

**Міністерство освіти і науки України  
Всеукраїнський науковий інститут селекції  
Уманський національний університет садівництва  
Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАНУ  
Українське товариство генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова**

**МАТЕРІАЛИ X ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ГЕНЕТИКА І СЕЛЕКЦІЯ В  
СУЧАСНОМУ АГРОКОМПЛЕКСІ»**

**29–30 жовтня**

Умань – 2025

**Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі.** Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції (29–30 жовтня 2025 р.). Умань, 2025. 152 с.

У збірнику тез висвітлено результати наукових досліджень з актуальних питань генетики і селекції в сучасному агрокомплексі.

### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

Полторецький С. П. – д. с. г. н., професор, академік АН ВО України (відповідальний редактор), УНУ;  
Рябовол Л. О. – д. с.-г. н., професор (заступник відповідального редактора), УНУС;  
Сержук О. П. – к. с.-г. н., доцент (відповідальний секретар), УНУ;  
Господаренко Г. М. – д. с.-г. н., професор, УНУ;  
Єщенко В. О. – д. с.-г. н., професор, УНУ;  
Копитко П. Г. – д. с.-г. н., професор, УНУ;  
Яценко А. О. – к. с.-г. н., професор, УНУ;  
Рябовол Я. С. – д. с.-г. н., доцент, УНУ;  
Любченко А. І. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;  
Новак Ж. М. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;  
Діордієва І. П. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;  
Крижанівський В. Г. – к. с.-г. н., УНУ;  
Любченко І. О. – к. с.-г. н., УНУ;  
Черно О. Д. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;  
Карнаух О. Б. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;  
Кравченко В. С. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;  
Третьякова С. О. – к. с.-г. н., доцент, УНУ;  
Білоножко В. Я. – д. с.-г. н., професор, ЧНУ ім. Б. Хмельницького;  
Кунах В. А. – д. біол. н., професор, член-кореспондент НАНУ, ІМБГ НААНУ;  
Грабовий В. М. – к. біол. н., с. н. с., НДП «Софіївка» НАНУ;  
Опалко А. І. – к. с.-г. н., професор, НДП «Софіївка» НАНУ;  
Парій М. Ф. – к. біол. н., ВНІС.

***Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії УНУС,  
протокол № 4 від 26.12.2025 р.***

*За достовірність опублікованих матеріалів відповідальність несуть автори.*

© Уманський національний  
університет садівництва,  
2025.

# ОСОБЛИВОСТІ ДОРОЩУВАННЯ КОРЕНЕВЛАСНОГО САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ ГЕНОТИПІВ ЧОРНИЦІ ВИСОКОРОСЛОЇ

**А. Ф. Балабак**

*Уманський національний університет, Україна*

Впровадження в культуру сортів чорниці високорослої (*Vaccinium corymbosum* L.), а також збереження їх господарсько-біологічних ознак і властивостей значною мірою виявляють необхідність та перспективність розмноження стебловими живцями та подальше дорощування до саджанців товарних гатунків. Враховуючи відсутність експериментальних даних виникла необхідність вивчення елементів контейнерного дорощування вкорінених живців сортів чорниці високорослої в агрокліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

За традиційною технологією живцювання та дорощування плодкових і декоративних культур [1, 2, 5, 6] стеблові живці після їх укорінення ростуть і розвиваються без пересаджування до настання заморозків. Весною наступного року вкорінені живці викопують з гряд укорінення і висаджують у поле на дорощування. У результаті цього, через порушення кореневої системи спостерігаються значні втрати саджанців, особливо важковкорінюваних сортів. Перспективним може бути вкорінювання зелених і здерев'янілих стеблових живців з наступним пересаджуванням у контейнери [3, 4].

Мета роботи полягала у вивченні стану, росту і розвитку вкорінених стеблових живців в процесі дорощування інтродукованих сортів чорниці високорослої (*Vaccinium corymbosum* L.) Блюгольд (*Bluegold*), Блюкроп (*Bluecrop*), Дарроу (*Darroy*), Дюк (*Duke*), Елліот (*Elliot*), Спартан (*Spartan*), Торо (*Toro*) в умовах Правобережного Лісостепу України. Досліди проведено в розсадниках Уманського національного університету і ТОВ «Брусвяна». Для досягнення цієї мети програмою досліджень було передбачено виявити оптимальні строки пересаджування укорінених живців на дорощування в контейнери.

Дорощування укорінених живців проводили у пластикових контейнерах ємністю 5 л на ділянках з дрібнодисперсним зволоженням. Субстратом для контейнерів була суміш верхівкового торфу (рН 4,0–4,5) з чистим річковим піском та компостованою сосною корою і хвоєю у співвідношенні 4:1:2. Схема дослідів включала варіанти, де факторами мінливості були сорти і терміни пересаджування вкорінених живців на дорощування: 1) без пересаджування; 2) осіннє пересаджування — 1–10 жовтня; 3) весняне — 1–10 квітня, частина пагона, з якої заготовляли живці та біологічно-активна речовина ауксинової природи —  $\alpha$ -нафтилоцтова кислота ( $\alpha$ -НОК).

Спостереження за проходженням процесів дорощування виконували через кожні десять діб. Повторність досліду чотирикратна, в кожному повторенні по 20 укорінених живців. Обліки дорощування проводили в кінці вегетаційного періоду, при цьому визначали відсоток приживлюваних кореневласних рослин, кількість коренів і довжину кореневої системи, а також величину надземної частини кожної дорощованої рослини.

Доведено, що подальший ріст і розвиток укорінених живців досліджуваних сортів чорниці високорослої, значно залежить від агротехнологічних заходів їх дорощування — використання біологічно-активної речовини ауксинової природи ( $\alpha$ -НОК), умов проведення дорощування, способів і термінів пересаджування, типу пагона та еколого-біологічних особливостей сорту.

Досліджено, що в Правобережному Лісостепу України, з наявністю тривалого вегетаційного періоду та підвищеною сонячною інсоляцією, можна використовувати весняне, літнє та осіннє пересаджування кореневласних рослин чорниці високорослої на дорощування.

У варіанті досліду без пересаджування укорінених живців на дорощування зафіксовано найменший вихід саджанців. Цей показник, а також приживлюваність саджанців виявились дуже залежними від помологічного сорту, строків живцювання, типу пагона та обробки біологічно-активною речовиною  $\alpha$ -НОК. Рослини, що залишені на ділянці вкорінювання, мали слабкий ріст пагонів і кореневої системи, спостерігались значні випадки укорінених живців (60,2–75,8%).

Пересаджування укорінених живців досліджуваних сортів чорниці високорослої на дорощування в контейнери 1–10 квітня і 1–10 жовтня, сприяло збільшенню кількості і довжини адвентивних коренів на одній рослині на 45,2–50,1 %, порівняно з контрольним варіантом досліду. У ці строки пересаджування у рослин спостерігалася висока інтенсивність росту і формування надземної частини. За цих термінів пересаджування живцеві рослини розвиваються, практично, однаково з незначною тенденцією до відставання, висаджених на дорощування весною.

Порівнюючи показники росту вкорінених живців, висаджених на дорощування у відкритий ґрунт і контейнери, належить відмітити істотну перевагу в розвитку кореневої системи та надземної частини за контейнерного дорощування. Пересаджування укорінених живців на дорощування 1–10 жовтня, обмежується, в основному, результатами їх перезимівлі.

Доведено цілковиту непридатність дорощування вкорінених живців досліджуваних сортів чорниці високорослої на місці вкорінення через інгібування ростових процесів надземної і кореневої системи та низький вихід саджанців товарних ґатунків, що свідчить про перспективність контейнерного їх вирощування.

### Список посилань

1. Балабак А.Ф., Пиж'янова А.А., Дмитрієв В.І. Чорниця високоросла (*Vaccinium corymbosum* L.): біологічні особливості, інтродукція, сорти, технологія розмноження і виробництва. К.: КТ «Забеліна–Фільковська Т.С. і компанія Київська нотна фабрика», 2017. 288 с.
2. Єрмаков О.Ю.. Типові технологічні карти вирощування садивного матеріалу плодкових і ягідних культур. Київ: Інститут аграрної економіки УААН, 2002. 70 с.
3. Hryniewicz–Sudnik J., Sękowski B., Wilczkiewicz M. Rozmnażanie drzew i krzewów liściastych. Polska: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001. 636 p.

4. Pliszka K. Borówka wysoka. *Praca zbiorowa PWRiL*. Warszawa, 2002. 154 p.
5. Retamales J.B., Hancock J.F. Blueberries. *Crop Production Science in Horticulture*. Wallingford, UK: CABI. Cambridge, 2012. № 21. 336 p.
6. Smolarz K. Borywka i żurawina — zasady racjonalnej produkcji. Warszawa: Hortpress, Sp. z o.o., 2009. 256 p.

## **ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА РАННІ ЕТАПИ ОНТОГЕНЕЗУ МІКРОГРІНУ**

**А. В. Білак<sup>1</sup>, Д. М. Вакерич<sup>1</sup>, В. В. Булина<sup>1</sup>, М. М. Вакерич<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна*

<sup>2</sup>*Закарпатський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС  
України, м. Ужгород*

Мікрогрін – це молоді проростки овочевих, бобових та злакових культур, які споживають у фазі першої пари справжніх листків. Останніми роками мікрогрін набув значного поширення як джерело біологічно активних речовин, антиоксидантів, вітамінів і мінералів, що позитивно впливають на здоров'я людини. Завдяки короткому вегетаційному періоду, високій поживній цінності та простоті вирощування мікрогрін вважається перспективним об'єктом як для наукових досліджень, так і для практичного використання у сфері функціонального харчування. Проте якість і швидкість росту мікрогрину значною мірою залежать від біологічних властивостей насіння та умов його проростання, зокрема від методів передпосівної обробки.

Передпосівна підготовка насіння є важливим етапом у технології вирощування рослин, адже саме на цьому етапі закладаються основи майбутнього онтогенезу. Відомо, що різні фізико-хімічні та біологічні методи обробки насіння сприяють активізації обміну речовин, стимулюють ферментативну активність, підвищують енергію проростання, а також зменшують ризик ураження патогенними мікроорганізмами. Тому дослідження впливу передпосівної обробки на ранні етапи розвитку мікрогрину є актуальним напрямом сучасної біотехнології та рослинництва.

Метою дослідження було комплексно оцінити вплив різних способів передпосівної обробки насіння на онтогенез мікрогрину редиски (*Raphanus sativus* L.), соняшнику (*Helianthus annuus* L.) та гороху (*Pisum sativum* L.) шляхом порівняльного аналізу показників проростання, росту та формування біомаси рослин.

Дослідження проводили у лабораторних умовах із використанням стандартних агротехнічних методів. Насіння перед висівом піддавали чотирьом варіантам обробки: контроль (без обробки), дезінфекція розчином перекису водню (3%) протягом 10 хвилин, замочування в розчині біостимулятора росту «Епін-Екстра» протягом 2 годин, а також комбінована обробка перекисом

водню з подальшим застосуванням біостимулятора. Після підготовки насіння висівали на кокосовий субстрат, забезпечуючи однакові умови освітлення, вологості (70–80%) і температури (22–24 °C). Спостереження проводили щоденно протягом семи днів. Оцінювали відсоток схожості, середню довжину проростків та їх масу.

Результати експерименту показали, що передпосівна обробка суттєво впливала на швидкість і рівномірність проростання насіння, а також на морфологічні показники мікрогрину. У контрольному варіанті схожість насіння редиски становила в середньому 87%, гороху – 83%, соняшнику – 79%. Обробка перекисом водню сприяла підвищенню схожості на 5–8% і прискорила появу проростків на одну добу. Крім того, така обробка зменшувала кількість заражених насінин і запобігала розвитку цвілі на поверхні субстрату.

Застосування біостимулятора “Епін-Екстра” виявилось ефективним засобом підвищення ростової активності мікрогрину. Біомаса рослин редиски й гороху зростала на 10–15% порівняно з контролем, а листки набували більш насиченого зеленого забарвлення, що свідчить про активніший синтез хлорофілу. Особливо виражений ефект спостерігався за комбінованої обробки насіння перекисом водню та “Епіном-Екстра”. У цьому варіанті схожість перевищувала 95%, довжина проростків була на 20–25% більшою, а формування біомаси проходило швидше, ніж у контролі.

Отримані результати свідчать, що передпосівна обробка насіння не лише впливає на фізіологічні показники проростання, але й має вирішальне значення для початкового етапу онтогенезу мікрогрину. Активізація метаболічних процесів під впливом біостимуляторів сприяє швидшому переходу клітин з латентного стану до активного поділу та росту. Унаслідок цього формується потужна первинна коренева система, що забезпечує ефективніше поглинання води й поживних речовин, а також стимулюється розвиток апікальної меристеми. У свою чергу, дезінфекція перекисом водню забезпечує захист насіння від патогенів, підвищує доступність кисню і створює сприятливі умови для зародкових структур.

Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність використання передпосівної обробки для покращення ростових характеристик мікрогрину. Застосування комбінації методів знезараження та стимуляції росту забезпечує синергічний ефект, який проявляється у швидшому проростанні, інтенсивнішому рості та збільшенні біомаси.

Узагальнюючи результати дослідження, можна зазначити, що передпосівна обробка насіння є одним із ключових чинників, які визначають ефективність онтогенезу мікрогрину. Обробка насіння розчином перекису водню позитивно впливає на схожість і фітосанітарний стан, забезпечуючи швидше та рівномірніше проростання. Застосування біостимуляторів росту, зокрема препарату “Епін-Екстра”, підвищує біологічну активність проростків, сприяє інтенсивнішому розвитку надземних органів і збільшенню біомаси рослин. Найвищих результатів досягають за комбінованого застосування дезінфектантів і стимуляторів росту, що створює оптимальні умови для початкових етапів розвитку мікрогрину.

## НОВІ ДЖЕРЕЛА ЦІННИХ ОЗНАК І ВЛАСТИВОСТЕЙ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ

Л. Г. Білявська, А. О. Діянова

Полтавський державний аграрний університет, Україна

e-mail: bilyavska@ukr.net; ORCID 0000-0003-3856-7718

**Анотація** Представлено аналіз результатів вивчення зразків сої культурної без опушення, які створені шляхом гібридизації. Виділені джерела наступних цінних господарських ознак: високе прикріплення нижнього бобу >20 см (Лінія 16, Лінія 26); висока довжина стебла >110 см (Лінія 4, Лінія 5, Лінія 6, Лінія 26); висока кількість продуктивних вузлів на головному стеблі, >20 вузлів (Лінія 4, Лінія 5, Лінія 25, Лінія 26, Лінія 34); висока маса 1000 насінин, >220 г (Лінія 26, Лінія 32 і Кобра (UD0200651)); висока маса насіння з рослини, >135 % до стандарту (Лінія 6, Лінія 7, Лінія 15, Лінія 34); велика кількість насіння з рослини, >135 % до стандарту (Лінія 6, Лінія 7, Лінія 13, Лінія 14, Лінія 15, Лінія 24 і Лінія 34). Лінії, які володіють комплексом цінних ознак - 6, 7, 15, 26, 34.

**Ключові слова:** соя, відсутність опушення, колекційні зразки, джерела ознак, продуктивність

## NEW SOURCES OF VALUABLE TRAITS AND PROPERTIES OF CULTIVATED SOYBEANS

Lyudmila G. Bilyavska, Anna O. Diyanova

Poltava State Agrarian University, Ukraine

E-mail: bilyavska@ukr.net; ORCID 0000-0003-3856-7718

**Abstract.** This paper presents an analysis of the results of studying samples of hairless cultivated soybeans created through hybridization. The following valuable economic traits were identified: high attachment of the lower pod >20 cm (Line 16, Line 26); high stem length >110 cm (Line 4, Line 5, Line 6, Line 26); high number of productive nodes on the main stem, >20 nodes (Line 4, Line 5, Line 25, Line 26, Line 34); high weight of 1000 seeds, >220 g (Line 26, Line 32 and Cobra (UD0200651)); high seed weight per plant, >135% of the standard (Line 6, Line 7, Line 15, Line 34); large number of seeds per plant, >135% of the standard (Line 6, Line 7, Line 13, Line 14, Line 15, Line 24, and Line 34). Lines with a complex of valuable traits - 6, 7, 15, 26, 34.

**Keywords:** soybean, lack of pubescence, collection samples, sources of traits, productivity

**Вступ.** Соя - *Glycine max* (L.) Merr. або *G. hispida* (Moench) Maxim., або *G. soja* Sieb. et Zucc. et al. - унікальна продовольча, кормова, технічна, лікарська культура. Вона є однією з чотирьох основних культур світового землеробства. Історія її культивування, яка почалась з первісного східно-азіатського центру

походження, триває понад 5000 років [1].

Всі сорти, які занесені до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, належать до виду *Glycine max* (L.) Merr. Цей вид об'єднує ряд підвидів, в тому числі: *subsp. soja* (Siebold & Zucc.) H. Ohashi, *subsp. gracilis* (Skvortsov) H. Ohashi, *subsp. manshurica* (Enk.) Zel. et Koch та інші. До цього виду належить величезна кількість сортів [2]. Культура сої, вирізняється надзвичайно широким внутрішньовидовим поліморфізмом ознак. Цей факт спонукав науковців до виділення апробаційних груп сортів і сортотипів. Нині наукові дослідження з еволюційної геноміки і систематики культури тривають. Відомо, що для виведення нових сортів сої культурної селекціонер має залучати вихідний матеріал найрізноманітнішого походження. Одним із шляхів його отримання є колекція Національного центру генетичних ресурсів сортів рослин України, яка містить більше 2000 зразків сої. У цій чисельній колекції є один унікальний зразок мутантного походження - 'Кобра' (UD0200651). Його вирізняльною рисою є повна відсутність опушення на всіх частинах рослини. Слід зазначити, що жоден сорт із занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для розповсюдження в Україні, не володіє такою ознакою.

Співробітники лабораторії селекції, насінництва та сортової агротехніки сої Полтавського державного аграрного університету, шляхом гібридизації цінних сортів та перспективних селекційних ліній зі зразком без опушення 'Кобра', створили новий вихідний матеріал. Нами отримані селекційні лінії без опушення, які поступаються кращим опушеним новоствореним селекційним лініям за показниками господарської придатності. Одна з нових неопушених ліній отримала назву 'Анаконда' [5]. В подальшому Кращі новостворені лінії без опушення були залучені до гібридизації з новими перспективними селекційними лініями та сортами, що дало можливість створити ще більш різноманітний селекційний матеріал без опушення [6]. За результатами вивчення цих новітніх селекційних матеріалів без опушення в різних ланках селекційного процесу. були вибракувані ті генотипи, що характеризувалися низькими показниками господарської придатності: пізньостиглі, з ознаками вилягання і обламвання гілок та бобами, які розтріскуються, а також зі зморщеним насінням. Згодом, в рамках виконання теми «Формування вихідного матеріалу сої без опушення для створення сортів різних напрямів використання», державний реєстраційний № 0121U113480, ми сформували колекцію селекційних ліній сої без опушення, які володіють широким спектром морфологічних ознак і господарських властивостей.

Метою даної роботи було дослідити новостворені селекційні матеріали сої гібридного походження і сформувати колекцію ліній сої культурної без опушення, яка слугуватиме вихідним матеріалом для виведення сортів нового покоління.

**Матеріали і методи.** Наша колекція містить 35 нових неопушених селекційних ліній гібридного походження. Опис її представників, ми проводили згідно «Широкого уніфікованого класифікатора роду *Glycine max* (L.) Merr.» [7]. Із 117 ознак, що пропонуються у класифікаторі, ми надали перевагу тим, які

використовують під час державної кваліфікаційної експертизи сортів сої культурної на патентоспроможність [8].

**Результати та обговорення.** До колекції увійшли зразки, що мають стиснуту й напівстиснуту форму куща, тому що ми відібрали лінії, які мають дуже малий і малий кут відходження галузок від головного стебла. Представники сформованої колекції різняться галузистістю. Є навіть такі, у яких наявні гілки другого порядку. Зразки колекції мають доволі різну висоту рослин: від 50 до 150 см, а висота прикріплення нижнього боба у різних представників варіює від 5 до 22 см.

Створена нами колекція містить зразки, які володіють рівнем прояву ознаки «кількість продуктивних вузлів на головному стеблі» у діапазоні від 12 до 20 шт. Щодо характеру поверхні листка, то у представників колекції вона зморшкувата, помірно зморшкувата і гладка. У колекції наявні зразки з білими, пурпуровими і фіолетовими квітами. Зразки мають округло-випуклу, кулясту і овальну форму насіння. У всіх представників цієї колекції сім'ядолі жовтого кольору. А колір насінневої шкірки у представників колекції доволі різноманітний: жовтий, чорний, жовто-зелений, світло-коричневий, коричневий. За наявністю додаткового кольору на насінній шкірці має місце значна різноманітність: світло-коричневий, коричневий, чорний, коричнево-зелений. Колір насінневого рубчика: одного кольору з насінневою оболонкою, коричневий, чорний, коричневий з вічком, чорний з вічком і сірий. Форма рубчика у більшості зразків лінійна і також є овальна і клиноподібна. У більшості зразків вічко на рубчику відсутнє, а у кількох воно наявне.

Зразки колекції мають вегетаційний від 90 до 130 діб, тобто належать до чотирьох груп стиглості. Листя у всіх представників цієї колекції ліній без опушення повністю опадає, а сорт Кобра має слабкий прояв цієї ознаки. Усі створені нами лінії без опушення володіють високою посухостійкістю. Тільки зразок 'Кобра' має низьку стійкість проти посухи і наслідком цього є формування щуплого насіння в посушливі роки. Всі новостворені лінії цієї колекції мають високу стійкість до вилягання, окрім зразка 'Кобра', який володіє низькою стійкістю проти вилягання. Щодо стійкості до розтріскування бобів, то у всіх представників цієї колекції, окрім зразка 'Кобра', вона дуже висока.

**Висновки.** За результатами детального вивчення сформованої колекції селекційних ліній без опушення ми виявили джерела цінних ознак: високого прикріплення нижнього бобу (>20 см): Лінія 16 і Лінія 26; високої довжини рослини: Лінія 4, Лінія 5, Лінія 6 і Лінія 26; підвищеної кількості продуктивних вузлів на головному стеблі, >20 шт.: Лінія 4, Лінія 5, Лінія 25, Лінія 26 і Лінія 34; високої маси 1000 насінин: Лінія 26, Лінія 32; високої ваги насіння з рослини – Лінія 6, Лінія 7, Лінія 15, Лінія 34; великої кількості насіння на рослину – Лінія 6, Лінія 7, Лінія 13, Лінія 14, Лінія 5, Лінія 24, Лінія 34; великої кількості бобів на рослині – Лінія 6, Лінія 7, Лінія 13, Лінія 14, Лінія 15, Лінія

24, Лінія 34, Лінія 35. Також виявлено лінії, які є джерелами комплексу цінних ознак – Лінія 6, Лінія 26, Лінія 34, Лінія 7, Лінія 15.

Ці селекційні матеріали в подальшому будуть використані для створення сортів нового покоління для різних напрямів використання. У 2024 році три сорти без опушення Моріон, Сердолік, Цитрин передані на державну кваліфікаційну експертизу з метою отримання прав на них.

### Список посилань

1. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя: монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400 с.
2. Кириченко В. В., Кобизєва Л. Н., Петренко В. П., Рябчун В. К., Безугла О. М., Маркова Т. Ю. Ідентифікація ознак зернобобових культур (горох, соя): навчальний посібник/за ред. академіка УААН В. В. Кириченка. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2009. 172 с.
3. Каталог колекції сої Національного центру генетичних ресурсів рослин України (вихідний матеріал для селекції сої в умовах східного лісостепу України); підг. Л. Н. Кобизєва, В. К. Рябчун, О. М. Безугла. Харків, 2002. Вип. 1. 103 с.
4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (дата звернення 20.10.25)
5. Білявська Л. Г., Пилипенко О. В., Діянова А. О. Новостворені неопушені форми сої. Генетичні ресурси рослин. 2012. № 10/11. С. 140–145.
6. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Гарбузов Ю. Є. Селекційна цінність неопушених ліній сої [*Glycine max* (L.) Merrill] для різних напрямів використання. Plant Varieties Studying and protection. 2020. Т. 16. № 3. С. 284–290. doi: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214921
7. Кобизєва Л. Н., Рябчун В. К., Безугла О. М., Білявська Л. Г. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max* (L.) Merr. Complete unified classifier *Glycine max* (L.) Merr. Харків: Магда LTD, 2004. 37 с.
8. Методика визначення відповідності сортів сої культурної (*Glycine max* (L.) Merr.) критеріям відмінності, однорідності та стабільності. 2023. 21 с.

## ОЦІНКА ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І КИСЛОТНОСТІ УРБОГРУНТІВ У ТРАНСПОРТНИХ ЗОНАХ М. УЖГОРОДА

Р. М. Боднарюк<sup>1</sup>, Д. М. Вакерич<sup>1</sup>, М. М. Вакерич<sup>1,2</sup>, Я. С. Гасинець<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна <sup>2</sup>Закарпатський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Ужгород

Ґрунтовий покрив міських територій є одним із ключових компонентів урбоєкосистем, який виконує важливі екологічні, фільтраційні та біогеохімічні функції, забезпечуючи депонування забруднюючих речовин, підтримання родючості та стабільність мікробіоценозів. В умовах інтенсивної урбанізації ґрунти зазнають зростаючого антропогенного навантаження, серед якого провідну роль відіграє автотранспорт. Основними джерелами забруднення урбоґрунтів є вихлопні гази, стирання шин і гальмівних колодок, мастильні матеріали та атмосферний пил, які зумовлюють накопичення важких металів у поверхневих шарах ґрунту. Найбільш екологічно небезпечними серед них є свинець (Pb), цинк (Zn), мідь (Cu) та марганець (Mn), які характеризуються високою токсичністю, стійкістю до розкладу й здатністю до біоаккумуляції у живих організмах. Їхня наявність у міському ґрунтовому покриві зумовлює потенційні ризики для здоров'я населення через включення до трофічних ланцюгів та вплив на стан атмосферного повітря, води і зелених насаджень. Важливим чинником, що визначає рухливість і біодоступність важких металів, є кислотність ґрунту. Зниження значення рН сприяє підвищенню розчинності металів, що полегшує їх міграцію у водному середовищі та підвищує ризик їхнього засвоєння рослинами. Тому одночасне визначення рН та вмісту токсичних елементів є необхідним для комплексної оцінки стану урбоґрунтів.

Метою дослідження було визначити кислотність і концентрацію важких металів у верхньому горизонті (0–20 см) ґрунтів, відібраних уздовж найбільш транспортно завантажених вулиць м. Ужгорода, та порівняти отримані результати з показниками умовно чистої території – Ботанічного саду Ужгородського національного університету. Проби ґрунту відбирали на семи ділянках, зокрема на вулицях Митній, Собранецькій, Проспекті Свободи, Минайській, Заньковецької та в контрольній зоні – Ботсаду. Визначення кислотності проводили потенціометричним методом, а концентрацію свинцю, цинку, міді та марганцю – методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії після кислотного розкладу проб. Статистичну обробку здійснювали з використанням критерію Стьюдента при рівні значущості  $P < 0,05$ .

Отримані результати засвідчили, що ґрунти досліджених транспортних ділянок мали слабокислу реакцію з коливанням рН від 5,91 до 6,36, при цьому найвищий показник кислотності зафіксовано в контрольному зразку, тоді як зразки поблизу магістралей характеризувалися нижчими значеннями рН. Такі зміни можуть бути пов'язані з надходженням кислих оксидів сірки та азоту, а

також продуктів неповного згоряння пального. Концентрації важких металів у зразках із транспортних зон перевищували контрольні значення у 1,5–3,5 рази. Найвищі рівні свинцю (понад 9 мг/кг) виявлено на вулицях Митній та Проспекті Свободи, тоді як максимальний вміст цинку (24,7 мг/кг) спостерігався на Митній. Найменше забруднення зафіксовано в Ботанічному саду, що підтверджує його доцільність як контрольної ділянки.

Порівняльний аналіз показав, що співвідношення концентрацій металів має вигляд  $Zn > Mn > Cu > Pb$ , що відповідає типовим закономірностям техногенного забруднення урбанізованих ландшафтів. Високий рівень цинку зумовлений переважно зносом шин та гальмівних колодок, тоді як свинець продовжує надходити внаслідок тривалого акумулювання у верхньому шарі ґрунту та ресуспензії пилу від дорожнього покриття. Найбільш забрудненими виявилися ділянки з інтенсивним рухом і частими зупинками транспорту, що сприяє підвищенню емісії металовмісних часток.

Таким чином, встановлено, що ґрунти м. Ужгорода зазнають суттєвого техногенного впливу, зумовленого транспортними викидами, що проявляється у підвищеному вмісті важких металів і зниженні кислотності. Отримані дані свідчать про формування локальних зон забруднення поблизу автотransпортних шляхів, які можуть становити екологічну небезпеку для міського середовища. Результати підтверджують необхідність систематичного моніторингу стану міських ґрунтів, розроблення заходів для зниження техногенного навантаження, зокрема створення буферних зелених смуг, регулярного прибирання дорожнього пилу та екологізації міського транспорту. Підтримання належного стану ґрунтів є важливою передумовою екологічної безпеки, збереження здоров'я населення та сталого розвитку міста.

## **SPRING RAPESEED IN THE CROPPING STRUCTURE: EFFICIENCY, CULTIVATION TECHNOLOGY AND AGRONOMIC ADVANTAGES**

**Vitalii V. Borysenko, Stanislav O. Vishtal**

*Uman National University*

*e-mail: Pathetic@i.ua; orcid.org/0000-0001-8947-1180*

In the modern development of Ukraine's agricultural sector, spring rapeseed is occupying an increasingly significant share in the cropping structure. Its popularity is driven by its versatility of use, high feed and technical value, and its ability to replace sunflower in crop rotations. The cost of growing spring rapeseed — from sowing to harvest — is considerably lower than that of sunflower, making it an economically profitable crop. At the same time, the plant is characterized by slow growth during the early stages of vegetation and strong competition from weeds, which requires strict adherence to cultivation technology.

The best predecessors for spring rapeseed are leguminous crops, winter

wheat, and barley. Crops of the Brassicaceae family and sugar beet are considered unsuitable because they share common pests and diseases with rapeseed. In crop rotations, more than 25 % of sown areas are typically allocated to rapeseed. Returning this crop to the same field is possible only after five years. Conversely, rapeseed is an excellent predecessor for cereals, as it improves soil structure, enhances fertility and phytosanitary conditions, and contributes to nitrogen accumulation in the soil, ultimately increasing the yield of subsequent crops.

Spring rapeseed grows best on chernozem soils with a neutral or slightly acidic soil reaction. Heavy soils with an impermeable subsoil layer and low thermal conductivity are unsuitable for the cultivation of this crop. Soil preparation is of great importance, as it determines the uniformity of seedling emergence and overall plant productivity. Before sowing, weeds should be carefully eliminated, and the field should be leveled while preserving moisture in the arable layer [1].

Immediately before sowing, disking and plowing are carried out to a depth of 20–22 cm. Soil clod size should not exceed 11 cm, and the height of ridges and furrows should be no more than 6 cm. In spring, harrowing is performed to retain soil moisture, followed by harrowing, cultivation, rolling, and final leveling of the field right before sowing. It is advisable to perform these operations in a single pass of the implement to create a fine crumbly structure of the seedbed.

Spring rapeseed is characterized by high frost resistance: young plants can withstand temperatures down to  $-5^{\circ}\text{C}$ , while mature plants tolerate up to  $-8^{\circ}\text{C}$ . Therefore, it is advisable to sow the crop early, when the soil has physically matured. Early sowing ensures better utilization of moisture, reduces the impact of weeds and pests, and promotes the development of a strong root system. Delaying sowing by 1–2 weeks leads to a sharp decrease in yield — up to 0.6 t/ha — and the oil content in seeds may drop by almost 44 %.

The optimal row spacing is 15 cm, and the seeding depth should be 1.5–2.1 cm. Plant density should be 100–115 plants per  $\text{m}^2$ , with a seeding rate of 6.1–7.6 kg/ha.

Spring rapeseed removes a significant amount of nutrients: at a yield of 1 t/ha, it consumes 2–3 kg of phosphorus, 6–8.5 kg of potassium, and 5.2–5.6 kg of nitrogen. Therefore, even on fertile chernozem soils, the application of mineral fertilizers is necessary. The quantity of nutrients is calculated using the balance-calculation method to ensure the rational use of fertilizers. On average,  $\text{P}_{60-90}$  and  $\text{K}_{60-90}$  are applied, while nitrogen fertilizers are applied at rates of 92–121 kg/ha. Full doses of phosphorus and potassium are recommended during primary soil cultivation. Nitrogen fertilizers are applied twice — during spring cultivation and at the budding stage—to increase both yield and oil content in the seeds [2].

The potential yield of modern spring rapeseed varieties is 2.7–3 t/ha, and the oil content in seeds can reach 52 %. Breeding varieties are characterized by the absence of erucic acid and glucosinolates, which improves the quality of seeds for food and feed purposes. Ten to thirteen days before harvest, the crops are desiccated. The optimal seed moisture at threshing should be 10–13 %. Overdrying seeds below 10 % moisture leads to pod shattering and losses of up to 50 % of the yield [3].

Spring rapeseed is a promising crop for expanding sown areas in Ukraine. Its cultivation contributes to the rational use of land resources, improves soil structure,

and increases the efficiency of crop rotations. Successful cultivation of this crop is ensured by adhering to optimal sowing dates, fertilizer regimes, soil preparation technology, and timely desiccation. High oil content and feed value make rapeseed a valuable component of the structure of modern Ukrainian agriculture.

### References

1. Vyshnivskiy, P.S., Mytchynok, O.O. Rapeseed and rapeseed oil market. *Economics of Agro-Industrial Complex*, 2013, No. 6, pp. 111–114.
2. Nosenko, V.H. Dynamics of dry matter accumulation by spring rapeseed plants. *Scientific Bulletin. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, Kyiv, 2015, Issue 149, pp. 278–285.
3. Adamenko, S.M. Fertilization of winter and spring rapeseed. *Zerno*, 2018, No. 4, pp. 68–73.

## TRITICALE AS A PROMISING ALTERNATIVE TO WHEAT UNDER THE CONDITIONS OF MODERN AGRICULTURE IN UKRAINE

**Vitalii V. Borysenko, Vadym V. Dryhan**

*Uman National University*

*e-mail: Pathetic@i.ua; orcid.org/0000-0001-8947-1180*

Modern challenges in agriculture—climate change, soil depletion, water scarcity, and market fluctuations—push farmers to seek new approaches in structuring their sown areas. The need for survival directs agricultural producers toward cultivating niche crops that have demand in the domestic market. Such crops include oats, millet, rye, buckwheat, mustard, flax, beans, chickpeas, lentils, peas, and notably, triticale.

Triticale is an artificially created hybrid of wheat and rye, combining the high productivity and grain quality of wheat with the hardiness and winter tolerance of rye. Despite its low popularity in Ukraine, there are all the prerequisites for expanding its cultivation area.

Grain triticale varieties are characterized by enhanced winter and drought tolerance. The critical temperature for plant freezing is 18–20 °C, whereas for wheat it is about 17–18 °C. The plants are resistant to ice crusts and thaws and resume vegetation more quickly in spring. Their increased drought tolerance is due to a well-developed root system.

In terms of protein content, triticale surpasses winter wheat by 1–2 % and winter rye by 3–4 %. The best soils for cultivation are chernozems; however, even on light sandy and peat soils, the crop achieves high yields due to its tolerance to soil acidity.

In Ukraine, winter triticale is predominantly grown, utilizing the moisture reserves accumulated during the autumn-winter period. Depending on its intended use (for grain or green fodder), appropriate varieties are selected, differing in vegetation duration, stem height, and spike structure.

The choice of preceding crop significantly affects plant development and yield. The best predecessors for triticale are green fallows (lupine, sainfoin, annual sweet clover), while in steppe conditions, black fallow is preferred. It is also acceptable to grow triticale after legumes, cereal-legume mixtures, corn, or rapeseed. The least favorable predecessors are cereals, due to the accumulation of phytopathogens, particularly rust, septoria, and powdery mildew pathogens.

More than 20 triticale varieties suitable for cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine are included in the State Register of Plant Varieties, among them: ADM 11, Obrii Myronivskiy, Poliskiy 7, Rarity, Volemyr, Vizerunok, Ratne, and Molfar. In favorable years, their yield reaches 8.5–10.5 t/ha. All of these varieties have strong stems, are resistant to lodging and major diseases, and are characterized by a high tillering capacity and large-grain size [1].

The main goal of soil cultivation is to accumulate and retain moisture during the autumn-winter period. For this purpose, deep loosening to a depth of 40–50 cm is used, which reduces spring runoff of meltwater and increases the reserves of productive moisture. Sowing is carried out at the same time as winter wheat. Triticale is less sensitive to late sowing, and due to its rapid development and strong root system, it surpasses wheat and rye in yield even under delayed planting [2].

The optimal seeding rate is 5.0–6.0 million viable seeds per hectare, depending on the preceding crop and soil fertility. The seeding depth is 3–5 cm. Large, treated seeds with a thousand-grain weight of at least 40 g are used for sowing.

Crop nutrition should be balanced in macronutrients. It is recommended to apply 5–7 t/ha of organic fertilizers and 90–100 kg/ha of mineral fertilizers in active ingredients. The primary elements are phosphorus and nitrogen, which support root system development and tillering. Spring nitrogen top-dressing (30–50 kg/ha in active ingredient) is the most effective for forming a productive stem stand.

Triticale is a promising crop for expanding sown areas in Ukraine. It combines high yield potential, grain quality, increased winter hardiness, drought tolerance, and disease resistance. With proper agronomic practices, appropriate variety selection, and optimal fertilization, triticale can become an important alternative to wheat, ensuring both food and fodder security for farms [3].

### References

1. Danyliuk, V.I. (2020). Triticale – a new crop in Ukraine’s grain sector. *Bulletin of Agrarian Science*, No. 5, P. 22–27.
2. Storozhenko, V.O., & Koval, H.M. (2022). Biological characteristics of winter triticale and its productivity depending on cultivation conditions. *Agrobiological Bulletin*, No. 3, P. 41–46.
3. Kalenska, S.M., Martyniuk, I.S., & Kovalchuk, I.P. (2021). Productivity of triticale depending on preceding crops and fertilization systems. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, No. 1, P. 112–118.

## MILLET – A DROUGHT-RESISTANT AND STRATEGICALLY IMPORTANT CROP UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

**Vitalii V. Borysenko, Oleksii V. Zhelezniakov**

*Uman National University*

*e-mail: Pathetic@i.ua; orcid.org/0000-0001-8947-1180*

Millet (*Panicum miliaceum* L.) is one of the most drought-resistant crops of the temperate climate zone, which ensures its stable cultivation under moisture-deficient conditions. It tolerates high air temperatures well, maintaining productivity even during prolonged droughts; therefore, it occupies an important place among crops suitable for cultivation in the Steppe and Forest-Steppe zones of Ukraine. Due to its biological plasticity, millet is often used as an insurance crop for reseeding winter crops that have perished, as well as a post-harvest crop to obtain green mass or grain in the second half of summer.

Millet plays a significant role in forming a rational crop rotation. Its inclusion in the cropping structure after sunflower is an effective method of combating broomrape, as the crop functions as a trap plant that provokes weed seed germination followed by their death. The best predecessors for millet are winter cereals sown after occupied fallows, as well as row crops (sunflower, sugar beet, potato) under which organic and mineral fertilizers were applied. Leguminous crops and perennial legume grasses also contribute to high yields due to improving the nitrogen regime of the soil. At the same time, it is undesirable to place millet after or before maize because of the presence of common pathogens.

The primary tillage for millet depends on the preceding crop. After cereals and legumes, stubble plowing is carried out to a depth of 6–8 cm; after row crops or perennial grasses, double disking is performed to a depth of 12–14 cm, and autumn plowing to 25–27 cm (22–25 cm on less fertile soils). In arid regions, snow retention is an effective measure that promotes moisture accumulation. In spring, moisture sealing is performed with heavy harrows at an angle to the autumn plowing at a depth of 3–5 cm, and before sowing, rolling is carried out to compact the seedbed layer [1].

Millet has a poorly developed root system at the early stages of growth and therefore requires the topsoil to be supplied with available forms of nitrogen and phosphorus. For every 1 quintal of grain produced, the plants remove 3.3 kg of nitrogen, 1.5 kg of phosphorus, 3.4 kg of potassium, and 1.2 kg of calcium. Basic fertilization is carried out with mineral phosphorus-potassium fertilizers: in the Polissia zone – 60–70 kg/ha of phosphorus and potassium; in the Forest-Steppe – 40–60 kg/ha of phosphorus; and in the Steppe – 40–50 kg/ha of phosphorus and 30–40 kg/ha of potassium. On solonchic soils, potassium is not applied. Nitrogen fertilizers are applied during spring cultivation at a rate of 50–70 kg/ha.

Pre-sowing fertilization includes the application of superphosphate at a rate of 10–15 kg/ha of phosphorus (on chernozem soils) or a complete mineral fertilizer at 10 kg/ha of NPK (on podzolic soils). Top dressing is mainly carried out with nitrogen fertilizers (20 kg/ha of nitrogen) during the stem elongation phase. Before sowing,

seeds are treated with biological preparations that increase stress resistance and promote nitrogen fixation [2].

Millet is sown when the soil at a depth of 10 cm warms up to 12–15°C. The seeding depth is 3–5 cm under sufficient moisture or 5–7 cm under dry conditions. The optimal seeding rate varies depending on the zone: in Polissia – 3.7–4.0 million seeds/ha (28–30 kg/ha); in the Central Forest-Steppe – 3.3–3.5 million seeds/ha (24–26 kg/ha); in the Southern Forest-Steppe – 2.5–3.0 million seeds/ha (18–22 kg/ha); and in the Steppe – 2.3–2.5 million seeds/ha (16–18 kg/ha). After sowing, rolling with ring or ribbed rollers is mandatory to improve seed-to-soil contact and moisture retention.

Herbicides are used for weed control. The lowest phytotoxicity of herbicides is observed during the period from seedling emergence to the end of tillering. Protection against diseases and pests is carried out comprehensively by combining fungicidal and insecticidal treatments with micronutrient fertilization. A rational combination of agronomic, chemical, and biological methods ensures the formation of healthy and productive crops, which guarantees stable yields even in dry years [3].

Thus, millet is a valuable crop for sustainable agriculture in Ukraine, as it combines high adaptability to arid conditions with technological simplicity of cultivation. Under climate change and the increasing risk of drought, it has significant potential for the expansion of sown areas, both as an insurance and a main grain crop.

### References

1. Ponomarenko, S.P., & Shpaka, V.M. (2021). Agrobiological foundations of millet yield formation under the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science*, (7), 55–60.
2. Boiko, P.I. (2020). Technological features of millet cultivation in the Steppe zone of Ukraine. *Agrosvit*, (12), 42–47.
3. Kalenska, S.M., & Musiienko, M.M. (2019). Ecological adaptation of grain crops to drought conditions. Kyiv: Ahroosvita. 276 p.

## MODERN LENTIL CULTIVATION TECHNOLOGY

**Vitalii V. Borysenko, Dmytro O. Pohorilyi**

*Uman National University*

*e-mail: Pathetic@i.ua; orcid.org/0000-0001-8947-1180*

Lentil (*Lens culinaris* Medic.) is one of the oldest crops of the legume family, possessing high nutritional and agroecological value. Due to its ability to fix nitrogen symbiotically and utilize poorly soluble compounds, it plays an important role in enhancing soil fertility and the rational use of resources. After cultivation, a significant amount of nutrients remains in the soil, equivalent to 10 tons of manure, making lentil a valuable predecessor for cereal and industrial crops.

