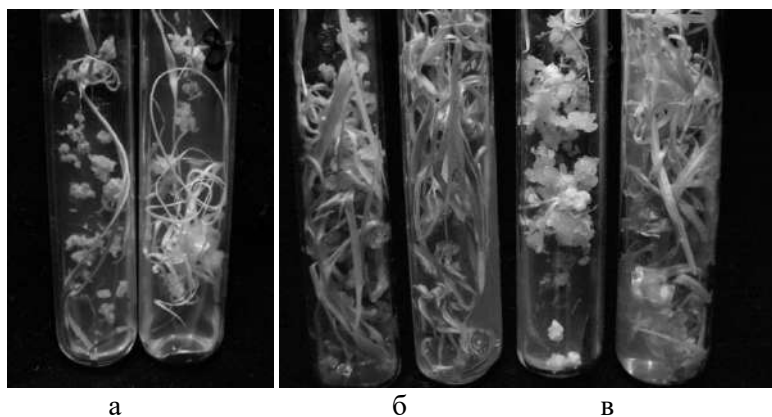


Рис. 1. Утворення морфогенних структур та регенерація рослин у культурі пиляків *in vitro* сортів ярого ячменю Омський голозерний 1 (а), Реванш (б), Rosalina (в).

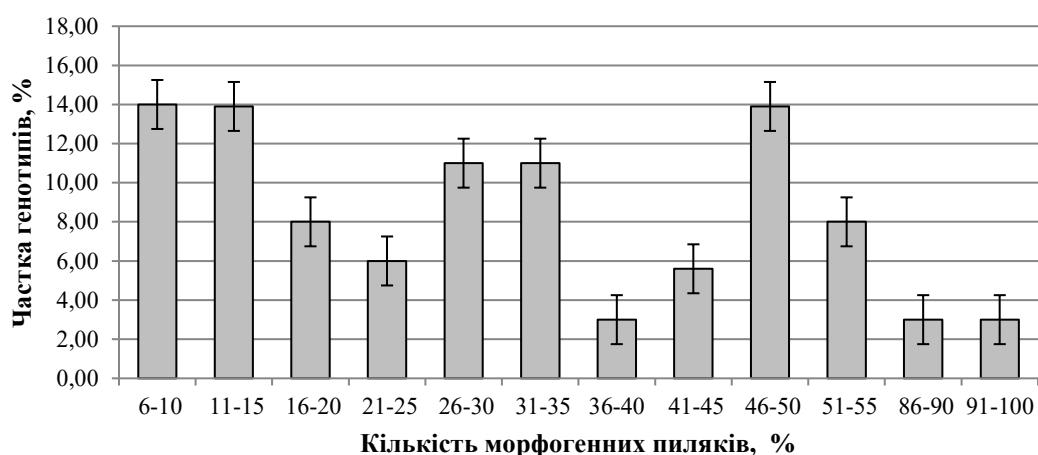


Рис. 2. Розподіл сортів, ліній та колекційних зразків ярого ячменю за здатністю до утворення морфогенних структур у культурі піяків *in vitro*.

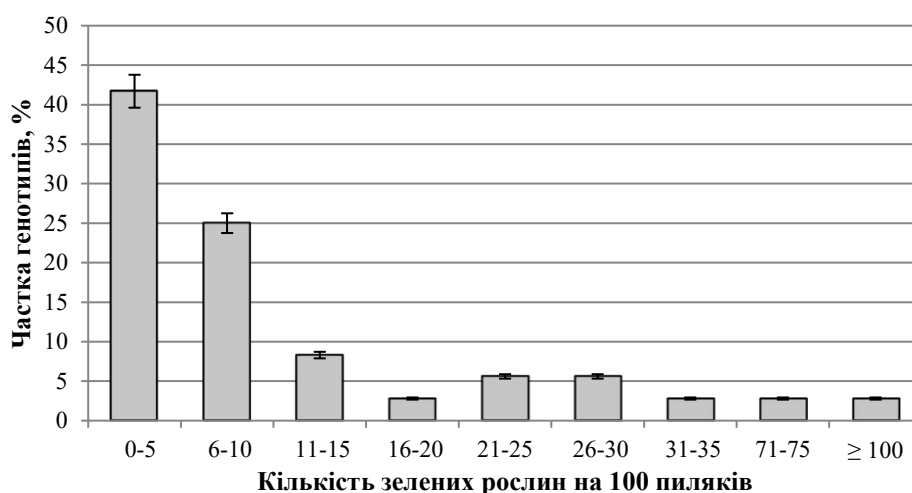


Рис. 3. Розподіл сортів ярого ячменю за здатністю до регенерації зелених рослин у культурі піяків *in vitro*.