Lentil is characterized by high drought resistance and tolerance to excessive moisture. It develops optimally under moderately dry climatic conditions, mainly in the Steppe and Forest-Steppe zones of Ukraine. The growing season lasts 60–90 days. The crop requires clean fields, as it competes poorly with weeds in the early growth stages, and the range of permitted herbicides is limited.

The modern technology of lentil cultivation includes proper field selection, thorough soil preparation, rational fertilization, high-quality seed material, and appropriate crop care. The best predecessors are cereal crops, after which the field is free of weeds and not infected with pathogens. In crop rotation, lentil should not return to the same field more often than once every four years [1].

The traditional soil cultivation system involves stubble crushing, plowing to a depth of 20–22 cm, field leveling in autumn, and early spring moisture conservation. In steppe regions, lentil can be grown using the no-till technology, which helps preserve soil moisture and reduces plant lodging.

Fertilization is based on soil agrochemical analysis. To produce a yield of 2 t/ha of lentil, an average of 100 kg of nitrogen, 20 kg of phosphorus, and 85 kg of potassium per hectare is required. Most of the nitrogen is obtained by the crop through symbiosis with root nodule bacteria, making excessive nitrogen application ineffective. A high phosphorus content promotes root system development and nitrogen fixation, while potassium increases plant resistance to drought. In case of sulfur deficiency, ammonium sulfate application is effective.

Before sowing, seeds are treated with inoculants, which ensure active nitrogen fixation, increase protein content in the grain, and enhance drought resistance. The recommended plant density is 140–160 plants/m<sup>2</sup>, with a seeding rate of 1.8–2.0 million viable seeds per hectare (50–150 kg/ha depending on seed size). Sowing is carried out early in spring when the soil warms up to +5 °C. The optimal sowing depth is 4–6 cm, and up to 10 cm on excessively dry soils.

Crop care involves controlling weeds, diseases, and pests. The main herbicide used is Gesagard (prometryn), applied in combination with Dual Gold. Selective herbicides are used to control grass weeds. Mechanical control, such as harrowing at the “thread” stage of weeds, is also effective. Among diseases, the most common are ascochyta, anthracnose, fusarium, botrytis, and sclerotinia. For preventive purposes, fungicides based on azoxystrobin, captan, and chlorothalonil are applied. The most dangerous pests include aphids, cutworms, and bugs, against which insecticides are used when the economic threshold of damage is exceeded [2].

Lentil harvesting is carried out either by direct combine harvesting or in two phases. Due to the low position of the lower pods, it is important to ensure a level field surface. Post-harvest processing includes cleaning, drying to 13–14 % moisture, and storage in dry, ventilated facilities.

Lentil cultivation ensures not only food security but also ecological stability of agro-landscapes. With a high protein content (up to 27 %) and biologically active compounds, lentil grain is important for healthy nutrition and reduces the risks of cardiovascular and oncological diseases. Its economic efficiency is high — purchase

prices exceed the cost of wheat grain by 2–3 times, making the crop profitable for farms [3].

Thus, modern lentil cultivation technology involves an integrated approach that combines agronomic, biological, and economic aspects aimed at achieving stable yields of high-quality grain under the variable climate conditions of Ukraine.

### References

1. Tkalych I.D., Akunin O.M. Increasing the efficiency of legume crop production. Zernove Hospodarstvo, 2015.
2. Kobak S.I., Kovalchuk V.P. Development of legume crop production in Ukraine: problems and prospects. Ekonomika APK, 2019, No. 11, P. 85–91.
3. Babych A.O. Legume crops in the intensification of crop production in Ukraine. Kyiv: Urozhai, 2009. 328 p.

## AGROTECHNICAL FUNDAMENTALS OF SPRING BARLEY CULTIVATION

**Vitalii V. Borysenko, Daria S. Khmara**

*Uman National University*

*e-mail: Pathetic@i.ua; orcid.org/0000-0001-8947-1180*

Spring barley is one of Ukraine's leading export crops, providing stable yields on fertile soils across various agro-climatic zones. The high productivity of this crop is achieved through the proper selection of preceding crops, optimal soil tillage practices, fertilization, and crop management [1].

The best preceding crops for spring barley are potatoes, corn, root crops, melons, legumes, and manured row crops. For malting barley, effective predecessors include crops that ensure high grain yields, such as corn, sunflower, sugar beet, buckwheat, millet, and winter cereals sown after fallow.

Pre-sowing soil cultivation is carried out according to a scheme similar to that used for spring wheat: plowing to a depth of 20–22 cm or flat-cut cultivation. The choice of method depends on soil type, preceding crops, weed infestation, and field topography.

Spring barley is sensitive to the supply of nutrients, particularly nitrogen, boron, manganese, and copper. Organic fertilizers are applied to the preceding crops, while nitrogen fertilizers (ammonium nitrate, urea) are applied at sowing at a rate of about 200 kg/ha.

The optimal sowing period is the onset of soil physical maturity. Delayed sowing leads to yield reduction due to poor root development and pest damage. The seeding rate is 4–6 million seeds per hectare, depending on the barley type and moisture conditions. The seeding depth is 3–6 cm, and the sowing method is either narrow-row or conventional row sowing [2].

Crop management includes rolling in dry weather, pre-emergence harrowing, and the application of herbicides, fungicides, and insecticides. Harvesting is carried out at the wax ripeness stage using either separate or direct combining. The grain is then cleaned and dried to a moisture content of 14%.

A rational combination of agrotechnical practices ensures the formation of highly productive spring barley crops, improves grain quality, and promotes the efficient use of the crop's potential in Ukraine's agricultural production [3].

### References

1. Vorona L.I., Storozhuk T.S., & Storozhuk, V.V. (2007). Bioenergetic and economic evaluation of spring barley cultivation technologies. Collection of Scientific Papers of the National Scientific Center "Institute of Agriculture of UAAS", Issue 2, P. 57–63.
2. Kolisnyk O.M. (2020). Influence of technological practices of cultivation on the growth and development of spring barley under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. Agriculture and Forestry, Vinnytsia National Agrarian University, No. 16, P. 89–107.
3. Patyka V.P. (2001). Microbiological preparations in spring barley cultivation technology. Bulletin of Agrarian Science, No. 5, P. 22–24.

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ У СТВОРЕННІ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ *TRITICUM AESTIVUM* L.

Л. І. Броннікова<sup>1,2</sup>, Л. О. Хоменко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ

Роль вихідного матеріалу в селекції сільськогосподарських рослин важко недооцінювати. Залучена велика різноманітність генетичного матеріалу в створення нових сортів. Виключну роль в селекції пшениці продовжує відігравати внутрішньовидова або віддалена гібридизація, яка залишається основним методом створення селекційного матеріалу. Гібридизація розглядається як метод підвищення генетичної варіабельності в популяціях, як продукт відбору [1]. Сучасні методи селекції базуються на досягненнях клітинній селекції, генній інженерії, молекулярній генетики, де на сучасному рівні давно використовують молекулярні маркери ДНК [2]. В оцінці селекційних ліній при генотипуванні цінних ознак пшениці використовують геномну селекцію. Вона підвищує ефективність селекції на врожайність, стійкість до хвороб, несприятливих чинників середовища, якість продукції та інші ознаки [3], але не прискорює процес створення вихідного матеріалу. Виділення гомогенних/однорідних генотипів за допомогою добору є найбільш

трудомістким і дорогим етапом будь-якої селекційної програми. Добір гомозиготних ліній, в залежності від особливостей генетичного контролю ознак і властивостей, відбувається надзвичайно рідко і більшість відібраних ліній містять деяку кількість гетерозиготних локусів. У результаті селекціонери при створенні нового сорту витрачають від 7–12, а то і більше років.

Сучасні біотехнології кардинально змінюють процес селекційної роботи зі створення нових високопродуктивних гібридних ліній і сортів пшениці м'якої озимої стійких до несприятливих факторів довкілля. Біотехнологічні методи культури *in vitro* різних експлантів (орган або частина органу, ізольованого від донорної рослини) у теперішній час широко використовуються для рішення прикладних задач селекції пшениці озимої. Практичну цінність при використанні більшості методів культури *in vitro* визначає утворення в кінцевому результаті повноцінних фертильних рослин-регенерантів [4].

Культура ткани представляє собою пластичні системи, які здатні змінювати в екстремальних умовах *in vitro* процеси диференціації під впливом певних фізичних та хімічних факторів. Така властивість тканин дає можливість підібрати умови для максимальної реалізації морфо генетичного потенціалу культури експланта. Причому контрольовані умови *in vitro* дозволяють управляти цим процесом навіть до формування фертильних рослин-регенерантів.

У біотехнології в культурі *in vitro* злакових використовують декілька методів: метод селективної елімінації хромосом у гібридному зародку з подальшою ембріоно-культурою, кутивування незапліднених зав'язей і насінників, культивування ізольованих пиляків і мікроспор. Серед них найбільш перспективним та отримав велике признание в даній області досліджень – метод культури пиляків, який оснований на використанні андрогенезу в системі *in vitro*. З морфо генетичної клітини пиляка утворюється гаплоїдна рослина-регенерант. Сама клітина перемикає програму зі звичайного гаметофітного розвитку, що за природних умов веде до формування пилкового зерна (гаметофіта) на принципово інший розвиток, що за умов культури *in vitro* формується рослина (спорофіта) [5].

Широкому впровадженню методу культури пиляків у селекційну практику заважають обставини – серед яких низький вихід рослин-регенерантів. Необхідно знати та виявити потрібну стадію розвитку пиляка та біотехнологічну оптимальну поживну середу *in vitro* для інокуляції пиляків. Методичні та методологічні знання дозволяють визначити критичні стадії розвитку репродуктивних структур рослини зі ступінчастими процесами детермінації та перемиканням програм розвитку. У контексті аналізу слід критичною назвати стадію розвитку пиляка/клітини, де необхідно встановити період, коли морфо генетичні системи клітини компетентні перемикати гаметофіт/спорофіт *in vitro* до формування рослини-регенеранта [6].

Провідні наукові центри світу та селекційні компанії постійно ведуть науковий пошук підвищення ефективності селекційної роботи, доповнюючи традиційні методи новими біотехнологічними та молекулярно-генетичними

процесами. Дигаплоїдні лінії викликають великий інтерес у генетиків і селекціонерів через їхню повну гомозиготність, коротку тривалість створення (1–2 роки). У даний час технологію подвоєних гаплоїдів використовують у всьому світі: ЄС, Канада, Австралія, США та інші країни світу. На базі дигаплоїдів сформовані селекційні процеси з пшениці м'якої озимої в Угорському інституті сільськогосподарських досліджень (м. Мартонвашар), у французькій компанії «Лімагрейн», в німецькій компанії «Штрубе» і т. п. В Україні розробкою методів отримання подвоєних гаплоїдів у пшениці проводить Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення та інші [7].

Таким чином, біотехнологія подвоєних гаплоїдів має кілька переваг порівняно з традиційними методами створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої. Дигаплоїдна популяція часто використовується у генетичних дослідженнях, що включають створення молекулярних карт, локалізацію локусів, відповідальних за якісні і кількісні ознаки, перенесення цінних ознак при віддаленій гібридизації, розвиток зародкової плазми, а також в галузі геноміки та інших молекулярних дослідженнях. Якщо молекулярні маркери використовуються для ідентифікації генів, контролюючих цінні ознаки, то технології отримання подвоєних гаплоїдів використовуються для досягнення гомозиготності. Поєднання цих методів зменшує час створення сорту і значно підвищує ефективність селекційної роботи.

#### Список посилань

1. Тищенко В.М., Гусенкова О.В., Дубенець М.В., Колісник А.В. Систематизація сортів та селекційних ліній пшениці озимої за кількісними ознаками в умовах контрольованого середовища з використанням кластерного аналізу. *Вісн. Полтавської державної академії*. 2018. № 3. С.56–65. Doi:1031210/visnyk2018.03.09.
2. Perez-Lara E., Semagn K., Tran V.A, Ciechanowska I., Chen H., Iqbal M., et al. Population structure and genomewide association analysis of resistance to disease and insensitivity to Ptr toxins in Canadian spring wheat using 90K SNP array. *Crop Sci.* 2017.57.1522–39. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0859>
3. Bazhenov M., Bessalova L., Samarina M., Polevikova N., Agaeva E., et al. Genome-wide association study of agronomic traits in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) using a custom SNP marker set. *BMC Plant Biology.* 2025. 25:1279. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07322-y>
4. Ryabovol, I., Riabovol, L., Diordieva, I. P. Creation of initial material using embryoculture and remote hybridization in the breeding of winter bread wheat. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 2023. P. 116–122. <https://doi.org/10.54651/agri.2023.01.13>
5. Bajji M., Lutts S., Kinet J. Physiological changes after exposure to and recovery from polyethylene glycol induced water deficit in callus cultures issued from durum wheat (*Triticum durum*) cultivars differing in drought resistance. *J.Plant Physiol.* 2001. 156. P. 75–83.

6. Замбріборщ І.С., Шестопал О.Л., Чекалова М.С., Фанін Я.С., та ін. Оцінка гаплопродукційного потенціалу в культурі пиляків *in vitro* генотипів пшениці м'якої озимої, що є носіями гена GPC-B1. *Селекція, генетика та біотехнологія сільськогосподарських рослин: досягнення, інновації та перспективи: тези доповідей Міжнародної наукової інтернет-конференції (26 жовтня 2022 р. / СГІ – НЦНС. – м. Одеса, Україна):* Одеса: СГІ – НЦНС, 2022. – С. 170.
7. Литвиненко М. А., Топал М. М., Шестопал О. Л., та ін. Удосконалена технологія селекційного процесу пшениці м'якої озимої з використанням біотехнологічних і молекулярно-генетичних методів / *Наук.-метод. посібник.* СГІ – НЦНС, Одеса, 2016. 43 с.

## **ОЦІНКА АКТИВНОСТІ ФЕРМЕНТА ПОЛІФЕНОЛОКСИДАЗИ У ВИСОКОБІЛКОВИХ ЗРАЗКАХ ПШЕНИЦІ**

**Л. Г. Великожон<sup>1,2</sup>, Д. В. Коновалов<sup>1</sup>, П. Д. Майстров<sup>2</sup>, Б. В. Моргун<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України, м. Київ*

<sup>2</sup>*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії Національної академії наук України, м. Київ*

Пшениці за вмістом білка у зернівках більше 14 % є найбільш цінними для харчування людини. Їх використовують як для випічки високоякісного хліба, так і для виробництва печива, макаронів, соусів, які не потребують глютену високої якості. Одним із негативних властивостей борошна м'якої пшениці є його потемніння при замішуванні тіста під час виготовлення із нього різних виробів. Важливу роль у цьому процесі відіграє фермент поліфенолоксидаза (ПФО). Активність ПФО зростає із дозріванням зерна пшениці і досягає максимуму в ендоспермі на 21–25 день після запилення. У сухому зрілому зерні пшениці та борошні фермент знаходиться у неактивній формі.

Одержано багато свідчень про те, що активність поліфенолоксидази визначається, головним чином, алелями *PPO*, які знаходяться у хромосомах 2-ї гомеологічної групи геномів пшениці *A* і *D*. Для визначення активності генів, що кодують поліфенолоксидазу пшениці ефективними виявились STS (sequence tagged site)-маркери. Так, з використанням STS-маркерів *PPO33* та *PPO29* були протестовані ряд ліній пшениці. Маркер *PPO33* ідентифікує фрагменти, що відповідають алелям *Pro-A1a* та *Pro-A1b* з високою та низькою активністю фермента ПФО у геномі *A*. Застосування комплементарного STS-маркера *PPO29* дозволило ампліфікувати фрагменти, які відповідають алелю *Pro-D1b* з високою поліфенолоксидазною активністю у геномі *D*.

Метою нашої роботи була валідація STS-маркерів PPO29 та PPO33 для виявлення алельного поліморфізму генів *Pro-A1* та *Pro-D1* у зразках колекції пшениць з CIMMYT. Для більшості сортів на електрофореграмах було виявлено амплікони довжиною 391 пн та 490 пн, які обумовлюють високу активність ферменту і відповідають алелям *Pro-A1a* та *Pro D1b*. Аналіз проведених досліджень показав, що майже усі зразки пшениці є носіями алеля *Pro-A1a*, який відповідає за високу активність фермента поліфенолоксидази у геномі *A*. У геномі *D* для пшениць із озимим типом розвитку частота прояву алеля *Pro-D1b* становила 37,5 %, а для ярих пшениць – відповідно 69 %.

Результати проведених досліджень показали, що комплементарні домінуючі STS-маркери є достатньо ефективними для проведення маркер супровідної селекції (MAS) пшениці і можуть використовуватися у селекційних програмах. Особливий інтерес виявляють сорти пшениці, геноми яких містять гени з низькою активністю фермента поліфенолоксидази. Саме хлібобулочні, макаронні вироби із борошна таких пшениць будуть у меншій мірі характеризуватися небажаним потемнінням.

## ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО ГІПЕРТЕРМІЇ ГОРОХУ ПОСІВНОГО

**О. Ю. Волошина, Є. Д. Батуєва, О. О. Авксентьєва**

*Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, Україна*

*e-mail: voloshynasasha@gmail.com*

Сучасні зміни клімату призводять до підвищення середньорічної температури, збільшення частоти посух та екстремальних температурних коливань, що суттєво знижує урожайність і стабільність вирощування зернобобових культур [1]. Горох посівний (*Pisum sativum* L.) є однією з ключових бобових культур у світовому землеробстві, оскільки відіграє важливу роль у біологічній фіксації азоту, покращенні структури ґрунтів і зменшенні залежності від мінеральних добрив [2]. Для України ця культура має особливе агроекономічне значення: вона є цінним джерелом рослинного білка, широко використовується у харчовій і кормовій промисловості, а також виступає важливою ланкою у сівозмінах, сприяючи відновленню родючості чорноземів. Водночас підвищення середньорічної температури повітря в Україні протягом 2001–2020 рр. на 19,3% (до 8,2–9,9 °C) призвело до зниження врожайності гороху на 13,7%, що свідчить про його чутливість до абіотичних стресів [3].

Останні огляди та експериментальні дослідження показують, що застосування мікробних інокулянтів – як традиційних ризобій, так і інших представників PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria) – може суттєво підвищити стійкість рослин до різних видів стресу завдяки різноманітним

механізмам: посиленню кореневого росту, регуляції гормонального стану (включаючи синтез фітогормонів), підвищення активності ферментів (наприклад, АСС-дезамінази), секреції екзополімерів і сірковмісних сполук, а також модифікації складу ризосферної мікробіоти. [4,5] Такі механізми можуть як безпосередньо підтримувати нодуляцію – процес формування бульбочок (нодул) на коренях рослин, та фіксацію азоту, так і діяти незалежно від процесу бульбочкоутворення, забезпечуючи загальне покращення фізіологічного стану рослини під дією стресових факторів. Одним із перспективних напрямів підвищення стійкості саме гороху до стресових факторів є використання ризобій виду *Rhizobium leguminosarum* [6]. Бактеризація, на відміну від застосування мінеральних добрив, є екологічно безпечним, маловитратним і ефективним способом підвищення продуктивності, стійкості до високих температур і посухи, особливо в умовах зростаючої кліматичної нестабільності, характерної для степової і лісостепової зон України.

Дослідження було проведено в рамках співпраці Інституту ботаніки Кельнського університету та кафедри Фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів біологічного факультету Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Метою роботи було з'ясувати вплив бактеризації *Rhizobium leguminosarum* на адаптацію *Pisum sativum* L. до абіотичного стресу, зокрема температурного, шляхом оцінки змін морфометричних параметрів, розвитку ризобіального симбіозу та потенційної ролі бактерій у підтримці фізіолого-біохімічних процесів рослин в стресових умовах. Окремо порівнювалася реакція рослин дикого типу і мутантної лінії, що має дефекти в сигнальних шляхах симбіозу, із метою з'ясувати, чи обумовлений позитивний ефект інокуляції виключно нодуляцією або також непрямыми впливами мікробіоти на ризосферу.

Результати показали, що підвищення температури до 30°C негативно впливає на ріст, біомасу та формування симбіотичних структур гороху, однак інокуляція ризобіями частково компенсує ефекти гіпертермії, поліпшуючи морфометричні та біохімічні показники рослин. Інокуляція ризобіями сприяла покращенню морфометричних показників навіть за відсутності сформованих бульбочок, що може бути пов'язано з непрямим впливом бактерій на ризосферу. При цьому формування бульбочок було пригнічене за підвищення температури до 30°C. Мутанти загалом демонстрували значно гальмування ростової реакції незалежно від температурного режиму та інокуляції. Позитивний вплив інокуляції частково незалежний від повноцінної нодуляції, і може пояснюватися як прямими (фіксація азоту), так і непрямыми ризосферними механізмами (модуляція гормонального фону, антиоксидантна підтримка, АСС-дезаміназна активність).

Таким чином, бактеризація *Rhizobium leguminosarum* підвищує стійкість *Pisum sativum* L. до теплового стресу, сприяючи збереженню метаболічної стабільності рослин. Отримані результати узгоджуються з даними інших авторів [7] які вказують на можливість використання ризобіальних інокулянтів як біологічних регуляторів стресостійкості у зернобобових культур. Для

України, де вирощування гороху має стратегічне значення у формуванні екологічно збалансованих агросистем і зміцненні продовольчої безпеки, впровадження локально адаптованих штамів ризобій може стати ефективним інструментом підвищення кліматичної стійкості та продуктивності цієї культури. Це підкреслює важливість подальших досліджень бактеризації як складової стратегії сталого землеробства в умовах глобальних кліматичних змін.

### Список посилань

1. Lesk, C., et al. (2022). Global crop losses to extreme heat and drought. *Nature Climate Change*, 12, 113–119. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00368-8>
2. Basu, S., & Kumar, G. (2020). Nitrogen fixation in a legume-Rhizobium symbiosis: The roots of a success story. In A. Varma, S. Tripathi, & R. Prasad (Eds.), *Plant Microbe Symbiosis* (pp. 35–48). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-36248-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-36248-5_3)
3. Mazur, V., Tkachuk, O., Pantsyрева, H., Kupchuk, I., Mordvaniuk, M., & Chynchyk, O. (2021). Ecological suitability peas (*Pisum sativum*) varieties to climate change in Ukraine. *Journal of Agricultural Science*, 2(XXXII), 276–283. <https://doi.org/10.15159/jas.21.26>
4. Ben Gaied, R., Sbissi, I., Tarhouni, M., & Brígido, C. (2024). Enhancing *Pisum sativum* growth and symbiosis under heat stress: The synergistic impact of co-inoculated bacterial consortia and ACC deaminase-lacking *Rhizobium*. *Archives of Microbiology*, 206(5), 203. <https://doi.org/10.1007/s00203-024-03943-3>
5. Van Oosten, M. J., Pepe, O., De Pascale, S., et al. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4, 5. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>
6. Gopalakrishnan, S., Sathya, A., Vijayabharathi, R., et al. (2015). Plant growth promoting rhizobia: Challenges and opportunities. *3 Biotech*, 5, 355–377. <https://doi.org/10.1007/s13205-014-0241-x>
7. Maitra, S., Praharaj, S., Brestic, M., Sahoo, R. K., Sagar, L., Shankar, T., Palai, J. B., Sahoo, U., Sairam, M., Pramanick, B., Nath, S., Venugopalan, V. K., Skalický, M., & Hossain, A. (2023). Rhizobium as biotechnological tools for green solutions: An environment-friendly approach for sustainable crop production in the modern era of climate change. *Current Microbiology*, 80(7), 219. <https://doi.org/10.1007/s00284-023-03317-w>

## ВИКОРИСТАННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ РОДІВ *TRITICUM* ТА *AEGILOPS* У СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

І. В. Гаврилюк, Г. М. Ковалишина, О. С. Гаврилюк, Б. В. Шпакович  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з найважливіших продовольчих культур світу. Її врожайність і стабільність значною мірою залежать від адаптивних властивостей сортів та їхньої здатності протистояти стресовим факторам довкілля. В умовах змін клімату, які супроводжуються підвищенням температури, посухами, різкими коливаннями вологості й появою нових рас збудників хвороб, особливої актуальності набуває питання розширення генетичної різноманітності культури. Одним із найефективніших шляхів є використання дикорослих і споріднених видів родів *Triticum* та *Aegilops*, що володіють унікальними адаптивними ознаками та можуть бути джерелами цінних генів для сучасної селекції.

Світова практика доводить, що дикорослі види є природним джерелом стійкості до абіотичних і біотичних факторів. Рід *Aegilops* має тісну спорідненість із культурною пшеницею та є одним з основних донорів генів стійкості до іржі, борошнистої роси, септоріозу, а також толерантності до посухи та засолення ґрунтів. Види *Aegilops tauschii*, *Ae. umbellulata*, *Ae. cylindrica*, *Ae. biuncialis* неодноразово використовувались у світових програмах CIMMYT та ICARDA для створення амфідиплоїдів і синтетичних форм пшениці. Рід *Triticum* представлений значною кількістю диких і культурних видів – *T. boeoticum*, *T. urartu*, *T. dicocum*, *T. polonicum*, *T. compactum*, *T. spelta* тощо, які мають високу морозо- та посухостійкість, а також добрі показники якості зерна.

Метою наших досліджень було виявити цінні джерела господарсько корисних ознак серед видів родів *Triticum* та *Aegilops* і визначити їх придатність для використання у селекційних програмах створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої з підвищеною адаптивністю та продуктивністю.

Дослідження проводили у 2021–2024 роках на базі ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» та колекційного розсадника ННЦ «Інститут землеробства НААН». Оцінювали колекцію зразків, яка включала 32 види родів *Triticum* і *Aegilops*, 80 сортів пшениці м'якої озимої різного походження та 10 амфідиплоїдів. Дослідження виконували за показниками структури колоса, стійкості до основних хвороб (борошниста роса, септоріоз, бура іржа), вилягання, зимостійкості та посухостійкості.

Згідно результатів досліджень відмітили, що види роду *Aegilops* мають значний потенціал як джерела стійкості до біотичних факторів. Зокрема, *Ae. tauschii*, *Ae. umbellulata*, *Ae. cylindrica* та *Ae. biuncialis* мали високу стійкість проти трьох основних листових хвороб, тоді як у більшості сортів пшениці спостерігався нижчий рівень толерантності. Амфідиплоїди (*T. durum* ×

*Ae. tauschii*, *Triticum* × *palmovae*) також мали високий рівень стійкості до септоріозу та борошнистої роси.

Серед видів роду *Triticum* виділили *T. compactum*, *T. spelta* і *T. boeoticum*, які мали високу стійкість до вилягання (8,5–8,7 бала), що свідчить про їхню добру механічну міцність і придатність для залучення у селекцію низькорослих форм. *T. araraticum* і амфідуплоїд *T. boeoticum* × *Ae. tauschii* мали високу гомеостатичність за ознакою «вилягання» (CV = 1,2–1,4%), що свідчить про стабільність прояву цієї ознаки за різних погодних умов.

В ході аналізу фенологічних показників виявили значну варіабельність тривалості вегетаційного періоду серед видів: від 250 днів у *T. boeoticum* до 285 днів у *T. spelta*. Такі розбіжності є важливими для добору форм, здатних адаптуватись до різних ґрунтово-кліматичних зон України.

Під час проведення міжвидових і міжродових схрещувань отримали такі перспективні комбінації: Манера одеська × *Ae. cylindrica*, Астра × *Ae. tetratauschii*, Лісова Пісня × (*T. durum* × *Ae. tauschii*), Пирятинка × (*T. durum* × *Ae. tauschii*), KWS Кубус × Міоза, MV Melodia × *T. polonicum* і MV Melodia × *T. compactum*. Ці гібриди характеризувались підвищеними показниками маси колоса, кількості зерен і стійкості до борошнистої роси.

Важливою особливістю залучення видів родів *Triticum* і *Aegilops* у селекційний процес є їхній потенціал для підвищення адаптивності майбутніх сортів до кліматичних змін. Наприклад, *Ae. tauschii* є носієм генів стійкості до посухи (D-геном), тоді як *T. spelta* забезпечує добру морозостійкість і високу якість білка. Впровадження таких генетичних ресурсів дозволяє створювати сорти пшениці м'якої озимої нового покоління, які поєднують продуктивність, екологічну пластичність і стійкість до хвороб.

Отже, результати проведених досліджень підтверджують доцільність використання дикорослих видів родів *Triticum* та *Aegilops* у селекційних програмах для розширення генетичного різноманіття пшениці м'якої озимої. Отримані гібридні комбінації можуть стати основою для створення вихідного матеріалу з комплексом ознак – високою продуктивністю, стійкістю до біотичних і абіотичних стресів, а також покращеними показниками якості зерна.

Залучення цих видів у сучасну селекцію сприятиме підвищенню ефективності селекційного процесу, збереженню генофонду та забезпеченню стабільного виробництва пшениці в умовах змін клімату.

# СТВОРЕННЯ СОРТІВ ЯРОЇ ТВЕРДОЇ ПШЕНИЦІ КРУП'ЯНОГО НАПРЯМКУ ВИКОРИСТАННЯ В ІНСТИТУТІ РОСЛИННИЦТВА ІМ. В.Я. ЮР'ЄВА

**О. В. Голік, З. В. Усова**

*Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, м. Харків*

На сучасному етапі розвитку суспільства перед селекцією ставляться нові, більш глобальні завдання. Поряд із традиційними, такими як підвищення врожайності, вмісту білку, стійкості до хвороб, актуальними стають вирішення екологічних питань при виробництві рослинної продукції, підвищення поживної цінності продуктів харчування. Пшениця тверда яра для України є перш за все круп'яною культурою, що цінується за підвищену склоподібність та високий вміст добре збалансованого зерна. Технологія виготовлення продуктів харчування з цього злаку (круп, пластівці, тощо) передбачає використання цільного зерна, що є гарантією збереження всіх потенційно корисних макро- та мікронутрієнтів. Тому актуальним є вдосконалення селекційного процесу для поєднання в сучасних сортах високої врожайності, адаптивності до стресових умов вирощування, стійкості до хвороб, підвищення вмісту каротиноїдних пігментів, вітамінів, харчових волокон, покращення якості клейковини в зерні.

Одним із наукових завдань селекційних досліджень лабораторії селекції пшениці Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН є створення сортів ярої твердої пшениці круп'яного напрямку використання.

Польові дослідження проводилися у 2023–2025 рр. на дослідному полі Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, яке розташоване у Харківському районі Харківської області в східній частині лівобережного лісостепу України. Погодні умови періоду вегетації 2023–2024 років були в цілому несприятливими для розвитку ярої твердої пшениці через низьку кількість опадів та підвищену температуру повітря, і тільки 2025 рік характеризувався достатнім зволоженням та відносно комфортною температурою повітря, особливо у періоди формування та наливу зерна.

Врожайність селекційних ліній у конкурсному сортовипробуванні сильно різнилася в залежності від умов вирощування. Так, у 2023–2024 роках вона становила 1,62 т/га (амплітуда від 0,76 т/га до 2,62 т/га) при врожайності зерна стандарту 1,80 т/га (амплітуда від 1,21 т/га до 2,38 т/га). Істотно перевищували стандарт 29 ліній (30,5 %). У 2025 році врожайність селекційних ліній становила 3,40 т/га (амплітуда від 2,80 т/га до 4,04 т/га) при врожайності зерна стандарту 3,54 т/га (амплітуда від 2,85 т/га до 4,25 т/га). Істотно перевищували стандарт 24 лінії (30,0 %). Встановлено, що врожайність значною мірою залежала від генотипу (за двофакторним дисперсійним аналізом при  $p < 0,0001$  внесок складає 73,6 %), у меншій мірі - від умов вирощування (при  $p < 0,05$  відповідно 9,1 %).

При визначенні склоподібності зразків конкурсного сортовипробування виділено 17 ліній (23 % від загальної кількості), що перевищували стандарт за цим показником. Найвищі значення склоподібності мали зразки : лінії 15–32,

18–540, 18–542–88 %; сорти Нащадок та Деміра - 90 %; лінія 18–596–91 % та сорт Аурата - 92 %.

За натурою зерна виділено 53 лінії (39 %), що перевищували стандарт (784 г/л). Найвищі рівні за цим показником встановлено у ліній 18–352, 18–533 (818 г/л) та у лінії 18–353 (822 г/л).

Через посушливі умови вегетації та високу температуру повітря у 2023–2024 роках вміст білка в зерні був досить високим, в середньому 15,59 %. У 11 ліній вміст білка перевищував 16 %, найвище значення ознаки встановлено у лінії 19–177–16,9 %. У 2025 році, навпаки, вміст білка був низьким і коливався від 11,21 % до 12,77 % при середньому значенні цієї ознаки у стандарту 12,46 %, найвищий вміст встановлено у лінії 16–199.

Важливим елементом, що характеризує якість зерна твердої пшениці, є вміст каротиноїдних пігментів. Вони мають високу антиоксидантну активність та радіопротекторні властивості і через це відіграють значну роль у збагаченні раціону людини корисними мікронутрієнтами. Умови вирощування певною мірою впливають на накопичення каротиноїдів в зерні, однак генетична детермінація такої ознаки є головною. Встановлено високий рівень успадкування вмісту каротиноїдних пігментів. Відповідно селекційна робота в цьому напрямку є найбільш доцільною для отримання високоякісної сировини із зерна твердої пшениці. Тому основним пріоритетом у дослідженнях лабораторії є підвищення вмісту каротиноїдних пігментів шляхом залучення у селекційний процес сорту Саратовская золотистая та амфідиплоїду *Tritordeum*. На теперішній час переважна більшість сортів твердої ярої пшениці селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, що внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, мають вміст каротиноїдів у зерні на рівні 5 мг/кг. При визначенні вмісту каротиноїдних пігментів у 2023–2025 роках найнижче значення цієї ознаки дорівнювало 2,81 мг/кг, 6 % ліній мали показник на рівні стандарту і 2 % перевищували його. Найвище значення відмічено у ліній 18–521 (6,34 мг/кг) та 18–522 (6,76 мг/кг).

За результатами вивчення в конкурсному сортовипробуванні за комплексом ознак у 2024 році виділено селекційну лінію 15–32, яку під назвою IP Акрукс передано на кваліфікаційну експертизу до Українського інституту експертизи сортів рослин. Сорт створений добором з гібридної комбінації з використанням селекційних ліній селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН 99–200 та 01–730. Середня врожайність сорту - 3,1 т/га та потенційна 4,2 т/га, характеризується покращеними круп'яними властивостями (має переваги перед стандартом за склоподібністю 88 % (+ 6 %), виходом крупи 87 % (+ 5 %), коефіцієнтом розварюваності 2,9 (+ 0,2 %) в поєднанні з добрими смаком, ароматом, консистенцією. За стійкістю проти хвороб та вмістом каротиноїдних пігментів знаходиться на рівні стандарту.

На теперішній час продовжуються лабораторні дослідження круп'яних властивостей селекційних ліній, що виділилися у конкурсному сортовипробуванні протягом 2023–2025 років, з метою виділення перспективної лінії за комплексом ознак для подальшої передачі на кваліфікаційну експертизу.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТИВАРІВ АРОНІЇ ЧОРНОПЛІДНОЇ (*ARONIA MELANOCARPA* L. (MICHX.) ELLIOTT.) У ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНІ

**В. М. Гребенюк, А. Ф. Балабак**

*Уманський національний університет, Україна*

Незважаючи на значні успіхи інтродукції деревних і кущових рослин, на сучасному етапі розвитку декоративного садівництва і зеленого будівництва в Україні їх асортимент потребує збагачення за рахунок більш активного використання малопоширених видів. Культивари аронії чорноплідної є представниками інтродукованої дендрофлори, які поєднують у собі властивості для створення паркових і міських фітоценозів [1–7].

Факторами, що стримують впровадження культиварів аронії чорноплідної у декоративне садівництво є недостатня вивченість еколого-біологічних особливостей росту і розвитку цих рослин, відсутність науково обґрунтованих рекомендацій з їх розмноження та вирощування садивного матеріалу. Попередньо нами доведено, що природно-кліматичні умови Правобережного Лісостепу України сприяють культивуванню сортів досліджуваних сортів аронії чорноплідної, які характеризуються високою вегетативною продуктивністю і привабливістю. За час періоду вегетації рослини повністю встигають пройти усі властиві їм фази розвитку і росту та підготуватися до переходу в стан спокою [1–3].

Мета роботи полягала в оцінюванні інтродукційної стійкості і декоративності нових і перспективних, для зеленого будівництва, сортів аронії чорноплідної на основі комплексного вивчення їх еколого-біологічних особливостей та розширенні можливостей практичного використання у декоративному садівництві Правобережного Лісостепу України. Експериментальну частину роботи виконано впродовж 2021–2025 рр. у польових, вегетаційних і лабораторних умовах кафедри садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва, а також розсадниках Національного дендропарку «Софіївка» НАН України і ТОВ «Брусвяна». За матеріал досліджень взято сорти аронії чорноплідної перспективні для вирощування у Правобережному Лісостепу України — «Аміт» (*Amit*), «Арон», «Вікінг», «Галичанка», «Егерта», «Неро» (*Nero*), «Крупноплідна», «Чорноока». «Хаккія», «Хугін».

Досліджено, що важливими критеріями добору культиварів аронії чорноплідної для створення паркових і міських фітоценозів є їх довговічність, швидкість росту надземної частини, висока посухостійкість і морозостійкість, невибагливість до ґрунтових умов, висока приживлюваність саджанців, легкість та доступність способу розмноження. Культивари аронії чорноплідної відзначаються декоративними властивостями, щорічним рясним плодоношенням, невибагливістю до умов зростання, стійкістю до хвороб та шкідників, що дає можливість використовувати їх в озелененні. Рослини мають

здатність затримувати пилок, не викликати у населення алергічних реакцій, а також привабливий зовнішній вигляд.

Доведено, що ґрунтово-кліматичні умови м. Умань цілком придатні для культивування досліджуваних інтродукованих сортів аронії чорноплідної. Отримані результати оцінювання успішності інтродукції є досить високими, а досліджувані сорти перспективними для використання в озелененні населених місць. Інтродукція культиварів аронії чорноплідної, значною мірою, супроводжується змінами в їх сезонних ритмах розвитку. Строки настання і тривалість певних фенологічних фаз у досліджуваних сортів залежать від погодних умов навколишнього середовища (температури і кількості опадів). Ці фактори зумовлюють дати початку і тривалості фаз розвитку в нових умовах.

Досліджено, що одним з ефективних способів розмноження сортів аронії чорноплідної в умовах Правобережного Лісостепу України є розмноження стебловими живцями. Визначено найважливіші фактори впливу на регенераційну здатність живців і якість садивного матеріалу. Досліджено, що не всім сортам аронії чорноплідної властива висока регенераційна здатність стеблових живців. Належить зауважити те, що розмноження культиварів аронії чорноплідної зеленими і здерев'янілими стебловими живцями є високоефективним вегетативним способом.

На основі вивчення еколого-біологічних особливостей росту і розвитку маточних рослин інтродукованих сортів аронії чорноплідної, опрацювання окремих елементів технології вирощування, оцінки ступеню акліматизації та успішності інтродукції, досліджувані сорти є перспективними для використання у зеленому будівництві і декоративному садівництві Правобережного Лісостепу України. Культивари аронії чорноплідної доцільно використовувати для створення довговічних солітерних чи групових насаджень у ландшафтному дизайні.

### Список посилань

1. Балабак А.Ф., Гребенюк В.М. Біолого-екологічні особливості кореневласного розмноження генотипів аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) для використання в озелененні. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2025. Вип. 106. Ч. 1. С. 281–292.
2. Гребенюк В.М., Балабак А.Ф. Вплив термінів живцювання на вкоріненість напівздерев'янілих стеблових живців сортотипів аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) для зеленого будівництва. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2024. Вип. 104. Ч. 1. С. 97–108.
3. Гребенюк В.М., Балабак А.Ф. Особливості адвентивного коренеутворення у стеблових живців сортів аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) залежно від впливу-біологічно-активних речовин. *Агробіологія. Збірник наукових праць / Білоцерків. нац. аграр. ун-т. Біла Церква, 2024. № 1. Вип. 187. С. 277–284.*
4. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні / за ред. М. А. Кохно, Н. М. Трофименко, Л. І. Пархоменко та ін. Довідник. Частина II. Київ. Фітосоціоцентр. 2005. 716 с.

5. Кучерявий В.П. Ландшафтна архітектура. Львів: «Новий Світ–2000», 2017. 521 с.
6. Hudson I.L., Keatley M.R. (eds.) Phenological Research. Methods for Environmental and Climate Change Analysis. Springer, 2010. 522 p.
7. Schwartz M.(ed.). Phenology: An Integrative Environmental Science. Second Edition. Springer, 2013. 610 p.

## **ЗИМОСТІЙКІСТЬ ТРОЯНД ГРУПИ POLYANTHA & CLIMBING POLYANTHA КОЛЕКЦІЙНОГО ФОНДУ НАЦІОНАЛЬНОГО ДЕНДРОПАРКУ «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ**

**І. Л. Дениско**

*Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, м. Умань*

Доцільність застосування декоративних рослин у ландшафтному будівництві залежить, перш за все, від еколого-біологічних властивостей цих культур і зокрема від їхньої зимостійкості. Негативний вплив низьких температур, а також різкі перепади температури впродовж зимового періоду є факторами, що обмежують використання садових троянд на урбанізованих територіях Правобережного Лісостепу України.

Досвід інтродукції троянд у Національному дендропарку «Софіївка» НАН України доводить, що ефективним засобом розширення застосування цієї культури в озелененні населених місць є впровадження сортів нових садових груп. Разом з тим, на нашу думку, до сучасного сортименту слід залучати не лише троянди новітніх сортів, але й ті, що набули популярності в минулі десятиліття, як, наприклад, поліантові троянди.

Метою даного дослідження було визначити рівень зимостійкості сортів троянд садової групи Polyantha & Climbing Polyantha за природно-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України, а також заходів, спрямованих на збереження троянд цієї групи в зимовий період.

Для визначення тривалості і глибини вимушеного спокою поліантових троянд були проведені дослідні із застосуванням методу зрізаних пагонів. Пагони троянд досліджуваних сортів, вносили у приміщення й витримували у водній культурі за температури 18–20 °С. Дослід повторювали щодаки протягом зимового періоду (з I декади грудня по III декаду лютого).

Дослідження зимостійкості проводили протягом 2007–2025 рр. у процесі комплексного оцінювання біологічних і господарчо цінних властивостей та ознак декоративності сортів троянд. Стан надземних частин рослин оцінювали візуально, ступінь ушкодження визначали за десятибальною шкалою:

- пошкоджень немає — 10 балів;
- обмерзає до 50 % довжини пагонів — 8 балів;
- пагони обмерзають до рівня снігового покриву або накриття — 5 балів;

- обмерзає вся надземна частина до кореневої шийки — 3 бали;
- рослина вимерзає цілком — 0 балів.

До досліджень було залучено поліантові троянди 16 сортів з колекційного фонду НДП «Софіївка»: ‘Border King’ (de Ruiter, 1952), ‘Cameo’ (de Ruiter, 1932), ‘Eulalia Berridge’ (F. Cant, до 1942), ‘Evaline’ (Prosser, 1920), ‘Gloria Mundi’ (de Ruiter, 1929), ‘Katharina Zeimet’ (P. Lambert, 1901), ‘Lady Reading’ (Van Kleef, 1921), ‘Lovely Fairy’ (Vurens-Spek, 1990), ‘Mme Norbert Levavasseur’ (Levavasseur, 1903), ‘Orange Triumph’ (W. J. H. Kordes, 1937), ‘Red Fairy’ (R. S. Moore, 1995), ‘Rote Teschendorffs Jubiläumsrose’ (Grunewald, 1930), ‘Sheila’ (J. Walsh, 1930), ‘Sweet Fairy’ (J de Vink, 1946), ‘The Fairy’ (Bertall, 1932).

Зимостійкість троянд є генетично зумовленою характеристикою, й одною з причин низької зимостійкості троянд є невідповідність ритмів їхнього росту й розвитку кліматичним ритмам району інтродукції. Досліди з визначення тривалості та глибини вимушеного спокою поліантових троянд показали, що період вимушеного спокою рослин досліджених сортів наставав у II–III декадах грудня. Він досягав максимуму в I–II декадах січня, коли розгортання бруньок пагонів, занесених у приміщення, наставало на 12-у – 19-ту добу залежно від особливостей даних сортів і погодних умов року досліджень.

Протягом періоду досліджень добру зимостійкість (ступінь ушкодження надземних частин рослин — 7,1–9,3 балу: обмерзання не перевищувало 50 % довжини пагонів) спостерігали у троянд сортів ‘Eulalia Berridge’, ‘Katharina Zeimet’, ‘Lovely Fairy’, ‘Mme Norbert Levavasseur’, ‘Red Fairy’, ‘Sweet Fairy’, ‘The Fairy’. При цьому в окремі зими (2019–2020 pp., 2023–2024 pp., 2024–2025 pp.) у троянд сортів, похідних від *Rosa wichuriana* Crép. ex Déségl. (syn. *R. luciae* Franch. et Rochebr. ex Crép.), — ‘Lovely Fairy’, ‘Red Fairy’, ‘The Fairy’ обмерзання пагонів не спостерігали.

Поліантові троянди решти сортів (‘Border King’, ‘Cameo’, ‘Evaline’, ‘Gloria Mundi’, ‘Lady Reading’, ‘Orange Triumph’, ‘Orange Triumph Superba’, ‘Rote Teschendorffs Jubiläumsrose’, ‘Sheila’) виявили посередню зимостійкість (ступінь ушкодження — 5,5–6,3 балу): їхні пагони обмерзали взимку до рівня снігового покриву або укриття. Водночас слід зауважити, що впродовж вегетаційного періоду всі рослини відновлювали форму куща з притаманними кожному сорту габітуальними особливостями.

Для захисту рослин взимку використовували огортання нижньої частини куща сухим ґрунтом, опалим листям або накриття гілками хвойних рослин (лапником). Після перезимівлі 2014–2015 pp., 2019–2020 pp., 2023–2024 pp., 2024–2025 pp., коли періоди похолодання змінювалися частими й тривалими відлигами, у випадку застосування щільного накриття (ґрунтом або листям) спостерігали випрівання частини (до 36 %) осьових пагонів рослин. За використання накриття лапником випрівання пагонів не відбувалося.

Таким чином, більшість досліджених сортів поліантових троянд виявляють посередню зимостійкість, а отже, їх доцільно використовувати в

озелененні подібно до троянд інших садових груп, що потребують зимового укриття.

З метою запобігання вимерзанню в зимовий період для поліантових троянд доцільно застосовувати легке накриття гілками хвойних рослин; щільне накриття цих троянд за умов тривалих відлиг може спричинити випрівання осьових пагонів.

## АНАЛІЗ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ (*TRITICUM SPELTA* L.) ЗА ПОКАЗНИКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ

**І. П. Діордієва, В. С. Гайдай, В. Р. Грабовий, Н. В. Грималюк**

*Уманський національний університет, Україна*

Спельта (*Triticum spelta* L.) – один з найдавніших півчастих видів пшениці, що була відома ще в 7–8 тисячоліттях до н. е. Філогенія спельти є дискусійним питанням. За походженням її поділяють на два підвиди незалежного походження: європейський (supraconvar. *spelta*) та азійський (supraconvar. *kuckuckianum* Gökg. ex Dorof.). Вчені вважають азійські підвиди спельти найдавнішим гексаплоїдним. З появою голозерних видів пшениці спельта поступово зникла з культурних посівів. Причиною цього була її істотно нижча врожайність, що обумовлено низькою якістю обмолоту. Нині попит на спельту зростає і за посівними площами спельта посідає третє місце серед пшениць. Її почали інтенсивно вирощувати у Франції, Австрії, Ізраїлі, Італії, США, Австралії, Німеччині тощо. Зацікавленість спельтою зумовлена низькою позитивних характеристик, зокрема, це цінний нутрієнт дієтичного харчування, що характеризується високим вмістом в зерні білка (до 25 %) збалансованого за амінокислотним складом, вона невибаглива до агротехнології і умов вирощування.

Основними перешкодами для широкого впровадження спельти у виробництво є її невисока урожайність (біля 4,0–4,5 т/га) та низька якість обмолоту зерна з колосу (біля 70–75 %). У зв'язку з цим актуальним завданням селекції культури є підвищення врожайності та якості обмолоту зерна за збереження високого вмісту в зерні білка і клейковини. Досягти цього можна залучаючи в систему гібридизації донорами генів окремих показників продуктивності споріднені види роду *Triticum* L., зокрема, *Triticum aestivum* L. За гібридизації видів *Triticum spelta* L. та *Triticum aestivum* L. можна отримати нові трансгресивні форми спельти з поліпшеними кількісними і якісними показниками продуктивності.

**Метою** досліджень був порівняльний аналіз вихідного матеріалу пшениці спельти озимої для виділення перспективних генотипів і залучення їх в селекційний процес отримання високопродуктивних сортів культури.

Дослідження проведено в умовах Правобережного Лісостепу України (м. Умань), підзона – нестійкого зволоження. Клімат регіону – помірно-

континентальний. Об'єктом досліджень були 19 зразків пшениці спельта озимої, що створені за гібридизації з високопродуктивними сортами пшениці м'якої озимої. Тестування відібраних зразків проводили впродовж 2019–2024 рр.

Усі фенологічні спостереження, аналіз показників структури врожаю і якості зерна проводили за «Методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових культур на придатність до поширення в Україні» (2016). Групування зразків пшениці за висотою рослин проводили за модифікованою шкалою А. П. Орлюка зі співавторами (2006). Біометричні показники визначали на 50 рослинах, відібраних у двох несуміжних повтореннях. Показники якості визначали за використання приладу Infratec™ Nova (FOSS Analytical, Швеція). Після проведення всіх обліків і аналізів зерно обмолочували і визначали врожайність. Якість обмолоту визначали за часткою повністю вимолоченого зерна до загальної кількості зерна, у відсотках. Статистичний аналіз проводили за методикою В. О. Єщенко зі співавторами.

У проведених дослідженнях висота рослин варіювала у широкому діапазоні від 56 до 125 см. Виділено напівкарликовий зразок 1817 та низькостеблові зразки 1559, 1674 і 1755, що характеризуються високою масою зерна з головного колосу (2,24–2,48 г) і врожайністю (5,25–5,82 т/га). Варто відзначити високостебловий зразок 1695, який характеризувався найвищою в досліді врожайністю (6,35 т/га) та середньо- і високостеблові зразки 95, 155, 1691 і 1725, що за врожайністю (5,41–5,81 т/га) істотно перевищували стандарт.

Цінність спельти для селекції і виробництва полягає у її високих якісних характеристиках і технологічних властивостях зерна. За її гібридизації з іншими видами пшениці важливо підбирати батьківські пари таким чином, щоб не було істотних відмінностей за показниками якості, зокрема, вмістом в зерні білка і клейковини, оскільки ці показники успадковуються від гіршого із батьків. У проведених дослідженнях більшість зразків істотно поступалися спельті за вмістом в зерні білка і клейковини. Проте виділено середньостеблові зразки 40 і 76, що за вмістом білка (25,6–27,8 %) і клейковини (53,2–57,2 %) істотно перевищували стандарт (табл. 2).

Сила борошна є основним визначальним елементом його хлібопекарських властивостей. Дослідженнями встановлено, що сила борошна варіювала залежно від генотипу в межах від 285 до 425 о. а. Найвищою вона була у зразків 40 (425 о. а.), 76 (385 о. а.) і 155 (375 о. а.). Серед створених матеріалів твердозерними ідентифіковано зразки 13, 40, 76, 128, 179, 1559, 1691, 1817, м'якозерними – зразок 1674, інші – напівм'якозерними.

Отже, за гібридизації пшениці м'якої озимої і пшениці спельта озимої створено новий вихідний матеріал пшениці спельта озимої, що характеризується високим рівнем прояву господарсько-цінних показників і може бути використаний в селекційних схемах створення високопродуктивних сортів культури. Виділено зразки пшениці спельта, що можуть бути використані в практичній селекції донорами генів окремих ознак, зокрема,

високопродуктивні (врожайність 5,25–5,82 т/га) напівкарликові і низькостеблові зразки 1786, 1817, 1559, 1674 і 1755 – в селекції на зниження висоти рослин; зразки 95, 155, 1725 з поліпшеним обмолотом зерна (91 %) – для створення форм із оптимальною структурою колосу; зразки 13, 40 і 128 з високим вмістом в зерні білка (23,8–28,7 %), клейковини (49,1–57,2 %), силою борошна (345–435 о. а.) – в селекції на якість зерна.

## УФ-В-ІНДУКОВАНЕ НАКОПИЧЕННЯ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК У РОСЛИН М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

В.І. Ємельянов<sup>1, 2</sup>, О. П. Бобошко<sup>1</sup>, О. М. Міхєєв<sup>1</sup>, Р. В. Ковбасенко<sup>1</sup>, Ю. В. Симоненко<sup>1</sup>, В. В. Швартау<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАНУ

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин та генетики НАН України

Одними з найбільш важливими у годуванні людства, беззаперечно є рослини родини злакових, та особливо селекційні сорти м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.), яка масово використовується у харчовій промисловості України.

В умовах виснаження стратосферного озону та зростання сонячної активності, що спостерігається останні десятиліття, повстало питання адаптації господарсько-важливих культурних рослин до високочастотного випромінювання, у тому числі, його ультрафіолетового спектру. Отже вивчення впливу ультрафіолету та його певних діапазонів на рослини є вельми актуальним. При високих дозах ультрафіолету (УФ) діапазону С від 5 до 50 кДж/м<sup>2</sup> в рослинних тканинах спостерігається сплеск активних форм кисню (АФК) та відбувається відповідне перикисне окислення ліпідів мембран, і як наслідок, загибель калюсів та тканин листків. Зростання доз УФ-В зазвичай призводить до зменшення біомаси рослин [1]. Певний діапазон невеликих доз УФ-опромінення може бути корисним в процесі розвитку рослин та стимулювати зростання темпів їх росту, ініціювати УФ-залежну експресію генів [2]. УФ-В опромінення підвищувало та стимулювало системну стійкість рослин до комах і патогенів у порівнянні з рослинами що були позбавлені такого [3].

Для захисту м'яких сортів пшениці від стрес-факторів використовуються інтрогресивні гени стійкості [4]. Так, генотип пшениці сорту Ренан має ген резистентності *Pch1*. Транслокація з цим геном широко використовується у селекції м'якої пшениці, для отримання продуктивних, стійких до стресів рослин [5].

В ході онтогенезу рослинні організми зазнають численних біохімічних, морфо-фізіологічних та структурних змін, у тому числі, під впливом стрес-факторів навколишнього середовища [5, 6]. Механізми стійкості до стресу у рослин базуються на утворенні складного ланцюга конститутивних та

індукованих захисних речовин, які і формують механічні [7] та біохімічні [8] імунні бар'єри.

Універсальними біохімічними речовинами, які накопичуються в рослинах конститутивно та при дії на клітини біотичних і абіотичних факторів середовища є фенольні сполуки. Вони є поліфункціональною речовиною, яка у рослинному організмі виконує декілька функцій. По-перше, за рахунок подвійних вуглецевих зв'язків функцію радіопротектору, який перешкоджає потраплянню високо-енергетичних часток випромінювання до пропорційних їх довжині хвилі життєво важливих структур рослинної клітини. По-друге, є базовою сполукою яка завдяки фотореактивації УФ дає основу синтезу вторинних метаболітів: флаваноїдам, антоціанам, токоферолам і поліамінам, які мають УФ-захисні та антиоксидантні властивості [1]. Всі вищеперераховані речовини також сприяють локальному захисту від патогенів і комах, приймають участь у реакції надчутливої загибелі клітин (НДЧ), входять до складу кластерних інтегральних (зверхорганізованих) структур тривимірного імунітету рослин забезпечуючи їх системну стійкість [5].

Експериментальна робота передбачала підбір діапазону ефективних доз УФ-В опромінення для індукування синтезу захисних речовин у рослин м'якої озимої пшениці двох сортів: Миронівська-808 та Ренан. Визначення індукованого накопичення фенольних сполук, як маркерів стійкості рослин пшениці до даного абіотичного стресу. Аналізу динаміки накопичення фенолів у обраних сортів. Проведення порівняльної оцінки їх кількості у часі. З'ясування впливу експериментальних доз УФ-В на ростові параметри рослин пшениці обох сортів.

Насіння пшениці висаджували у горщики по 100 штук на піщаний ґрунт. Експерименти проводили на 7-ми денних проростках озимої пшениці протягом наступних 5 діб.

Рослини піддавали дії УФ-В, джерелом якого був випромінювач – ОБМ-150 М з двома лампами Philips special fluorescent lamp потужністю 35 Вт. Дози УФ-В склали – 0,1; 1 та 10 к Дж/м<sup>2</sup>. Контрольні зразки під час опромінення експериментальних рослин тримали у темряві. По закінченню освітлення останніх дозою 10 кДж/м<sup>2</sup> всі горщики переносили в культуральну кімнату з інтенсивністю освітлення 20 кЛк/м<sup>2</sup> і світловим періодом 16 год. Відбір рослинного матеріалу для визначення ростових параметрів та визначення кількості фенольних сполук проводили кожні 24 год протягом 5 діб. Загальний вміст фенольних сполук визначали за оптичною густиною, при 765 нм, на спектрофотометрі, використовуючи реактив Фоліна-Чокальта. Підсушений рослинний матеріал попередньо розтирали зі скляним порошком та екстрагували в 1 мл 95% етанолу протягом 24 год.

Кількість накопичення фенольних речовин як у рослин контролю, так і опромінених зразків обох сортів зростала майже у експоненційній залежності впродовж 5 діб експерименту. У рослин контролю сорту Ренан конститутивний рівень фенолів був вищим за сорту Миронівська-808 протягом всього дослідження та зростав від 3,3 до 6,9 мг/г сухої маси рослинного

матеріалу(срм) та від 2,5 до 5,8 мг/г срм відповідно. У рослин підданих УФ-В кількість накопичення фенолів була вищою за контроль. Кількість їх накопичення у рослин обох сортів зростала пропорційно дозі опромінення і часу. У рослин пшениці сорту Ренан УФ-В-індукований синтез фенолів в середньому складав 2,5–10,8 мг/г срм. У рослин пшениці сорту Миронівська-808 індукована кількість фенолів становила 2,5–13,5мг/г срм.

За 5 діб досліджень після опромінення рослин пшениці сорту Миронівська 808 ультрафіолетом В у діапазоні доз від 0,1 до 10 кДж/м<sup>2</sup> спостерігали стимулюючий ефект їх приросту у довжину порівняно з рослинами у контролі. Максимальні ростові параметри було зафіксовано на 5 добу експерименту у рослин опромінених дозою УФ-В 10 кДж/м<sup>2</sup>, які мали найвищі значення, що у середньому склали – 30,8 см. Рослини, опромінені дозами 0,1 та 1 кДж/м<sup>2</sup>–29,5 та 30 см відповідно, у порівнянні з середнім приростом довжини рослин у контролі – 27,3 см.

Середній приріст проростків пшениці за 5 діб в контрольних варіантах сорту Ренан становив у середньому 1,6 см/добу. У всіх варіантах УФ-В опромінених рослин приріст у довжину уповільнювався у порівнянні з контрольними проростками починаючи з 48 години, протягом всього експерименту їх параметри зростали дуже несуттєво. Вплив УФ-В опромінення у діапазоні доз від 0,1 кДж/м<sup>2</sup> до 10 кДж/м<sup>2</sup> на рослини пшениці сорту Ренан мало інгібуючий ефект щодо приросту рослин у довжину порівняно з контрольними. Ростові параметри рослин сорту Ренан у середньому були меншими за контроль та найменшими за впливу дози 10 кДж/м<sup>2</sup>. Таким чином, вплив УФ-В опромінення на рослини мав інгібуючий ефект щодо приросту рослин у довжину порівняно з контрольними рослинами.

#### **Список посилань**

1. O. P. Boboshko, R. V. Kovbasenko, K. O. Halkina, Y. V. Symonenko, A. M. Mikheev, V. I. Emelyanov. Callose Accumulation in Winter Wheat Seedlings under UV Irradiation. *Cytology and Genetics*, Vol. 59(2), pp. 20–30.
2. Ballare C.L., Scopel A.L., Stapleton A.E., Yanovsky M.J. Solar ultraviolet-B radiation affects seedling emergence, DNA integrity, plant morphology, growth rate, and attractiveness to herbivore insects in *Datura ferox*. *Plant Physiology*, 1996, vol. 112, pp. 161–170. <https://doi:10.1104/pp.112.1.161>.
3. Mazza C.A., Gimenez P.I., Kantolic A.G., Ballare C.L. Beneficial effects of solar UV-B radiation on soybean yield mediated by reduced insect herbivory under field conditions. *Physiologia Plantarum*, 2013, vol. 147, pp. 307–315. <https://doi:10.1111/j.1399-3054.2012.01661.x>.
4. Mintoff, S.J., Rookes, J.E., and Cahill, D.M. Sub-lethal UV-C radiation induces callose, hydrogen peroxide and defence-related gene expression in *Arabidopsis thaliana*. *Plant. Biol.*, 2015, vol. 17, no. 3, pp. 703–11.
5. <https://doi:10.1111/plb.12286>.
6. Boboshko O., Emelyanov V., Panyuta O., Taran N. Constitutional and Induced Accumulation of Callose and Phenol Compounds as Elements of Systemic Resistance in Winter Wheat Sprouts. *Cytol. Genet.*, 2019, vol. 53(5), pp. 35–45.

7. Nedukha, O.M., Callose: localization, functions, and synthesis in plant cells, *Cytol. Genet.*, 2015, vol. 49(1), pp.49–57. <https://doi.org/10.3103/S0095452715010090>.
8. Underwood, W., The plant cell wall: a dynamic barrier against pathogen invasion, *Front Plant Sci.*, 2012, vol. 4, no. 8, pp.48–593. DOI: 10.3389/fpls.2012.00085.
9. Emelyanov, V.I., Kravchuk, J.N., Poliakovskiy, S.O., and Dmitriev, O.P., Callose accumulation during treatment of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cells with biotic elicitors, *Cytol. Genet.*, 2008, vol. 42, no. 2, pp. 21–8. PMID: 18630116.

## СЕЛЕКЦІЯ НОВИХ СОРТІВ ХЕНОМЕЛЕСУ (*CHAENOMELES* LINDL.).

**С. В. Клименко, М. С. Каліста**

*Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, м. Київ  
Національний науково-природничий музей НАН України, м. Київ*

### Анотація

Висвітлено історію інтродукції хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.), родина Шипшинові (Rosaceae Juss.) у світі і в Україні. Показано широке використання його у практиці декоративного садівництва, масштаби селекційної діяльності зі створення сортів у багатьох країнах Євразії і Північної Америки. Надзвичайна декоративність рослин під час цвітіння, щорічне рясне плодоношення, скороплідність, високий вміст біологічно активних речовин, тривала лежкість плодів (упродовж всієї зими), невибагливість до умов вирощування, прості способи розмноження – все це свідчить про цінність хеномелесу, як плодової, лікарської і декоративної рослини. В Україні ініціатором інтродукції і культивування хеномелесу був академік М.Ф. Кащенко ще в 30-ті роки 20 століття. Колекція форм хеномелеса японського з акліматизаційного саду, заснованого академіком, стала основою для створення сортів цієї нової плодової рослини у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України (НБС). Проведено велику селекційну роботу упродовж понад 40 років, створено сорти, зареєстровані вперше у Державному Реєстрі сортів рослин України, а також великий гібридний фонд, з якого дібрано нові перспективні генотипи для впровадження в практику садівництва і декоративного садівництва. Висока стійкість до абіотичних і особливо біотичних чинників забезпечує вирощування органічної продукції.

**Ключові слова:** Хеномелес (*Chaenomeles* Lindl.), види, генофонд, селекція, біохімія, сорти

### Abstract

The history of the introduction of *Chaenomeles* Lindl. of Rosaceae Juss. family in the world and in Ukraine, is highlighted. It's widespread use in the practice of ornamental horticulture is shown, as is the scale of breeding activities to create

cultivars in many countries of Eurasia and North America. The extraordinary decorativeness of the plants during flowering, annual abundant fruiting, early fruiting, high content of biologically active substances, long shelf life of the fruits (throughout the winter), unpretentiousness to growing conditions, simple methods of reproduction – all this indicates the value of *Chaenomeles* as a fruit, medicinal and ornamental plant. In Ukraine, the initiator of the introduction and cultivation of *Chaenomeles* was Academician M.F. Kashchenko in the 1930s. The collection of forms of *Chaenomeles japonica* from the acclimatization garden founded by the academician, became the basis for the creation of cultivars of this new fruit plant in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. Extensive breeding work has been carried out for over 40 years, creating cultivars registered for the first time in the State Register of Plant Cultivars of Ukraine, as well as a large hybrid fund from which new promising genotypes have been selected for implementation in the practice of fruit growing and ornamental gardening. High resistance to abiotic and especially biotic factors ensures the cultivation of organic products.

**Keywords:** flowering quince (*Chaenomeles* Lindl.), species, gene pool, selection, biochemistry, cultivars

**Вступ.** Хеномелес (*Chaenomeles* Lindl.) – рослина з родини Rosaceae, найбільш розповсюджений *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach. – хеномелес японський. Хеномелес часто звать айвою японською і навіть у науковій літературі його тривалий час відносили до роду *Cydonia*, монотипного роду, у якому лише один вид – *Cydonia oblonga*, айва звичайна. Однак систематики підтвердили наявність двох родів – *Cydonia* і *Chaenomeles*. За генетичними і морфологічними ознаками види цих родів дуже далекі: статева гібридизація хеномелеса і айви практично не вдається, хоча вегетативна сумісність достатньо висока.

Хеномелес японський – низькорослий кущ із Східної Азії з сухого глинистого передгір'я на Японських островах – Хондо і Кюсю, де дико зростає.

Плоди їстівні, яблукоподібні, грушеподібні, дуже ароматні, кислі, багаті вітамінами С і Р, органічними кислотами, пектиновими речовинами, макро- і мікроелементами. Завдяки високому вмісту пектинових речовин хеномелес – гарна сировина для одержання високоякісного пектину, виготовлення джемів, варення, конфітурів, екстрактів, виробництва напоїв. Найкращий продукт переробки – екстракт (сироп), що використовується у багатьох продуктах. Він – джерело високого вмісту вітаміну С взимку і, особливо, навесні, у період дефіциту цього вітаміну.

Надзвичайна декоративність рослин під час цвітіння, щорічне рясне плодоношення, скороплідність, високий вміст біологічно активних речовин, тривала лежкість плодів (упродовж всієї зими), невибагливість до умов вирощування, прості способи розмноження – все це свідчить про цінні властивості хеномелесу, як плодової і декоративної рослини.

З давніх часів хеномелес використовували саме як декоративну рослину. Вперше його було інтродуковано на Європейський континент у 1796 році до Англії, він швидко розповсюдився у садах і парках Франції, Голландії,

Німеччини. Цікаво, що у Північній Америці хеномелес з'явився майже на 100 років пізніше – у 1874 році. Наразі він розповсюджений практично на всіх континентах: у Європі, Східній Азії, у США, Австралії, Африці. Тривалий час у Європі плоди вважали не їстівними.

За роки культивування хеномелесу у світі селекціонери Бельгії, Великобританії, Нідерландів, США, Франції, Японії створили понад 500 сортів, головним чином високодекоративних. Сорти класифікують за забарвленням пелюсток, ступенем махровості. Виділяють 5 головних колірних класів: рослини з білими, біло-рожевими, рожевими, помаранчевими і червоними квітками [1, 2]. Найбільш відомі у нас сорти нідерландської та американської селекції, вони добре зарекомендували себе в умовах України.

Відомий американський вчений С. Weber присвятив сортам хеномелесу монументальну працю "Cultivars in the Genus *Chaenomeles*" (1964 рік).

Цікаво, що автор описує сорт *Simerenkiana* (*Ch. japonica*, 1888), який було створено всесвітньовідомим українським вченим Л.П. Симиренком у його розсаднику в Городищі (Мліїв, Черкаська область). Рослини були з білим листям і червоними квітками. Л.П. Симиренко культивував його понад 20 років. Сорт, на жаль, не зберігся.

**Матеріали досліджень.** У Національному ботанічному саду зібрано генофонд, створено колекцію і великий гібридний фонд різних видів хеномелесу. На цьому матеріалі проведено селекційну роботу упродовж десятків років, створено сорти [3].

**Методи досліджень.** Інформаційно – аналітичні, інтродукційні, селекційні, еколого-біологічні, морфологічні.

**Результати та обговорення.** В Україні вперше звернув увагу на хеномелес, як на плодову рослину, академік Академії наук України М.Ф. Кащенко. Він почав вирощувати його у заснованому ним у 1912 році Акліматизаційному Саду, включивши хеномелес до числа найцікавіших малорозповсюджених рослин для використання у різних галузях, як харчову, лікарську і декоративну рослину. Насіння для роботи М.Ф. Кащенко одержав від В.Л. Симиренка, талановитого вченого, сина Л.П. Симиренка (збереглася переписка Володимира Левковича і Миколи Феофановича).

В Україні виконано піонерські роботи з окультурення хеномелесу як плодової рослини – М.Ф. Кащенко перший в світі заклав промислові плантації хеномелеса під Києвом у 30 роки минулого століття, у роботі він застосував посів з відбором, але сортів створити не встиг. Колекція форм хеномелеса японського з акліматизаційного саду, заснованого академіком, стала основою для створення сортів цієї нової плодової рослини у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України (НБС).

Роботу Кащенко продовжили науковці С.В. Клименко і О.М. Недвига [4], створивши сорти 'Вітамінний', 'Караваєвський', 'Помаранчевий', 'Цитриновий', які були зареєстровані у Державному реєстрі сортів рослин України у 2001 році.

Селекційна робота з хеномелесом у НБС проводиться понад 40 років [5]. Колекційний фонд різноманітний, він представлений кількома видами, а саме:

*Chaenomeles japonica*, *Ch. superba*, *Ch. speciosa*, *Ch. cathayensis* та численними гібридами і сортами – плодовими і декоративними.

Головні селекційні завдання: урожайність, відібрані генотипи дають 4–5 кг плодів з куща, маса плодів великоплідних дібраних генотипів 60–100 г, максимальна – 120–150 г. Необхідна подальша робота зі зменшення величини насінневої камери і кількості насіння, збільшення товщини мезокарпії, що сприяє підвищенню вмісту плодової м'якоті до 88–90%. Цінними господарськими ознаками є компактність куща, неоключеність пагонів, легкий відрив плодів. Одна з найцінніших ознак хеномелесу – надзвичайно багатий біохімічний склад плодів.

Генофонд хеномелесу НБС багатий і потенційні можливості селекції великі. У результаті досліджень морфометричних параметрів вегетативних і генеративних органів виявлено поліморфізм і визначено діапазон мінливості низки морфологічних ознак.

Кількісні характеристики вегетативних та генеративних органів свідчать про велику внутрішньовидову мінливість і великі можливості селекції. Для оцінки мінливості плодів, насінної камери, листків, кількості і величини насіння були використані коефіцієнти варіації, на основі їхніх значень було виділено ознаки з різними рівнями мінливості. Більшість ознак, а саме: довжина і діаметр плоду, довжина і ширина насінневої камери, довжина і ширина насінини відносно стабільні й менш варіабельні, ніж кількість насіння в плоді; маса плоду, довжина і товщина черешка мають середнє значення. Відзначено численні кореляції розмірів і форм вегетативних і генеративних органів у різних сортів. Сорти *Ch. japonica*, як правило, мають менші кількісні показники габітусу крони, квіток, плодів і листків, ніж сорти видів *Ch. superba* і *Ch. speciosa*.

Діапазон варіювання основних господарських ознак обумовлений великою мірою генотиповою мінливістю. При цьому показники величини плодів і вегетативних органів варіюють по роках залежно від погодних умов [6].

За даними різних дослідників, плоди хеномелесу містять велику кількість біологічно активних речовин, особливо, вітаміну С і Р. Крім цих вітамінів, у м'якоті плодів містяться каротиноїди (провітамін А), тіамін, нікотинова кислота. У насінні є токоферол (вітамін Е), жирні ненасичені кислоти, тощо.

Дослідження біохімічного складу плодів хеномелесу сортів селекції НБС показали, що вони містять сухих речовин від 12,5 до 17,5%, цукрів – від 3,0 до 4,0–4,5 %, органічних кислот – 2,7–3,5%; пектинових речовин – 1,67–2,92 %, аскорбінової кислоти – 200,0–360 мг/%, Р-активних речовин – до 1000 мг/%, дубильних речовин 0,2–0,7 %, каротину в м'якоті – до 15,0 %, у шкірці – до 39,0 %.

Наразі шляхом аналітичної і синтетичної селекції в НБС створено нові перспективні сорти хеномелесу – Амфора, Вишуканий Світлани, Люся, Натхнення, Святковий, Спогад, Чудовий Ольги, Ян:

**Амфора** (*Ch. superba*). Відібраний серед сіянців хеномелесу від вільного

запилення. Кущ до 1 м в діаметрі, висотою до 1,2–1,5 м, з прямостоячими гілками, компактною кроною, густоуліснений, листки темно – зелені, блискучі, еліптично – округлі. Квітки оранжево – червоні, прості. Плоди масою 40–50 г, в окремі роки – до 70 г, оригінальної форми – глечики, зелено – жовті з білими крапками, щільно розташовані на кущі, урожай 4–5 кг з однієї рослини.

**Святковий** (*Ch. speciosa*). Виділений із сіянців від вільного запилення французького сорту *Nivalis*. Кущ висотою до 1,2–1,5 м, з нещільною овальною кроною. Квітки білі, прості, плоди масою 40–50 г, в окремі роки – до 60 г, овально – циліндричні, яскраво – жовті, красиві. Рослини дуже ошатні під час цвітіння і плодоношення.

**Ян** (*Ch. japonica*). Сорт відібраний серед сіянців форми № 7 від вільного запилення. Кущ невисокий, дещо розлогий, до 1 м висотою, шириною до 1,5 м. Квітки оранжево – червоні. Плоди масою 30–40 г, в окремі роки до 50 г, яблуко – подібні, слабо ребристі біля чашечки, оригінального забарвлення, відмінного від інших сортів, - ніжно – рожеві з рум'янцем, з маслянистою поверхнею.

**Чудовий Ольги** (*Ch. speciosa*) (рис. 1). Сорт дібрано із сіянців (з насіння, одержаного по делектусу з Нідерландів *Ch. speciosa* від вільного запилення. Кущ високий – до 1,5–1,8 м, з нещільною, компактною пірамідальною кроною. Плоди крупні, овально – циліндричні до конусоподібних, жовто – салатіві, з білими крапками, матові, красиві, поодинокі або по 3–5 плодів разом, які щільно сидять на плодкових гілочках. Середня маса плоду 130 г (максимальна – 180–200 г), висота плоду 6,5 см, діаметр - 6,2 см. Кількість насінин – 90–95 шт. Урожай – 5,0–7,0 кг з однієї рослини. Квітки насиченого червоно – пурпурного забарвлення. Цвіте рясно упродовж 4–5 тижнів, рослина дуже декоративна під час цвітіння і плодоношення. Плоди зберігаються довго – до 3–4 місяців за кімнатної температури, за нижчої – до півроку. Плоди не гниють, прив'ялюються, але не втрачають специфічного сильного, приємного аромату.



Рис. 1. Плоди сорту Чудовий Ольги

**Висновки.** Селекційна робота з хеномелесом (*Chaenomeles* Lindl.) у Національному ботанічному саду імені М.М.Гришка проводиться понад 40 років. Колекційний фонд представлено кількома видами, а саме: *Chaenomeles japonica*, *Ch. superba*, *Ch. speciosa*, *Ch. cathayensis* та численними гібридами і сортами – плодовими і декоративними.

Створено сорти, вперше зареєстровані у Державному Реєстрі сортів рослин України, а також великий гібридний фонд, з якого дібрано нові перспективні генотипи для впровадження в практику плідівництва і декоративного садівництва.

Головні селекційні здобутки: урожайність, відібрані генотипи дають 4–5 кг плодів з куща, середня маса плодів – 40–50 г, маса плодів великоплідних дібраних форм 60–100 г, максимальна – 120–150 г. Необхідна подальша робота зі зменшення величини насінневої камери і кількості насіння, збільшення товщини мезокарпію, що сприяє підвищенню вмісту плодової м'якоті до 85–90%. Цінними господарськими ознаками є компактність куща, неколюченість пагонів, легкий відрив плодів. Одна з найцінніших ознак хеномелесу – надзвичайно багатий біохімічний склад плодів.

Завдяки високому і багатому вмісту біологічно активних речовин – пектинів, органічних кислот, вітаміну С і Р-активних речовин, плоди хеномелесу – цінна сировина для виробництва продуктів лікувально – профілактичного і дієтичного харчування.

Висока стійкість до абіотичних і особливо біотичних чинників забезпечує вирощування органічної продукції.

### Список посилань

1. Ruisa S., Rubauskis E. Evaluation of the selected genotypes of *Chaenomeles japonica* // Environmentally friendly fruit growing : proc. inter. sc. conf. (Polli, Estonia, 7–9 Sept., 2005). 2005. P. 69–75.
2. Rumpunen K., Kviklis D., Kauppinen S., Ruisa S., Tegerstedt P.M.A. Breeding Strategies for the Fruit Crop Japanese Quince (*Chaenomeles japonica*) // Japanese Quince. Potential Fruit Crop for Northern Europe. Final Report. Alnarp, Sweden, 2003. P. 59–69.
3. Андрющенко А.В., Кривицький К.М., Клименко С.В. Методика проведення експертизи сортів хеномелесу японської (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl.) на відмінність, однорідність і стабільність / Державна служба з охорони прав на сорти рослин. Київ, 2008.
4. Клименко С.В., Недвига О.Н. Хеномелес: интродукция, состояние, перспективы культуры // Интродукция растений. 1999. № 3–4. С. 125–134.
5. Клименко С.В., Меженський В.М. Походження сортів хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) української селекції // Интродукция растений. 2013. № 4. С. 25–30.
6. Мітіна Л.В., Закотенко С.М., Демкович А.Є. Різноманітність плодів селекційних форм видів роду *Chaenomeles* Lindl. у Донецькому ботанічному саду НАН України // Пром. ботаника. 2008. Вип. 8. С. 217–223. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/9292>

## ПІДВИЩЕННЯ СТРЕСОСТІЙКОСТІ РОСЛИН ТОМАТУ ДО ОХОЛОДЖЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ

Р. В. Ковбасенко<sup>1</sup>, Ю. В. Симоненко<sup>1</sup>, В. І. Ємельянов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАНУ

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин та генетики НАН України

Селекція на стресостійкість викликана водним дефіцитом первинна у випадку посухи і, як правило, викликає стійкість до низьких температур, теплового, або сольового стресів. Дефіцит вологи досить негативно впливає на всі фізіологічні процеси у рослин. Насамперед, у цитоплазмі рослинних клітин у зв'язку з втратою води відбувається зростання концентрації іонів, що супроводжується подальшою денатурацією білків, пригніченням їх ферментативної активності. Останнє викликає порушення цілісності плазматичної мембрани клітин. У результаті знижується інтенсивність фотосинтезу і транспірації, зростає рівень дихання, зменшується вміст вуглеводів у листках. Таким чином, відбувається пригнічення загального гомеостазу [2, 5].

Враховуючи здатність багатьох рослин до перехресної толерантності [7] нами було використано сорт томату *Лазідний* (*Lycopersicum esculentum* Mill.) та метод мікроклонального розмноження рослин в культурі *in vitro* шляхом мікрочеренкування з переносом на модифіковане живильне середовище Мурасіге і Скуга. Культивування проводили впродовж трьох тижнів при температурі 18–23°C. Перед висадкою в ґрунт рослини отримані із меристематичних тканин у фазі 6–8 листків протягом 6 діб піддавали щоденному двохгодинному впливу низької температури – +5°C. Цей метод мікроклонального розмноження рослин томату був здатен підвищувати холодостійкість рослин-регенерантів на 55 %. Передбачається, що запропонований метод мікроклонального розмноження рослин томату дозволить одержати на живильних середовищах в культурі *in vitro* не тільки генетично однорідний безвірусний, але і адаптивний до вирощування у несприятливих умовах посадковий матеріал, рослини-регенеранти з меристематичної тканини з набутою холодостійкістю.

У польових умовах, у весняний період, при низьких позитивних температурах, висаджена розсада рослин томату, показала підвищення стійкості до понижених температур, характеризувалася позитивною адаптацією та більш кращим приживанням та швидшим на 5–6 днів терміном початку активного росту, порівняно з контрольними рослинами цього ж сорту, які не піддавали селективним маніпуляціям.

Відомо, що холодове загартування рослин асоціюється із зростанням вмісту поліненасичених жирних кислот у ліпідному шарі мембран, що перешкоджає їх затвердінню [1]. А при постійному впливі низької температури протягом кількох діб зазвичай відбувається зміна складу жирних кислот мембрани у бік зростання вмісту їх ненасичених форм [3,4,6]. Тому у

подальших дослідженнях буде цікаво провести аналіз їх кількісного та якісного співвідношення селективних та контрольних рослин, як маркерів індукованої стійкості рослин.

#### Список посилань

1. Lynch D.V., Steponkus P.L. Plasma membrane lipid alterations associated with cold acclimation of winter rye seedlings (*Secale cereale* L. cv. Puma) // Plant Physiol. – 1987. – V. 83. – P. 761–767.
2. Pereira A. Plant abiotic stress challenges from the changing environment // Front Plant Sci. – 2016. – V. 7. – P. 11–23.
3. Roman A., Hernandez M. L., Soria-Garcia A., Lopez-Gomollon S., Lagunas B., Picorel R., Martinez-Rivas J.M., Alfonso M. Non-redundant contribution of the plastidial FAD8 omega-3 desaturase to glycerolipid unsaturation at different temperatures in Arabidopsis // Mol. Plant. – 2015. – V. 8. – P. 1599–1611.
4. Scotti-Campos P., Pais I.P., Partelli F.L., Batista-Santos P., Ramalho J.C. Phospholipids profile in chloroplasts of *Coffea* spp. genotypes differing in cold acclimation ability // J. Plant Physiol. – 2014. – V. 171. – P. 243–249.
5. Suzuki N., Mittler R. Reactive Oxygen Species and Temperature Stresses: A Delicate Balance Between Signaling and Destruction // Physiol. Plantarum. – 2006. – V. 126. – P. 45–51.
6. Van Eerden F.J., de Jong D.H., de Vries A.H., Wassenaar T.A., Marrink S.J. Characterization of thylakoid lipid membranes from cyanobacteria and higher plants by molecular dynamics simulations // Biochim. Biophys. Acta–Biomembranes. – 2015. – V. 1848. – P. 1319–1330.
7. Boboshko O., Emelyanov V., Panyuta O., Taran N. Constitutional and Induced Accumulation of Callose and Phenol Compounds as Elements of Systemic Resistance in Winter Wheat Sprouts. Cytol. Genet., 2019, vol. 53, № 56, pp. 35–45.

## УРОЖАЙНІСТЬ ПЕРСПЕКТИВНИХ ШТАМІВ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ІНТЕНСИВНОГО СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ

**З. І. Ковтунюк, О. В. Бабка**

*Уманський національний університет*

Досліди з вивчення продуктивності різних штамів гриба їстівного плівроту звичайного були проведені у навчально-науковій лабораторії кафедри овочівництва Уманського НУС за стелажної системи розміщення блоків в камері із засобами штучного регулювання мікроклімату. У дослідженнях використовували штам *Pleurotus ostreatus* Duna НК-35 (Угорщина) – контроль, штам 1500, Р-8, Кріоз. Облікова одиниця досліду 3 блоки масою по 9 кг, повторність досліду триразова. Гриби вирощували у зимово-весняний (січень–квітень) період.

Спостереження за розвитком гриба показали, що повне обростання міцелієм субстрату у більшості штамів відбулось за 20–21 добу від моменту інокуляції з перевагою у штаму Кріоз – на 5 діб швидше за контроль. Така ж тенденція спостерігалась і у строках появи примордій і відповідно початку плодоношення, тобто ця фаза наступила через 20 діб у штаму Кріоз та через 29–30 діб від сівби у інших штамів.

В період досліджень проводились біометричні вимірювання плодових тіл гливи звичайної в період плодоношення. Діаметр шапинки гливи у досліджуваних штамів варіював у межах від 10 до 12,8 см. Найбільшим він був у штаму НК-35 і становив 12,8 см, а найменшим у Р-8–10 см, що на 2,8 см менше за контроль. За довжиною ніжки плодового тіла перевага була у штамів НК-35–2,4 см і Кріоз – 2,2 см, а за діаметром ніжки – штами Р-8 (1,4–1,5 см) і Кріоз – (1,3 см).

Найбільшою кількістю плодових тіл у зростку (23,2 шт), але з меншою їх масою (11,1 г) відзначився штам № 1500. Найменша їх кількість була у штаму Р-8–20,9 шт. з масою плодового тіла 10,7 г, проти 21,5 шт і 12,5 г у контролі.

В середньому за роки досліджень найбільш врожайним був штам № 1500, де вихід свіжої продукції 21,8 кг/100кг субстрату, а приріст до контролю становив 4,3 кг/100 кг субстрат. Деяко нижча врожайність спостерігалась у штаму Кріоз – 19,7 та Р-8–18,6 кг/100кг субстрату, що на 2,2 і 1,2 кг/100кг більше за контроль.

Отже, вегетативний розвиток гливи звичайної за інтенсивного вирощування залежить від біологічних особливостей штаму та умов мікроклімату в камері. За показниками урожайності кращим був штам гливи № 1500 (21,8 кг/ 100 кг субстрату з істотною (НІР<sub>05-1</sub>,58) перевагою до контролю. Досить урожайним (19,7кг/м<sup>2</sup>) виявився і штам гливи звичайної Кріоз з плодовити тілами високої товарної якості.

## ***AEGILOPS CYLINDRICA* КОНТАМІНУЄ ПОСІВИ ПШЕНИЦІ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

**Н. Колояніді<sup>3</sup>, В. Рурик<sup>4</sup>, О. Рибалка<sup>1,2</sup>, В. Швартау<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ

<sup>2</sup>Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, м. Одеса, Україна

<sup>3</sup>Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України

<sup>4</sup>Миколаївський національний аграрний університет, Україна

В агрофітоценозах Півдня України, на полях Миколаївської, Одеської, Херсонської областей активно поширюється *Aegilops cylindrica* Host (Poaceae:

Triticeae), типова рослина степової зони. *A. cylindrica* за останні 3–5 років набув значення високо конкурентного й проблемного бур'яну у посівах пшениці та ячменю Півдня України. Вид швидко поширюється в напрямках від степових до лісостепових регіонів України.

Рід *Aegilops* є найближчим еволюційним родичем культурної пшениці (*Triticum*) і має спільну генетичну основу, що визначає його виняткове значення для еволюційних та селекційних досліджень. Історично види *Aegilops* відіграли ключову роль у створенні сучасних форм пшениці. Представники роду *Aegilops* виступають важливим джерелом генетичного різноманіття для селекційних програм, спрямованих на підвищення врожайності, стійкості до біотичних і абіотичних стресів, а також адаптації до глобальних кліматичних змін (Morgun et al., 2021; Gaurav et al., 2021). Проте одночасно з науковим і практичним потенціалом цей рід становить потенційну загрозу для посівів зернових колосових, зокрема через конкуренцію з рослинами культури та вірогідну здатність до перехресного запилення з пшеницею, що спричиняє втрату сортової чистоти, появу гібридних форм і поширення генів резистентності до гербіцидів серед популяцій біотипів бур'янів.