Зважаючи на характер мінливості за ознакою кількість зелених рослин-регенерантів, зокрема наявність градації «0–5», саме до цієї групи нами було віднесено генотипи з низькою регенераційною здатністю.

Середній рівень за виходом зелених рослин, за наших умов проведення досліджень і досягнутого рівня ефективності, було визначено в інтервалі «6–20», високий – «21–50» і дуже високий – понад 50. Запроваджуючи таку робочу шкалу, ми припускали, що за ефективності, яка перевищує 20 рослин на 100 піяків, є можливість одержати з піяків, вилучених з 10–15 суцвіть, до 100 регенерантів. За цією шкалою частка генотипів з середньою та високою здатністю до регенерації зелених рослин становила 50,1%. Середньою здатністю до регенерації зе-

лених рослин характеризувалися сорти Парнас, Великан, Всесвіт, Фенікс, Інклюзив, голозерні сорти (Омський гол озерний 1, Mebere, Тула, Майський), Харківський 74, Явір, стійкий до сажкових хвороб сорт Signal та лінія DH14-173. Високу регенераційну здатність мали сорти Rosalina, Командор, Вакула, Екзотик, Реванш. Найвищий рівень цього показника відмічено у сорту Модерн і модельного генотипу DH00-126 – 71,6 і 145,9 зелених рослин на 100 культивованих піяків, відповідно. У раніше проведених дослідженнях кількість зелених регенерантів у лінії DH00-126 не перевищила, у кращому варіанті, досліді 35 шт (Belinskaya, 2007).

Аналізуючи результати дослідів, варто зазначити, що як зростання частки генотипів з високою та середньою здатністю до утворення

морфогенних структур і регенерації зелених рослин, так і абсолютних значень цих показників відбулося завдяки впровадженню інноваційних елементів технології – тривалої попередньої обробки і використання як гелеутворюючого компоненту живильних середовищ хімічно модифікованих крохмалів (Bilynska and Dulniew, 2019). Показовою щодо цього є різниця за кращими показниками гаплопродукції у трьох модельних генотипів, які було одержано у першому (1996–2007 рр.) (Belinskaya, 2007) і другому (2012–2023 рр.) циклах досліджень. Як видно з рис. 4, в усіх трьох генотипів істотно збільшилася як кількість морфогенних пиляків, так і зелених рослин-регенерантів, але без зміни рангів за загальною культурабельністю.

З метою більш об'єктивного оцінювання одержаних результатів було проведено співставлення здатності до андрогенезу *in vitro*, залучених до наших експериментів сортів, ліній і колекційних зразків з даними, одержаними в інших лабораторіях на генетично різноманітному матеріалі.

Так, у культурі пиляків *in vitro*, 21 озимих і ярих сортів польської селекції встановлено варіювання за кількістю зелених рослин-регенерантів від 0 до 8,3 рослин на 100 пиляків. Натомість у сорту Igrі одержано 132 зелені рослини, а у іншого модельного генотипу Gimpel – 16,6 зелених рослин на 100 пиляків (Kruczkowska et al., 2005). З огляду на те, що модельний генотип DH00-126, за результатами проведених нами раніше досліджень, виявився близьким, за андрогенною здатністю, до сорту Igrі (Belinskaya, 2007), дані принаймні для цих двох генотипів можна вважати співставними, а щодо інших – зробити висновок про вкрай низьку здатність до андрогенезу *in vitro*, залучених

до експерименту польських сортів ячменю. За використання двох селекційних ліній у експерименті з удосконалення складу живильного середовища, також проведеного польськими дослідниками, у кращому варіанті досліду відмічено зростання виходу зелених рослин з 11 до 52 на 100 пиляків (Makowska et al., 2015), що відповідало досягнутій у наших експериментах ефективності регенерації рослин. Від 86,8 до 595,1 зелених рослин на 100 культивованих пиляків одержано у культурі пиляків *in vitro* чотирьох іспанських сортів у експерименті з удосконалення попередньої обробки (Echavarrı and Cistue, 2016).