Метою дослідження є узагальнення сучасних даних щодо еволюційних, генетичних і екологічних аспектів взаємодії пшениці та *Aegilops cylindrica*, оцінка ризиків перехресного запилення і визначення його наслідків для продуктивності, сортової чистоти та екологічної стабільності агроценозів.

Дослідження роду *Aegilops* має фундаментальне значення для розуміння еволюційної історії пшениці. Завдяки процесам природної гібридизації, міжродових схрещувань і подальшої поліплоїдії утворився складний гексаплоїдний геном пшениці (AABBDD). Геном пшениці забезпечує високий рівень генетичної пластичності, що зумовило здатність культури до адаптації у різних кліматичних умовах (Zhou et al., 2020).

Ймовірність гібридизації між пшеницею та *A. cylindrica* базується на їхній тісній спорідненості в межах триби *Triticeae*. Обидва види мають спільний фенологічний ритм розвитку — осінньо-зимово-весняний цикл, що забезпечує синхронізацію перебігу основних фаз розвитку та цвітіння. Пізні посіви пшениці розривають цикл і дозволяють знизити присутність у ценозах *A. cylindrica*. Анемофільний тип запилення сприяє перенесенню пилку на значні відстані. Емпіричні спостереження (Seefeldt et al., 1998) показують, що частота спонтанного перехресного запилення може становити від 0,02 до 1,6 %, що при масовому вирощуванні пшениці створює суттєвий ризик формування природних гібридів. Необхідно зазначити, що в умовах Півдня України, де *A. cylindrica* досить поширений, ця проблема не спостерігалася у виражених масштабах. Перехресне запилення пшениця x егілопс існує, але до фертильних, а тим паче, стабільних похідних від такої спонтанної гібридизації до останнього часу не помічено. Причиною цього може бути наступне. Геномна формула пшениці AABBDD,  $2n=6x=42$ , егілопсу циліндричного CCDD,  $2n=4x=28$ . Тобто, лише один геном D споріднений. У гібрида F1 ABCDD у мейозі кон'югують лише хромосоми геномів D, які є високо гомологічними. Решта хромосом (21 хромосома, AB і C) всі уніваленти, а ймовірність формування

генетично збалансованих життєздатних гамет дуже низька. В результаті гібрид F1 є стерильним і не здатний продукувати життєздатні рослини. Фертильності у гібридів можливо досягти лише шляхом штучного беккросу на культурну пшеницю. І навіть після штучного беккросу BC1 отримати фертильні генотипи досить складно. Тому можна висловити певні сумніви у забрудненні насінневих посівів життєздатними генотипами від спонтанної пшениця x егілопс гібридизації. Проблема може бути лише у вигляді появи на насінницьких посівах нетипових рослин F1 гібридного походження, які є стерильними і нежиттєздатними.

Потенційну загрозу становить перенесення резистентності до гербіцидів, зокрема за використання системи *Clearfield*, що базується на використанні АЛС-інгібіторів класу імідазолінонів. Формування резистентних гібридів пшениці та *Aegilops* може призвести до появи нових, важковикорінюваних бур'янів (Levy, Feldman, 2022). Такі гібриди порушують фітосанітарну рівновагу та створюють передумови до зниження ефективності гербіцидів у сівоzmінах регіону.

Виявлення гібридів у комерційних посівах насінневого призначення є підставою для анулювання сертифікатів та економічних санкцій проти виробників. Крім того, це знижує довіру до насінневого матеріалу на внутрішньому й міжнародному ринках (USDA Forest Service, 2014). Таким чином, перехресне запилення між пшеницею та *Aegilops* може формувати не лише біологічну, а й економічну загрозу, тому проблема потребує системного моніторингу.

Контроль популяцій *Aegilops* spp. в агрофітоценозах є на сьогодні складним щодо вирішення питанням. Можливим рішенням є впровадження інтегрованого підходу, який охоплює декілька важливих складових. Першочерговим заходом є створення буферних зон між посівами пшениці та локаціями зростання *A. cylindrica*. Це необхідно для попередження перехресного запилення та обмеження розповсюдження насіння бур'яну, що підтверджено дослідженнями (Lyon, Baltensperger, 1995; Drew, Judit, 2021). Для ефективної боротьби необхідно застосовувати механічні та хімічні методи контролю, з акцентом на протидію формуванню й розповсюдженню насіння бур'яну. Систематичне знищення *A. cylindrica* як на полях, так і в прилеглих територіях, є постійним завданням. При виборі сортів пшениці слід надавати перевагу тим, які не мають генетично модифікованої АЛС(імідазоліон)-резистентності до гербіцидів, особливо у регіонах де вже ідентифіковані АЛС-резистентні біотипи бур'янів та з високим рівнем присутності у ценозах *A. cylindrica*. Впровадження науково обґрунтованої сівоzmіни з переходом на альтернативні, культури в регіонах з високою щільністю популяції *A. cylindrica* є важливим кроком до розриву життєвого циклу цього бур'яну. Наприклад, впровадження посухостійкого нуту на Півдні дозволяє контролювати присутність злаків у ценозі грамініцидами. Такий підхід дозволить суттєво знизити кількість насіння *A. cylindrica* в ґрунті та сформувати менш сприятливе середовище для його розповсюдження. У комплексі, ці заходи сприятимуть формуванню екологічно безпечних агрофітоценозів та покращенню

продуктивності й якісних показників зерна пшениці, забезпечуючи сталий розвиток рослинництва як на Півдні України, так і в Центральній частині, у «зерновому поясі» держави.

### Список посилань

Morgun V.V., Rybalka O.I., Morgun B.V. 2021. New scientific approaches in genetic amelioration of cereal crops. *Fiziol. rosl. genet.*, 53(3): 187–215. <https://doi.org/10.15407/frg2021.03.187>.

Gaurav K., Arora S., Silva P., Sánchez-Martín J., Horsnell R., Gao L., Brar G. S., Widrig V., Raupp J.W., Singh N., Wu S., Kale S.M., Chinoy C., Nicholson P., Quiroz-Chávez J., Simmonds J., Hayta S., Smedley M.A., Harwood W., ... Wulff B.B.H. 2021. Population genomic analysis of *Aegilops tauschii* identifies targets for bread wheat improvement. *Nature Biotechnology*, 40(3): 422–431. <https://doi.org/10.1038/s41587-021-01058-4>.

Zhou Y., Zhao X., Li Y., Xu J., Bi A., Kang L., Xu D., Chen H., Wang Y., Wang Y.-g., Liu S., Jiao C., Lu H., Wang J., Yin C., Jiao Y., Lu F. 2020. *Triticum* population sequencing provides insights into wheat adaptation. *Nature Genetics*, 52(12): 1412–1422. <https://doi.org/10.1038/s41588-020-00722-w>.

Seefeldt S.S., Zemetra R., Young F.L., Jones S.S. 1998. Production of herbicide-resistant jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) × wheat (*Triticum aestivum*) hybrids in the field by natural hybridization. *Weed Science*, 46(6): 632–634. <https://doi.org/10.1017/s004317450008961x>.

Levy A.A., Feldman M. 2022. Evolution and origin of bread wheat. *The Plant Cell*, 34(7): 2549–2567. <https://doi.org/10.1093/plcell/koac130>.

USDA Forest Service. 2014. *Invasive Plant Fact Sheet: Jointed goatgrass (Aegilops cylindrica)*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. URL: <https://biodiversity.sk.ca/Docs/InvasiveSpeciesCouncilFactSheets/Jointed%20Goatgrass.pdf>.

## ПРИРОДНІ КЛІМАТИЧНІ КОЛИВАННЯ ТА АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА АГРОЕКОСИТЕМУ

Н. В. Кравченко<sup>1</sup>, М. О. Гнітецький<sup>2</sup>, М. А. Горецький<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Житомирська політехніка», Україна

<sup>2</sup>Сумський національний аграрний університет, Україна

Глобальні кліматичні зміни зумовили різкі та часто непередбачувані трансформації природного середовища й агроecosystem. Підвищення середньорічних температур повітря і зростання температурної мінливості призводить до суттєвого погіршення стану екосистем і скорочення біорізноманіття.

Формування нових гідротермічних режимів зумовлює еволюційні зрушення в агроecosystemах, створюючи потребу у швидкій адаптації живих організмів, що нерідко супроводжується появою нових біологічних видів.

Наукові дослідження свідчать, що природні кліматичні коливання здатні підтримувати життєздатність екосистем, однак антропогенне втручання – трансформація агроландшафтів, скорочення водних ресурсів, забруднення довкілля та інвазія чужорідних видів - суттєво знижують відновний потенціал агроекосистем.

Кліматичні зрушення спричиняють зміну тривалості вегетаційних періодів сільськогосподарських культур, зростає ризик зникнення окремих видів, а біорізноманіття природно-кліматичних зон опиняється під загрозою деградації.

Особливо відчутними є трансформації ґрунтового покриву: внаслідок деградації та втрати родючості ґрунти набувають ознак опустелювання. Це формує необхідність розробки стратегій збалансованого розвитку агроекосистем, адаптованих до кліматичних змін, з метою уповільнення деградаційних процесів. З підвищенням середньої глобальної температури повітря, частішими будуть екстремально високі температури повітря, екстремально низькі – рідше. Хвилі тепла будуть тривалими та частими.

Ми спостегігаємо, що посилилися посухи, змінюється водність річок та озер, з'являються не характерні для України екстремальні погодні явища.

Зміна температурного й водного режимів безпосередньо впливає на ґрунтоутворні процеси, які були обґрунтовані ще В. Докучаєвим, але сучасні умови вимагають поглибленого переосмислення цих процесів, враховуючи зростання стресових чинників. Оскільки ґрунт є практично невідновлювальним ресурсом, його збереження потребує значних енергетичних і матеріальних вкладень.

Україна не належить до найвразливіших регіонів планети, щодо глобального потепління, однак кліматичні коливання стають дедалі відчутнішими. За даними Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту, за останні двадцять років температура влітку зросла на 0,8–1,5 °С, а зимових місяців - на майже 2,5 °С, що спричинило порушення сезонної циклічності та посилення екстремальних погодних явищ.

Як наслідок, посилилися посухи, змінилася водність річок та озер, з'явилися не характерні для України екстремальні погодні явища.

Дані спостережень, наукових досліджень свідчать, що посушливі умови почали переважати в Україні, і їх інтенсивність збільшилася. Посухи стали більше зустрічатись протягом усіх сезонів з 2007–2012 рр.

Вкінці ХХ століття, в Україні були сприятливі умови зі слабкими посухами та вищою атмосферною вологістю.

Дослідження показує, що при очікуваному підвищенні температури повітря, навіть на 1,5°С, протягом 2020–2050 років кожен другий сезон може бути посушливим.

Змінилася й структура атмосферних опадів - їх кількість та інтенсивність є різко нерівномірною, особливо впродовж вегетаційного періоду, коли переважають зливи, що знижують ефективність накопичення продуктивної вологи й супроводжуються зростанням частоти посух. Такі зміни вимагають упровадження адаптаційних технологій - від корекції строків сівби та збирання

до створення нових сортів і гібридів із підвищеною екологічною пластичністю та стійкістю до стресів.

Актуальними є результати моніторингових досліджень із використанням ГІС і технологій дистанційного зондування Землі, що дозволяють прогнозувати зміщення меж природно-кліматичних зон та оперативно планувати адаптаційні заходи.

Наразі використовують індекси посухи, обчислені за даними датчиків MODIS супутника TERRA, для визначення приблизних просторових переміщень екосистем в даних ландшафтно-кліматичних зонах України під впливом подальшого глобального та регіонального потепління та їх прогнозування в майбутньому. Отримані результати є основою для оперативної розробки адаптаційних заходів у сфері природокористування.

Отже, зміни агрокліматичних показників, таких як кількість опадів та температура, мають значний вплив на фізіологічні процеси росту та розвитку сільськогосподарських культур, спричиняють значні інвазії шкідників та збудників хвороб, впливають на зміну практик вирощування сільськогосподарських культур та корегують строки посіву та збирання врожаю.

Підсумовуючи, зміни агрокліматичних параметрів - температури, кількості та режиму опадів - суттєво впливають на фізіологію культур, спричиняють спалахи фітосанітарних ризиків, коригують технології обробітку ґрунту та трансформують спеціалізацію агровиробництва. Трансформація клімату вже зумовлює зміщення природно-кліматичних зон України, що потребує переосмислення існуючих агротехнологій.

## **ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ**

**В. Г. Крижанівський, О. В. Варуша**

*Уманський національний університет, Україна*

Нут – найпосухостійкіша культура серед зернобобових. У насінні нуту міститься до 30% білка високої поживності. Поміж зернобобових культур, нут посідає четверте місце після гороху, сої та квасолі. Крім того, в насінні міститься до 8 % жиру, 2–7 % клітковини, 50–60 % вуглеводів, 2–5 % мінеральних речовин та вітамінів. Біологічна цінність білка досягає 52–78 %, коефіцієнт перетравності 80–83 %.

Нут, завдяки біологічній фіксації азоту, сприяє збереженню та підвищенню родючості ґрунту. Після збирання нуту в ґрунті залишається 100–120 кг/га біологічного азоту. Нут є одним із кращих попередників для більшості польових культур, з точки зору забезпеченості елементами живлення та енергоощадності щодо обробітку ґрунту.

Задля збільшення виробництва рослинного білку необхідно розширювати площі під повіями зернобобових культур. Одночасно з отриманням високоякісного білку при вирощуванні нуту ми покращуємо фітосанітарний стан ґрунту та його родючість. Детальний аналіз висоти рослин дає можливість з'ясувати найбільш оптимальні умови для формування високої урожайності польових рослин, в тому числі і нуту. Дослідження темпів росту і розвитку рослин нуту в онтогенезі дає можливість розкрити найбільш важливі залежності процесу формування високої продуктивності цієї культури. Ця ознака в онтогенезі рослин нуту піддається суттєвим змінам.

Серед агротехнічних прийомів дуже важливе місце займають такі технологічні заходи як добрива, строки та способи їх внесення, що забезпечує краще живлення досліджуваних сортів рослин нуту.

У ході наших досліджень було виявлено, що висота рослин нуту зростала при збільшенні норм мінеральних добрив від контролю до максимальної норми застосування. Так, у сорту Тріумф у фазі цвітіння відповідно становила – 31,3–35,5 см, сорту Буджак – від 36,6 до 41,3 см відповідно.

Найбільшої висоти рослини досягали на період дозрівання. Так, на неудобреному варіанті вона становила 56,2 см у сорту Тріумф та 61,1 см у сорту Буджак.

Внесення досліджуваних доз мінеральних добрив призводило до збільшення висоти рослин.

Так, за внесення найвищої норми мінеральних добрив  $N_{45}P_{45}K_{45}$  цей показник у сорту Буджак зростав на 3,3 см та був найвищим і становив 64,4 см.

Найменшою висотою (56,2 см) були рослини на неудобреному фоні сорту Тріумф. При внесенні  $N_{45}P_{45}K_{45}$  висота рослин зростала, але вона була на 2,9 см меншою порівняно із аналогічним варіантом сорту Буджак.

В результаті досліджень нами встановлено, що рівень мінерального живлення рослин вплинув на такі елементи структури врожаю як висота кріплення нижніх бобів, довжина боба, кількість бобів на рослині, кількість насінин на рослині та масу 1000 насінин. Нами встановлено, що висота кріплення нижніх бобів змінювалась залежно від сортових особливостей культури та висоти рослин. Так, найвищу висоту кріплення нижніх бобів відмічено у сорту Буджак, та дещо нижчу – у сорту Тріумф. У ході проведення досліджень встановлено, що максимальну кількість бобів з рослини було отримано у сорту Буджак, що залежно від досліджуваних факторів варіював від 24,1 до 26,9 шт., у сорту Тріумф дещо нижчий – відповідно від 23,1 до 25,1 шт. Кількість насінин у бобі – це показник, який залежить від біологічних особливостей сорту. Так, у сорту Буджак в бобі формується 1, рідше 2 насінини; у сорту Тріумф – як правило 1 та як виняток 2 насінини (поодинокими випадками). Тому зважаючи на відсоток природних втрат та травмування насіння, формування показника кількості насінин на рослині відбувалося аналогічно до кількості бобів на рослині. Виходячи з одержаних даних за результатами досліджень можна зробити висновок, що на висоту

рослин нуту впливають як генетичні особливості сорту так і досліджувані елементи технології, що входили до схеми нашого досліджу (рівень мінерального живлення).

Маса 1000 насінин – це показник, який різниться за характерними особливостями кожного конкретного сорту. Погодні умови конкретного досліджуваного року мали безпосередній вплив на масу 1000 насінин. Так, у сорту Буджак даний показник становив від 311,2 до 339,2 г, у сорту Тріумф – від 300,5 до 319,5 г. Краще виповнене зерно було на варіантах для обох досліджуваних сортів при внесенні  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . Так, зі збільшенням кількості мінеральних добрив маса 1000 шт. насінин у сорту Буджак була найвища і становила 339,2 г.

За результатами наших досліджень було встановлено, що велика роль у формуванні врожаю належить як сорту нуту так і фону мінерального живлення. У сорту Буджак, приріст урожайності залежно від фону живлення становив від 0,3 до 0,58 т/га; та для сорту Тріумф – від 0,24 до 0,49 т/га. Це свідчить про те, що нут позитивно реагує на рівень мінерального живлення. Найвищу урожайність нуту обох досліджуваних сортів було отримано на варіанті з дозою внесення мінеральних добрив  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . У сорту Тріумф урожайність дещо знижувалась, порівняно з сортом Буджак і на контрольному варіанті вона знаходилась на рівні 1,63 т/га.

## **ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА СОЧЕВИЦІ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ**

**В. Г. Крижанівський, С. С. Коваленко**

*Уманський національний університет, Україна*

В нинішній час у зв'язку з повсюдним вирощуванням сочевиці після соняшнику в господарствах різних форм власності на землю виникає необхідність в додатковому вивченні та удосконаленні елементів технології вирощування сочевиці, зокрема із застосування мінеральних добрив.

Мета та завдання досліджень: вивчити особливості процесів росту і розвитку рослин сочевиці, формування врожаю та розрахунок економічної ефективності його вирощування під впливом різних систем добрив. Детально проаналізувати технологію вирощування сочевиці в Правобережному Лісостепу та удосконалити системи удобрення рослин з використанням стимуляторів росту рослин для створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин з метою збільшення урожайності та валових зборів зерна.

Основні показники, що характеризують ростові процеси та розвиток рослин сочевиці це час основних періодів онтогенезу, зміна висоти та лінійного приросту рослин. Супутні показники, які характеризують інтенсивність процесів розвитку і росту рослин сочевиці є виживаність рослин, зміна густоти,

водоспоживання та мінерального живлення рослин тощо. Показники біометрії рослин сочевиці є результатом взаємодії генотипу рослин та навколишнього середовища, адже за їх величиною можливо оцінити ефективність технологічних елементів вирощування сочевиці.

Таким чином, в четвертому розділі слід продемонструвати вплив технологічних прийомів вирощування рослин сочевиці на її інтенсивність процесів росту, розвитку і формування біометричних показників, урожайність сочевиці, тощо. Між фазні періоди та їх тривалість у сочевиці. Природня тривалість вегетаційного періоду в сочевиці варіює в межах від 85 до 110 днів. Коливання тривалості вегетаційного періоду залежить, від ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування та сортових ресурсів. Так, в Правобережній частині Лісостепу рослини сочевиці здатні швидше завершувати вегетацію, оскільки наявні суми активних температур дозволяють прискорювати ріст і розвиток рослин. В той же час, коли в північних районах Степу навпаки – зростає.

Як показали результати досліджень тривалість вегетаційного періоду сочевиці суттєво залежала від систем удобрення.

Тривалість вегетаційного періоду сочевиці в умовах 2024 року становила 89–93 днів. Гідротермічні умови регіону здатні чинити суттєвий вплив на тривалість вегетаційного періоду сочевиці. Додавання азотних мінеральних добрив в систему удобрення сочевиці сприяло подовженню вегетаційного періоду сочевиці на 1–2 дні. Отже, збільшення вегетації рослин сочевиці в цілому відбувалось за рахунок подовження генеративного періоду за рахунок збільшення доз добрив, особливо у варіанті азотного живлення рослин сочевиці. В досліді висівали сочевицю з густотою стояння рослин понад 2,3 млн./га. Було встановлено, що у варіанті при внесенні мінерального азоту дозою 20 кг/га цей показник зростав, і становив, відповідно: 223 шт./м<sup>2</sup>, що можна пояснити поліпшенням умов мінерального живлення молодих проростків де в ризосфері яких ще не проходить процес симбіотичної фіксації азоту з атмосферного повітря.

Починаючи від повних сходів до повного цвітіння рослин сочевиці густота рослин, як правило, зменшується, що пов'язано із впливом негативних факторів, таких як шкодочинні організми, бур'яни і заходи по регулюванню їх чисельності. Також загальновідомо, що застосування до та після сходових боронувань посівів знижує їх густоту на 5–9%. Дослідженнями встановлено, що певне зниження густоти стояння рослин сочевиці було пов'язане, в основному, із діяльністю шкідників, адже боронувань для боротьби із бур'янами або ґрунтовою кіркою нами не проводилося. У фазу повного цвітіння, на всіх варіантах досліду, які розміщені на фоні наступної системи захисту (протруювання зерна Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т), густота рослин становила 221–224 рослин на 1 м<sup>2</sup>. А в фазу повної стиглості густота рослин була ще меншою і складала 220–222 шт./м<sup>2</sup>. Виживаність рослин сочевиці характеризує її здатність протистояти і виживати при сукупній негативній дії несприятливих факторів, таких як: критичний температурний режим та режим зволоження,

ураження збудниками хвороб та шкідниками, нестача елементів живлення, їх дисбаланс поживних речовин у ґрунті тощо. Дослідженнями встановлена тенденція, що показник виживаності рослин сочевиці знижується при зниженні дози добрив на 2–3%. Динаміка висоти рослин сочевиці. Висота рослин – є важливим показником, який визначає рівень продуктивності посівів сочевиці. В сучасних умовах необхідно вдало поєднувати дію і взаємодію основних факторів життя рослин для отримання оптимальної висоти стебла – за якої утворюється найбільша кількість квіток і рослина не вилягає. Дослідженнями доведено, що сочевиця реагувала приростами висоти на внесені мінеральні добрива. Висота рослин на варіантах внесення підвищених доз добрив  $P_{30-50}K_{30-50}$ , а особливо у варіанті з азотним удобренням була на 1,9–3,6 см більшою, ніж на контролі. Під час досліджень спостерігали максимальні середньодобові прирости рослин: 0,36–0,38 см/добу.

Отже, найбільша висота рослин сочевиці формувалась на варіантах підвищених доз добрив  $P_{30-50}K_{30-50}$ , а особливо у варіанті з азотним удобренням була на 1,9–3,6 см більшою, ніж на контролі.

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ**

**В. Г. Крижанівський, М. С. Тищенко, В. А. Білоус**

*Уманський національний університет, Україна*

Для отримання високих і стабільних врожаїв озимого ріпаку, необхідно підібрати оптимальні параметри усіх елементів технології вирощування для конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Встановлення оптимальної норми висіву насіння конкретного сорту чи гібриду озимого ріпаку має важливе значення для формування високої продуктивності. Також в межах однієї т тієї ж зони нора висіву насіння повинна змінюватись з врахуванням цілого ряду умов. Її необхідно збільшувати при запізнені з сівбою, розміщені ріпаку на бідних ґрунтах з поганими фізичними властивостями та на ділянках погано оброблених і забур'янених. Норму висіву диференціюють також в залежності від сорту чи гібриду: здатності утворювати бічні пагони, стійкості до вилягання, кількості стручків на рослині, кількості насінин у стручку та багатьох інших факторів. Вивченню реакції озимого ріпаку на збільшення чи зменшення норми висіву насіння та встановлення її оптимальної величини для конкретного гібриду і присвячена наша тема.

Метою наших досліджень було вивчити особливості формування врожайності насіння озимого ріпаку при вирощуванні з різними нормами висіву в Правобережному Лісостепу Черкаської області та обґрунтувати оптимальну норму висіву для гібриду Шерпа, вплив норми висіву насіння сортів озимого ріпаку на їх зимостійкість та продуктивність в умовах дослідного поля.

Як ми уже зазначали для нормального росту і розвитку рослин потрібна відповідна площа живлення, за якої вони будуть мати достатню кількість поживних речовин і вологи для створення необхідної вегетативної маси і формування насіння. Адже відомо, що врожай зменшується як при розрідженому, так і загущеному стеблостою.

Далеко не все насіння, яке було висіяне, дасть сходи. Польова схожість насіння залежить від багатьох факторів. В своїх дослідях ми вивчали, чи впливає норма висіву насіння на польову схожість.

Дані свідчать, що норми висіву, яку ми застосовували у нашому досліді не мали значного впливу на польову схожість насіння. Правда прослідковується тенденція до зростання польової схожості при зменшенні норми висіву насіння.

Так в 2024 році, на контрольному варіанті досліді, де норма висіву була найбільшою і становила 1,0 млн. схожих зерен на 1 га, польова схожість насіння була найменшою і становила 92,2 %. Зменшення норми висіву призвело до збільшення польової схожості і найвищою вона була на варіанті з нормою висіву 0,6 млн. схожих зерен на 1 га. На цьому варіанті досліді вона становила 94,1%, що на 1,9 % більше в порівнянні з першим варіантом досліді.

Слід зазначити що норми висіву насіння не мали впливу на тривалість періоду сівба-сходи. Сходи на усіх варіантах досліді з'явилися одночасно через 8 днів після сівби.

Умови, що склалися осінню 2025 року, були менш сприятливими для отримання дружніх сходів озимого ріпаку. В цей період відчувалась нестача ґрунтової вологи, що вплинуло на тривалість періоду від сівби до сходів. Тривалість цього періоду складала 10 днів, що на два дні більше в порівнянні з 2024 роком. Польова схожість в 2025 році теж була дещо меншою в порівнянні з попереднім роком, однак основні закономірності зберігались. Найменшою польова схожість насіння була на варіанті з найбільшою нормою висіву (1,0 млн./га) 87,5%. Зменшення норми висіву сприяло збільшенню польової схожості насіння і найвищим цей показник був на найменшій норми висіву – 0,4 млн. схожих зерен на 1 га -90,0 %, що на 2,5 % більше ніж на контрольному варіанті.

В середньому за роки проведення досліджень, польова схожість насіння на контрольному варіанті становила 89,2 %, що було найменшим показником з поміж досліджуваних варіантів. Найбільшим цей показник був на третьому варіанті досліді, де сівбу озимого ріпаку проводили з нормою висіву 0,6 млн. схожих зерен на 1 га. Тут польова схожість становила 92,7 %, що на 2,9 % більше в порівнянні з контролем.

Структурні показники врожаю формуються залежно від умов росту та розвитку ріпаку озимого, які складаються під впливом біологічних особливостей рослин ріпаку та мінерального живлення. Озимий ріпак є досить пластичною культурою, тому що за біологічними особливостями він здатний формувати на зріджених посівах багато бічних пагонів, а на загущених – підвищену кількість стручків у верхній частині рослини. До показників структури врожаю можна віднести: кількість утворених стручків на рослині, кількість насінин у стручках, маса 1000 насінин. Продуктивність ріпаку

озимого багато в чому залежить від умов перезимівлі рослини. Вона визначається не тільки спадковими особливостями, а і загальною мірою залежить від попередника, способів обробітку ґрунту, строку сівби, густоти рослин тощо. Велике значення на структуру врожаю і продуктивність мають біопрепарати. Бактеріальні препарати поліпшуючи азотне і фосфорне живлення рослин, значно підвищують їх продуктивність. При цьому вони є дешевими, екологічно чистими і безпечними. Кількість стручків на 1 рослині при оптимальних умовах вирощування повинна становити 108–113 шт., кількість рослин на 1 м<sup>2</sup>- 52–55 шт., маса 1000 насінин – 3,8–4,1 г., кількість насіння у стручку – 16,0 шт.

Рослина озимого ріпаку здатна утворити 2500 стручків. Теоретично це може дати 12 тонн насіння ріпаку з гектару. На жаль, на практиці цього досягти неможливо і цифра 5 т/га залишається бажаною та мало досяжною метою. Ріпак – рослина не проста, тут ще треба постаратись і не наробити помилок під час обробітку ґрунту, посіву або збирання врожаю, це дасть нам можливість підвищити урожайність насіння озимого ріпаку.

Середнє значення кількості стручків на рослині у низькорослих гібридів становить 190,2 шт., при цьому даний показник у високорослих гібридів є нижчим і становить 186,7 шт. Коливання кількості стручків на рослині у низькорослих гібридів становить 167,6–212,8 шт., у високорослих цей показник становить 156,7–216,7 шт. Розмах варіації у низькорослих гібридів є вищим порівняно із високорослими і становить 17,26% і 16,43% відповідно.

Середнє значення кількості насінин в стручку у низькорослих гібридів є нижчим і становить 26,8 шт, при цьому у високорослих гібридів даний показник є вищим і становить 27,1 шт. Коливання кількості насінин в стручку у високорослих гібридів є вищим і становить 22,8–31,4 шт., при цьому даний показник у низькорослих гібридів є нижчим і становить 22,8–31,4 шт. Розмах варіації кількості насінин у стручку у високорослих гібридів є вищим і становить 12,95 % порівняно із низькорослими рослинами де розмах варіації становить 8,91%.

Середнє значення маси 1000 насінин у високорослих гібридів є вищим і становить 9,4 г., при цьому у низькорослих гібридів даний показник є нижчим і становить 8,1 г. Коливання середнього значення маси 1000 насінин у низькорослих гібридів становить 7,9–8,3 г., а у високорослих 8,7–10,1 г. Розмах варіації маси 1000 насінин у високорослих гібридів є вищим і становить 9,73% порівняно із низькорослими гібридами де розмах варіації становить 7,24%. При нормі висіву насіння 600 тис. шт/га, кількість стручків на рослинах зменшувалась і найбільша кількість була у гібрида DK Secure, яка становить 191 шт., а найменша кількість була у гібрида Exagon і становить 183 шт, у двох інших гібридів при даній нормі висіву коливається у межах 186–190 шт. при нормі висіву насіння 800 тис. шт/га, найбільша кількість стручків на рослині була у гібрида DK Secure і становила 189 шт., найменша у гібрида Exagon – 180 шт. Що до кількості насінин у стручку, то його найбільше міститься у гібридів при нормі висіву насіння 400 тис. шт/га, вона коливається у межах 27,2–29,9

шт, із збільшенням норми висіву насіння кількість насінин в стручку зменшується, тому при нормі 600 тис. шт/га кількість насінин коливається від 26,9–27,1 шт., при нормі висіву насіння 800 тис. шт/га, кількість насінин у стручку становить 24,7–26,8 шт.

Тому, можна зробити висновок, що статистичні показники елементів продуктивності гібридів озимого ріпаку кращі у високорослих гібридів у порівнянні із низькорослими.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ЯРОГО**

**В. Г. Крижанівський, М. М. Цюпа**

*Уманський національний університет, Україна*

Ріпак є відомим в культурі землеробства понад 4 тис. років до н. е., оскільки є джерелом зелених кормів і відновлення родючості ґрунту, якісна сировина для виробництва біопалива. Насіння ріпаку містить 38–50% олії, 16–29% – білку, 6–7% – клітковини, 24–26% – без азотистих екстрактивних речовин і посідає третє місце з-поміж олійних культур. Його вирощують у понад 30 країнах світу. Ріпак ярий та озимий належить до основних олійних культур у світі після соняшника та сої і є найбільш придатною сировиною для виробництва біодизелю. Власне насіння ріпаку вважають європейським джерелом енергії. Отримане біопаливо дозволить скоротити на 60% парниковий ефект, порівнюючи з традиційними видами палива. Тому ріпакова олія широко використовується як джерело відновлювальної біоенергії. З кожної тони насіння виробленого ріпаку 42% трансформується в олію та використовується в харчовій, важкій промисловості, а інші 56 відсотків виробництва – на кормові цілі. Культура ріпаку також має значні агроекологічні, соціальні та економічні перспективи в Україні. Розширення площ його вирощування створює альтернативу культурі соняшнику. Ріпак є доброю культурою для сівозміни в господарствах АПК. Завдяки наявній потужній кореневій системі він покращує структуру ґрунту. Також добрим попередником для озимої пшениці, відіграє важливу роль у регулюванні кількості шкідників і патогенів рослин для наступних культур у сівозміні. Ярий ріпак попереджує вимивання нітратів із ґрунту, захищає його від ерозії. Ріпак є однією із стратегічно важливих сільськогосподарських культур в Україні. Це обумовлено його використанням як рослинної сировини для виробництва продовольчої олії та біопалива. Як наслідок ріпакове насіння має значний попит на внутрішньому і зовнішньому ринках агропродовольчої продукції. Сьогодні в Україні домінує виробництво озимого ріпаку, проте за останні роки площі посіву ярого ріпаку поступово зростають, хоча рівень урожайності і

залишається не значним і нестабільним. Більшість агропідприємств мають достатні передумови для розширення посівних площ ріпаку ярого і підвищення його насінневої продуктивності. Метою роботи є встановити вплив елементів технології вирощування ріпаку ярого на ріст, розвиток і продуктивність рослин в Лісостепу західному. За результатами проведених нами досліджень щодо вивчення динаміки нагромадження сухої речовини рослинами ріпаку ярого сорту Магнат залежно від застосування різних норм мінеральних добрив можна стверджувати, що їх внесення мало істотний позитивний вплив. Так за час проведення досліду посіви ріпаку ярого в період стеблуння сформували від 1,53 т/га до 1,74 т/га сухої речовини залежно від норми основного удобрення та використання комплексного живлення мікроелементами позакоренево. Фаза бутонізації рослин ріпаку також характеризувалася істотним приростом сухої речовини. На варіанті підвищеної дози азотних добрив  $N_{90(60+30)}P_{60}K_{90}$  приріст до контролю у сорту Магнат становив 0,31 т/га. Додаткове внесення за цієї ж норми мінеральних добрив комплексного живлення мікроелементами у формі добродій (5 кг/т) + добродій бор (1,5 л/га) дозволило отримати приріст сухої речовини порівняно до контролю в межах 0,58–0,64 т/га. При використанні Оракул насіння (1,0 л/т) і Вимпел-К (0,5 л/т) на фоні  $N_{90(60+30)}P_{60}K_{90}$  приріст сухої речовини становив 0,43–0,59 т/га. На період формування рослинами ріпаку насіння (стадія 78–80) і його дозрівання істотне значення відіграють перетворення асимілянтів і темпи нагромадження сухої речовини. Найбільший приріст серед досліджуваних варіантів отримано від поєднання застосування підвищеної норми азоту  $N_{90(60+30)}$  на фоні  $P_{60}K_{90}$ , передпосівного оброблення насіння комплексним добривом добродій (5 кг/т) та позакореневого внесення добродій бор (1,5 л/т) у фазу розетки. На даному варіанті отримано приріст сухої речовини 0,46 т/га. Формування додаткової біомаси відбувалося також завдяки істотному збільшенню площі листової поверхні рослин ріпаку. Вищі прирости отримано також на варіантах застосування комплексного мінерального живлення  $N_{90(60+30)}P_{60}K_{90}$  ( $N_{60}$  у передпосівну культивуацію +  $N_{30}$  у підживлення на стадії 30–32 ВВСН), передпосівного оброблення насіння комплексним добривом добродій (5 кг/т) та позакореневого внесення добродій бор (1,5 л/т) у фазу розетки 52,04 тис. м<sup>2</sup>/га приріст до контролю (внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{60}P_{60}K_{90}$  становило 2,49 тис. м<sup>2</sup>/га (49,55 тис. м<sup>2</sup>/га). На час настання фази дозрівання спостерігали зменшення площі листової поверхні рослин ріпаку ярого порівняно до фази бутонізації. На контрольному варіанті у 2024 році цей показник знизився у сорту Магнат до 21,38 тис. м<sup>2</sup>/га, а на варіанті  $N_{90(60+30)}$  на фоні  $P_{60}K_{90}$ , передпосівного оброблення насіння комплексним добривом добродій (5 кг/т) та позакореневого внесення добродій бор (1,5 л/т) – 22,84 тис. м<sup>2</sup>/га.

Формування додаткової біомаси відбувалося завдяки істотному збільшенню площі листової поверхні рослин ріпаку. Вищі прирости отримано на варіантах застосування комплексного мінерального живлення  $N_{90(60+30)}P_{60}K_{90}$  ( $N_{60}$  у передпосівну культивуацію +  $N_{30}$  у підживлення на стадії 30–32 ВВСН), передпосівного оброблення насіння комплексним добривом добродій (5 кг/т) та

позакореневого внесення добрід бор (1,5 л/т) у фазу розетки 52,04 тис. м<sup>2</sup>/га. приріст до контролю (внесення мінеральних добрив в дозі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> K<sub>90</sub> становив 2,49 тис. м<sup>2</sup>/га (49,55 тис. м<sup>2</sup>/га).

Урожайність ріпаку ярого сорту Магнат була найвищою – 3,20 т/га, за застосування мінерального живлення N<sub>90(60+30)</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> ((N<sub>60</sub> у передпосівну культивуацію + N<sub>30</sub> у підживлення на стадії 30–32 ВВСН), додаткового передпосівного оброблення насіння комплексним добривом добрід (5 кг/т) та позакореневого внесення добрід бор (1,5 л/т) у фазу розетки, приріст до контролю (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> K<sub>90</sub>) становив 0,78 тис. м<sup>2</sup>/га (49,55 тис. м<sup>2</sup>/га).

## COMPARATIVE ANALYSIS OF OIL CONTENT IN INDUCED MUTANTS OF FIBER FLAX

**Doina Cutitaru**

*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the Moldova State University, Chisinau*

*e-mail: doina.cutitaru@sti.usm.md*

Flax (*Linum usitatissimum* L.) is widely known for its diverse applications, especially in the production of fiber and oil. Among its agronomic traits, oil content is a key factor, as flaxseed oil is rich in omega-3 fatty acids, which are valuable both nutritionally and industrially. Typical flax cultivars have oil contents ranging from 30% to 45% (fiber flax, oil flax), with variations due to genetic and environmental factors. Efforts to enhance oil yield in flax have led to the exploration of various breeding methods, with mutagenesis-particularly physical mutagenesis using gamma radiation-remaining the most widely applied technique.

Gamma radiation has been widely used in plant breeding to induce genetic variability, facilitating the selection of desirable traits such as increased oil content. Physical mutagenesis using gamma rays offers the advantage of being a relatively fast and cost-effective method compared to conventional breeding techniques.

This study investigates the impact of gamma radiation on the oil content of flax seeds, specifically focusing on the effects of four different irradiation doses (400, 500, 600 and 700 Gy) applied to the standard flax variety, *Belinka*. The research explores how these doses influence both the quantity and variability of oil content, with the aim of identifying promising mutant lines for future breeding programs targeting increased oil yield.

**Material and methods.** The scientific research was conducted at the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the Moldova State University (IGFPP, USM), from Chisinau.

The biological material used in the study consisted of the standard fiber flax variety *Belinka*, as well as four mutant lines from the M<sub>4</sub> generation, derived from this variety and obtained through gamma ray-induced mutagenesis. The seed material

included in the study is part of the *ex situ* collection of the Genebank of the Plant Genetic Resources Laboratory, IGFP, USM.

Flax seed samples were subjected to gamma ( $\gamma$ ) irradiation at four doses: 400, 500, 600, and 700 Gy, using the RXM- $\gamma$ -20 radiochemical installation and  $^{60}\text{Co}$  (cobalt-60) as the  $\gamma$ -radiation source. Irradiation was carried out in a single exposure, with 1000 seeds per experimental variant, the average value of WTS being 3,50 g. The irradiation doses were selected to ensure a high mutation frequency while maintaining an optimal level of plant survival.

The determination of oil content (%) in flax seeds was carried out using the nuclear magnetic resonance (NMR) relaxation method. This technique represents a clear, nondestructive, rapid, and precise alternative, and the results obtained correspond well with the amount of oil extracted from seeds using organic solvents. NMR enables a large number of rapid oil content determinations within a short period, thereby significantly enhancing analytical efficiency.

The characterization of biological, morphological, and agronomic parameters was performed in accordance with the criteria described in the *Descriptors List for Flax (Linum usitatissimum L.)*, Nitra, 2016.

Data processing and statistical analysis of the experimental results were conducted using the *STATISTICA 12* software package and *MS Excel 2016*.

Results and discussion. Within the institute, research is being conducted on the genetic variability of cultivated flax, using physical mutagenesis as a method for inducing variability. Seed irradiation was carried out under the action of ionizing radiation emitted by gamma rays, resulting in mutant flax lines for fiber production, belonging to the M<sub>4</sub> generation.

Analysis of the experimental material showed that the oil content ranged from 33.37% (control) to 34.63% (600 Gy dose). Further investigations revealed that, regarding seed oil content, the standard variety *Belinka* exhibited a slight inferiority compared to all descendants, recording the lowest oil percentage –  $33.37\% \pm 0.46$ . Among the descendants, the flax line obtained through gamma irradiation at a dose of 600 Gy stood out, accumulating  $34.63\% \pm 0.75$  oil, with a coefficient of variation (CV) of 3.77%. For the other doses, the oil content in seeds was  $33.90\% \pm 0.59$  at 400 Gy,  $34.03\% \pm 0.61$  at 500 Gy, and  $33.97\% \pm 0.23$  at 700 Gy, with corresponding coefficients of variation of 2.99%, 3.09%, and 1.19%.

The analysis of the coefficients of variation highlights a relative stability in the oil content among the irradiated descendants, with the low CV values indicating a satisfactory genetic and phenotypic uniformity. The lowest variability was observed at the 700 Gy dose (CV – 1.19%), suggesting a stable expression of this trait in this variant. At the same time, the form obtained at the 600 Gy dose, although it exhibited a slightly higher variability (CV – 3.77%), stood out due to its highest oil content, making it valuable from an improvement perspective.

Conclusion. Gamma radiation-induced mutagenesis has proven to be an effective tool for improving certain agronomic traits in flax, particularly oil content. Although the study showed variability in seed oil content across different radiation doses, the results suggest that specific mutated lines, especially the one treated with 600 Gy, hold promise for breeding programs aimed at increasing oil yield.

An analysis of the coefficient of variation indicates relative stability and uniformity in oil accumulation within the offspring of the mutated lines. Lower values of the coefficient of variation suggest more consistent performance within these lines.

**Acknowledgments.** The research was conducted within the framework of Subprogram 011102 “*Increasing and conservation genetic diversity, agricultural crop breeding in the context of climate change*”, financed by the Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova.

## КАРПОЛОГІЯ *PYRUS PYRIFOLIA* (BURMAN F.) NAKAI

Н. М. Кучер<sup>1</sup>, І. О. Кучер<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, м. Умань  
e-mail: natalochka\_sof@ukr.net

<sup>2</sup>Уманський національний університет, Україна,  
e-mail: inna.kucher95@gmail.com

Відомості про вивчення питань з морфології плодів та насіння з’явилися наприкінці XVIII ст., починаючи з праць німецького ботаніка Йозефа Гертнера (Joseph Gärtner 1732–1791), якого вважають засновником карпологиї. Саме він вперше виконав детальне порівняльне дослідження плодів і насіння, за зовнішніми морфологічними та екологічними ознаками. Дослідження морфології плодів та насіння має велике значення для систематики та філогенії рослин. Плід захищає насіння й сприяє зоохорії й антропохорії, поширенню насіння тваринами й людьми. Плоди є джерелом їжі для тварин і людини, а насіння містить зародок та поживні речовини для розвитку нової рослини, що є основою для проростання та продовження життя виду.

У природі існує багато видів декоративної груші, які різняться терміном дозрівання, смаком, розміром та формою плодів. до яких належить *Pyrus pyrifolia* (Burman f.) Nakai.

Назва *P. pyrifolia* була опублікована японським ботаніком Такеносін Накаї (Takenoshin Nakai, 1882–1952). Вона походить зі Східної Азії, включаючи Китай, Японію та Корею, широко використовується в Західній Азії, а також є предком багатьох азійських культурних сортів груші.

Функції інтродукції та акліматизації дерев і кущів, їхнє розмноження й поширення насіння та саджанців найбільш цінних порід та форм, а також збереження рідкісних видів, виконують ботанічні сади й дендрологічні парки. Дендропарки слугують науковими центрами для вивчення рослин і моніторингу їхнього стану, а також відіграють ключову роль у збереженні видів рослин і є важливим центром збереження біотичного різноманіття.

У колекцію Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України *P. pyrifolia* була залучена у 2011 році у вигляді живців,

отриманих з Інституту садівництва НААН України і Дослідного господарства «Новокаховське» Інституту рису УААН.

За своєю морфологією плід *P. pyrifolia* — яблуко, що формується з нижньої зав'язі та розрослого соковитого гіпантія, тобто є несправжнім плодом. Має п'ять насінневих камер, відділених хрящуватими шкірястими стінками, у кожній з яких зазвичай утворюється по дві насінини кулястої форми, 3–4,5 см в діаметрі, з бронзовою або золотистою шкіркою та численними дрібними світлими крапками. Чашечка біля плодів опадає. М'якуш плоду біло-жовтуватого або кремового кольору, щільний, маслянистий, соковитий, хрусткої текстури, солодкий, без терпкості. Дозріває у серпні–жовтні, залежно від кліматичних умов. Він має високу харчову цінність, вміст клітковини, вітамінів та мінералів, що сприяє травленню, зміцненню імунітету та боротьбі з вільними радикалами. В ньому містяться цукри, органічні кислоти, пектини, вітаміни (С, К, групи В, каротин), а також мінерали, такі як калій, фосфор, кальцій, магній, мідь та залізо. Плоди вживаються свіжими, сушеними, а також використовуються для виробництва соків, сиропів, вин, компотів, начинок для випічки та для виготовлення квасу.

За морфометричними показниками середня маса плоду *P. pyrifolia* становить 23,51 г ( $\pm 3,81$ ), діаметр — 4,1 см ( $\pm 0,54$ ), висота — 3,7 см ( $\pm 0,67$ ), довжина плодоніжки — 2,4 см ( $\pm 0,35$ ).

Насіння *P. pyrifolia* хоча й не є широко відомим харчовим продуктом, але може мати корисні властивості, пов'язані з високим вмістом кремнію, необхідного для кісток, імунітету та судин, а також з клітковиною, що сприяє травленню. В насінні міститься до 35% жирної олії та білкові речовини. Це відтворювальна структура вищих рослин, яка складається із зародка, запасу поживних речовин та насінневої шкірки. Завдяки чому насіння дає початок новому поколінню рослин, забезпечуючи їхню можливість розмножуватися і поширюватися в природі.

За своїми морфологічними показниками насіння *P. pyrifolia* видовжене, з загостреною основою і заокругленою вершиною, темно-коричневого забарвлення, насіннева шкірка тверда з гладенькою поверхнею, з одного боку плоске. Маса 1000 насінин *P. pyrifolia* становить 31,43 г ( $\pm 5,13$ ). За морфометричними показниками насіння завдовжки 0,7 см ( $\pm 0,03$ ), завширшки 0,6 см ( $\pm 0,03$ ) й завтовшки 0,3 см ( $\pm 0,01$ ). Воно є важливим посівним матеріалом для створення підщеп для розмноження культивованих сортів груші, які використовують у садівництві.

Груша *P. pyrifolia*, є цінним вихідним матеріалом для селекції. Завдяки своїм унікальним характеристикам, таким як хрустка текстура плодів, висока соковитість, аромат, а також стійкість проти збудників ряду хвороб, *P. pyrifolia*

використовують для виведення нових сортів із покращеними смаковими якостями, термінами зберігання та адаптованістю до різних кліматичних умов, надаючи перевагу у селекції над іншими видами груші. Багато плодкових культур мають природну стійкість проти збудників хвороб, яку селекціонери можуть передати культурним сортам, схрещуючи їх з представниками

дикорослих видів, що часто мають декоративні властивості (оригінальне забарвленням і форма листя, яскраві квіти та привабливі плоди), це допоможе зменшити необхідність у хімічних обробках і покращить здоров'я рослин.

Таким чином, *P. pyrifolia*, має велике значення для селекції. Її активно використовують для створення нових сортів, стійких проти збудників хвороб, шкідників і суворих погодних умов, а також характеризуються поліпшеними смаковими якостями і врожайністю. Вона є важливим джерелом генетичного різноманіття, яке допомагає виводити нові сорти з покращеними якостями, як для декоративних, так і для плодкових цілей. Завдяки селекції ці властивості можуть бути передані промисловим сортам для розширення ареалу їх вирощування.

## **ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ СОРТІВ БОГДАНА ТА ПОДОЛЯНКА СІРЧАНОКИСЛИМ КУПРУМОМ НА ПОЧАТКОВІ ЕТАПИ ОНТОГЕНЕЗУ**

**А. А. Лазурко<sup>1</sup>, Д. М. Вакерич<sup>1</sup>, В. І. Петросова<sup>1</sup>, М. М. Вакерич<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

<sup>2</sup>Закарпатський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Ужгород

У сучасних технологіях вирощування зернових культур пріоритетним напрямом підвищення ефективності є оптимізація умов проростання та початкового росту рослин. Відомо, що саме на ранніх етапах онтогенезу формується потенціал майбутньої продуктивності, закладаються основи розвитку кореневої системи, фотосинтетичного апарату та адаптивних механізмів рослин. Одним із найбільш дієвих, науково обґрунтованих та економічно виправданих методів стимулювання ростових процесів є передпосівна обробка насіння мікроелементами, які виступають кофакторами численних ферментів, регуляторами обміну речовин та антиоксидантами.

Серед мікроелементів, необхідних для нормального розвитку злакових культур, важливе місце посідає купрум (Cu). Він бере участь у процесах дихання, фотосинтезу, синтезу білків, вуглеводів та фітогормонів, входить до складу таких ферментів, як цитохромоксидаза, поліфенолоксидаза, пероксидаза. Завдяки цим властивостям купрум регулює окисно-відновні процеси, сприяє кращому поглинанню кисню клітинами та підвищує загальну стійкість рослин до дії абіотичних стресів. У малих концентраціях іони  $\text{Cu}^{2+}$  активізують метаболізм, однак їх надлишок здатен індукувати оксидативний стрес, пошкодження клітинних мембран і зниження активності ферментних систем, що свідчить про необхідність точного дозування при обробці насіння.

Метою проведених досліджень було вивчення впливу передпосівної обробки насіння озимої пшениці сірчанокислим купрумом ( $\text{CuSO}_4$ ) на початкові

етапи онтогенезу та визначення оптимальної концентрації розчину для стимулювання ростових процесів.

Дослідження проводили у лабораторних умовах із використанням двох сортів озимої пшениці – Богдана та Подолянка, які належать до сортів універсального типу та характеризуються високою якістю зерна й добрими адаптивними властивостями. Насіння кожного сорту піддавали обробці водними розчинами  $\text{CuSO}_4$  двох концентрацій: 0,01% та 0,05%. В якості контролю використовували дистильовану воду. Замочування проводили протягом 8 годин при температурі  $20 \pm 1$  °C, після чого насіння підсушували до вихідного стану.

Пророщування здійснювали на фільтрувальному папері у чашках Петрі при температурі 25 °C та вологості 70%. Через сім діб визначали лабораторну схожість (%), середню довжину кореня і пагона (см), сиру біомасу проростків (мг/рослину), а також обчислювали індекс життєздатності (vigor index) як добуток відсотка схожості на суму довжин кореня і пагона.

Аналіз результатів свідчить, що купрум у складі  $\text{CuSO}_4$  справляє виражений регуляторний вплив на процес проростання насіння та розвиток проростків озимої пшениці. В обох сортів спостерігалася чітка дозозалежна реакція: стимулюючий ефект за низької концентрації (0,01 %) і пригнічення ростових процесів при підвищеній (0,05 %).

У сорту Богдана схожість у контрольному варіанті становила 88%, середня довжина кореня – 3,6 см, пагона – 4,2 см, біомаса – 45 мг/рослину, індекс життєздатності – 690. Після обробки 0,01% розчином  $\text{CuSO}_4$  схожість зростає до 95%, середня довжина кореня – до 4,3 см, пагона – до 5,0 см, біомаса – 53 мг, індекс життєздатності – 874. При підвищенні концентрації до 0,05% схожість знизилася до 81%, довжина кореня – до 3,0 см, пагона – до 3,7 см, біомаса – до 41 мг, індекс життєздатності – 540.

Сорт Подолянка мав подібну динаміку: у контролі схожість становила 85%, довжина кореня – 3,4 см, пагона – 4,0 см, біомаса – 43 мг, індекс життєздатності – 629. Після обробки 0,01% розчином  $\text{CuSO}_4$  схожість підвищилася до 92%, довжина кореня – до 4,1 см, пагона – до 4,8 см, біомаса – до 50 мг, індекс життєздатності – 736. При 0,05% концентрації відбулося пригнічення росту: схожість – 77 %, довжина кореня – 3,0 см, пагона – 3,5 см, біомаса – 39 мг, індекс життєздатності – 514.

Таким чином, у межах проведеного дослідження оптимальною концентрацією  $\text{CuSO}_4$ , що забезпечує стимулювальний вплив на початковий онтогенез, є 0,01%, тоді як 0,05% виявляє інгібуючу дію.

Порівняння сортів показало, що Богдана продемонструвала вищі показники росту та життєздатності, що свідчить про більшу толерантність цього сорту до впливу мікроелементів. Можливо, це зумовлено кращими морфологічними характеристиками насіння – більшою масою зародка, активнішою ферментативною системою та стійкішими мембранними структурами. Сорт Подолянка, натомість, виявив чутливішу реакцію до підвищеної концентрації міді, що може свідчити про меншу антиоксидантну активність його клітин у фазі проростання.

Узагальнюючи результати дослідження, можна констатувати, що передпосівна обробка насіння озимої пшениці сірчаноокислим купрумом чинить виражений вплив на початкові етапи онтогенезу, змінюючи інтенсивність ростових процесів залежно від концентрації розчину. Застосування 0,01% розчину  $\text{CuSO}_4$  сприяє активізації ферментативної діяльності, підвищенню схожості насіння, розвитку кореневої системи та накопиченню біомаси. Водночас концентрація 0,05% виявляє токсичну дію, що проявляється у зниженні ростових показників і життєздатності проростків. Сорт Богдана характеризується вищою стійкістю до мікроелементного навантаження та загалом кращими фізіолого-біохімічними показниками порівняно із сортом Подолянка.

Таким чином, оптимальною концентрацією сірчаноокислого купруму для передпосівної обробки насіння озимої пшениці є 0,01%, яка забезпечує стимулюючий ефект без проявів токсичності. Отримані результати мають важливе практичне значення для підвищення енергії проростання та польової схожості пшениці, формування дружніх і життєздатних сходів, а отже, створюють передумови для зростання продуктивності посівів у польових умовах.

## **ВИЯВЛЕННЯ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ТРАСЛОКАЦІЙ У СОРТАХ І ЛІНІЯХ ПШЕНИЦІ, СТІЙКИХ ДО ЗБУДНИКА БУРОЇ ІРЖІ**

**Г. М. Лісова<sup>1</sup>, Л. Г. Великожон<sup>2,3</sup>, Б. В. Моргун<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> *Інститут захисту рослин НААН України, м. Київ*

<sup>2</sup> *Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, м. Київ*

<sup>3</sup> *Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ*

В селекції пшениці озимої інтенсивно використовуються чужорідні транслокації для поліпшення якостей нових сортів і, в першу чергу, для збагачення геному пшениці генами стійкості до ряду найбільш поширених збудників хвороб, серед яких збудник бурої іржі пшениці. Метою досліджень було за допомогою ДНК маркування проаналізувати зразки пшениці на наявність та тип пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ) та визначити сучасний потенціал їх стійкості до збудника бурої іржі.

Для ДНК маркування зразків пшениці використовували колекцію сортів із заявленою наявністю житньо-пшеничних транслокацій типів 1BL.1RS та 1AL.1RS. Зразки було отримано з Національного центру генетичних ресурсів рослин України (Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, м. Харків).

Транслокація 1BL.1RS використовується в селекції пшениці біля 60 років і має гени стійкості до збудників стеблової іржі Sr31, жовтої іржі Yr9 борошнистої роси Pm8 та бурої іржі Lr26. До групи з транслокацією 1BL.1RS увійшли зразки сортів Аврора, Кавказ, Мирлебен, Миронівська 61, Мирич,

Хазарка, Київська 7, Пивна, Святкова, Волошкова, Миронівська 27, Деметра. Транслокація 1AL.1RS була введена в комерційні сорти біля 30 років тому і є донором генів стійкості до борошнистої роси Pm17, до двох біотипів (BC) злакової попелиці (ген Gb2 та кліща *Aceria tosichella* (ген Cm3). Сорт Amigo крім житньої транлокації містить транслокацію від пирію *Agropirum elongatum* і є носієм генів стійкості до бурої іржі Lr24 та стеблової іржі Sr24. До групи з транслокацією 1AL.1RS увійшли зразки сортів Amigo, TAM 107, TAM 201, Necota, лінії TAM302/Akron/Hal та TX98V9618 американської селекції та української селекції Монолог, Колумбія, Золотоколоса, Еритроспермум 26221, Смуглянка, Вихованка одеська, Житниця одеська. А також досліджували лінії американської селекції KS93U1, KS93U194, KS93U61 та KS93U63 і сорт Memory.

Для досягнення мети використовували наступні методи досліджень: виділення ДНК із зернівок пшениці, підбір системи маркерів та умов проведення ПЛР для визначення ПЖТ, рестрикція, електрофорез продуктів ампліфікації ДНК.

Також проводили оцінку стійкості всіх сортів і ліній протягом 2023–2025 рр. на природному інфекційному фоні на дослідній ділянці лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин до хвороб Інституту захисту рослин НААН (дослідне-виробничий відділ Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, Київська обл.), що дало змогу визначити стійкість зразків сортів за різних умов інфекційного навантаження.

Оцінку стійкості проводили за Інтегрованою шкалою оцінок стійкості зернових колосових культур (Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т., 2014), де бали 9 – імунність (дуже висока стійкість); бал 8 – висока стійкість; 7 і 6 – стійкість; 5 – помірна сприйнятливість; 4 і 3 – сприйнятливість; 2 – висока сприйнятливість; 1 – дуже висока сприйнятливість.

Для ампліфікації фрагменту ДНК, що відповідає гену *TaTM20* пшениці використовували праймери: RTF 5'-AAGGGTTGCTCCTCTTCGCGATCTTG-3' та RTR 5'-GTACATGCCAGCACCGTATGGATTG-3'. Умови ампліфікації для гена *TaTM20* : первинна денатурація 94°C – 4 хв та 34 цикли: денатурація 94°C – 30 с, реасоціація 65°C – 25с, елонгація 72°C – 20с, кінцева елонгація – 72°C 5 хв. Ампліковані фрагменти розділяли методом електрофорезу в агарозному гелі (1,2%) протягом 45 хвилин при напрузі 5В/см в LB електродному буфері. Прояв амплікону довжиною 934 пн відповідав гену *TaTM20*. Для полімеразної ланцюгової реакції з метою визначення типу пшенично-житніх транслокацій використовували праймери SCM9F(5'-TGACAACCCCTTTCCCTCGT-3') та SCM9-R(5'-TCATSGACGCTAAGGAGGACCC-3') до мікросателітного локусу *SCM9* жита (*IRS*). Режим ампліфікації: первинна денатурація – 94°C – 3 хв та 34 цикли: денатурація – 94°C – 30 сек, реасоціація – 60°C – 30 с, елонгація – 72°C – 1 хв, кінцева елонгація – 72°C – 5 хв. Продукти ампліфікації детектували в ультрафіолетовому світлі за результатами електрофоретичного розділення у 2%-му агарозному гелі з бромистим етидієм в LB електродному буфері. При наявності 1AL.1RS очікували амплікон розміром 226 п.н., 1BL.1RS – 206 п.н., при відсутності транслокації – сигналу не спостерігали.

Для перевірки наявності загальної рослинної ДНК після процедури виділення застосовували метод електрофорезу нуклеїнових кислот в агарозному гелі, а контроль її якості оцінювали за результатами полімеразної ланцюгової реакції на визначення референтного гена пшениці *TaTM20* як внутрішнього стандарту.

За результатами полімеразної ланцюгової реакції з праймерами RTF, RTR підтверджено прояв фрагменту довжиною 934 пн для кожного зразка пшениці, який відповідає гену *TaTM20* та вказує на якість виділеної ДНК, що ампліфікується. Ген *TaTM20* – білок-транспортер іонів металів пшениці є референтним геном пшениці або геном домашнього господарювання для даної культури. Отримані результати дали змогу використовувати виділену фракцію високомолекулярної ДНК в подальших реакціях ампліфікацій для визначення цільових генів.

За результатами досліджень підтверджено наявність транслокації 1BL.1RS у зразків сортів Аврора, Кавказ, Мирлебен, Миронівська 61, Мирич, Хазарка, Київська 7, Пивна, Святкова, Волошкова, Миронівська 27, Деметра. А також транслокацію 1AL.1RS у зразків сортів Amigo, TAM 107, TAM 201, Necota, лінії TAM302/Akron/Hal та TX98V9618, Монолог, Колумбія, Золотоколоса, Еритроспермум 26221, Смуглянка, Вихованка одеська, Житниця одеська.

Серед зразків із транслокацією 1BL.1RS майже всі сорти зберігають стійкість до збудника бурої іржі за різних рівнях розвитку хвороби, але сорт Аврора, Кавказ, Мирлебен і Миронівська 61 мають тенденцію до зниження стійкості під час епіфітотій. Можливо, що в їх геномі є інші гени стійкості, які подавляють дію ефективних генів. Ген Lr26 забезпечував помірну сприйнятливість, але останнім часом в популяції патогена спостерігаємо зміну расового стаду. Зокрема раса 77 майже зникла з популяції збудника і зустрічається в поодиноких ізолятах. Вона мала більшу кількість генів вірулентності до цього гена стійкості. Можливо тому ефективність гена Lr26 підвищилась в останні роки.

Щодо сортів Amigo, TAM 107, TAM 201, Necota, TX98V9618, Монолог, Колумбія, Золотоколоса, Еритроспермум 26221, Смуглянка, Вихованка одеська, Житниця одеська і лінії TAM302/Akron/Hal з транслокацією 1AL.1RS, то тільки сорти Necota, TX98V9618, Монолог і Смуглянка проявили високу стійкість (бал 8) – стійкість (бали 7 і 6) до збудника бурої іржі. Решта сортів мали мінливу стійкість – зниження під час епіфітотійного розвитку хвороби і відновлення в наступні роки за умов зниження інфекційного навантаження.

Зразки пшениці ліній KS93U1, KS93U194, KS93U61, KS93U63 та сорт Memory виявилися носіями транслокації 1AL.1RS. Саме лінії KS93U194, KS93U61, KS93U63 протягом 2023–2025 рр. проявляли високу стійкість (бал 8) – стійкість (бали 7 і 6) до збудника бурої іржі за різних умов інфекційного навантаження – від епіфітотії до помірного розвитку захворювання. Сорт Memory і лінія KS93U1 за умов епіфітотії знизили показники стійкості до 5 балів - помірна сприйнятливість і знову відновили її при зниженні інфекційного навантаження. Це характеризує їх як зразки з лабільним проявом стійкості.

Отже, за результати досліджень підтверджено і встановлено наявність транслокацій 1BL.1RS і 1AL.1RS у ряду сортів і ліній. Встановлено наявність транслокації 1AL.1RS у зразків KS93U1, KS93U194, KS93U61, KS93U63 та в сорті Мемору. Серед них KS93U194, KS93U61, KS93U63 стабільно проявляли високу стійкість–стійкість до збудника бурої іржі за різних умов інфекційного навантаження. Також стабільно стійкими є сорти Necota, TX98V9618, Монолог і Смуглянка з цією ж транслокацією. Серед носіїв транслокації 1BL.1RS сорти Мирич, Хазарка, Київська 7, Пивна, Святкова, Волошкова, Миронівська 27 та Деметра стабільно проявляли високу стійкість–стійкість до збудника бурої іржі за різних умов інфекційного навантаження. Такі сорти можна залучати до селекції на стійкість до збудника бурої іржі. Решта сортів мають лабільний прояв стійкості, що необхідно враховувати при проведенні селекційних робіт. Результати досліджень доводять необхідність збагачення геному пшениці чужорідними транслокаціями особливо щодо покращення стійкості майбутніх сортів до збудників хвороб.

## **СТІЙКІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДО ГРУПИ ЗБУДНИКІВ ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ**

**Г. М. Лісова, С. А. Коновалова**

*Інститут захисту рослин НААН України, м. Київ*

Селекція пшениці базується на використанні генетичних ресурсів світової колекції культури і її далеких родичів з метою пошуку і залучення до процесу схрещування найбільш необхідних для виробництва і життєво важливих ознак. Стійкість до біотичних факторів і, зокрема, до дії збудників хвороб – одна з найбільш необхідних ознак для майбутнього сорту. Тому пошук і визначення потенційно стійких сортів пшениці в світових колекціях генофонду до дії місцевих популяцій патогенів є одним із завдань генетики імунітету. Листкові хвороби пшениці - одні з найбільш шкідливих і небезпечних. До них відносяться хвороби, що викликають збудники борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу листя і піреноспорозу пшениці. Тому метою досліджень було провести пошук стійких сортів пшениці озимої до групи збудників листкових хвороб.

Матеріалом для досліджень була колекція зразків пшениці озимої, наданої нам для вивчення з Національного центру генетичних ресурсів рослин України Інститут рослинництва ім. В.Я. Юрієва НААН. До неї входило 19 сортів різного еколого-географічного походження: Мелашка, Мальованка, Основа одеська, Відповідь одеська, Понтійка, Новатор, Пирятинка, Ефектна, Херсонська фортеця – української селекції; Voinic, Pitar, Zamolxe, Semmal – румунські сорти; MV Кере, MV Wojtar, Mv Mente – угорської селекції; чеський сорт Nordika та сорти з Німеччини Producent і Futurum.

Оцінку стійкості проводили в 2024–2025 рр. на природному інфекційному фоні на дослідній ділянці лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин до хвороб Інституту захисту рослин НААН (дослідне-виробничий відділ Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, Київська обл.), що дало змогу визначити стійкість зразків сортів за різних умов інфекційного навантаження. В 2024 р. відмічено помірний розвиток хвороби на бурю іржу, а в 2025 р. відмічали епіфітотію. Визначали стійкість і до збудників борошнистої роси, септоріозу листя та піреноспорозу. В 2024 р. не відмічалось розвитку захворювання на борошністу росу через посушливий вегетаційний період. В 2025 р. зволоження і помірні температури весни і початку літа сприяли розвитку захворювання на рослинах пшениці. Септоріоз листя і піреноспороз були присутні кожен рік досліджень.

Оцінку стійкості проводили за Інтегрованою шкалою оцінок стійкості зернових колосових культур (Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т., 2014), де бали 9 – імунність (дуже висока стійкість); бал 8 – висока стійкість; 7 і 6 – стійкість; 5 – помірна сприйнятливість; 4 і 3 – сприйнятливість; 2 – висока сприйнятливість; 1 – дуже висока сприйнятливість.

Стійкість до всіх збудників хвороб за роки досліджень жоден сорт не проявив. Епіфітотія 20025 р. понизила показники стійкості частини сортів до збудника бурої іржі. Ослаблені рослини не змогли протистояти дії збудників септоріозу листя і піреноспорозу.

Тільки сорт Futurum (DEU) проявив стійкість до збудників борошнистої роси, септоріозу листя і піреноспорозу при слабкій сприйнятливості до бурої іржі.

В 2025 р. стійкість до трьох збудників хвороб проявили сорти Мелашка(UKR), Semnal (ROU) – борошніста роса + бура іржі + піреноспороз; Voinic (ROU) - бура іржа + септоріозу листя + піреноспороз; Pitar (ROU), Futurum (DEU) - борошніста роса + септоріоз листя + піреноспороз.

До двох збудників хвороб бура іржа + септоріоз листя пшениці були стійкі сорти Новатор (UKR); борошніста роса + бура іржа – Ефектна (UKR) і Nordika (CZE); септоріоз листя + піреноспороз – сорт MV Кере (HUN).

До борошнистої роси були стійкими сорти Основа одеська (UKR) і Producent (DEU).

До бурої іржі стійкість проявили сорти Мальованка (UKR), Пирятинка (UKR), Ефектна (UKR), Херсонська фортеця (UKR), Voinic (ROU) навіть під час епіфітотії. Інтенсивність розвитку уредніюпустул на листках була не більше 15%.

До збудника септоріозу листя пшениці сорти Новатор (UKR), MV Кере (HUN), Futurum (DEU) виявили стійкість два роки поспіль.

До збудника піреноспорозу проявили стійкість сорти Мелашка(UKR), Основа одеська (UKR), Понтійка (UKR), Voinic (ROU), Pitar (ROU), Zamolxe (ROU), MV Кере (HUN), MV Wojtar (HUN), MV Mente (HUN) та Futurum (DEU) саме два роки поспіль, навіть при ослабленні рослин епіфітотією бурої іржі.

Решта сортів були чи слабо сприйнятливими, чи сприйнятливими до дії місцевих популяцій збудників борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу листя і піреноспорозу.

Сприйнятливим був сорт Понтійка до збудників борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу листя та піренофорозу

Значно знизили стійкість під час епіфітотії бурої іржі сорти Основа одеська (UKR), Відповідь одеська (UKR), Понтійка (UKR), Новатор (UKR), Pitar (ROU), Zamolxe (ROU), MV Кеpe (HUN), MV Wojtar (HUN), Producent (DEU) на фоні стійкості до одного чи двох збудників хвороб.

Отже, результатами досліджень показано, що розвиток збудників хвороб був мінливим в роки досліджень. Епіфітотія бурої іржі сприяла ослабленню рослин і посиленому розвитку інших збудників, а саме плямистостей листя септоріозу і піреноспорозу. Тільки невелика частина сортів змогла проявити стійкість і була високостійкою або стійкою до дії патогенів. Вивчення стійкості сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження за різного рівня розвитку захворювання дає можливість розкрити потенціал стійкості зразків з зоні майбутнього вирощування сорту чи ідентифікувати сорти як джерела стійкості. Вище наведені сорти можна використовувати в селекції на стійкість з врахуванням особливостей її прояву.

## **РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ МЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНОГО РОЗВИТКУ СЕПТОРІОЗУ**

**В. В. Любич**

*Уманський національний університет, Україна*

Механізм шкідливості септоріозу полягає в тому, що хвороба викликає зменшення асиміляційної поверхні, відставання рослин у рості, передчасне всихання листків і усєї рослини, зменшення довжини й озерненості колосся, кількості і якості зерна.

Септоріоз негативно впливає на біохімічний склад зерна пшениці. Зокрема, знижується вміст білкового азоту на 0,32 %. У роки, що характеризуються сприятливими для розвитку патогена погодними умовами у весняний період, збудник уражує рослини пшениці на 15–20 діб раніше, ніж бура листкова іржа, і викликає більш шкідливу дію. За шкідливістю септоріоз прирівнюється з борошнистою росою, іржею, кореневими гнилями.

Шкідливість септоріозу проявляється в зменшенні асиміляційної поверхні листків, зламі стебел, недорозвиненості колосся, передчасному відмиранні рослин і недоборі зерна. При сильному ураженні пшениці септоріозом може спостерігатися пустоколосість і загибель окремих рослин, а отже недобір урожаю (до 30–40%). При ураженні листкової поверхні пшениці септоріозом на 65 % маса 1000 зерен знижувалася на 14 %, маса одного колосу

– на 40,4, при ураженні на 45 % зниження становило відповідно 12,7 і 38,6 %. Шкідливість септоріозу більша на сортах з довшим періодом вегетації.

Навіть слабке ураження колоса знижує врожай на 5–6%, а при сильному – втрати досягають 26%. При ураженні насіння знижується їх схожість (на 23–24%), зменшується висота рослин (на 35%), спостерігається ураження колеоптиле й перших двох листків. При збільшенні ураження колосу на 10% відповідно знижується врожай зерна на 4%.

Виробництво зерна пшениці м'якої озимої залишається однією з найважливіших проблем сільськогосподарського виробництва України. Розв'язання цієї загальнодержавної проблеми можливо лише при дотриманні науково-обґрунтованих технологій вирощування культури для умов конкретного природно-кліматичного регіону. Система захисних заходів від шкідливих організмів є невід'ємною частиною цих технологій.

На сучасному рівні ведення землеробства для одержання високих і стійких урожаїв пшениці м'якої озимої за інтенсивного використання ґрунту важливе значення має врахування біологічних властивостей сорту. Сучасні сорти пшениці м'якої озимої в Україні мають потенційні можливості формувати урожайність зерна 70–120 ц/га. Проте середній її показник в господарствах зон Полісся і Лісостепу в 2,5–3,0 раза менший від біологічного потенціалу. Причиною цього є недотримання основних елементів технології вирощування пшениці, внаслідок цього простежується тенденція до посиленого поширення і шкодочинності в її агроценозі шкідливих організмів, зокрема септоріозу, збудники якого уражують рослини упродовж усього вегетаційного періоду культури, що призводить до істотних кількісних втрат врожаю та погіршення його якості.

Існуючі системи захисту пшениці від септоріозу передбачають застосування пестицидів для передпосівної обробки насіння та обприскування посівів у період вегетації. Проте вони радикально не змінюють шкідливості хвороби. Крім цього, хімічні сполуки, потрапляючи у навколишнє середовище, надходять у сільськогосподарську продукцію і харчові ланцюги, що зумовлює отруєння у людей і тварин, призводять до загибелі корисних для людини і рослин мікроорганізмів та загрожує здоров'ю і життю не тільки нинішнього, а й майбутніх поколінь. Тому для поліпшення фітосанітарного стану агроценозу пшениці важливе значення має вивчення та удосконалення технології її вирощування і особливо її складової системи захисту рослин від хвороб, в тому числі й септоріозу, шляхом комплексного застосування зменшених доз пестицидів із біопрепаратами, регуляторами росту рослин і прилипачами.

Отже, створення оптимального фітосанітарного стану посіву культури і підвищення його продуктивності передбачає врахування дії екологічних чинників навколишнього природного середовища. Використання засобів захисту пшениці від септоріозу повинно мати природоохоронну спрямованість, що значно зменшить хімічне навантаження в агроландшафтах, оздоровить навколишнє середовище і сприятиме зростанню продуктивності культури.

## АДАПТИВНІСТЬ СОМАКЛОНАЛЬНИХ ЛІНІЙ РИЖІЮ ПОСІВНОГО

А. І. Любченко, І. О. Любченко, О. П. Сержук

Уманський національний університет, Україна

Комплексний і раціональний розвиток рослинництва в сучасних екологічних та економічних умовах неможливий без запровадження нових перспективних сільськогосподарських культур, здатних забезпечити стабільне виробництво якісної та недорогої продукції. Рижій росівний має низку цінних біологічних і господарських властивостей, що дозволяють використовувати його як продовольчу, технічну та лікарську культуру.

Завдяки стійкості до хвороб і шкідників, а також невибагливості до умов вирощування, рижій можна культивувати в різних ґрунтово-кліматичних регіонах із мінімальними виробничими витратами, отримуючи при цьому екологічно чисту продукцію. Короткий вегетаційний період (60–90 днів) робить культуру добрим попередником для озимих, а також придатною для посіву в пожнивних і післяжнивних посівах [1–3].

Насіння рижію містить до 45 % олії, у складі якої переважають олеїнова (приблизно 16 %), лінолева (близько 20 %) та ліноленова (до 35 %) жирні кислоти при низькому вмісті ерукової кислоти (1,6–2,2 %), що робить її придатною для харчового використання. Завдяки специфічному жирнокислотному складу рижієва олія має лікувальні й дієтичні властивості [1, 4, 5].

Олію рижію також застосовують для виробництва високоякісних мастил, пластмас, лаків, фарб, біодизеля та авіаційного палива [6, 7].

Попри значну господарську цінність, площі вирощування рижію в Україні залишаються незначними. Для розширення його посівів необхідно активізувати селекційну роботу. Сучасна селекція активно залучає біотехнологічні методи, що дають змогу прискорити створення нових сортів і підвищити ефективність цього процесу. Перспективним напрямом є використання соматоклональної мінливості – генетичних змін, які виникають під час культивування біоматеріалу *in vitro*. Отримані біотехнологічними методами соматоклони вимагають досконалого та всебічного вивчення з метою виділення генотипів з цінними господарськими характеристиками, як вихідного матеріалу для проведення подальших селекційних досліджень [8].

У період вегетації на рослини діє низка несприятливих чинників довкілля – кліматичних, ґрунтових, біотичних тощо. Часто важко розмежувати їхній вплив, тому під час селекційної оцінки вихідного матеріалу визначають показник біологічної стійкості або збереженості – співвідношення кількості повноцінних рослин, що досягли стиглості, до кількості нормальних сходів. Біологічна стійкість зумовлюється пластичністю сорту, його здатністю протистояти біотичним і абіотичним чинникам, а також швидкими темпами початкового росту на ранніх етапах розвитку [9].

Оцінювання *ex vitro* селекційних матеріалів рижію посівного, отриманих

у процесі клітинної селекції на стійкість до сольового та осмотичного стресів, здійснювали на дослідному полі кафедри генетики, селекції рослин і біотехнології Уманського національного університету.

За роки досліджень збереженість рослин створених селекційних номерів рижію посівного становила 89,2 % з варіюванням за роками досліджень від 88,1 до 89,4 %. Збереженість рослин соматоклональних ліній отриманих з сорту Степовий 1 коливалась від 76,9 до 95,7 %, Перемога – від 81,6 до 96,1 %, Євро 12 – від 82,7 до 93,0,1 %, Клондайк – від 79,6 до 90,4 %. Найнижчою комплексною стійкістю до негативних чинників навколишнього природного середовища характеризувались селекційні номери С-326–9, С-384–4, С-586–7, П-248–8, П-658–8. Найвищу (понад 95 %) збереженість рослин відмічено у соматоклональних ліній рижію посівного С-87–4, С-87–7, С-121–2, С-121–11, П-646–3, П-46–5.

### Список посилань

1. Faten M. I., El Habbasha S. F. Chemical composition, medicinal impacts and cultivation of camelina (*Camelina sativa*). *International Journal of PharmTech Research*. 2015. Vol. 8. (10). P. 114–122.
2. Рожкован В., Комарова І. Ранній посів рижію та його швидке дозрівання дають змогу вирощувати на одному полі впродовж року дві культури. *Зерно і хліб*. 2013. № 4. С. 53–55.
3. Zanetti F., Alberghini B., Marjanović-Jeromela A., Grahovac N., Rajković D., Kiproviski B., Monti A. Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2021. Vol. 41. (2). DOI:10.1007/s13593-020-00663-y
4. Цикало Т. О., Тржецинський С. Д., Гришина О. В., Рябчун В. К. Дослідження елементного складу рижію посівного (*Camelina sativa* (L.) Crantz) та рижію дрібноплодою (*Camelina microcarpa* Andr.). *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2018. Т. 11. № 3 (28). С. 318–321.
5. Очеретна А. В., Фролова Н. Е. Дослідження якісного складу олії рижію та перспектив її використання в дієтичному харчуванні. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. 2020. Т. 31 (70). № 6. С. 76–814.
6. Neupane D., Lohaus R. H., Solomon J. K. Q., Cushman J. C. Realizing the potential of *Camelina sativa* as a bioenergy crop for a changing global climate. *Plants*. 2022. Vol. 11 (6). 772. <https://doi.org/10.3390/plants11060772>
7. Каленська С. М., Юник А. В. Роль олійних культур у вирішенні енергетичної безпеки України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2011. № 2. С. 90–96.
8. Любченко І. О., Рябовол Л. О., Любченко А. І. Використання культури *in vitro* в адаптивній селекції рослин. *Збірник наукових праць УНУС*. 2016. Вип. № 88. С. 126–139.
9. Васильківський С. П., Кочмарський С. В. Селекція і насінництво польових культур: Підручник. Миронівка: Миронівська друкарня, 2016. 376 с.

# ІНДУКЦІЯ ГЕНЕТИЧНОЇ ВАРІАЦІЇ У СОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПРОМІНЕННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИМИ ПРОМЕНЯМИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

**А. Малій**

*Інститут генетики, фізіології та захисту рослин, Державний університет Молдови, м. Кишинів*

Кліматичні зміни є однією з найбільших викликів для сучасного сільського господарства, безпосередньо впливаючи на продуктивність та продовольчу безпеку. Підвищення температури, екстремальні коливання опадів та посилення сильних погодних явищ негативно впливають на врожайність сільськогосподарських культур. У цьому контексті важливо розробляти стратегії адаптації, серед яких створення сортів, стійких до абіотичних стресів — посухи, солоності та екстремальних температур.

Ефективним методом отримання корисної генетичної варіації є індукована мутагенеза, яка використовує мутагенні агенти для створення нових генетичних комбінацій. Серед фізичних методів особливо цінним є опромінення рентгенівськими променями для розвитку сортів, здатних адаптуватися до змінних умов середовища. У вирощуванні сої цей метод дозволяє отримати генотипи, стійкі до абіотичних та біотичних стресів, сприяючи стабільності сільськогосподарського виробництва.

Метою дослідження було оцінити вплив різних доз рентгенівського опромінення на рослини сої з метою визначення оптимальних доз для індукції корисних мутацій без порушення життєздатності рослин. Отримані результати можуть слугувати основою для програм генетичного поліпшення та управління культурами в умовах стресу.

Біологічним матеріалом були насіння сої трьох генотипів: лінія Z3M<sub>10</sub>100 та сорти Laduța і Clavera. Їх відбирали за ранньостиглістю (Z3M<sub>10</sub>100 і Laduța), продуктивністю (Laduța і Clavera) та високим вмістом білка та олії (Z3M<sub>10</sub>100). По 50 насінин кожного генотипу опромінювали рентгенівськими променями у дозах 100, 150, 200, 250, 300 та 350 Гр, використовуючи опромінювач RS-2400 (Rad Source Technologies). Насіння висівали через 24 години після опромінення на глибину 3 см, з відстанню 4 см між насінням та 45 см між рядками. Посів здійснено 15 квітня 2024 року, коли температура ґрунту становила 16,8°C, а температура повітря коливалася між 25–28°C.

Сходи рослин моніторили щодня, а виживаність оцінювали через 44–47 днів після появи сходів. Отримані дані були систематизовані та проаналізовані з використанням програми Excel.

У сорту Clavera рослини, що піддавалися опроміненню, зійшли приблизно на 10 днів пізніше, ніж контроль. Зі збільшенням дози променів відсоток сходів і виживаності значно знизився. На дозах 100 та 150 Гр зберігалася відносно велика кількість життєздатних рослин, тоді як на дозах 250 Гр і більше всі рослини загинули. Середня висота рослин знизилася від 82,4 см (контроль) до 21,2 см (200 Гр), що свідчить про високу чутливість до рентгенівських променів.

У сорту Laduța сходи рослин, що піддавалися опроміненню, затрималися на 12 днів порівняно з контролем. Доза 100 Гр забезпечила найвищу виживаність (30%), тоді як на 150 та 200 Гр вона знизилася до 24% та 20% відповідно. На дозі 250 Гр вижило лише 12% рослин, а на 350 Гр усі рослини загинули. Середня висота знизилася від 76,9 см (контроль) до 17,1 см (300 Гр), підтверджуючи пригнічувальний ефект радіації. Оптимальна доза для індукції мутацій становить 100–200 Гр, а летальна — 250 Гр або більше.

Для лінії Z3M<sub>10</sub>100 контрольні рослини зійшли на 5 днів раніше, ніж Clavera, та на 2 дні раніше, ніж Laduța. Оброблені рослини зійшли в середньому на 12 днів пізніше контролю. При дозах до 150 Гр відсоток сходів залишався 100%, проте виживаність через 45 днів знизилася з 28% до 13%. При дозах понад 200 Гр виживаність була менше 10%, а при 350 Гр — лише 2%. Середня висота рослин знизилася від 70,5 см (контроль) до 28,4 см (350 Гр).

#### **Висновки:**

1. Збільшення дози рентгенівського опромінення призводить до значного зниження виживаності рослин, що підтверджує кумулятивний токсичний ефект радіації. Дози 250 Гр і більше є летальними.

2. Оптимальні дози для індукції мутацій без значної втрати життєздатності: 100–150 Гр для сорту Clavera та 100–200 Гр для Laduța і лінії Z3M<sub>10</sub>100.

3. Аналізовані генотипи демонструють різні рівні толерантності до опромінення, що важливо при відборі у програмах поліпшення.

4. Значне зниження висоти рослин підкреслює необхідність встановлення оптимальних порогів опромінення для запобігання шкідливим ефектам на розвиток.

5. Контрольні рослини, не піддані опроміненню, показали 100% виживаність, підкреслюючи негативний вплив рентгенівських променів.

Отримані результати підтверджують важливість контрольованого використання рентгенівського опромінення у вдосконаленні сої для максимізації корисної генетичної варіації та збереження життєздатності рослин.

## **ХЕНОМЕЛЕС ЯПОНСЬКИЙ (*CHAENOMELES JAPONICA* (THUMB) LINDL EX SPACH) – ВИСОКОДЕКОРАТИВНА РОСЛИНА У ПАРКОВИХ І МІСЬКИХ ФІТОЦЕНОЗАХ**

**А. О. Медведєв, А. Ф. Балабак**

*Уманський національний університет, Україна*

Хеномелес японський (айва японська) (*Chaenomeles japonica* Lindl.) родом з Японії. В диких умовах росте на островах Хондо, Кіу-Сіу, Ессо, Кіосіо, в районі Йокогами, Хіко, Нагасакі. У природних умовах він зустрічається на схилах гір, в руслах рік, насипах на висоті від 90 до 2150 м. над рівнем моря. Його культивують майже по всій Європі, в Центральній та Середній Азії, в США, Австралії і Східній Азії [4, 5, 6].

Висока декоративність та щорічне плодоношення хеномелесу японського, ароматичність його плодів, високий вміст харчових та біологічно активних речовин, ставлять його в ряд найцінніших інтродукованих культиварів, рослини яких можуть бути високоякісною продукцією для озеленення населених місць [1–3].

Хеномелес японський культивується майже у всіх країнах Західної Європи та в Америці, в основному, як декоративна рослина, хоча останнім часом зріс інтерес до нього, як до плодової культури. Декоративні форми і сорти айви японської активно використовуються у ландшафтному дизайні, вирощуються в бордюрних та в солітерних насадженнях. Нині широко культивуються сланцеві низькорослі форми в рокаріях, а також біля альпійських гірок. Окремі гібриди і сорти використовуються у бонсайній культурі. Нині, хеномелес японський признаний перспективною декоративною і плодово-ягідною культурою, що сприяє створенню екзотичних сортів і гібридних форм з крупними плодами та різнокольоровим забарвленням квіток [2, 6].