При плануванні досліджень з тестування генофонду щодо здатності до андрогенезу *in vitro*, ймовірно, слід враховувати той факт, що досі залишається найвищим і практично недосяжним у роботі з генетично різноманітним сортовим і гібридним матеріалом, рівень здатності до продукування андрогенних гаплоїдів сорту Igrі. Ще в одній з перших робіт, проведених за співпраці іспанських та канадських дослідників у культурі ізольованих мікроспор *in vitro* у цього сорту, у перерахунку на 100 пиляків, було одержано 1736 зелених рослин (Cistue et al., 1995). Та попри складність відтворення цього результату, варто залучати сорт Igrі або попередньо тестований, у порівнянні з ним інший модельний генотип з національного генофонду до схеми дослідів, як це було зроблено нами для лінії DH00-126. Це буде доречним не лише для співставлення власних результатів з даними інших дослідників, а дозволить більш об'єктивно оцінювати андрогенний потенціал матеріалу, що піддається тестуванню, рівень власних методичних розробок, кваліфікації та умов проведення дослідів.

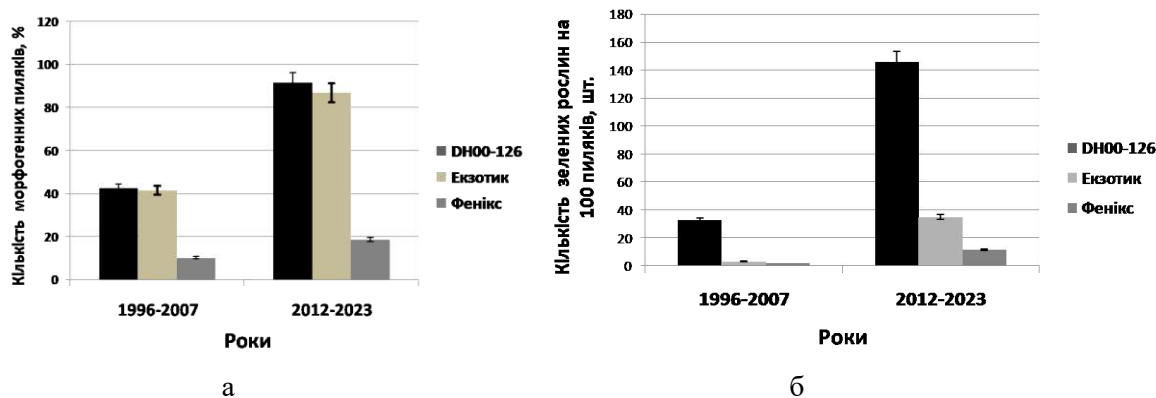


Рис. 4. Утворення морфогенних структур (а) та регенерації зелених рослин (б) у культурі пиляків *in vitro* сортів ярого ячменю Екзотик, Фенікс та лінії DH00-126.

Висновки

Висока здатність до андрогенезу *in vitro* у ярого ячменю є унікальною біологічною ознакою, через що її носії становлять велику цінність для проведення генетичних та фізіологічних досліджень у галузі експериментальної гаплоїдії. На особливу увагу заслуговують сорти і лінії, що поєднують високу культурабельність у культурі пиляків *in vitro* з певними господарськими ознаками і можуть бути залучені до гібридизації у рамках спеціальних селекційних програм, які ґрунтуються на використанні гаплоїдних технологій. З огляду на значну частку гено-

типів з низьким виходом зелених рослин-регенерантів (близько 42%) у експериментальній вибірці, підданій скринінгу щодо андрогенної здатності, актуальним завданням є розробка методичних підходів саме до збільшення ефективності одержання подвоєних гаплоїдів у генотипів з низькою гаплопродукційною спроможністю.

Інформація про фінансову підтримку, подяки: відсутня.