Хеномелес японський — листопадна кущова рослина заввишки 0,8–1,0 м, або невисоке деревце заввишки 2,5–2,8 м. Має похилі, дугоподібно вигнуті пагони, густо вкриті дрібними, щільними, глянцевиими листочками яскраво-зеленого кольору із зубчастим або пильчастим краєм і великими прилистками. Річний приріст пагонів складає 3–5 см. Квітки різнокольорового забарвлення діаметром 3–5 см, мають короткі квітконіжки і зрощені чашолистки, їх пелюстки зімкнуті біля основи і щільно притиснуті один до одного, що надає рослині високу декоративність. Плоди, щільно розміщені за всією довжиною пагона, діаметром 3,0–5,0 см грушоподібної або яблукоподібної форми, забарвлення яких варіюється від зелено-жовтого до яскраво помаранчевого [1, 2, 6].

Інтродукція нових і перспективних форм, сортів і гібридів хеномелесу японського в Україну та перспективи його впровадження в культуру садово-паркового господарства, значною мірою залежить від вивчення біолого-екологічних особливостей росту і розвитку рослин та вибору оптимальних способів розмноження і удосконалення агротехнологічних заходів вирощування садивного матеріалу.

Важливими критеріями вибору деревних і кущових рослин для створення паркових і міських фітоценозів є їх висока стійкість до абіотичних, біотичних та антропогенних факторів, а досліджувані сорти хеномелесу японського успішно поєднують в собі ці властивості.

На наш погляд, для збереження мальовничості паркових масивів, скверів у різні пори року необхідно ширше використовувати в міському озелененні нові і перспективні форми, гібриди і сорти хеномелесу японського, які є досить стійкими в умовах міста та невибагливими до кліматичних і едафічних умов зростання. Рослини хеномелесу японського добре гармонують у декоративних насадженнях з рослинами барбарису, смородини золотистої, вейгели, глоду, троянди та ін., що дозволяє використовувати їх при створенні присадибних садів, шпалер, як квіткового елемента в поєднанні з різними деревами і кущами, а також для обрамлення кам'янистих садів.

На основі вивчення існуючого складу сортів і форм рослин хеномелесу японського визначено високодекоративні критерії їх використання та потребу розширення різноманіття нових і перспективних гібридів і сортів для озеленення населених місць в умовах проведення досліджень. Це дає змогу дослідити біолого-екологічні особливості росту і розвитку рослин сортового і формового складу, а також рекомендувати до впровадження низку еколого-компенсаційних заходів, спрямованих на підвищення їх життєздатності та декоративності.

Отже, досліджено, що рослини хеномелесу японського, залежно від призначення об'єкта озеленення, формують архітектурно-художній його образ, що визначає перспективи їх використання у зеленому будівництві Правобережного Лісостепу України. Успіх робіт зі створення композицій з рослин хеномелесу японського залежить від знань садово-паркового мистецтва, організації та благоустрою території, підготовки ґрунту, агротехніки, а також від способів розмноження і вирощування повноцінного садивного матеріалу та догляду за насадженнями. Його культивари можна широко використовувати в озелененні міст для створення живих огорож, солітерних насаджень та декорації стін, де декоративні властивості підсилюються завдяки яскравому цвітінню, а колючі сорти ефективно захищають від шуму та забруднення, поглинаючи пил і гази, та можуть стати високодекоративним доповненням до композицій з іншими рослинами, такими як вейгела, дейція, керія, спірея, форзиція, декоративні яблуні, ялівець та ін.

### Список посилань

1. Меженський В.М., Меженська Л.О., Якубенко Б.Є. Нетрадиційні ягідні культури: рекомендації з селекції та розмноження. К.: ЦП «Компринт», 2014. 119 с.
2. Недвига О.М. Біоекологічні особливості хеномелесу японського (*Chaenomeles japonica* (Thumb) Lindl ex Spach) і перспективи його впровадження в культивування в Лісостепу України // Автореф. дис. ...канд. біол. наук. Київ. 1994. 23 с.
3. Реун І.М., Балабак А.Ф. Еколого-біологічні особливості форм і сортів (*Chaenomeles japonica* (Thumb) Lindl ex Spach) у правобережному Лісостепу України та перспективи його використання в культурі. // Зб. наук. пр. УДАУ «Біологічні науки і проблеми рослинництва». Умань: УДАУ. 2003. С. 485–489.
4. Mezhenkij, V.N. Research, cultivation and processing of Japanese quince, *Chaenomeles* spp. in Ukraine. // Rpt. 1992–1994, Balsgard-Dept. Hort. Plant Breeding. Swedish Univ. Agr. Sci. 1996. P. 193–195.
5. Ruisa S. Studies on Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) in Latvia // Rpt. 1992–1994, Balsgard-Dept. Hort. Plant Breeding. Swedish Univ. Agr. Sci. 1996. P. 204–206.
6. Rumpunen K., Kviklys D. Combining ability and patterns of inheritance for plant and fruit traits in Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). Diversity in the plant genus *Chaenomeles*. Acta Agr. Sueciae, Agraria. 2001. 293 p.

## ВПЛИВ ПРОТРУЙНИКІВ НА СІТЧАСТУ ПЛЯМИСТІСТЬ ЛИСТЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

**С. В. Михайленко**

*Інститут захисту рослин НААН, м. Київ*

Найбільшої шкідливості посівам ячменю ярого завдають такі хвороби, як сітчаста, смугаста, темно-бура плямистості, ринхоспоріоз, борошниста роса та кореневі гнилі. Саме протруювання насіння дозволяє знизити потенційні втрати врожаю від цих хвороб до 50%. Тому метою роботи було встановити технічну ефективність сучасних протруйників проти плямистостей листя, дослідити вплив препаратів на біометричні показники та урожайність ячменю ярого. Дослідження проводили в Київській області Білоцерківського р-ну, ДПДГ «Саливонківське» в 2021–2022 рр. в умовах природного інфекційного фону за загальноприйнятими методиками на сорті ячменю ярого Сонцедар. Дослід дрібноділянковий у 4-х разовій повторності, розміщення ділянок рендомізоване. Агротехніка загальноприйнята для даної культури та зони вирощування. Досліджували протруйники з різними діючими речовинами: Кінто Дуо, КС з нормою 2,5л/т (третіконазол, 20г/л + прохлораз, 60 г/л), Кінто Плюс, ТН, 1,5 л/т (флудіоксоніл, 33,3 г/л + флуксапіроксад, 33,3 г/л + третіконазол, 33,3 г/л), Систіва, ТН, 1,5 л/т (фдуоксапіроксад, 333 г/л), Іншур Перфом, КС, 0,5 л/т (третіконазол, 40 г/л+піраклостробін, 80 г/л). Оцінку достовірності отриманих даних виконували методом дисперсійного аналізу. При проведенні фітопатологічного аналізу ураження патогенами на насінні становило: *Pyrenophora teres*–3,0%, *Alternaria alternata*-7,0%, *Cladosporium spp.*- 2,0%. Як свідчать результати досліджень розвиток плямистостей ячменю ярого (сітчаста збудник *Pyrenophora teres Drechsler*) в фазу кущіння (23 етап органогенезу ВВСН) на контрольній ділянці становив в середньому 4,5%, на цьому етапі на листках культури інших хвороб не спостерігали. Технічна ефективність становила при застосуванні протруйників – Кінто Дуо, К.С. – 62,8%, Кінто Плюс, ТН – 64,5%. За застосування препарату Систіва, ТН, Іншур Перфом, т.к.с., ефективність дії на рівні 58,0–62,0%. Крім того, що протруйники забезпечували зниження ураження насіння патогенами, вони позитивно впливали на біометричні показники. Так, найвища енергія проростання виявлена в досліді з використанням протруйника Систіва, ТН, Іншур Перфом, т.к.с., Кінто Плюс, ТН була на рівні 91,5–92,6%, що перевищувала показник контрольного варіанту на 2,2–3,5%., в інших досліджених препаратах цей показник знаходився в межах 89,5–90,8%,вище контролю на 1,2–2,0%. відповідно. Схожість насіння в досліді, де використовували зазначені препарати становила 91,5–95,8%., що вище ніж в контролі на 1,8–4,3%. Досліджені протруйники мали позитивний вплив на густоту сходів. Порівняно з контролем вона перевищувала на 18–36шт./м<sup>2</sup>, істотного впливу на висоту рослин ячменю ярого препарати не мали. Маса 1000 насінин при застосуванні препаратів Систіва, ТН, Іншур Перфом, т.к.с., Кінто Дуо, к.с., Кінто Плюс, ТН становила,

вище контролю на 1,5–2,2 грам. Збережений урожай у порівнянні з контролем становив 0,11–0,18 т/га.

Отже, протруювання насіння є важливим елементом в системі захисту ячменю ярого. Протруйники Кінто Дуо, КС, з нормою 2,5л/т, Кінто Плюс, ТН, 1,5 л/т, Систіва, ТН, 1,5 л/т, Іншур Перфом, КС, 0,5 л/т мали позитивний вплив на енергію та схожість насіння та забезпечували ефективність дії на 58,0–64,5% проти сітчастої плямистості на ранніх етапах органогенезу.

## РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ОТРИМАННЯ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН, ЗДАТНИХ МЕТАБОЛІЗУВАТИ ФОСФІТИ

**Б. Моргун<sup>1, 2</sup>, М. Банникова<sup>1</sup>, Д. Лопес-Арредондо<sup>3</sup>, Л. Еррера-Естрела<sup>3</sup>,  
В. Швартау<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, м. Київ

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ

<sup>3</sup>Cinvestav (Mexico) / Texas Tech University (Texas), USA

Фосфор є одним із найважливіших макроелементів, залучених у енергетичний метаболізм, клітинне сигналювання та є структурним компонентом багатьох сполук. Фосфор надходить до рослини у вигляді неорганічного фосфату ( $P_i$ ) у формах  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ . Найкраще рослини поглинають фосфор у вигляді  $H_2PO_4^-$ . Проте ця форма рідко зустрічається у аніонному вигляді, оскільки сполуки фосфору є дуже реакційноздатними, що обмежує їх мобільність у ґрунті. Ортофосфат має високу біологічну значимість і є одним із найважливіших компонентів у складі добрив. Фосфорні ж добрива виготовляються з фосфоритної руди, запаси якої є вичерпними та невідновлювальними. Крім того, використання фосфорних добрив має досить серйозні екологічні наслідки. Відомо, що лише від 10 % до 30 % фосфору із внесених добрив засвоюється рослинами, а решта потрапляє у ґрунтові води, звідки далі у навколишні водойми. Це веде до евтрофікації – підвищеного неконтрольованого росту фітопланктону та ціанобактерій у результаті надмірного забезпечення поживними речовинами [1, 2].

Альтернативним джерелом фосфору можуть бути фосфіти ( $Ph_i$ ), які є побічним продуктом багатьох галузей промисловості. Фосфіт ( $PO_3^{3-}$ ) – це подібна до фосфату ( $PO_4^{2-}$ ) молекула за винятком відсутності одного атома кисню. Фосфіт легко надходить до рослин, проте не включається у метаболізм. Структурна подібність фосфітів до фосфатів спричиняє конкуренцію за зв'язування із активними центрами ферментів. Вже за внесення 5–24 кг/га  $PO_3^{3-}$  чинить гербіцидну, фунгіцидну й антибіотичну дію [3].

Створення трансгенних ліній рослин з генами, що кодують фосфітоксидоредуктазу, є наразі перспективним. Для розробки таких ліній використовується ген *ptxD* від штаму *Pseudomonas stutzeri* WM88, який кодує

фосфітоксидоредуктазу, що перетворює фосфіти на фосфати. Використання гена *ptxD* для генетичної інженерії рослин має ряд переваг. Зокрема він дозволяє використовувати фосфіти у якості джерела фосфору, а також є маркером негативної селекції.

Наразі вже створені трансгенні лінії, які набули здатності до засвоєння фосфітів за рахунок трансформації геном *ptxD*: *Arabidopsis thaliana*, *Gossypium hirsutum*, *Zea mays*, *Chlamydomonas reinhardtii* CC-125, *Picochlorum renovo*, *Picochlorum celery* тощо [4]. Проте, тільки трансгенні одноклітинні водорості набували здатності до росту на середовищах з фосфітами у якості єдиного джерела фосфору.

У роботі використано два вектори. Т-ДНК вектора pB7WG2 містить ген *ptxD* під 35S промотором. У цьому випадку ген *ptxD* був одночасно і цільовим, і селективним. Т-ДНК іншого вектора – pTXDwt-BAR – крім гена *ptxD*, містила також маркерний ген *bar* від *Streptomyces hygrosopicus*.

Вектори pB7WG2 та pTXDwt-BAR було трансформовано в клітини *A. tumefaciens* штамів GV3101 і C58. Клони GV4.1 та C9.1 мали генетичну конструкцію pB7WG2, Т-ДНК якої містила лише ген *ptxD*, а клони GV8.2 та C3.2 мали генетичну конструкцію, Т-ДНК якої крім гена *ptxD*, містила також маркерний ген *bar* (pTXDwt-BAR).

Спершу на середовищі MSR( $P_i$ ) отримати регенеранти-трансформанти тютюну не вдалось. У середовищі MSR( $P_i$ ) замість дигідрофосфату калію як джерела фосфору використовували дигідрофосфіт калію, додаючи фосфітну кислоту. З'ясовано, що при додаванні фосфітної кислоти у безфосфорне середовище MSR кінцеве рН середовища становило 3,28–4,92. Це було причиною відсутності регенерантів, тому що регенерація відбувається при рН 5,6–5,7. Тож, проведено роботу з удосконалення селективного середовища для відбору трансформантів. Для стабілізації рН до середовища MSR( $P_i$ ) додавали MES (2-(N-морфоліно) етансульфонову кислоту) (1,9 г/л). Виміри рН за різних концентрацій фосфітної кислоти показали, що така кількість буферу є достатньою для підтримання стабільного рН на рівні 5,6–5,7 [5].

Спираючись на літературні дані, стверджуємо, що повна заміна фосфатів на фосфіти у середовищі не дає можливості трансгенним вищим рослинам рости на таких середовищах. Тож, вирішено приготувати серію селективних середовищ на базі MSR, додаючи 10 % розчин фосфітної кислоти до простерилізованого середовища з різними концентраціями фосфатів. Приготовано набір середовищ MSR( $P_i$ ), які містили різні співвідношення дигідрофосфату ( $P_i$ ) та дигідрофосфіту ( $Ph_i$ ) калію: 100 %  $P_i$  : 0 %  $Ph_i$  – MSR (контроль); 50 %  $P_i$  : 50 %  $Ph_i$ ; 25 %  $P_i$  : 75 %  $Ph_i$ ; 0 %  $P_i$  : 100 %  $Ph_i$ .

Апробацію векторів pB7WG2 та pTXDwt-BAR проводили, використовуючи рослини *Nicotiana tabacum* сортів Petit Havana, Wisconsin, Samsun, які не володіють здатністю до засвоєння фосфітів. Проводили *Agrobacterium*-опосередковану трансформацію листових дисків тютюну за стандартною методикою [6].

При трансформації вектором pB7WG2 селекцію трансформантів проводили на агаризованому живильному середовищі MSR( $P_i$ ) з різними

концентраціями фосфітів. На середовищах MSR(Ph<sub>i</sub>), що містили 25 % та 0 % фосфатів, листові диски білили та некротизували, регенерація не відбувалась. Спостерігали відмінності у частоті регенерації між рослинами різних сортів *N. tabacum*. Для рослин сортів Petit Havana та Samsun середовище MSR(Ph<sub>i</sub>) з 50 % фосфатів та 50 % фосфітів було селективним. Цікаво відмітити, що нетрансгенні рослини сорту Wisconsin, натомість, регенерували на такому середовищі. Це свідчило про необхідність підбору середовища з меншою кількістю фосфатів для цього сорту.

При трансформації вектором pTXDwt-BAR для початкового відбору трансформантів використовували середовище MSR+PPT (стандартне середовище MSR, доповнене 5 мг/л фосфінотрицину) для всіх сортів.

Проведено аналіз 22 регенерантів *N. tabacum* сортів Petit Havana та Samsun, що були отримані у результаті трансформації *Agrobacterium tumefaciens*. З них 9 – трансформовані за використання агробактерій C3.2 та GV4.1, що несли генетичну конструкцію pTXDwt-BAR, Т-ДНК якої містила гени *ptxD* та *bar*; 15 зразків – трансформовані за використання агробактерій GV8.2 та C9.1, що несли генетичну конструкцію pB7WG2, Т-ДНК якої містила тільки ген *ptxD*.

Для виявлення у зразках виділеної ДНК гена *bar* використовували ПЛР з праймерами bar3F з bar4R (139 пар нуклеотидів). Як позитивний контроль брали підтверджені трансформовані лінії рослин D212, D3111, D3211, D3331, F312, J1122 з цією послідовністю. Для виявлення гена *ptxD* використовували праймери Phi1F та Phi1R (177 п.н.), Phi2F та Phi2R (647 п.н.).

У висновку варто зазначити, що завдяки розробці оптимізованого селективного середовища став можливим успішний і ефективний відбір трансгенних дводольних рослин, що містять ген *ptxD*. У свою чергу створення трансгенних рослин, здатних засвоювати фосфіти, може призвести до послаблення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище шляхом зменшення використання фосфатних добрив, і, відповідно, потрапляння фосфатів у ґрунт та водойми. Крім того, використання фосфітів як джерела фосфору для рослин є перспективним напрямком у біотехнології.

Автори вдячні за підтримку тем «Вивчення особливостей життєдіяльності біотехнологічних рослин після геномних модифікацій» (0123U100462) та «Інноваційна біотехнологічна система фосфорного живлення пшениці» (0120U103032), які фінансувалися Національною академією наук України.

### Список посилань

1. Approaching peak phosphorus. *Nat. Plants*. 2022 Sep;8(9): 979. <https://doi.org/10.1038/s41477-022-01247-2>.
2. Correll DL The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: a review. *J Env Quality*. 1998. 27(2):261–266. <https://doi.org/10.2134/jeq1998.00472425002700020004x>.

3. Manna M, Achary V et al. The development of a phosphite-mediated fertilization and weed control system for rice. *Sci Rep.* 2016;6: 24941. <https://doi.org/10.1038/srep24941>.
4. López-Arredondo DL, Herrera-Estrella L. Engineering phosphorus metabolism in plants to produce a dual fertilization and weed control system. *Nat Biotechnol.* 2012;30(9): 889–93. <https://doi.org/10.1038/nbt.2346>.
5. Pasqua G et al. Effects of the culture medium pH and ion uptake in *in vitro* vegetative organogenesis in thin cell layers of tobacco. *Plant Science.* 2002. 162(6): 947–955. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00048-1).
6. Rosales-Campos A, Gutiérrez-Ortega A *Agrobacterium*-mediated transformation of *Nicotiana tabacum* cv. Xanthi leaf explants. *Bio-101.* 2019. e3150. <https://doi.org/10.21769/BioProtoc.3150>.

## СОРТ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ ЯК ОСНОВА СТАБІЛЬНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА

**Т. П. Нарган, С. П. Лифенко, М. Ю. Наконечний, З. В. Щербина**

*Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, м. Одеса, Україна*

Повномасштабна війна рф проти України спричинила втрату нашої країною значних площ сільськогосподарських угідь. Для уникнення внутрішньої та глобальної продовольчої кризи необхідно підвищувати кількість отримуваної аграрної продукції з одиниці площі.

Озима м'яка пшениця залишається основною сільськогосподарською культурою, яка дає до бюджету України реальні прибутки, в тому числі, валютні. Головна роль у вирішенні цієї проблеми належить сорту. Перед селекціонерами стоїть завдання створення сортів озимої м'якої пшениці з високим урожайним потенціалом.

Проте, селекція виключно на продуктивність не є ефективною. Адже зараз, в умовах воєнного стану, багато аграрників стикаються з проблемами браку техніки, добрив, засобів захисту рослин. Сорт не завжди реалізує урожайний потенціал без своєчасного внесення мінерального підживлення, обробок хімікатами тощо. Тому, виробництво потребує сорти, спроможні давати сталі врожаї при вимушених порушеннях технології вирощування. Використання у виробництві стійких до хвороб сортів дозволяє отримувати високі врожаї за незначних фінансових витрат на хімічний захист. Так, за використання сорту пшениці з груповою стійкістю проти основних хвороб, кількість обробок фунгіцидами може бути зменшена до однієї замість трьох без зниження врожайності зерна (ESCAP, 2015). Це дозволяє не лише заощадити фінансові ресурси, а й звести до мінімуму негативний вплив на довкілля.

В лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці Селекційно-

генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення (СГІ–НЦНС) ведеться тривала робота зі створення сортів озимої м'якої пшениці з поєднання в одному генотипі расоспецифічної і нерасоспецифічної стійкості, довготривалої стійкості до групи хвороб.

Добори більш продуктивних та адаптованих до умов зони вирощування генотипів призвели до звуження генетичного різноманіття сортів (M. Figueroa, K.E. Hammond-Kosack, P.S. Solomon, 2018). Зважаючи на те, що практичною селекцією майже вичерпано можливості внутрішньовидової мінливості, важливим джерелом для в селекції стала віддалена міжродова і міжвидова гібридизація, результатом якої є отримання інтрогресивних форм (W.Wang, H. He, H. Gao, et. al., 2021). Як донори різних ознак широко використовуються споріднені та віддалені форми: *Triticum timopheevii*, *T. erebuni*, *Ae. variabilis*, *T. dicoccum*, *Ae. tauschii*, *Ae. cylindrical*, *T. dicoccoides*, *T. palmovae*, *Aegilops*, *T. militinae*, *T. persicum*, *Ae. speltooides*.

Рослини з гібридних комбінацій, до родоводу яких залучали споріднені види, досліджуються на стійкість до хвороб на підсиленому інфекційному фоні та при штучному зараженні. Це дає змогу відібрати сібси з високою стійкістю до хвороб ще на початкових етапах селекції. Також, продовжуючи їх всебічне вивчення в наступні роки визначаються темпи онтогенетичного розвитку, яровизація потреба та фотоперіодична чутливість, а також якісні та кількісні показники.

За такої схеми виділено перспективні селекційні лінії пшениці м'якої озимої з високою стійкістю до декількох хвороб та цінних за комплексом господарсько корисних ознак: Ер.2292/20, Ер.2584/20, Ер.1525/20, Ер.1425/21, Ер.2160/21, Ер.2530/21, Ер.2826/21, які знаходяться на завершальних ланках селекційного процесу з перспективою стати сортом у майбутньому.

Тривала робота лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ–НЦНС має плідні результати. Так, залучаючи до гібридизації лінію TP 114/65A британського походження, в родоводі якої є *T. timopheevii*, після серії складних схрещувань та спрямованих доборів, створені стійкі до листостеблових хвороб сорти Ніконія (занесений до Державного реєстру сортів, придатних до поширення в Україні у 1995 р.) та Кругозір (2015 р.). Ці сорти поєднують складні генетичні системи стійкості до хвороб і до тепер залишаються стійкими.

При залучені стійкого до борошнистої роси, бурої та стеблової іржі, посухостійкого угорського сорту MW Palotas та Ніконії створений сорт Кубок (у Реєстрі з 2018 року).

За участі стійкого до листостеблових хвороб, короткостеблового зразка французької селекції Labrador CD81144–010 WM-OF створені два сорти озимої хлібної пшениці: Пейзаж (в Реєстрі з 2020 року) та Окраса (у Реєстрі з 2022 року). Румунський стійкий до хвороб сорт Gruia входить до родоводу сорту Етуаль (у Реєстрі з 2023 року).

Залучення в селекційний процес стійких до хвороб зразків, створених у відділі фітопатології та ентомології СГІ – НЦНС, та подальші спрямовані

добори сприяли виділенню стійкої до хвороб лінії, що мала і комплекс інших корисних ознак (високу врожайність, морозо-, зимостійкість тощо) і під назвою Савеліна занесена до Держреєстру в 2024 році.

До родоvodu стійких сортів Незламна, Нагорода, Відвага, Мужність, Почесть і Шана входять сорти та генетичні зразки, що мають у своєму родоvоді транслокації від малопоширених видів і диких спів родичів пшениці та *Secale cereale* L.

Отже, складними внутрішньовидовими та віддаленими схрещуваннями з використанням інтрогресивних змін створено і впроваджено у виробництво високопродуктивні сорти озимої м'якої пшениці селекції СГІ–НЦНС з груповою стійкістю до хвороб, які є важливим елементом сучасної системи продовольчої та економічної стабільності країни.

## VARIATION IN PLANT HEIGHT OF F<sub>3</sub> WHEAT HYBRIDS DEVELOPED BY DISTANT HYBRIDIZATION

**Zh. M. Novak, I. V. Synook**  
*Uman National University*

Common wheat is the main bread crop in Ukraine, providing grain for food, feed, and technical industries, and representing a significant share of the country's export. The majority of cultivated varieties are of the winter growth type, while the proportion of spring forms remains small. Thus, in 2024, out of the total 802 varieties listed in the Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine, 734 (91.6%) were of the winter type, 66 (8.2%) were of the spring type, and two (0.2%) were facultative [1].

Studies by leading breeding research institutions have proven that an important factor in increasing and stabilizing crop yields is the development and introduction of varieties with high yield potential and adaptation to adverse environmental conditions [2, 3]. To obtain such material, distant hybridization is often used, involving closely related species as donors of valuable traits.

Introduced forms are widely utilized as source material in wheat breeding. These may include ecologically distant biotypes of the same species or related species that serve as donors of desirable traits.

At the Myronivka Institute of Wheat, the introduction of spring wheat (a total of 14,102 breeding accessions) was largely based on materials from international breeding centers CIMMYT and ICARDA, including 10,392 accessions of common wheat (74%) and 3,710 of durum wheat (26%) [4]. The collection included samples from Ukraine, Mexico, Syria, the USA, Central and Western Europe, and CIS countries. The institute's researchers analyzed the breeding material for plant height, lodging resistance, heading period, maturity group, resistance to powdery mildew, leaf septoria, brown rust, and spike productivity. The use of alien genetic plasma in

the Myronivka Institute's breeding programs was driven by the need to select donors of short stature, resistance to fungal diseases, increased ear productivity, and earliness. Analysis of breeding material from 2001–2005 indicated broad utilization of global wheat diversity [5].

In the pedigree of Bila Tserkva varieties, one of the parents is necessarily a geographically distant form or a variety of the steppe, Western European, North Caucasian, or Volga ecotypes. The second parent is typically a zoned intensive-type variety or a promising breeding line adapted to the Forest-Steppe conditions of Ukraine. To enhance specific traits, a single backcross with one of the parents is also used. The inclusion of morphologically stable Chornobyl radiomutants with increased protein content and resistance to biotic and abiotic stress factors has expanded the gene pool of winter wheat and provided source material for the development of new high-yielding varieties such as *Yasochka*, *Tsarivna*, *Romantyka*, *Lisova Pisnya*, *Lybid*, and *Vidrada* [6].

The research was carried out in 2024 at the experimental fields of the Department of Genetics, Plant Breeding, and Biotechnology of Uman National University. The study analyzed F<sub>3</sub> hybrid plants obtained by distant hybridization: *Triticum aestivum* L. × *Triticum sphaerococcum* L. and *Triticum sphaerococcum* Perc. × *Triticum aestivum* L. The hybrid forms were compared with the standard variety *Kitri* (*T. aestivum* L.) and the breeding sample 135/24 (*T. sphaerococcum* L.).

The F<sub>3</sub> hybrids had plant heights ranging from 90 to 103 cm, exceeding the standard variety by 8–21 cm and the sample 135/24 (*T. sphaerococcum* L.) by 3–16 cm. Both the created material and the parental forms were short-stemmed. Variation in plant height was low in the variety *Kitri* (V = 4.6%) and hybrid 346/24 (V = 8.8%). The sample 135/24 (*T. sphaerococcum* L.) and hybrids 338/24, 342/24, and 345/24 showed moderate variation (V = 10.4–15.4%), while populations 339/24, 340/24, 341/24, 343/24, and 344/24 showed high variation (V = 20.0–28.1%).

Thus, all obtained hybrids were short-stemmed but exceeded the parental forms by 8–16 cm. The variation in plant height among F<sub>3</sub> hybrids ranged from low (sample 346/24, V = 8.8%) to moderate (V = 10.4–15.4%) and high (V = 20.0–28.1%).

## References

1. State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2024. (2024). Ministry of Economic Development, Trade and Agriculture of Ukraine. Kyiv. Available from: <https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr> (in Ukrainian).
2. Boychuk I. V. (2020). Substantiation of the selection of winter wheat varieties for the conditions of the southern steppe of Ukraine. The 7th International scientific and practical conference 'Topical issues of the development of modern science' (March 11–13, 2020). Sofia, Bulgaria, pp. 151–161 (in Ukrainian).
3. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinsky, M. V., Dubova, O. A. (2015). Peculiarities of stem length formation in winter wheat breeding numbers depending on their genotypes and growing conditions. *Agribiology: a collection of scientific papers*, no 1 (117), pp. 11–15 (in Ukrainian).

4. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koliuchy, V. T., Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O., Solona V. Y. (2012). Breeding evolution of Myronivka wheat. Mironivka, 326 p. (in Ukrainian).
5. Vlasenko V. A. (2008). Creation of source material for adaptive breeding and development of high-yielding wheat varieties in the Forest-Steppe of Ukraine. Dissertation of Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.05 plant breeding; SGA-NCNS. Odesa, 419 p. (in Ukrainian).
6. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinsky M. V. (2015). Principles of selection of pairs for hybridisation in breeding winter wheat *T. aestivum* L. for adaptability to environmental conditions. *Factors of experimental evolution of organisms*, Vol. 16, pp 92–96 (in Ukrainian).

## **CHARACTERISTICS OF THE SPIKE IN F<sub>2</sub> AND F<sub>3</sub> WHEAT HYBRIDS DEVELOPED AT UMAN NATIONAL UNIVERSITY OF HORTICULTURE**

**Zh. M. Novak, I. V. Synook, M. A. Novak**

*Uman National University*

Wheat is one of the world's principal cereal crops. In traditional folklore, a good wheat harvest has always been associated with prosperity and abundance. Population growth and climate change, which have become more frequent in recent years, necessitate the development of high-yielding wheat varieties with good grain quality and adaptation to specific soil and climatic conditions. This stimulates the intensification of breeding programs.

The collections of the National Centre for Plant Genetic Resources of Ukraine at the V. Ya. Yuriev Institute of Plant Production of the National Academy of Agrarian Sciences contain a broad genetic diversity of spring cereal crops of various ecological and geographical origins. Their comprehensive evaluation by a complex of valuable agronomic traits accelerates the breeding process. The collection of common spring wheat includes 2,856 accessions, both domestic and foreign in origin. V.A. Muzafarova, O.I. Padalka, V.K. Riabchun, and I.A. Petukhova [1] studied the adaptability and yield stability of these accessions.

M.V. Lozinskyi, L.A. Burdeniuk-Tarasevych, and O.A. Dubova [2] conducted hybridization between winter wheat accessions belonging to different ecotypes. They analyzed, in particular, the expression and variability of the number of grains per plant in F<sub>1</sub>–F<sub>2</sub> hybrids and their parental forms. The highest heterosis effect was observed in crosses between ecologically and geographically distant forms. Their results confirmed that hybridization between local adapted varieties and forms of different ecotypes allows the creation of a significant reserve of genotypic variability in the number of grains per plant.

Varieties of different ecotypes are adapted to the environmental and climatic zones in which they were developed. Accessions differ in growth rate, vegetation

period length, plant height, and tolerance to adverse environmental conditions [3]. Crossing varieties with contrasting morphological, biological, and physiological characteristics and differing genetic potential for productivity and resistance to biotic and abiotic stresses produces a wide diversity of new genotypes.

Distant hybridization produces particularly wide phenotypic diversity. Although it is labor-intensive, it provides a broader spectrum of genotypic variability. At the Department of Genetics of the Plant Breeding and Genetics Institute – National Centre of Seed and Cultivar Investigation, several primary introgressive wheat lines have been developed through distant hybridization. These lines are characterized by disease resistance, high protein content in grain, and pubescence of leaves and spikes. Donors of useful traits included *T. dicoccum* Schuebl., *T. timopheevii* Zhuk., *Aegilops tauschii* Coss., as well as common and durum wheat, octoploid triticale, and rye [4]. However, some disadvantages of these lines and their donor sources include late maturity, low productivity, insufficient winter hardiness, and reduced grain quality [5, 6]. Crossing them with modern high-yielding, winter-hardy varieties with superior grain quality improved their agronomic performance.

To develop new high-yielding spring common wheat materials, interspecific hybridization is being conducted at the Department of Genetics, Plant Breeding, and Biotechnology of Uman National University of Horticulture, in particular, crosses of *T. aestivum* L. × *T. sphaerococcum* L.

The research was conducted in 2023–2024 at the experimental fields of the Department of Genetics, Plant Breeding, and Biotechnology, Uman National University of Horticulture. The spike parameters (length and number of spikelets) of F<sub>2</sub>–F<sub>3</sub> hybrid plants obtained through distant hybridization were analyzed and compared with the spring common wheat variety *Kitri* and the accession 135/24 (*T. sphaerococcum* L.).

The wheat samples were cultivated using the standard technology for spring cereals. The breeding material was sown on March 21, 2023, and April 1, 2024. The preceding crop was spring false flax (*Camelina sativa*).

Analysis of spike length and the number of spikelets per spike revealed a broader variation among F<sub>2</sub> hybrids compared with the spring wheat variety *Kitri* and the accession 135/24 (*T. sphaerococcum* L.). In the standard variety, these traits showed low variability ( $V = 9.4\%$  and  $9.6\%$ ), while in the accession 135/24 (*T. sphaerococcum* L.) — moderate variability ( $V = 17.6\%$  and  $13.6\%$ ). F<sub>2</sub> hybrids demonstrated high variation in spike length ( $V = 20.1\text{--}29.0\%$ ) and moderate variation in the number of spikelets per spike ( $V = 17.6\text{--}18.8\%$ ).

The spike length of the *Kitri* variety was 8.3 cm, that of the 135/24 sample (*T. sphaerococcum* L.) — 5.7 cm, and the number of spikelets per spike — 15.6 and 14.4, respectively. The F<sub>2</sub> hybrid *T. aestivum* L. × *T. sphaerococcum* L. had comparable values to the *T. sphaerococcum* L. sample (5.6 cm and 14.3 spikelets per spike). The hybrids obtained from the reciprocal cross *T. sphaerococcum* L. × *T. aestivum* L. occupied an intermediate position between the parents in spike length (6.3–6.4 cm) but exceeded them in the number of spikelets per spike (16.8–17.4).

In 2024, selected best F<sub>2</sub> genotypes were used to obtain F<sub>3</sub> plants. The spike length of *Kitri* was 6.7 cm, and that of 135/24 (*T. sphaerococcum* L.) — 6.0 cm. F<sub>3</sub> hybrids 338/24, 339/24 (*T. aestivum* L. × *T. sphaerococcum* L.), and 340/24–343/24 (*T. sphaerococcum* L. × *T. aestivum* L.) had spikes 5.8–6.4 cm long, which were significantly shorter than the standard but not significantly different from the 135/24 sample. Populations 344/24, 345/24, and 346/24 had spikes 7.8–8.6 cm long, significantly exceeding both parental forms by 1.1–1.9 cm and 1.8–2.6 cm, respectively. Variation was moderate (V = 11.5–18.4%), except in population 341/24, where it was high (V = 21.4%). Thus, in F<sub>3</sub> populations, a general leveling of spike length variability was observed.

The variation in the number of spikelets per spike among F<sub>3</sub> hybrids was wider. In parental forms, *Kitri* and 135/24 (*T. sphaerococcum* L.), variation was moderate (V = 15.2% and 12.4%). F<sub>3</sub> hybrids 338/24 (V = 19.4%), 339/24 (V = 19.0%), 342/24 (V = 10.8%), 343/24 (V = 12.7%), 344/24 (V = 18.4%), 345/24 (V = 11.3%), and 346/24 (V = 13.8%) showed mostly moderate variation, while accessions 340/24 and 341/24 exhibited high variability (V = 20.1–22.8%).

F<sub>3</sub> hybrid 346/24 exceeded the parental forms in the number of spikelets per spike (16.8). Hybrid 345/24 had the lowest value, being inferior to both the standard and the *T. sphaerococcum* L. sample by 1.1 spikelet per spike.

Thus, F<sub>2</sub> hybrids were significantly inferior to the standard in spike length (by 1.9–2.7 cm), while accessions 346/23 and 347/23 significantly exceeded the *T. sphaerococcum* L. sample by 0.6–0.7 cm. Spike length variation was low in *Kitri* (V = 9.4%), moderate in 135/24 (*T. sphaerococcum* L.) (V = 17.6%), and high in F<sub>2</sub> hybrids (V = 20.1–29.0%). F<sub>3</sub> hybrids 338/24, 340/24, 341/24, 342/24, and 343/24 were significantly shorter than the standard, whereas 344/24, 345/24, and 346/24 exceeded both parental forms. Spike length variation in most F<sub>3</sub> hybrids was moderate (V = 11.5–18.4%), except for hybrid 341/24 (V = 21.4%).

The number of spikelets per spike in F<sub>2</sub> hybrids ranged from 14.3 to 17.4, with accessions 346/23 and 347/23 significantly exceeding both parental forms. In F<sub>3</sub>, this trait ranged from 13.7 to 16.8. Sample 346/24 was comparable to the standard, while all other hybrids were significantly inferior. The number of spikelets per spike varied moderately in F<sub>2</sub> (V = 17.6–18.8%) and both moderately (V = 10.8–19.4%) and strongly (V = 20.1–22.8%) in F<sub>3</sub> hybrids.

## References

1. Muzafarova, V. A., Padalka, O. I., Ryabchun, V. K., Petukhova, I. A. (2015). Adaptability of spring wheat collection samples to the conditions of the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Genetic Resources*, no 16, pp.42–50 (in Ukrainian).
2. Lozinskyi M. V., Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Dubova, O. A. (2016). Types of inheritance of the number of grains per plant in F<sub>1</sub> hybrids and the formation process in F<sub>2</sub> hybrid populations of soft winter wheat obtained by hybridisation of different ecotypes. *Agribiology*, no 2, pp. 45–51 (in Ukrainian).

3. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinsky M. V. (2015). Principles of selection of pairs for hybridisation in breeding winter wheat *T. aestivum* L. for adaptability to environmental conditions. *Factors of experimental evolution of organisms*, Vol. 16, pp 92–96 (in Ukrainian).
4. Motsnyi, I. I., Lifenko, S. F., Koval, T. N. (2000). Inheritance of traits of resistance to fungal diseases by distant wheat hybrids with amphiploids. *Cytology and genetics*, T. 34, no 2, pp. 46–56 (in Ukrainian).
5. Motsnyi, I. I., Koval, T. N., Lifenko, S. F. (2000). Inheritance of frost and winter hardiness by distant wheat hybrids with amphiploids. *Cytology and genetics*, T. 34, no 6, pp. 9–20 (in Ukrainian).
6. Motsnyi, I. I., Blahodarova, O. M. (2004). Inheritance of disease resistance and morphological traits in hybrids of soft wheat with introgressive lines. *Collection of scientific works of the Breeding and Genetic Institute - National Academy of Agricultural Sciences*, Vol. 6 (46), pp. 179–193 (in Ukrainian).

## ПОЛІМОРФІЗМ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЯК ДЖЕРЕЛО ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ

**Ж. М. Новак, В. П. Кулик**

*Уманський національний університет*

Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) — одна з найважливіших зернобобових культур світу, що відіграє ключову роль у харчуванні людини, особливо в країнах Латинської Америки, Африки та Азії. Вона була одомашнена корінними племенами Америки ще у доколумбовий період. Проте час її одомашнення, за археологічними даними, був різним у різних племенах Анд, Аргентини та Мексики Найдавніші знахідки одомашненої квасолі налічують 4300–8000 р [1].

Квасоля є основним джерелом харчування для понад 300 млн людей Східної Африки, Латинської Америки, забезпечуючи 65 % загального білка, 32 % енергії і мікроелементів, зокрема, заліза, цинку, тіаміну, фолієвої кислоти. Щорічне виробництво квасолі – близько 12 млн т, зокрема 5,5 і 2,5 млн т — у країнах карибського басейну та Африки. Найбільшим її виробником є Індія, де щороку вирощується близько 4 млн т. також потужними виробниками квасолі є: Бразилія, Мексика, Демократична республіка Конго, Танзанія, Уганда. Найвище споживання квасолі у Бурундії, Кенії та Руанді — 31–66 кг на душу населення, що становить близько 160 г/день [2].

Зерно квасолі містить високий рівень білка, що за амінокислотним складом наближається до тваринного, значну кількість харчових волокон, мікро- і макроелементів. Систематичний огляд і мета-аналіз показали, що споживання квасолі звичайної призводить до зниження рівня холестерину на ~19 %, ризику серцево-судинних захворювань на ~11 % і ішемічної хвороби серця на ~22 % [3]. Також квасоля має потенціал як носій для біофортифікації залізом — її зерно може містити до ~10 мг/100 г заліза за умови селекції. Середній вміст заліза у зерні квасолі складає 55 мг/г, проте створено сорти з

вищим його вмістом (до 94 мг/г). Разом з тим, селекція має бути спрямована не лише на покращення вмісту зерна, а й на отримання вищої врожайності та стійкості проти біотичних та абіотичних чинників [2].

Для ефективної селекції та збереження генетичних ресурсів важливо розуміти поліморфізм і генетичну різноманітність культури.

У *Phaseolus vulgaris* L. виявлено два основні генетичні гено-пули: мезоамериканський і антський [1].

Kamal Mohammad-Said Ahmad [4] аналізував генетичну різноманітність 20 генотипів звичайної квасолі, які походять з різних джерел, вивчали за допомогою 9 мікросателітних (SSR) маркерів. Аналіз 9 SSR локусів виявив 32 алелі, в середньому по 3,5 алелі на маркер. Значення PIC (Polymorphism Information Content) для пар праймерів SSR коливалися від 0,37 (BM154) до 0,68 (BM199), в середньому 0,47. Високе різноманіття серед генотипів звичайної квасолі з різних генетичних пулів свідчить про те, що схрещування між цими регіонами прискорить процес створення різноманітного генофонду та розширить ресурси генофонду звичайної квасолі.

У китайській провінції Чунцін досліджено 115 зразків насінневого матеріалу звичайної квасолі, зібраних із 27 округів Чунцін протягом трьох років (2015–2017). Генетична різноманітність цих ресурсів була високою, із середнім індексом різноманітності 1,447. Серед якісних ознак різноманітність кожного органу ранжувалася так: насіння ( $H' = 1,40$ ) > біб ( $H' = 1,062$ ) > рослина ( $H' = 0,64$ ) > листок ( $H' = 0,565$ ). Для кількісних ознак різноманітність ранжувалася так: насіння ( $H' = 2,021$ ) > біб ( $H' = 1,989$ ) > фенологія ( $H' = 1,941$ ) > рослина ( $H' = 1,646$ ).

Кластерний аналіз розподілив 115 зразків на чотири кластери. Зразки першого та четвертого кластерів були характерні для андського генофонду, тоді як біотики другого кластеру відповідали мезоамериканському генофонду. Зразки третього кластеру мали комбіновані характеристики обох генофондів і були класифіковані як інтрогресивний тип.

Чотири головні компоненти пояснювали 40,30% морфологічної різноманітності. Перша головна компонента характеризувала ознаки росту рослини, друга – ознаки квітки, третя – ознаки насіння, а четверта – ознаки бобу.

Це свідчить про те, що фенотипова мінливість у насінні є найвищою серед усіх органів квасолі.

Використання поліморфізму і генетичної різноманітності має вирішальне значення для створення нових сортів квасолі з підвищеним рівнем продуктивності, стійкістю до абіотичних (посуха, засолення) і біотичних (хвороби, шкідники) стресів. Наприклад, дослідження генетичного картування (MAGIC-популяція) дозволило ідентифікувати QTL для агрономічних ознак у посушливих умовах [2]. Поліморфні маркери, зокрема SNP-платформа (>800 SNP) для 708 генотипів з південної Африки, дозволяють контролювати якість насіння і спрямовувати молекулярну селекцію [6]. Проте існують виклики: звичайні сорти мають вузьку генетичну базу, тому важливо залучати дикі та місцеві генотипи для розширення генофонду.

Високий рівень поліморфізму означає, що в генетичних ресурсах вже існують варіанти з контролем за ключовими ознаками: колір і форма насіння, стійкість до вилягання, засухостійкість, продуктивність. Наприклад, кластерний аналіз (дотичні маркери) чітко розділив генотипи на кластери згідно походження (Андська/Мезоамериканська) [5]. Це дає можливість селекціонерам свідомо комбінувати генетичні пулу для отримання гібридів із покращеними характеристиками.

Звичайна квасоля — цінна харчова культура з великим потенціалом у сфері селекції завдяки високому рівню поліморфізму і генетичної мінливості. Ефективне використання цих ресурсів може сприяти підвищенню продуктивності, покращенню харчової цінності (зокрема білка і мікроелементів), створенню високоврожайних сортів, адаптованих до конкретних умов вирощування.

В Уманському національному університеті садівництва створено колекцію зразків квасолі з метою селекційних, дослідних робіт та експонування.

### Список посилань

1. Mensack, M.M., Fitzgerald, V.K., Ryan, E.P. et al. Evaluation of diversity among common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from two centers of domestication using 'omics' technologies. *BMC Genomics* 11, 686 (2010). <https://doi.org/10.1186/1471-2164-11-686>
2. Nicolai Petry, Erick Boy, James P. Wirth, Richard F. Hurrell. Review: The Potential of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) as a Vehicle for Iron Biofortification. *Nutrients* 2015, 7 (2), 1144–1173; <https://doi.org/10.3390/nu7021144>
3. Nchanji, E.B.; Ageyo, O.C. Do Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Promote Good Health in Humans? A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical and Randomized Controlled Trials. *Nutrients* 2021, 13, 3701. <https://doi.org/10.3390/nu13113701>
4. Kamal Mohammad-Said Ahmad. 2018. “Genetic Diversity of Common Bean (*Phaseolus Vulgaris*) Cultivars from Different Origins Revealed by Microsatellite Markers”. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology* 17 (4):1–9. <https://doi.org/10.9734/JABB/2018/40779>.
5. Juechen Long, Jijun Zhang, Xiaochun Zhang, Jing Wu, Hong Chen, Ping Wang, Qiang Wang, Chengzhang Du. Genetic Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplasm Resources in Chongqing, Evidenced by Morphological Characterization. *Frontiers in Genetics*. 2020. Vol. 11, 697. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00697>.
6. Raatz, B., Mukankusi, C., Lobaton, J.D. et al. Analyses of African common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm using a SNP fingerprinting platform: diversity, quality control and molecular breeding. *Genet Resour Crop Evol* 66, 707–722 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00746-0>

## ЗНАЧЕННЯ ІНТРОДУКЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ЗЕРНЯТКОВИХ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

**О. А. Опалко, А. І. Опалко**

*Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, м. Умань*

*e-mail: opalko\_o@ukr.net; ORCID ID: 0000-0003-3081-0648;*

*e-mail: opalko\_a@ukr.net; ORCID ID: 0000-003-0664-378X*

Необхідність залучення інтродукованого вихідного матеріалу як ефективного засобу мобілізації світових генетичних ресурсів для селекційно-генетичного вдосконалення культивованих рослин, і зокрема зерняткових плодкових культур, підтверджується віковою практикою селекції й родоводами багатьох відомих сортів. Варто згадати лише славетний український сорт яблуні ‘Слава переможцям’, створений майже сто років тому на Мліївській дослідній станції садівництва (нині Дослідна станція помології імені Л. П. Симиренка Інституту садівництва НААН України). Сорт відібраний в потомстві від схрещування сортів ‘Паперівка’ і ‘Мекінтош’. Обидва сорти можна вважати інтродуцентами, адже ‘Паперівка’ належить до місцевих прибалтійських сортів, а ‘Мекінтош’ (‘McIntosh’) отриманий у 1835 році канадським фермером Джоном Макінтошем (John McIntosh, 1777–1845) як сіянець невідомого походження, вегетативно розмножений ним щепленням і невдовзі поширений на Американському континенті і в Європі. Нещодавно, за даними валідації родоводу сортів яблуні, виконаної методами аналізу спільних гаплотипів (Howard et al., 2021), було висловлене припущення, що ‘Мекінтош’ міг бути сіянцем другого покоління від вільного запилення сорту ‘Феймез’ (‘Fameuse’). Тобто ‘Феймез’ можна вважати ймовірним дідусем сорту ‘Мекінтош’, а не материнським родителем, як вважалося донедавна.

При цьому ‘Паперівка’ поширилася в Поліссі й Лісостепу України як сорт народної селекції, без точної дати його інтродукції, а з 1928 року був районований. ‘Паперівка’ протягом багатьох років розмножувалася і набула популярності в аматорському садівництві України під назвами ‘Папіровка’, ‘Папірка’, ‘Алебастрове’, ‘Налив білий прибалтійський’ задовго до районування й здебільшого сприймалася населенням як місцевий сорт. Натомість ‘Мекінтош’ потрапив в Україну значно пізніше й поширився завдяки неперевершеним смаковим якостям й чудовому аромату плодів. Сорт був районований у середині минулого сторіччя, однак невдовзі був вилучений з виробництва з причин недостатньої стійкості щодо хвороб. Зважаючи на те, що господарче-цінні ознаки кожного гібриду (майбутнього сорту), як і решта ознак, формуються під контролем генів ядра і цитоплазми, селекціонери враховують реципрокні ефекти, що проявляються у відмінностях між потомством від прямих і зворотних схрещувань тих самих генотипів, адже плазмогени передаються лише через материнську форму гібриду. Також відомо, що саме плазмогени контролюють прояви ознак адаптивності до місцевих умов. У зазначеному прикладі обидва сорти, і ‘Паперівка’, і

‘Мекінтош’ — інтродуценти, однак ‘Паперівка’ так довго розмножувалася в Україні й настільки адаптувалася до умов Полісся й Лісостепу України, що цей сорт можна визнати натуралізованим, а значить близьким за рівнями толерантності щодо середовищних стресів до старих місцевих сортів. Відповідно сорт ‘Слава переможцям’ отримано з комбінації схрещування, в якій квітки ‘Паперівки’ були запилені пилком ‘Мекінтоша’. Плоди цього сорту досягають пізніше ‘Паперівки’, однак значно раніше, ніж ‘Мекінтоша’, а також вдало поєднують адаптованість дерев ‘Паперівки’ зі смаковими якостями й ароматом плодів ‘Мекінтоша’. Вони мають цікаве жовтувато-зелене з темно-червоним рум’янцем забарвлення і з легким, менш інтенсивним, ніж у ‘Мекінтоша’, сизим нальотом. Натомість у потомстві реципрокної комбінації (Мекінтош×Паперівка) не вдалося відібрати цінні сійні.

Інтродукція селекціонерами розуміється як ввезення й залучення в селекційний процес генотипів (видів, сортів тощо) в агрокліматичні зони, в яких вони раніше не вирощувалися, хоча іноді інтродукцією називають звичайне завезення нових сортозразків з-за кордону (Поліщук та ін., 2022). Ботаніки ж характеризують інтродукцію як *«цілеспрямовану діяльність із уведення в культуру певного природно-історичного регіону нових родів, видів, сортів і форм рослин або переселення їх із природи в культуру...»* (Красовський та ін., 2022). Це дає підстави зіставляти історію первинної інтродукції рослин з початком їхньої доместикації (Рахметов & Рахметова, 2021), що суттєво зміщує гносеологічні акценти проблеми. У вище-цитованих (Булах & Попіль, 2020; Красовський та ін., 2022; Рахметов & Рахметова, 2021) та інших повідомленнях, а також в наших розвідках аналізуються не лише переваги залучення у селекційні програми інтродукованого вихідного матеріалу, а й проблеми неконтрольованого розповсюдження агресивних інтродуцентів з інвазійними потенціями у місцеву флору; проблеми небажаної інтродукції бур’янів, насіння яких завозиться з корінням саджанців; наслідки потрапляння екзотичних збудників хвороб і шкідників, які в нових умовах стають небезпечнішими, аніж в нативних. Заходи щодо здійснення державного контролю за дотриманням карантинного режиму в Україні при ввезенні, зберіганні та реалізації імпортованої плодоовочевої продукції та садивного матеріалу були не завжди ефективними і в минулому, а в умовах воєнного стану ще більше ослабли.

Специфічність використання інтродукованого вихідного матеріалу для селекції плодівих культур визначається не лише канонами сучасної теорії й методології інтродукції рослин, а й зумовлюється державною політикою щодо фінансування фундаментальних і прикладних селекційно-генетичних досліджень. У світі функціонують принаймні три різні моделі селекції плодівих культур (Bassi et al., 2024). У найбільш ефективних країнах-виробниках плодоягідної продукції, таких як Франція, Італія, Іспанія, Австралія, Ізраїль, Нова Зеландія та частково США, практична селекція зосереджена переважно у спеціалізованих приватних сільськогосподарських підприємствах та у плодівих розсадниках. Друга модель фінансування селекційно-генетичних досліджень, іменована *«державною»*, ґрунтується на

університетській науці та наукових розробках бюджетних наукових установ. Є також приклади «змішаної» державно-приватної моделі, як Національний дослідницький інститут сільського господарства, продовольства та навколишнього середовища (INRAE) у Франції, дослідження якого зосереджується на початкових фазах селекційного процесу: підтримка колекцій зародкової плазми (місцевої й інтродукованої), підбір пар для схрещування, а іноді перші етапи оцінювання й добору гібридних сіянців, натомість заключні етапи оцінювання, добору й станційного сортовипробування здійснюються приватними розсадниками та виробниками, з метою підвищення ефективності комерційної експлуатації й швидкого впровадження новостворюваних сортів.

В Україні наразі функціонує спотворена рудиментами тоталітарної спадщини друга модель фінансування всієї національної науки й селекційно-генетичних досліджень зокрема. Намагання впровадження «змішаної» державно-приватної моделі, яка за умови створення належної законодавчої бази могла би не лише зменшити навантаження на Державний бюджет, а й сприяла б формуванню експортного потенціалу наукових результатів, гальмується відсутністю дієвих механізмів контролювання виконання Закону України «Про охорону прав на сорти рослин», котрий за змістом загалом відповідає положенням «Міжнародної конвенції з охорони нових сортів рослин», однак повсюдне нехтування правами авторів новостворюваних сортів, демотивує активно працюючих селекціонерів, а також, що найболючіше, знецінює статус науковця й привабливість селекційно-генетичної науки для талановитої молоді.

### Список посилань

1. Bassi, D., Acquafredda, V., Barbieri, S., Catalano, L. and Gasic, K. (2024). Fruit crops genetics and breeding: technical, legislative and legal aspects. *Acta Horticulturae*. 1413, 1–12. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2024.1413.1>.
2. Howard, N. P., Peace, C., Silverstein, K. A., Poets, A., Luby, J. J., Vanderzande, S., ... & Van de Weg, E. (2021). The use of shared haplotype length information for pedigree reconstruction in asexually propagated outbreeding crops, demonstrated for apple and sweet cherry. *Horticulture research*. Vol. 8. 202. P. 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00637-5>.
3. Булах, П. Є., & Попіль, Н. І. (2020). Негативні тенденції у розвитку інтродукції рослин. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин в умовах глобальних змін навколишнього середовища: матеріали Міжнар. наук. конф., (м. Київ, 22–24 вересня 2020 року)*. Київ : Ліра-К. С. 44–47.
4. Красовський, В. В., Федько, Р. М., & Черняк, Т. В. (2022). Огляд сучасної теорії і методології інтродукції рослин. *Modern aspects of scientific research in the context of modernization of biological and natural science education: Scientific monograph*. Riga: Baltija Publishing. С. 129–153. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-257-9-7>.
5. Поліщук, В. В., Опалко, А. І., Балабак, А. Ф., Опалко О. А., Миколайко В. П., & Козаченко І. В. (2022). *Біоекологія. Термінологічний словник-*

довідник: Навчальний посібник [За ред. проф. В. В. Поліщука]. Умань: УНУС. 472 с.

6. Рахметов, Д. Б., & Рахметова, С. О. (2021). Глобальні наслідки інтродукції рослин та збереження фіторізноманіття. *Глобальні наслідки інтродукції рослин в умовах кліматичних змін: Матеріали міжнародної наукової конференції присвяченої 30-річчю Незалежності України (м. Київ, 5–7 жовтня 2021 року)*. Київ: Видавництво Ліра-К. С. 49–52.

## ВПЛИВ КУЛЬТУРИ *IN VITRO* НА СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ СОМАКЛОНАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ СПЕЛЬТИ

Д. Ю. Палеха<sup>1</sup>, Б. В. Моргун<sup>1,2</sup>, І. О. Нітовська<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ

Важливим питанням сучасної біотехнології є надання корисних ознак певним видам рослин. Такими ознаками можуть бути стійкість до посухи, хвороб, або більша продуктивність рослини. Через генетичні та молекулярні зміни, які виникають при явищі соматклональної мінливості, є можливість отримати фенотипово різноманітні та більш продуктивні рослини в межах одного генотипу, що є важливим не лише для біотехнології, а і для селекції. Дослідження пшениці спельти є перспективним через її більшу стійкість до захворювань і невибагливість до умов вирощування, а також значну поживну користь. Метою проведеної роботи було дослідити структурно-морфологічні параметри рослин-регенерантів спельти, отриманих в культурі незрілих зародків, покоління R<sub>1</sub> у порівнянні зі вихідними формами.

Насіння вихідних генотипів (український сорт Зоря України, німецький сорт Filderweiss, швейцарський сорт Oberkulmer Rothkorn та українська селекційна лінія *T. spelta* 4 (УК 4С/15)) репродукції 2022 року було люб'язно надано Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України. У культурі незрілих зародків вихідних генотипів були отримані рослини-регенеранти, частина з яких при вирощуванні у теплиці утворила насіння покоління R<sub>1</sub>. Насіння соматклональних варіантів R<sub>1</sub> та насіння вихідних форм репродукції 2022 року було висіяно на дослідній ділянці Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України восени 2023 року. Рослини пшениці спельти для проведення структурно-морфологічного аналізу збирали після повного дозрівання.

Проведено обрахунок структурно-морфологічних параметрів чотирьох вихідних генотипів і 20 отриманих від них соматклональних форм. Проаналізовано наступні параметри рослин спельти: висота рослини, довжина колосу, кількість колосків, маса листостебельної частини, маса колосу, маса та кількість зерен у колосі, коефіцієнт господарської ефективності (Кге). Для попарного порівняння середніх значень параметрів вихідних генотипів і їх

сомаклонів використовували t-критерій Стьюдента. Для порівняння середніх значень параметрів у певних групах рослин (вихідні генотипи або рослини одного генотипу) використовували однофакторний дисперсійний аналіз Welch ANOVA з подальшим множинним попарним порівнянням середніх значень за допомогою Games-Howell тесту за використання статистичного пакету Pingouin. Результати вважалися статистично значущими при  $p < 0,05$ .

У результаті проведених вимірів і обчислень, було виявлено значущі відмінності між вихідними генотипами, вихідним генотипом і сомаклональними варіантами та між сомаклональними варіантами одного генотипу за усіма параметрами структурно-морфологічного аналізу. Показано, що сорт Oberkulmer Rothkorn мав найбільші середні значення досліджуваних показників серед усіх інших вихідних рослин, окрім коефіцієнту господарської ефективності. За Кге найкращими були сорти спельти Зоря України та Filderweiss. Серед сомаклональних варіантів рослин сорту Зоря України та сорту Oberkulmer Rothkorn спостерігали лише зменшення досліджуваних параметрів, або без значущої різниці у порівнянні з їх вихідними формами. У сомаклонів сорту Filderweiss спостерігали значуще збільшення середніх значень усіх параметрів структурно-морфологічного аналізу або відсутність змін, окрім Кге. За коефіцієнтом господарської ефективності сомаклони 8, 24 і 32 поступались вихідним рослинам. Сомаклон 41 мав значущо більші значення середньої ваги колосу і зерна у порівнянні з іншими сомаклональними формами та вихідними рослинами генотипу Filderweiss, що робить даний сомаклон перспективним для отримання нових продуктивних форм спельти. Досліджувані параметри сомаклональних варіантів рослин лінії *T. spelta* 4 або відповідали таким у рослин вихідної форми, або були меншими за такі вихідних рослин (висота рослини), або більшими (довжина колосу, вага колосу і зерна, кількість зерен у колосі, Кге), або зміни параметрів відбувались як у напрямку збільшення, так і зменшення (кількість колосків у колосі, вага соломи).

У висновку проведеного дослідження виявили сомаклональну мінливість серед рослин-регенерантів спельти за такими ознаками: висота рослини, довжина колосу, кількість колосків, маса колосу, маса зерен з колосу, кількість зерен у колосі, коефіцієнт господарської ефективності. Було встановлено що зміни показників дуже різнились залежно від генотипу. Серед сомаклональних варіантів генотипів Зоря України й Oberkulmer Rothkorn спостерігали або значуще зменшення середніх значень показників параметрів, або відсутність змін. Тоді як для генотипів Filderweiss і *T. spelta* 4 виявляли також значуще збільшення середніх показників параметрів, зокрема ваги і кількості насіння. Сомаклональну лінію номер 41 сорту Filderweiss, а також сомаклональну форму номер 1 селекційної лінії *T. spelta* 4 було визначено найперспективнішими для подальших досліджень через значущо більші середні значення ваги і кількості зерна у колосі у порівнянні з їх вихідними формами. Отримані дані свідчать про високу генетичну пластичність рослин сорту Filderweiss і *T. spelta* 4, що робить їх перспективними для отримання більш продуктивного матеріалу, використовуючи культуру незрілих зародків.

## ВИКОРИСТАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *VACCINIUM* L. У ДЕКОРАТИВНОМУ САДІВНИЦТВІ ТА СИСТЕМАТИЧНЕ ЇХ ПОЛОЖЕННЯ

А. А. Пиж'янова, А. Ф. Балабак

Уманський національний університет, Україна

Особливе місце серед нетрадиційних ягідних культур займає родина Вересових (*Ericaceae* Juss.), яка включає роди — Журавлина (*Oxycoccus* Hill.), Лохина, Чорниця, Брусниця (*Vaccinium* L.), які цікаві не тільки своєю біологією, екологією, географією та історією, однак і практичною цінністю [1, 2, 5–7]. В Україні представники роду *Vaccinium* L. (Лохина, Буяхи, Чорниця звичайна, Брусниця) вважаються нетрадиційними для вітчизняного садівництва рослинами, однак з ростом добробуту населення зацікавленість до багатьох перспективних, але наразі недооцінених у нашій країні видів цього роду, що здебільшого відомі вузькому колу любителів аматорського садівництва, значно зріс.

Рослини швидкорослі, за сприятливих умов довговічні, розмножуються насінням, відсадками, живцями та *in vitro* [1, 6, 7]. Одним з методів збереження малопоширених плодкових і декоративних рослин є введення їх в культуру та проведення досліджень з онтогенезу і способів прискореного розмноження. В умовах хаотичної інтродукції досліджуваних видів і сортів важливо зосередити увагу на необхідності широкого використання їх у плодівництві і декоративному садівництві, що нині є одним з актуальних питань [1–4].

Дотепер вважалось, що рід *Vaccinium* L. нараховує близько 200 видів, які зустрічаються у Північній Америці, Європі і Азії, тропічних районах, а також в північних полярних умовах. Основні види, які є в Україні і представляють значний інтерес для плодівництва і декоративного садівництва — це Лохина, Буяхи (*V. uliginosum* L.), Чорниця звичайна (*V. myrtillus* L.) та Брусниця (*V. vitis-idaea* L.) [1–3]. В Україні ареал видів роду *Vaccinium* L. поширений в основному, в Прикарпатській, Закарпатській, Волино-Подільській височинах та на Поліссі [5].

Мета роботи полягала у вивченні і розширенні можливостей практичного використання *Vaccinium corymbosum* L. у декоративному садівництві та плодівництві. Для розробки наукових основ вирощування даного виду вивчались особливості онтогенетичного розвитку і систематичне положення у філогенетичній системі.

Рід *Vaccinium* L. включає в себе кущі і напівкущики, яким властивий значний поліморфізмом, як правило, з дрібними однорічними або багаторічними листками. Квітки актиноморфні, поодинокі, у верхівкових та пазушних китицях, або 2–3 у суцвіттях мітелках. Чашечка зростається із зав'язю, чотири-п'яти зубчаста. Віночок зрослопелюстковий, глечикоподібний, кулястий, циліндричний або дзвоникоподібний. Після відцвітання віночок опадає. Андроцей з 8–10 тичинок, вільних, прикріплених тичинковими нитками до надтичинкового диску, близько до краю трубочки

віночка. Пиляки складаються з двох пилкових гнізд і відкриваються на верхівці отворами, пов'язаних у деяких видів шпорцями або остистопоподібними придатками. Стовпчик з витягнутою або головчастою приймочкою. Зав'язь нижня, 4–5-гніздна. Плід — ягода, з тоненьким мезокарпієм, зазвичай з 4–5 багатонасінневими гніздами, блакитного забарвлення, з сизуватим нальотом і зеленою м'якоттю.

На Європейському континенті найбільш поширеними видами роду *Vaccinium* L. є Лохина, Буяхи (*Vaccinium uliginosum* L.) і Чорниця звичайна (*V. myrtillus* L.), які пристосовані до різних ґрунтово-кліматичних умов [1, 7].

*Vaccinium uliginosum* L. згідно з «Великим тлумачним словником сучасної української мови» «Лохина» — кушова рослина родини брусничних (вересових) із темно-блакитними їстівними ягодами (буяхи, лохина, борина лозянка, борівка глухія, глухія, лохія, п'яна ягода, п'яниця, сивачки, яфон) [3,4].

*Vaccinium myrtillus* L. — чорниця звичайна або чорниця миртолисткова (афина, борина, борівка, борівка чорна, чорниця, ялинник) [1, 2]. Листопадний кущик заввишки до 60 см із зеленим стеблом, який має здатність до здерев'яніння лише в базальній частині, має поодинокі квітки з п'ятизубчастим віночком білого, рожевого або червоного забарвлення і їстівними плодами синьо-чорного кольору. Рослина широко поширена як у Євразії, так і в Північній Америці; росте у хвойних і змішаних лісах, у тундрі і високогір'ях. Плоди використовують у свіжому і переробленому вигляді. Ягоди і листки використовуються в медицині.

Провідною ягідною культурою цього роду в США і Європі є вид *Vaccinium corymbosum* L., який в Україні має різні назви — лохина, буяхи і чорниця. Культивовані сорти чорниці високорослої отримані від наступних трьох дикорослих видів — *Vaccinium australe* Small, (заввишки 2,0–4,0 м), *Vaccinium corymbosum* L. (2,0–4,5 м) і *Vaccinium angustifolium* Ait. (0,5 м) [6].

*Vaccinium corymbosum* L. — чорниця високоросла, чорниця садова, чорниця висока, чорниця щиткова, вакцініум щитковий, лохина щиткова, лохина висока, лохина високоросла, лохина деревоподібна, лохина садова, чорничне дерево, лохина канадська, ягідник щитковий [1, 5]. Листопадний вид із Північної Америки заввишки до 2 м с блідо-рожевими квітками. Плоди чорно-блакитні, їстівні, діаметром до 2,5 см (урожайність із однієї рослини до 10 кг). Листки восени набувають червоного забарвлення. Нині існує понад 25 сортів.

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, за різні роки, використовуються неоднакові видові назви чорниці високорослої — *Vaccinium myrtillus* L., *V. simulatum* Small., *V. corymbosum* L. та занесено наступні сорти чорниці Аврора, Аманда 818М, Блустар 701М, Чік 725М, Керрі 728С, Джонні 716Л, Драпер та Ліберті, Керрі, Чік та ін.

Ареал *Vaccinium corymbosum* L. сягає рівномірно вздовж атлантичного узбережжя Північної Америки, північна межа ареалу проходить у Канаді, в Онтаріо до району Великих озер. Вид зустрічається в заболочених лісах, на вологих відкритих галявинах.

Чорниця високоросла відрізняється складністю і великою варіабельністю ознак. Кущ, у цього виду, досягає висоти до трьох метрів. Коренева система у рослин чорниці високорослої змішана, густо розгалужена, розташовується у верхньому шарі ґрунту і не має кореневих волосків. Більшість коренів розташовуються в зоні навколо куща, в шарі ґрунту глибиною 40 см. У природних умовах зростання рослина чорниці високорослої використовує поживні речовини із ґрунту за допомогою ендотрофної мікоризи.

Виходячи з аналізу наведених даних, *Vaccinium corymbosum* L. належить до перспективного виду, який може бути використаний у декоративному садівництві і плодівництві.

### Список посилань

1. Балабак А.Ф., Пиж'янова А.А., Дмитрієв В.І. Чорниця високоросла (*Vaccinium corymbosum* L.): біологічні особливості, інтродукція, сорти, технологія розмноження і виробництва. К.: КТ «Забеліна–Фільковська Т.С. і компанія Київська нотна фабрика», 2017. 288 с.
2. Васюк Є.А., Мороз П.А. Таксономія видів роду *Vaccinium* та їх українські назви. Інтродукція рослин. К., 2014. № 1(61). С. 3–7.
3. Великий тлумачний словник сучасної української мови / укл. і голов. ред. В.Т. Бусел. К.; Ірпінь: Перун, 2005. 1728 с.
4. Гродзинський Д. М. Чотиримовний словник назв рослин (українсько-російсько-англійсько-латинський). К.: Фітосоціоцентр, 2001. 312 с.
5. Екофлора України. Том 6. Дідух Я.П., Коротченко І.А., Фіцайло Т.В., Мойсієнко І.І., Пашкевич Н.А., Якушенко Д.М., Шевера М.В. / Відпов. ред. Я.П. Дідух. К.: Фітосоціоцентр, 2010. 422 с. (стор. 344–345).
6. Pliszka K. Borówka wysoka. Warszawa, 2002. 154 P.
7. Pliszka K. Borówka wysoka czy amerykańska. Warszawa: Wydawnictwo «Działkowiec» Sp. z o.o. 2002. 121 P.

## БУЛЬБОУТВОРЮЮЧА ЗДАТНІСТЬ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ КАРТОПЛІ

А. А. Подгасцький<sup>1</sup>, Н. В. Кравченко<sup>2</sup>, І. А. Можарівська<sup>2</sup>, Б. М. Четверик<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет, Україна

<sup>2</sup>ДУ «Житомирська політехніка», Україна

Важливою особливістю картоплі є наявність багатого генофонду, використання якого у селекційній практиці створює широкі можливості для розв'язання більшості актуальних завдань, що виникають перед виробництвом і споживачами. Інтрогресія генів диких і культурних видів картоплі у селекційний матеріал сприяє розширенню генетичної основи сучасних сортів, зокрема підвищенню їх адаптивного потенціалу, що є одним із пріоритетних напрямів сучасної селекції.

Відповідно до загальноприйнятих методик було проведено дослідження реакції 26 складних міжвидових гібридів картоплі та їх беккросів на різні умови вирощування. Оцінювання здійснювали з урахуванням метеорологічних факторів упродовж 2024–2025 рр. та специфіки природно-кліматичних зон України: північно-східного Лісостепу (Сумський національний аграрний університет, СНАУ), та південного Полісся (Інститут картоплярства НААН, ІК). Основним критерієм оцінки є продуктивність міжвидових гібридів картоплі.

Результати дослідження свідчать про високий потенціал міжвидових гібридів та їх беккросів. Було встановлено, що 24 % досліджених зразків продемонстрували урожайність понад 1000 г з гнізда. Найвищим показником відзначався дворазовий беккрос шестивидового гібрида 90.35с131, який сформував урожайність 1628 г/гніздо. Водночас зафіксовано суттєвий вплив зовнішніх умов на реалізацію потенційної продуктивності гібридів: максимальні показники спостерігалися лише за сприятливого поєднання кліматичних і агротехнічних факторів.

Унікальність міжвидових гібридів картоплі, їх беккросів – здатність формувати велику кількість бульб, про що свідчать результати наших досліджень.

Незважаючи на вплив метеорологічних умов у періоди вегетації 2024–2025 років, частка гібридів з дуже малою кількістю бульб у перерахунку на гніздо – 3,0 шт. і менше, досить невелика. Особливо це стосувалось 2024 і 2025 років. Значно більше зразків характеризувались невеликою здатністю зав'язувати бульби. Вони віднесені до класу 3,1–5,0 шт./гніздо. У 2024 і 2025 роках таку ж характеристику мав сорт-стандарт Анатан.



Рисунок 1 – Рослина сорту Анатан ( власне фото Кравченко Н.В.)

Водночас, за роки дослідження зразкам властива середня здатність формувати бульби. Клас з їх кількістю у межах 5,1–7,0 шт./гніздо був модальним у 2024 і 2025 роках. Це ж стосувалось більшості сортів-стандартів. Незважаючи на викладене, частка гібридів, віднесених до цього класу, порівняно невелика – 22,9–27,4%.

Частка зразків, які виділені в клас вище, дуже близькою виявилась, ніж середня здатність утворювати бульби – 7,1–9,0 шт./гніздо. Її різниця за роками становила лише 4,1%, а за 2024 і 2025 роки вона була тільки 0,2%.

Цінність досліджуваного матеріалу у здатності формувати велику і дуже велику кількість бульб у перерахунку на гніздо. Проте, виявлений значний вплив на прояв ознаки в нього метеорологічних умов у окремі роки виконання дослідження, що часто не співпадало з вираженням показника в міжвидових гібридів, їх беккросів. Наприклад, максимальну здатність зав'язувати бульби сорт Анатан проявив в 2024 році, а найбільша частка зразків з високим проявом ознаки відмічена в 2025 році, коли клас з числом бульб у гнізді більше 14 шт. виявився модальним.

Доведений значний вплив метеорологічних умов у роки виконання дослідження на здатність зав'язувати бульби міжвидовими гібридами та їх беккросами і сортами-стандартами.

Сприятливими для формування бульб виявились абіотичні чинники в 2025 році. Це стосувалось як сортів-стандартів, так і досліджуваного матеріалу. Максимальний прояв ознаки серед останнього мав одноразовий беккрос шестивидового гібрида, на одному з етапів створення якого використане самозапилення – 91.318–6 із значенням показника 31,5 бульби/гніздо. Лише на 0,5 бульби поступався йому одноразовий беккрос шестивидового гібрида 83.47с7.

Водночас, у зразків 90.35с394, 90.676/98 і 08.197/115 кількість бульб у перерахунку на гніздо в 2024 році виявилась меншою, ніж у сорту-стандарту Анатан.

Дещо інше спостерігалось у 2025 році. Серед стандартів максимальну кількість бульб за весь період виконання експерименту мав сорт Тетерів – 13,2 шт./гніздо. Вважаємо, умови періоду вегетації цього року були найбільш сприятливими для прояву ознаки у нього. Аналогічне стосувалось сорту Явір. Через це у 20-и зразків серед 29-и виділених за ознакою вираження показника було нижчим, ніж у сорту Тетерів. Викладене та максимальна кількість бульб серед зразків у беккроса 08.197/115–16,6 шт./гніздо засвідчували порівняно менш сприятливі умови для зав'язування бульб у міжвидових гібридів, їх беккросів, ніж у сортів-стандартів.

Різна реакція на зовнішні умови спостерігалась у сортів-стандартів та виділеного матеріалу у період вегетації картоплі 2025 року. Максимальне вираження показника відмічено в одноразового беккроса чотиривидового гібрида з походженням П56/75, на етапі створення вторинного міжвидового гібрида якого використане самозапилення 86.415с18–23,0 бульби/гніздо. Одинадцять зразків, або 38% від виділених, мали прояв ознаки 15 і більше бульб/гніздо і лише один – 83.47с51 поступався в цьому відношенні сорту-стандарту Анатан.

За середніми нашими даними усі виділені зразки перевищили вираження показника в кращого з сортів-стандартів Тетерів. Максимально це стосувалось згаданого раніше беккроса 83.47с7–2,1 рази. Тільки в трьох зразків прояв ознаки був менше 10 бульб/гніздо, а в інших трьох: 81.386с65, 83.47с7 і 91.318–6 він перевищував 15 бульб/гніздо.

Вважаємо, специфічний вплив метеорологічних умов спричинив різне зав'язування бульб у досліджуваних зразків впродовж двох років, що відбилось на величині коефіцієнта варіації показника. Нижче його значення, ніж у будь якого сорту-стандарту, виявлено в трьох гібридів: 86.197с14, 88.110с57 і 96.976с20, що свідчило не лише про високий прояв ознаки в них, але й стабільність її. Протилежне стосувалось зразків 81.386с65, 89.202с77 і 91.316–6, у яких значення показника становило 45 % і більше.

Незважаючи на наявність зразків з проявом ознаки в класі 9,1–11,0 у шестивидових гібридів, максимальна їх частка характеризувалась дуже великою кількістю бульб у гнізді – більше 13,0 шт., що становило близько третини від усіх виділених. Близькі дані поміж цього матеріалу отримані в класі 11,1–13,0 бульб/гніздо. Серед чотиривидових гібридів також виділені зразки в усіх класах, проте частка їх значно менша в останньому, ніж у шестивидових, саме в класі 11,1–13,0 бульб/гніздо виділені тривидові гібриди, а наявність шестивидових у останніх двох класах дозволяє вважати їх перспективними для використання в практичній селекції.

## ПЕРСПЕКТИВНИЙ СОРТ ХРИЗАНТЕМИ УВІНЧАНОЇ УСПІХ

**О. В. Позняк<sup>1</sup>, О. В. Пальонко<sup>1</sup>, С. І. Кондратенко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Дослідна станція «Маяк» Інституту овочівництва і баштанництва НААН, с. Крути, Україна

<sup>2</sup>Інститут овочівництва і баштанництва НААН, сел. Селекційне, Україна

На Дослідній станції “Маяк” Інституту овочівництва і баштанництва НААН проводиться селекційно-насінницька робота з малопоширеними рослинами овочевого напряму використання. В сучасних умовах особливий акцент у селекційних дослідження зроблено на розширення сортименту овочевих видів рослин, які відсутні у “Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні” і до недавнього часу імпортувалися з-за кордону. У селекційний процес постійно залучаються нові види рослин, для яких відпрацьовуються методологічні питання ведення селекції, сортовивчення і сортопробування, ведення первинного насінництва тощо. Створені сорти освоюються у виробництві в агроформуваннях різних форм власності та господарювання і у приватному секторі.

Цінним видом рослин, перспективним для використання у вітчизняному овочівництві, є хризантема увінчана (*Chrysanthemum coronarium* L.). Овочеві форми цього виду формують розетку соковитих листків, продуктивними

органами також є листки, молоді пагони та пуп'янки. Рослина синтезує важливі біологічно активні речовини: вітаміни, каротини, мікро- і макроелементи, прості та складні вуглеводи, протеїни, флавоноїди, лактони, ефірну олію; зелену масу використовують як дієтичний харчовий продукт.

На Дослідній станції «Маяк» Інституту овочівництва і баштанництва НААН створений новий перспективний сорт хризантеми увінчаної Успіх, який у 2025 р. переданий для проведення науково-технічної експертизи з метою державної реєстрації прав на нього (заявка на сорт № 2025460001 від 26.09.2025 р.). Урожайність зеленої маси у період збиральної стиглості (салатна стадія – фази «добре сформована розетка листків – початок стеблоутворення») нового сорту становить 20,9 т/га, що на 131,8 % більше за стандарт – сорт Еліксир. Рослини перспективної форми густо облистяні, у салатній стадії формують соковиті пагони першого порядку, що придатні для вживання у свіжому вигляді. Вміст у зеленій масі: сухої речовини 10,81 %, вітаміну С 8,50 мг / 100 г, цукру 2,15 %.

Сорт середньостиглий, початок збиральної стиглості настає на 30 добу після масових сходів. Період господарської придатності триває 19 діб, що на 7 діб більше за стандарт.

Сфери освоєння нового сорту – в агропідприємствах різних форм власності та господарювання та приватному секторі у відкритому і захищеному ґрунті.

## **ВПЛИВ НОРМИ ВИСІВУ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

**В. В. Поліщук, Ю. М. Притула**

*Уманський національний університет, Україна*

Врожайність пшениці озимої значною мірою залежить від вибору попередника та строків його збирання, що має важливе значення для запасів продуктивної вологи, які залишились у ґрунті і, відповідно – отримання високої польової схожості та задовільного розвитку рослин при вході у зиму. Від попередників залежить вологозабезпеченість ґрунту та строки сівби пшениці озимої. За вивчення попередників пшениці озимої визначено, що найбільше вологи у ґрунті залишалось на період сівби після гороху 124,6 мм та сидерального пару (вика яра + гірчиця) – 127,1 мм, значно менше – після пізніших попередників – гречки і сої, відповідно – 101,0 та 100,7 мм [1]. У середньому за сортами, найвищу врожайність – 4,48 т/га, пшениці озимої отримано після гороху, найнижчу - після сої (3,53 т/га). Після гречки врожайність становила 4,05 т/га, а після сої - 3,53 т/га [2]. Доведено, що врожайність зерна на 0,12–0,22 т/га більша, з насіння вирощеного після чорного пару, ніж зерна вирощеного після кукурудзи на силос [3]. У досліджах Інституту

зрошеного землеробства НААН України найвищу врожайність пшениця озима у період з 15 вересня по 5 жовтня забезпечувала за сівби після чорного пару [4].

Для кожного сорту норми висіву озимої пшениці необхідно вивчати диференційовано залежно від ґрунтово-кліматичних умов, попередника, рівня живлення, агротехніки, строків сівби та щорічно корегувати з урахуванням погодних умов осені і водного режиму ґрунту [5].

Доведено, що норми висіву насіння впливають на врожайність зерна пшениці озимої. В умовах Степу України після попередника озимий ріпак за норми висіву насіння пшениці озимої 5,0 млн. шт./га отримано врожайність 5,23 т/га, а за норми 4,0 млн. шт./га – 5,08 т/га зерна [6]. В умовах північного Степу найвищу врожайність пшениці озимої отримано у різновиду *Lutescen* за норми висіву 4,0 млн. шт./га – 7,3 т/га, а рослин різновиду *Erythrosperrum* – 3,5 та 4,0 млн. шт./га – 7,1 т/га. Збільшення або зменшення норми висіву призводило до зниження врожайності зерна [7].

В умовах Правобережного Лісостепу дослідження норм висіву насіння проводили з сортом НС-30, висіяного після попереднику озимий ріпак. Встановлено, що підвищення норми висіву насіння з 4,2 до 5,0 млн. шт./га забезпечило достовірне збільшення кількості продуктивних стебел – на 71 шт./м<sup>2</sup>.

Водночас, усі інші елементи структури врожаю за норми висіву 4,2 млн. шт./га були значно більшими, ніж за норми 5,0 млн. шт./га. Так, довжина колоса становила 7,0 см і була більша на 1,6 см, зерен у колосі було більше на 12,6 шт., а їх маса – на 0,55 г. Достовірно більшою була і маса 1000 зерен.

Достовірне підвищення продуктивного стеблостою за норми висіву 5,0 млн. шт./га, навіть за формування достовірно нижчих інших показників структури врожаю, забезпечило отримання значно більшої врожайності насіння, порівняно з нормою висіву 4,2 млн. шт./га.

У середньому за три роки врожайність насіння за норми висіву 5,0 млн. шт./га становила 5,90 т/га або була вищою на 0,15 т/га ( $НІР_{0,05}$  норма висіву = 0,01 т/га).

За роками досліджень спостерігалася аналогічна залежність. За сівби з нормою висіву 5,0 млн. шт./га врожайність насіння була більшою на 0,52 т/га, ніж за меншої норми висіву.

Найвищу врожайність насіння за обох норм висіву отримано у 2022 році, яка за норми висіву 5,0 млн. шт./га становила 6,30 т/га, а за норми 4,2 млн. шт./га - 6,19 т/га і була відповідно меншою на 0,11 т/га. У 2023 та 2024 роки рівень врожайності насіння був достовірно меншим, порівняно з 2022 р., але за сівби з більшою нормою висіву він був вищим, ніж за меншої норми.

Отже, норми висіву насіння впливають як на формування структури врожаю, так і на врожайність насіння. За вищої норми висіву 5,0 млн. шт./га врожайність насіння була достовірно більшою, ніж за меншої – 4,2 млн. шт./га.

### Список посилань

1. Бузинний М.В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Вип. 2. С. 106–116.
2. Бузинний М.В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників. *Збірник наукових праць ННЦ Інституту землеробства НААН*. 2015. Вип. 2. С. 106–116.
3. Захарова В.О., Хілько В.Т. Деякі аспекти агротехніки вирощування насінневого матеріалу озимої пшениці. *Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату*. Миколаїв: МДАУ, 2010. С. 145–147.
4. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України [монографія]. Херсон: Олдіплюс, 2011. 460 с.
5. Шокало Н.С., Сухар Ю.В. Вплив норм висіву на урожайність пшениці м'якої озимої. Збалансований розвиток агроєкосистем України: Сучасний погляд на інновації: тези доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції. Полтава. 2019. С. 10–11.
6. Гирка А.Д., Педаш О.О., Кулик І.О., Вінюков О.О., Іщенко В.А. Продуктивність пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву після ріпаку озимого в умовах Степу. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7(1). С. 30–36.
7. Вінюков О.О., Лапко О.Б. Вплив норм висіву на формування показників продуктивності пшениці озимої різновидів LUTESCENS та ERYTHROSPERMUM в умовах північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 7–13. DOI <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2023.18.1>

## REGIONS OF CULTIVATION AND PRODUCTIVITY OF SPELT WHEAT (*TRITICUM SPELTA* L.)

**S. P. Poltoretskyi, N. M. Poltoretska**

*Uman National University, Ukraine*

*e-mail: poltorec@gmail.com*

The principal global regions of wheat cultivation are characterized by an annual precipitation range of 600–800 mm. In Europe and Asia, wheat is predominantly grown in forest-steppe and steppe zones; in North America, on the prairies; in South America, within the Argentine Pampas; and in Australia and Pakistan, across steppe and semi-arid regions. Consequently, the major wheat-producing areas are concentrated in the steppe zones of Europe (southern Italy, Sicily, Hungary, the former Yugoslavia, the Czech Republic, Poland, Moldova, Ukraine, the North Caucasus, and the Volga region), Asia (Kazakhstan, Uzbekistan, Armenia, and central China), and North Africa. A common feature of most of these regions is periodic or chronic water deficit.

Wild relatives of wheat continue to occur in nature, primarily in arid and semi-arid steppe environments. The closest relatives of cultivated wheat, belonging to the genera *Aegilops*, *Haynaldia*, and *Agropyron*, are ecologically similar and predominantly inhabit steppe, upland, intermontane, and coastal plains and slopes with limited seasonal precipitation.

The exact number of species within the genus *Triticum* L. has not yet been definitively established. According to most classification systems, the highest species diversity is observed in Transcaucasia, which is therefore considered the primary center of wheat speciation. Several endemic wheat species have been identified in Georgia, and historical as well as botanical evidence consistently indicates Georgia, Azerbaijan, and Armenia as regions of original wheat diversification.