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список використаних джерел

1. Asif M. Application and use of haploids. In : Asif M, editor. Progress and opportunities of doubled haploid production. Switzerland : Springer International Publishing; 2013. P. 55–70. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-00732-8>.
2. Belinskaya E. V. Formation of barley collection for response to androgenesis *in vitro* and its use in genetic and biotechnological investigations. *Bulletin of the Vavilov Society of Geneticists and Breeders of Ukraine*. 2007. Vol. 5 (1, 2). P. 11–20. [in Russian]
3. Bilynska O. V., Dulniew P. G. Efficiency of spring barley haploid production in anther culture *in vitro*: comparison of basic and improved technologies. *Factors in Experimental Evolution*. 2019. Vol. 25. P. 178–183. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v.25.1161>. [in Ukrainian]
4. Dunwell J. M. Haploids in flowering plants: origins and exploitation. *Plant Biotechnology Journal*. 2010. Vol. 8, No. 4. P. 377–424. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2009.00498.x>.
5. Dwivedi S. L., Britt A. B., Tripathi L., Sharma S., Upadhyaya H. D., Ortiz R. Haploids: constraints and opportunities in plant breeding. *Biotechnology Advances*. 2015. Vol. 33 (6). P. 812–829. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.07.001>.
6. Echavarri B., Cistue L. Enhancement in androgenetic efficiency in barley (*Hordeum vulgare* L.) and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) by the addition of dimethyl sulfoxide in the mannitol pretreatment medium. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2016. Vol. 25. P. 11–22. <https://doi.org/10.1007/s11240-015-0923-z>.
7. Foroughi-Weh B., Friedt W., Wenzel G. On the genetic improvement of androgenetic haploid formation in *Hordeum vulgare* L. *Theoretical and Applied Genetics*. 1982. Vol. 62. P. 233–239. <https://doi.org/10.1007/BF00276246>.
8. Gajęcka M., Marzec M., Chmielewska B., Jelonek J., Zbieszczyk J., Szarejko I. Plastid differentiation during microgametogenesis determines green plant regeneration in barley microspore culture. *Plant Science*. 2020. Vol. 291. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110321>.
9. Hale B., Ferrie A. M. R., Chellamma S., Samuel J. P., Phillips G. C. Androgenesis-based doubled haploidy: past, present, and future perspectives. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 12. 751230. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.751230>.
10. Lantos C., Markó F., Mihály R., Pauk J. Comparative analyses of green plantlet regeneration in barley (*Hordeum vulgare* L.) anther culture. *Agriculture*. 2024. Vol. 14. 1440. <https://doi.org/10.3390/agriculture14091440>.
11. Lasaridou T. B., Sistanis F., Lithourgidis A., Ambrus H., Roupakias D. Response to *in vitro* anther culture of F3 families originating from high and low yielding F2 barley (*Hordeum vulgare* L.) plants. *Australian Journal of Crop Science*. 2011. Vol. 5. P. 262–267.
12. Makowska K., Kaluźniak M., Oleszczuk S., Zimny J., Czaplicki A., Konieczny R. Arabinogalactan proteins improve plant regeneration in barley (*Hordeum vulgare* L.) anther culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2017. Vol. 131 (2). P. 247–257. <https://doi.org/10.1007/s11240-017-1280x>.
13. Makowska K., Oleszczuk S., Zimny A., Czaplicki A., Zimny J. Androgenic capability among genotypes of winter and spring barley. *Plant Breeding*. 2015. Vol. 134. P. 668–674. <https://doi.org/10.1111/pbr.12312>.
14. Kruczkowska H., Pawłowska H., Skucinska B. Androgenic potential of Polish barley cultivars in anther culture *in vitro*. *Plant Breed. Seed Science*. 2005. Vol. 51. P. 57–65.
15. Cistue L., Ziauddin A., Simion E., Kasha K. J. Effects of conditions on isolated microspore response of barley cultivar Igri. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 1995. Vol. 42. P. 163–165. <https://doi.org/10.1007/BF00034234>.

BILYNSKA O. V., SOLONECHNA O. V.

*Yuriev Plant Production Institute of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
Ukraine, 61060, Kharkiv, Heroiv Kharkova ave., 142*

GENETIC DIVERSITY OF BARLEY (*HORDEUM VULGARE* L.) IN CAPABILITY FOR HAPLOID PRODUCTION IN ANTHER CULTURE *IN VITRO*

Aim. Analysis of data of the long-term investigations on the ability of spring barley varieties and lines differed in origin, biological and valuable agronomic traits for haploid production in anther culture *in vitro*. **Methods.** Anthers isolated from cold-pretreated spikes were cultivated on agar and starch solidified nutrient media containing N6 macro- and MS micronutrients, physiologically active substances and maltose (9.0%). **Results.** The capacities for production of calli, embryoids and plant regeneration were investigated in 30 varieties, three collection accessions and three doubled haploid lines. Response to androgenesis *in vitro* varied from 5.70 to 91.71% of morphogenic anthers and from 0 to 145.9 green plants per 100 cultivated anthers in dependence of genotype, donor plant growth conditions and culture medium. Eight genotypes that combined middle and high (20–70 green regenerated plants per 100 anthers) capacities for haploid production with certain valuable agronomic characteristics were found. **Conclusions.** This work emphasizes the importance of further screening barley gene pool for selection of genotypes with a unique high cultuability as well as the improvement of special methods for increase haplod production in recalcitrant ones.

Keywords: *Hordeum vulgare* L., barley, anther culture *in viro*, morphogenic anthers, plant regeneration.

Надходження статті: 1 березня 2026 р.

Прийняття до друку після рецензування: 20 квітня 2026 р.

Публікація: 30 червня 2026 р.