At present, the cultivated wheat gene pool is distributed worldwide and covers all continents. However, only two species-common (bread) wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum durum* Desf.) – have achieved global dominance. Early-maturing spring red-eared and red-grained forms are capable of limited cultivation even under extreme cold conditions, such as those of Verkhoyansk (Yakutia). Conversely, the southernmost limits of wheat cultivation in the Southern Hemisphere are also occupied by common wheat. Wheat is grown from sea level, and even below it in inland depressions (e.g., Azerbaijan), up to high-altitude regions reaching approximately 4,000 m above sea level (Peru).

More than 4,000 wheat cultivars are currently known. They differ in spike morphology (awnedness, color, pubescence, density), threshability, grain coloration, growth habit (winter, spring, facultative), maturity rate, resistance to lodging and diseases, tolerance to unfavorable soil and climatic conditions (including drought and overwintering), as well as milling, baking, biochemical, and other agronomically valuable traits.

According to forecasts of the International Grains Council for the 2025/2026 marketing year, global wheat production is expected to reach 805–830 million tons, with a harvested area of approximately 215–225 million hectares.

At the beginning of the 20th century, spelt wheat (*Triticum spelta* L.) was widely cultivated in mountainous regions of Central Europe, particularly in southwestern Germany, Switzerland, Austria, and to a lesser extent in France and Italy. A distinct local group of spelt persisted in northern Spain (Asturias). Smaller cultivation areas were also reported in Yugoslavia and Belgium. On the island of Gotland (Sweden), pure stands of spelt were maintained until 1924, and mixed stands with other hulled wheat species until 1965.

The earliest reports of spelt cultivation in Asia originate from Iran, where the crop was identified in the Hamadan Mountains. Subsequent studies confirmed the presence of typical spelt forms, including pure stands located near Shahrekord at elevations of 2,300–2,500 m above sea level, representing the upper altitudinal limit of cereal cultivation.

Occurrences of spelt have also been documented in Central Asia. Although early reports from the Khiva Oasis (Uzbekistan) remain unconfirmed, later findings

recorded spelt plants within common wheat fields in the Samarkand region of Uzbekistan and the Tashauz region of Turkmenistan. Individual spelt spikes were collected in Tajikistan, Turkmenistan, and Uzbekistan, while pure stands were first reliably identified in the Isfara district of northern Tajikistan.

Extensive collections of spelt germplasm have been studied in Azerbaijan, with additional confirmed occurrences in Armenia and Georgia. Spelt cultivation was also reported in oases of the Northern Sahara, where the variety *T. spelta* var. *saharae* Ducell., characterized by inflated spikes, was described. Although some authors previously classified this form as an inflated type of common wheat, its morphological characteristics correspond to typical spelt wheat.

Currently, spelt wheat is cultivated on limited areas in several European countries, including Germany, Switzerland, Austria, Belgium, France, and Italy, as well as in the United States. In Europe, cultivation is dominated by awnless winter forms, while a unique group of spring awned spelt has been preserved in Asturias, in the northern foothills of the Cantabrian Mountains.

Historical records describe a distinctive traditional harvesting method of mature spelt in Asturias, similar to the threshing of *Triticum timopheevi* in Georgia. Harvesting is performed using a specialized tool (mesories), consisting of two hinged wooden sticks. The spikes are grasped, bent, and detached from the straw, after which they fall into a basket suspended in front of the harvester.

## **БІЛКИ ТЕПЛОВОГО ШОКУ РОСЛИН В КОНТЕКСТІ ЗМІН КЛІМАТУ – БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ**

**Л. І. Реліна, Н. Ю. Єгорова, О. Г. Наумов, В. М. Ожерельєва**

*Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, м. Харків*

Білки теплового шоку (БТШ) – кілька класів білків, які функціонують як шаперони і виробляються клітинами рослин у відповідь не тільки на високі температури, але й на інші стресові фактори. БТШ вважають ефективним механізмом неспецифічного захисту, отже вони повинні відігравати важливу роль в пристосуванні рослин до кліматичних змін. Проводиться багато різноманітних досліджень, присвячених БТШ. Для огляду великих масивів наукової літератури з такої широкої тематики застосовують бібліометричний аналіз. Метою цієї роботи ми поставили бібліометричний аналіз літературних джерел за тематикою «роль білків теплового шоку рослин в умовах змін клімату».

Пошук документів здійснювали в базі Scopus. Усього для аналізу було знайдено 245 документів, опублікованих за період з 2004 р. по 2025 р. Аналіз проводили за допомогою застосування Biblioshiny.

Кількість публікацій на рік почала стрімко зростати після 2010 р., досягнувши максимуму в 2024 р. (34 документи). Динаміка цитування має зовсім інший характер: максимум цитування прийшовся на 2013 р

(середньорічний показник цитування склав 35,1), а потім рівень цитування знизився аж до 1,9 в 2024 р.

Провідними журналами за кількістю публікацій є «Frontiers in Plant Science» та «International Journal of Molecular Sciences». Ці ж журнали є лідерами за цитуванням: Н-індекс склав 10 і 8 відповідно. Виявлено, що провідними авторам за кількістю публікацій стали Kumar R. та Singh A. Проте за Н-індексом беззаперечно виділяється 1 лідер - Kumar R. (6).

Аналіз по країнам виявив, що найбільший внесок в цю сферу знань зробив Китай: 273 публікації. На другому місці з великим відривом опинилися США (105 публікацій). Однак ні Китай, ні США не є головними лідерами за рівнем цитування, оскільки вони займають 4-те та 5-те місце відповідно. На першому місці за загальною кількістю цитувань розташувався Бангладеш (1770), а на другому Індія (1525).

За рівнем колаборації країни розподілилися по 10 кластерам. В основному кластері опинилися країни-лідери, Китай та США, навколо яких зосереджується співробітництво. Також в цьому кластері виділяється Індія. Ще 2 кластери є відносно великими, але там внески країн виглядають рівноцінними, без явних центрів співробітництва. Інші кластери можна назвати мінорними, оскільки вони складаються з 1–3 країн. Зовсім по іншому виглядає кластеризація установ. Установи розподілилися по 5 кластерам. В найбільшому кластері виділяється Університет Західної Австралії (Австралія на 3-му місці за показником цитування, хоча тільки на 6-му місці за кількістю публікацій) та Канзаський державний університет. Решта кластерів складається з 2–3 організацій. Аналіз колаборації між авторами виявив 11 невеликих кластерів, які складаються максимум з 6 авторів, причому ці кластери майже не зв'язані між собою колабораційними зв'язками.

Таким чином, бібліометричний аналіз публікаційної активності за тематикою «роль білків теплового шоку рослин в умовах змін клімату» дозволив виявити основні тенденції, регіональні особливості, провідні установи та найвпливовіших авторів в цій області знань.

## **RESULTS OF WINTER DURUM WHEAT BREEDING IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA**

**S. Rotari, S. Leatamborg, A. Gore**

*Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, USM, Chisinau, Moldova*

Durum wheat is one of the greatest achievements of man in the field of plant breeding. Having grains with high glassiness, with an increased content of protein and gluten, it is irreplaceable in the pasta industry.

The risk to the food security of the population in recent years has become more acute at a global level. The main causes of this phenomenon are increasingly

severe and frequent environmental imbalances, including in the Republic of Moldova, and the narrowing of the genetic base of newly created varieties, which increases their vulnerability to unfavorable biotic and abiotic factors.

The goal of our research is to create new lines and varieties with increased resistance to environmental limiting factors (heat and drought, wintering, falling, diseases) and with high productivity.

The research was carried out in the period 2023–2024 on the experimental plots of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection on black soil. To obtain and improve new forms of winter durum wheat with high resistance to wintering, lodging, diseases and with increased productivity, we used the traditional method of hybridization - intraspecific. Phenological evaluations, determination of wintering resistance, drought, disease and productivity were carried out based on the UPOV Descriptor. Statistical processing of data was carried out in the STATISTICA 7 software package and the Excel program.

As a result, of studying new lines in the competition, control and multiplication fields, the best ones were identified according to biological, agronomic properties and productivity indices. These lines were used in hybridizations as donors of valuable characters. This year, 20 intraspecific hybrid combinations were carried out with a binding percentage that varied within the limits of 1.2 and 63.5%.

Analyzing the data on the binding percentage of F0 hybrids, we found that the grain setting rate was very varied and depended on the type of hybrid combination, environmental conditions and the compatibility of the genotypes used as parental forms. The highest binding percentage is characteristic of the hybrid combinations: CC 4 / Sofidurum (63.2%), CC 1 / Auriu (50%), Hordeiforme. 20 / Auriu 5 (46.7%), etc. In the F1 hybrid field, 20 interspecific and 10 intraspecific hybrids were studied. Winter resistance is higher in F1 hybrids for which we used common wheat as the maternal form, namely the varieties B 1, 27, 37,79 and others. In the interspecific hybrids of the first generation, complete dominance is revealed only by the pubescence of the spike and the lack of awns. The color of the spike, awns, and grains are inherited according to the intermediate type.

In the F2 hybrid field, 12 interspecific and 10 intraspecific hybrids were studied. The interspecific hybrids segregated in F2 in an approximate ratio of 2:2:1, meaning that out of a hundred plants, we have approximately 40 durum wheat plants, 40 common wheat plants, and 20 intermediate plants.

The amplitude of variation of the number of grains in the studied lines was within the limits of 46.1–61.8 and the average percentage of variation is 20.7%. According to the grain mass, the lines varied within the limits of 1.5–3.0g and the average  $V\% = 25.3\%$ . The mass per 1000 grains varied from 28.6–47.6g and the average  $V\% = 15.3\%$ . The analysis of the productivity character data of the studied lines revealed a high variability in terms of the number of grains (20.7%) and the weight of grains per spike (25.3%), which offers us possibilities to select the genotypes of interest. The percentage of variation of the characters studied in the hybrid combinations is divided into the following classes: highly variable according to the number of grains per spike, grain weight and medium variable according to the mass of 1000 grains.

In the selection field in 2024, 670 segregants selected from 200 hybrid combinations were studied. As a result of evaluations according to biological characteristics and agronomic indices, 20 lines were selected with high resistance to environmental factors and higher productivity than the control variety. The best lines had a harvest of 210–265g/0.6m<sup>2</sup>. The control variety showed a productivity of 155g/0.6m<sup>2</sup>, which is 0.55–110g more than the control variety. The best lines in the control field achieved a productivity of 4.4–5.0t/ha, which is 0.1–0.7t/ha more than the control variety (4.4t/ha). These lines were evaluated and sown in the competition field next year.

In comparative competition crops, 2 lines exceeded the standard variety by 0.3 t/ha (Balada / Hordeiforme 335 and Soriall / K 54456 603–80). The analysis of the productivity traits of the studied lines revealed a high variability in terms of the number of grains, the weight of grains per spike and the weight of 1000 grains.

In the multiplication field, the grains of the approved and prospective varieties were multiplied. The yield of the varieties varies within the limits of 4.4 and 5.5t/ha. The productivity of the control variety is 5.4 t/ha. The Anastasia variety exceeded the control variety by 0.1 t/ha, and the rest of the varieties have a yield lower than the control variety by 0.7–1.0 t/ha.

As a result of crossing winter durum wheat genotypes in 2023–2024, 20 intraspecific hybrids of winter durum wheat were obtained with a binding percentage that varied within the limits of 1.2–63.5%. The percentage of variation of the studied characters in F<sub>2</sub> hybrid combinations is highly variable according to the number of grains per spike, grain weight and medium variable according to the mass of 1000 grains. In the selection field, 20 lines with short stature, resistant to wintering, diseases, falling and with a higher productivity than the control variety were identified. The best lines in the control field exceed the control variety by 0.1–0.7t t/ha, and in comparative competition crops - by 0.48–0.86 t/ha. The grains of homologated and perspective varieties were multiplied.

The research was carried out within the subprogramme 011102. Extension and conservation of genetic diversity, improvement of gene pools of agricultural crops in the context of climate change.

## **ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ТКАНИН ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* L.)**

**О. І. Рудник-Іващенко<sup>1</sup>, В. В. Швартау<sup>2</sup>, Л. М. Михальська<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Інститут садівництва НААН України, м. Київ

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ

e-mail: rudnik2015@ukr.net

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia*) багаторічний напівкущ родини губоцвіті — *Lamiaceae* (*Labiatae*). Культура лаванди набула поширення

завдяки ефірній олії, яку отримують із суцвіть. Багатокомпонентний склад ефірної олії сприяє широкому її застосуванню в різних галузях промисловості.

Останнім часом для потреб моніторингу галузі рослинництва інтенсивно розробляють експрес-методи оцінки важливих господарських і декоративних ознак різних видів, зокрема їхньої стійкості до несприятливих чинників довкілля на підставі реєстрації електричних параметрів тканин і органів рослини.

**Метою дослідження** було визначення показників електролітичної провідності/проникності тканин у листках і пагонах рослин у сортів лаванди на дослідному полі інституту садівництва НААН, з порівнянням стійкості рослин до повітряної посухи.

Встановлено, що в третій декаді липня електропровідність більшості сортів була значно вищою порівняно з показниками у вересні. Показники проникності були майже у 4 рази вищі у пагонів, порівняно із листками.

Показано, що найвищі показники проникності тканин у відібраних зразків листків були на початку повного їх формування і поступово зменшувались по мірі проходження рослиною етапів розвитку. Така тенденція спостерігалась переважно в усіх зразках рослин лаванди.

Електропровідність пагонів низки сортів мала особливості щодо змін у часі і була не такою однорідною по деяких сортах (Маестро, Оріон, Річард Уолс): з часом двогодинної експозиції спостерігали збільшення, з подальшим зменшенням електропровідності у перший період відбору. Дані сорти відрізнялися також підвищеною стійкістю до повітряної посухи. Така тенденція зберігалася і при другому відборі зразків у більш пізній період (12.10.2024 р.). Разом зі згаданими сортами рослини сортів Лівадія і Кенінг Гумберг також поступово зменшували свою електропровідність з початку відбору. Отже, є підстави вважати, що дані сорти, зі зниженими рівнями проникності тканин, можуть мати вищий адаптивний потенціал до змін умов навколишнього середовища. Також, варто звернути увагу на вірогідно підвищені рівні посухостійкості та зимостійкості у сортів Маестро, Оріон, Річард Уолс, що робить доцільним їх використання у селекційній роботі як джерела вказаних показників.

## **ANALYSIS OF CREATED SAMPLES OF WINTER SOFT WHEAT FOR PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY**

**L. O. Ryabovol, Ia. S. Ryabovol, S. V. Fedorenko, M. V. Fesko**

*Uman National University*

*e-mail:Liudmila1511@ukr.net*

The transition of winter soft wheat breeding toward short-stemmed forms and the reduction of stem height enhances the contribution of the leaf apparatus and

spikes to yield formation and productivity increasing. When reducing stem height, it is advisable to increase the photosynthetic area of other organs, particularly leaves and spikes, to ensure sufficient assimilate supply to the generative parts of the plant [4, 5].

Leaves of short-stemmed wheat samples are thicker, shorter, and broader than those of tall-stemmed forms. In low-stemmed plants, a greater quantity of assimilates is transported to the spike compared to tall-stemmed plants, as the distance between photosynthetic and consuming organs is shortened. The tillering node of short-stemmed forms receives better illumination, which promotes the initiation and development of a higher number of productive stems [2–4, 6].

Leaf photosynthetic activity has a significant impact on the productivity of cereal crops. The leaf area index can be enhanced by increasing stem density, which is achievable through the use of samples with an erectoid leaf arrangement. Erectoid leaf orientation improves light interception and stimulates active photosynthesis in leaves across all canopy layers [4].

The aim of this study was to assess the photosynthetic activity of developed hybrid winter soft wheat samples and their parental forms, differing in plant architecture and the presence or absence of the “waxy bloom” trait in photosynthetic organs.

The research from 2022 to 2025 on experimental plots at the Department of Genetics, Plant Breeding, and Biotechnology of Uman National University was conducted.

The entrance material for diallel crosses comprised winter soft wheat samples differing in architecture and alternative traits of vegetative organ and spike coloration. Chlorophyll content in the assimilating organs of various morphotypes was determined according to the method described by Z. M. Hrytsaienko et al., and the flag leaf area (S) was calculated using the formula  $S = 0.76 \times l \times h$ , where  $l$  represents leaf blade length and  $h$  denotes maximum leaf width [1].

Hybridization of winter soft wheat samples exhibiting alternative traits produced a hybrid generation with weak waxy pigmentation in photosynthetic organs. Heterozygotes displayed dark green leaf blades with moderate bluish coloration of the stem and the abaxial surface of the leaf, showing distinct phenotypic differences from the parental forms.

Analysis of photosynthetic activity in hybrids with altered leaf blade coloration demonstrated that total chlorophyll a + b content in photosynthetic organs of hybrid forms, irrespective of morphotype, was significantly higher by 6,2–28,5 % compared to the parental samples.

Morphotypes with erectoid leaf orientation significantly exceeded the standard cultivar in both flag leaf assimilating surface area (by 9.4–10.4%) and chlorophyll content (by 8,4–9,2 %).

The erectoid hybrid form 453–19 exhibited the highest chlorophyll content in leaves (4.46 mg/g dry weight) and spikes (1.10 mg/g dry weight). The lowest total chlorophyll (a + b) concentration in inflorescence cells was recorded in platyphylls without waxy bloom (0,68 mg/g dry weight; sample 315–18).

A positive correlation between flag leaf area and chlorophyll a + b content was observed. It was found out that regardless of morphotype, genotypes with larger flag leaf blades and waxy bloom on photosynthetic organs exhibited significantly higher chlorophyll content than plants with smaller leaves and no waxy coloration.

**Conclusions.** Hybrids of winter soft wheat, regardless of morphotype, demonstrated significantly higher chlorophyll a content, by 6,2–28,5 %, compared to their parental components was established. Erectoid forms exhibited higher pigment concentration in plant cells than platyphytes was found out. A direct proportional relationship between flag leaf area and total chlorophyll a + b content in the corresponding cells was confirmed.

### References

1. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., Karpenko, V. P. Methods of Biological and Agrochemical Studies of Plants and Soils. Kyiv: Nichlava, 2003. 316 p.
2. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K. Dynamics of Pigment Formation in Leaves of Spring Durum Wheat under Different Cenotic Stress Conditions in Crops. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 2013, No. 3, pp. 7–12.
3. Ryabovol, Ya. S., Ryabovol, L. O. Changes in Spike Architecture as a Factor Enhancing Winter Rye Productivity. Bulletin of Uman National University of Horticulture, 2016, Issue 1, pp. 69–71.
4. Ryabovol, Ia. S. Theoretical Justification of Hybridization Systems and Development of Parental Material in Cereal Crop Breeding: Doctoral Dissertation in Agricultural Sciences, Specialization 06.01.05 – Breeding and Seed Production. Uman, 2020. 540 p.
5. Bavec F., Bavec M. Chlorophyll meter readings of winter wheat cultivars and grain yield prediction. Commun in soil science and plant analysis, 2001. 32. P. 2709–2719.
6. Udding J., Gelang-Alfredson J., Pikki K., Pieijel H. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynthesis research*, 2007. 91. P. 37–46.

## ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ КОРОТКОСТЕБЛОВОСТІ В СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ

**Я. С. Рябовол, В. В. Панченко, Л. О. Рябовол**  
Уманський національний університет, Україна  
e-mail: Liudmila1511@mail.ru

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є однією з найрентабельніших сільськогосподарських культур і основною олійною культурою України. Це зумовлює актуальність удосконалення селекційних програм створення високопродуктивних стійких до низки біотичних і абіотичних чинників гібридів.

Фенотипова варіабельність соняшнику істотно залежить від умов вирощування. Надмірне зволоження спричиняє надмірний вегетативний ріст і вилягання рослин у період наливання насіння, а посуха обмежує розвиток асиміляційної поверхні, що призводить до зниження фотосинтетичної активності та врожайності [1].

Висота стебла є кількісною полігенною ознакою, формування якої визначається взаємодією генів, а також впливом цитоплазматичних і середовищних чинників. Ця ознака має високий коефіцієнт спадковості, що робить її ефективним критерієм добору в селекційних схемах.

Вченими встановлено, що тип успаткування висоти стеблостою соняшника варіює від неповного домінування до наддомінування і залежить від комбінаційної здатності батьківських форм. У гібридів  $F_1$ , зазвичай, проявляється гібридна сила (гетерозис), що зумовлює формування високого стебла. У поколінні  $F_2$  відбувається розщеплення за типом полімерної взаємодії генів, у результаті чого формується безперервний ряд мінливості за цією ознакою [2, 3].

За контрольованих схрещувань встановлено, що короткостебловість у соняшника контролюється двома рецесивними генами  $d_1$  і  $d_2$  [2, 5]. Домінантні алелі  $D_1$  і  $D_2$  зумовлюють розвиток високостеблого генотипу, а гомозиготність за рецесивними алелями ( $d_1d_1d_2d_2$ ) забезпечує формування карликових рослин.

Висота стебла є селекційно цінною ознакою, тісно пов'язаною з господарськими показниками, зокрема, урожайністю, масою 1000 насінин, діаметром кошика, індексом листової поверхні тощо. Селекція на короткостебловість спрямована на створення низькостеблових і напівкарликових форм, що мають підвищену стійкість до вилягання, економніше використання поживних речовин, кращу технологічну придатність до механізованого збирання [3, 4].

У процесі досліджень за індивідуального добору в поколіннях  $F_3$ – $F_5$  вдалося отримати низку стабілізованих ліній з фіксованими алельними комбінаціями, що визначають низькостебловий габітус рослин. Для передачі короткостебловості у геном високопродуктивних форм у селекційному процесі застосовували беккросування ( $BC_4$ ). Донором гена  $d$  використовували декоративний сорт Німецький карлик.

За схрещуванні високостеблових і карликових батьківських форм у першому поколінні ( $F_1$ ) спостерігали домінування високостебловості. У другому поколінні фіксували розщеплення рослин за фенотипом і формування безперервної варіації за висотою. Внаслідок самозапилення високостеблових рослин було зафіксовано розщеплення, де три частини генотипів мали високе стебло (120–140 см), а одна – низьке (90–100 см).

**Висновок.** У процесі гібридизації зразків соняшнику альтернативних за висотою стеблостою отримано матеріали з безперервним варіаційним рядом мінливості за цією ознакою. Створені напівкарликові та середньостеблові форми культури є перспективним вихідним матеріалом, що використовується в

гібридних комбінацій для добору закріплювачів стерильності та відновлювачів фертильності в селекції гібридів на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності.

#### Список посилань

1. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навчальний посібник за ред. акад. В. В. Кириченка. Харків, 2010. 462 с.
2. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення та вивчення крупноплідних низькорослих форм соняшнику. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання). Умань (15–17 березня), 2017. С. 209–211.
3. Skoric D. Possibilities of using heterosis based on male sterility of sunflower. Ph.D. thesis. University of Novi Sad. Agriculture Faculty, 1975. P. 1–148. (In Serbian).
4. Бугайов В. Д., Васильківський С. П., Власенко В. А. та ін.; за ред. М. Я. Молоцького. Спеціальна селекція польових культур. Навчальний посібник. Біла Церква. 2010. 368 с.
5. Кириченко В. В. Селекція і насінництво соняшнику (*Helianthus annuus* L.). Харків. 2005. 385 с.

### ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ В СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО

**Я. С. Рябовол, С. І. Сліденко, Л. О. Рябовол**

Уманський національний університет

e-mail: Liudmila1511@ukr.net

Жито (*Secale cereale* L.) – диплоїдна ( $2n = 2x = 14$ ) однорічна перехреснозапильна злакова культура з системою гаметофітної самонесумісності.

Культура жита демонструє широкий спектр генетичного різноманіття, що зумовлюється історичним вирощуванням його у різних еколого-географічно відмінних регіонах. Як і очікується від перехреснозапильної сільськогосподарської культури, більшу кількість генетично-відмінних зразків можна знайти в окремо визначеній популяції, аніж за її межами. Аналіз різноманіття на основі маркерів місцевих сортів і сортів із країн Скандинавії, Німеччини та Польщі виявив вісім кластерів, що різняться за походженням [1]. Великі колекції генетичних банків існують у різних країнах (табл.), зокрема, східноєвропейські екотипи, місцеві сорти з Європи, Азії та Південної Америки, низькопродуктивні форми з Близького Сходу і дикий вид *Secale*. В європейських генетичних банках зберігається 9901 зразок, третина з яких, ймовірно, дублюються. Крім того, 236 зразків відібрано з *S. silvestre*, *S. iranicum* і *S. montanum* [2].

У зв'язку з тим, що жито є диплоїдною рослиною, переважна більшість морфологічних ознак успадковуються моногенно.

У практичній селекції жита генетичні ресурси інтенсивно не використовуються. На це є низка причин:

- екзогенна зародкова плазма, зазвичай, не адаптована до різних регіонів вирощування;
- істотна різниця в продуктивності між районованими сортами та екзогенною зародковою плазмою за окремими ознаками;
- екзогенна зародкова плазма не має інбридингової толерантності;
- не можна встановити генетичну відстань між визначеними генетичними групами;
- взаємодія неалельних генів, зокрема, плейотропія, епістаз та зчеплене успадкування призводить до отримання ліній з небажаними ознаками [3].

Незважаючи на це, екзогенна зародкова плазма може містити геномні сегменти, що покращуватимуть оліго- та полігенні ознаки у створених популяціях [4].

Нові генетичні зразки можна отримати за беккросування та аналізу локусів кількісних ознак або методом інтрогресивної гібридизації [3, 4].

Існують колекції інтрогресивних ліній, кожна з яких несе окремий ген визначеної маркерної ознаки для інтрогресії в культурну форму реципієнта [4].

В ідеалі, за експресії інтрогресивних генів у геномі реципієнта ознаки екзоплазми донора повинні вирізнятися у створених лініях. У жита дві інтрогресивні колекції було отримано за використання донором іранської дикої форми Altevogt 14160 на основі маркерної селекції за поліморфізму та ампліфікації фрагментів (ATLP) і дублікації генів [5]. Більшість створених інтрогресивних ліній містили від одного до трьох маркерних генів хромосоми донора [5, 6].

У процесі наших досліджень за гібридизації географічно-віддалених форм отримано зразки жита озимого з новими маркерними ознаками та створено колекцію вихідного матеріалу, що різниться за низкою показників. Сформована колекція нараховує понад 320 зразків з відмінними альтернативними ознаками.

Комплексна фенотипова оцінка колекційних зразків виявила генетичні джерела генів короткостебловості, відновлення фертильності пилку та показників хлібопекарської якості зерна.

**Висновок.** За гібридизації географічно-віддалених форм створено колекцію зразків жита озимого, що вирізняються окремими маркерними та господарсько-цінними показниками. Підтверджено, що за інтрогресії можна розширити генетичне різноманіття та отримати вихідний матеріал з новими ознаками для селекційного процесу.

#### Список посилань

1. Persson K., Bothmer R., Gullord M. and Gunnarsson E. Phenotypic variation and relationships in landraces and improved varieties of rye (*Secale cereale* L.) from northern Europe. *Genet. Resour. Crop Evol*, 2006. 53 (4). P. 857–866.

2. Podyma W. Rye genetic resources in Europe. *Pl. Breed. Seed Sci*, 2003. 48 (2/2). P. 37–44.
3. Haussmann B. I. G., Parzies H. K., Presterl T., Susic Z. and Miedaner T. Plant genetic resources in crop improvement (Review). *Plant Genet. Resour*, 2004. 2. P. 3–21.
4. Falke K. C., Susic Z., Hackauf B., Korzun V., Schondelmaier J., Wilde P., Wehling P., Wortmann H., Mank J., Rouppe van der Voort J., Maurer H., Miedaner T. and Geiger H. H. Establishment of introgression libraries in hybrid rye (*Secale cereale* L.) from an Iranian primitive rye accession as a new tool for rye breeding and genomics. *Theor Appl Genet*, 2008. 117. P. 641–652.
5. Falke K. C., Wilde P. and Miedaner T. Rye introgression lines as source of alleles for pollen-fertility restoration in Pampa CMS. *Plant Breed*, 2009. P. 528–531.
6. Susic Z. Experimental and simulation studies on introgressing genomic segments from exotic into elite germplasm of rye (*Secale cereale* L.) by marker-assisted backcrossing. Ph.D. thesis, University of Hohenheim, Germany, 2005. 92 p.

## **LOCAL WINTER WHEAT GENOTYPES RESPONSE TO DROUGHT AND HEAT STRESS IN THE POSTANTHESIS PHASE GROWTH**

**E. Saşco**

*Moldova State University, IGPPP, Chisinau*

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most important crops in the world, due to its significant contribution to food and nutrition security. Global wheat production is estimated at 772.64 million tons in 2020. Cultivated on approximately 215 million hectares, wheat contributes 55% of the carbohydrates and 20% of the dietary calories in global consumption, while maintaining an important position in international grain trade.

The impact of climate change has posed a serious threat to sustainable agriculture in recent decades. Extreme temperatures associated with low precipitation require mitigation of their effect by developing wheat genotypes with high adaptability to abiotic stress factors. Globally, variations in climatic conditions explain approximately 36% of the variability in winter wheat yield. In semi-arid areas, including the Republic of Moldova, wheat (*Triticum aestivum* L.) is widely cultivated as a rain fed crop. As a result, improving tolerance to different hydrological and temperatures regimes is a major objective in wheat breeding strategies in these areas.

Developing varieties with high yield potential to mitigate the adverse effects of drought and heat stress is an imperative task in agricultural technologies. One of the primary steps in wheat improvement is exploring the genetic diversity of local germplasm.

The study included local wheat germplasm: LMO/M79, LM79/MO, LM5/MO, M614 and M66, cultivated in the control field.

Relative water content (*RWC*), water holding capacity (*WHC*) and dry weight (*DW*) of leaves were investigated at the post-anthesis stage of vegetation, with fresh weight (*FW*) of flag leaves recorded. Turgid weight (*TW*) was obtained after soaking the leaves in distilled water for 4 hours at 25°C. The samples were dried for 72 hours in an oven at 80–82°C (Kaur et al., 2020).

Relative water content (*RWC*) of leaves was calculated using the equations proposed by Turner (1986):

$$RWC = (FW - DW) / (TW - DW) \times 100;$$

Relative water content is an important physiological trait that reflects metabolic activity in tissues. Therefore, it is considered a measure of plant water status and can be used as is considered to be one of the relevant indicators for the diagnosis of drought tolerance. *RWC* varied between 72.8%...77.3% and correlated positively ( $r = 0.86$ ) with grain yield. Genotypes LMO/M79, LM79/MO presented the lowest level for investigated characters. The authors Shar et al., 2021 mentioned that the genotype with a more advanced manifestation of the *RWC* index under drought stress conditions has increased yields, while the decrease in the index corresponds to a reduction in plant vigor.

The genotypes LM5/MO, M614 and M66 presented high values for the Relative water content index, demonstrating high tolerance to the severe drought conditions of 2025.

Cell membrane thermostability (*CMS*) is an index of genetic variation for heat tolerance and has a reasonable relationship with plant performance in heat stress environments. Is therefore considered a possible selection criterion for heat tolerance, is reported as a trait responsible for plant adaptation to high ambient temperatures (Sarkar et al., 2021). The relative percentage of cell damage, which is a measure of cell membrane thermostability, has been reported as a vital trait of heat tolerance (Blum and Abercon, 1981; ElBasyoni I. et al., 2017).

Genetic control of high temperature tolerance was performed by analyzing the cell membrane thermal stability index (*CMSI*) and the cell membrane damage index (*DMSI*), which measures the leakage of electrolytes from leaf tissue after exposure to high temperatures.

The cell membrane stability index (*CMSI*) was determined under laboratory conditions by measuring the conductivity of cell electrolytes of flag leaves damaged at temperatures of 46° C and 100° C in relation to the Control variant. The cell membrane stability index (*CMSI*) and the damage index (*DMSI*) in the C and T variants were determined and calculated according to (Blum A, Ebercon E, 1981).

$$CMSI, \% (C) = (1 - C1/C2) \times 100; CMSI, \% (T) = (1 - T1/T2) \times 100;$$
$$CMSI, \% = (1 - T1/T2) / (1 - C1/C2) \times 100,$$

where T is treatment and C is control, and 1 and 2 are the initial and final conductance measurements, formula as reported by ElBasyoni I. et al., 2017.

$$CMTI, \% = 1 - (1 - T1/T2) / (1 - C1/C2) \times 100.$$

Conductance indices (ICMC) revealed a major permeability of cell membranes under optimal temperature conditions of 25° C (21.9...22.8%), as well as high temperature, 46° C (60.5...64.9%) in the flag leaf for the genotypes LMO/M79, M614 and M66.

The CMSI index was significantly different in LM79/MO, LM5/MO and M614 compared to M66 (15.2%...36.4%), highlighting a high plasticity of the tolerance response to the 46° C thermal shock.

Classification of common wheat based on the plasticity of the response to temperature 46° C under laboratory conditions (*Integral Cell Membrane Damage Index*) showed the lowest cell membrane damage for the LM79/MO and LM5/MO lines (38.1...42.1%).

The study of local germplasm for resilience to abiotic stress factors highlighted LM5/MO, M614 and M66 as tolerant to moisture restrictions. The genotypes LM79/MO and LM5/MO showed tolerance to heat shock of 46° C.

The research was carried out within the project "Identification and valorization of valuable agricultural crop parents in the creation of a local genetic base of socio-economic interest" (2024–2025), funded by the National Agency for Research and Development.

## ДОБІР СУБСТРАТИВ ДЛЯ КАСЕТНОЇ РОЗСАДИ ЦИБУЛІ ПОРЕЙ

**Г. Я. Слободяник, Р. С. Гевюк**

*Уманський національний університет, Україна*

Субстрат – це основа для вирощування касетної розсади овочевих рослин. Завдяки суміші різних компонентів субстрати мають оптимальне співвідношення фізичних, хімічних та біологічних параметрів для отримання високоякісної розсади. Вміст активних поживних речовин і вологість субстратів має вирішальне значення для формування масових сходів, інтенсивного росту та якості цибулі порей. Розвиток кореневої системи розсади в межах кореневого ґрунтового субстрату у чарунці впливає на точність і ефективність роботи розсадосадильних машини. Складні суміші субстратів відповідають за адаптацію рослин до умов відкритого ґрунту, їх стресостійкість, нормальний ріст та розвиток [1]. Ідеальний субстрат для вирощування розсади повинен мати об'ємну щільність 0,1–0,8 г/см<sup>3</sup> [2].

Технологія вирощування касетної розсади цибулі порей потребує удосконалення щодо виду субстрату для малооб'ємних чарунок, щоб

оптимізувати живлення молодих рослин на обмеженій площі. Вирощували розсаду цибулі порей сорту Форест касетним способом у таких ґрунтосумішах (фактор А): універсальний субстрат Щедра земля + дернова земля і торфований субстрат Klasmann TS1 з удобренням їх біопрепаратами (фактор В): Азотофіт і Мікофренд. Відповідно схеми досліду субстрати підготували за місяць до сівби. Насіння висівали 10 лютого у касети з чарунками 4×4 см по 2–3 шт. на глибину 1,5 см. Після появи сходів їх проріджували – залишаючи по одній рослині у чарунці.

Встановлено, що мікробіологічні препарати достовірно впливають на ріст і розвиток розсади цибулі порей. Енергія проростання насіння на субстраті Щедра земля + дернова земля без мікробіологічних добавок варіювала від 38% до 41%, на торфовому субстраті Klasmann TS1 – від 35% до 40%. У середньому по фактору біопрепарати – енергія проростання насіння порею була 38% без мікробіологічних добавок, а з їх внесенням зростала на 2–6%. На висоту рослин досліджуваної розсади достовірним був вплив виду субстрату. На субстратах із Азотофітом і Мікофрендом розсада цибулі порей була вища контролю на 25–29%. Згідно статистичного аналізу вид субстрату (А) та взаємодія факторів А×В не впливали достовірно на площу листової поверхні 60-денної розсади цибулі порей, яка становила 8,30 см<sup>2</sup> без мікробіологічних добавок, 9,78–11,09 см<sup>2</sup> – на поліпшених субстратах. Більша середня маса розсади цибулі порей на субстраті Klasmann TS1, який поліпшували сумісним внесенням Азотофіту і Мікофренду.

У підсумку, після висаджування розсади, вирощеної у субстраті Klasmann TS1 приріст товарного врожаю порею становив 0,9 т/га. Незалежно від виду субстрату, вища врожайність порею формувалася після сумісного застосування мікробіологічних добавок Азотофіт+Мікофренд – на 3,5–4,0 т/га більше контролю. У варіанті субстрату Щедра земля + дернова земля врожайність цибулі порей була на 0,5 т/га нижча, порівняно із варіантом торфований субстрат Klasmann TS1. Також відмічено вищу ефективність внесення у субстрат біопрепарату Азотофіт, аніж Мікофренд.

### Список посилань

1. Kim H.S. and Kim K.H. Physical properties of the horticultural substrate according to mixing ratio of peatmoss, perlite and vermiculite. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 2011. №44. P. 321–330.
2. Costa E., Leal P.A.M., Benett C.G.S., Benett K.S.S., Salamene L.C.P. Production of Tomato Seedlings Using Different Substrates and Trays in three Protected Environments. *Eng. Agri.* 2012. Vol. 32. P. 822–830.

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ ЗА СТРІЧКОВИХ СХЕМ РОЗМІЩЕННЯ РОСЛИН

Г. Я. Слободяник, С. А. Цернюк

*Уманський національний університет, Україна*

Оптимальне загущення посівів визначає характер взаємодії культивованих рослин із факторами навколишнього середовища, впливає не лише на продуктивність рослин, але і на поширення хвороб, шкідників та бур'янів. Ефективність приросту біомаси вирощуваних рослин залежить від корисного використання сонячного освітлення, води та поживних речовин. Зі зміною площі живлення змінюються морфологічні ознаки рослин, активність фотосинтезу, кількість та якість врожаю. На високому агрофоні – зі зрошенням і підживленням навіть при загущенні більше 650–700 тис. рослин на 1 га цибуля ріпчаста формує товарну продукцію в межах стандарту.

Але надмірне загущення сповільнює темпи розвитку цибулі ріпчастої на товарну ріпку, проте, корисно загущувати цибулю на арбажейку (сіянку). Оптимальною вважається така схема розміщення, за якої отримують максимальний урожай з одиниці площі і яка адаптована до технологічних процесів вирощування. Вважають, що для овочевих рослин, які не потребують проріджування і великої площі живлення, неважливою є конфігурація площі живлення у проекції її на поверхню поля. Найліпшим для рослин є квадратне розміщення рослин, а зменшення відстані у рядку дещо знижує врожайність. У промисловому виробництві більшість овочевих рослин розміщують за схемами розміщення зважаючи, крім біологічних, на економічні та технологічні чинники. У сучасному овочівництві, з урахуванням вимог механізації виробничих процесів та біологічних особливостей рослин, рекомендовані широкорядкові, стрічкові і рідше – смугові схеми посівів [1]. Принцип уніфікації схем посіву передбачає поєднання широких і вузьких міжряд із забезпеченням площі живлення, проході коліс тракторів, зведення до мінімуму частки необроблюваної площі в міжрядді. Комплекс машин для овочівництва відкритого ґрунту передбачає ширину обробітку 1,4 м; 2,8 та 4,2 м – для колії 1,4 м, 5,4 м – для колії 1,8 м чи 6 м – для 1,55 м. Міжрядковий обробіток ґрунту ведеться лише у широкому міжрядді. На цибулі ріпчастій завдяки внесенню гербіцидів застосовують вузькорядкові схеми, щоб максимально використовувати площу поля. Сучасна технологія вирощування цибулі ріпчастої полягає у застосуванні сівалок точного висіву, вузькорядкових стрічкових схем на краплинному зрошенні, інтенсивному внесенні добрив та гербіцидів. Це в свою чергу вимагає більшого загущення та норми висіву. Загальноприйнятим було міжряддя 45 см, норма висіву 6–8 кг/га. Для цибулі ріпчастої на товарну продукцію допустиме загущення 106 рослин на 1 м<sup>2</sup>, коли врожайність істотно зростає, а маса і діаметр ріпки відповідають вимогам першого і другого товарного сортів якості [2]. Надмірною була кількість 150–160 рослин на 1 м<sup>2</sup>, оскільки товарна врожайність не підвищувалася. Зменшення ширини міжряддя в рядковому посіві з 50 см до 25 см підвищує

врожайність майже на 30%. Якщо однакова відстань між рослинами цибулі у рядку, то за ширини міжряддя 15 см маса цибулин буде меншою. Для сівби насіння цибулі ріпчастої ліпшими є сівалки точного висіву, які дозволяють легко налаштувати різні параметри ширини міжрядь, рядків у стрічці, глибини загортання і т. д.

У нашому досліді оцінювали ефективність дво-, три- і чотирирядкових схем розміщення для робочої колії трактора 1,4 м, відстань у рядку – 4–6 см, загущення – від 476,2 тис. шт. рослин на 1 га до 952,4 тис. шт. рослин на 1 га для цибулі ріпчастої сорту Белла. Строк сівби – 3 квітня, норма висіву – 3,7–4,2 кг/га. Догляд за посівами полягав у проведенні краплинного зрошення, підживлень, захисті від бур'янів, шкідників і хвороб. Врожай оцінювали згідно стандарту ДСТУ 3234–95 та поділяли на такі фракції за діаметром: дрібна фракція (некондиційна) – менше 30 мм; середня (товарна, 2 сорт)– 30–60 мм; велика (товарна, 1 сорт) – 60–80 мм; дуже велика (вищий, екстра) – більше 80 мм.

На період формування цибулини площа листкової поверхні найбільших показників досягала у варіанті схеми розміщення 46+24×6 см – 1133 см<sup>2</sup>/рослину, у перерахунку на 1 га листковий індекс на цих посівах був – 5,13. Найнижчі показники листкового індексу зафіксовано у варіантах схем сівби 50+20×4–5 см – 4,87–4,90. Ширина міжрядь і відстань між рослинами цибулі у рядку впливали на середній діаметр сформованих цибулин. У середньому по досліді, зменшення відстані у рядку на 1 см зменшувало діаметр цибулин на 0,8 см. На посівах 4-рядковою стрічкою формувалися цибулини діаметром 6,8 см, масою 91 г. Максимальну кількість цибулин вищого товарного сорту (діаметром більше 8 см) одержано на посівах за схемою 60+15+15+15×4 см – 259,4 тис. шт./га, що становило 36% від загальної кількості рослин. Товарний врожай за схеми 60+15+15+15×4 см був 41,5 т/га, що істотно більше контролю. Проте, за даної схеми розміщення у структурі врожаю було найбільше і цибулі-ріпки фракції вибірок – 5,4%. У середньому по досліді за відстані між рослинами у рядку 4 см загальний врожай цибулі ріпчастої – 40,9 т/га, за інтервалу 5 см – 37,1 т/га і 6 см – 33,4 т/га. За схеми розміщення 46+24×6 см у фазу масових сходів загущення становило 476,2 тис. рослин на 1 га, а у період викопування цибулі – рослин було найменше – 384,5 тис. шт./га, тому загальна і товарна врожайність найнижчі у досліді – 33,02–33,38 т/га. У підсумку встановлено, що цибулю ріпчасту сорту Белла сівалкою Ozdoken доцільно висівати за схемами дворядкової стрічки 50+20 см і чотирирядкової стрічки 60+15+15+15 см з інтервалом у рядку 4 см.

#### **Список посилань**

1. Площі живлення рослин. Ущільнені і повторні посіви. <https://teplitca.kiev.ua/ua/a167042-ploschadi-pitaniya-rastenij.html>.

2. Готвянська А. С. Вплив умов зрошення й удобрення на урожайність цибулі ріпчастої та процеси водоспоживання за різної густоти рослин в умовах північного Степу України. *Scientific journal «Plant and Soil Science»*. 2018. № 1(294). С.177–185. <https://europub.co.uk/articles/-A-422445>.

## **ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ФОРМУВАННЯ НАДРАННЬОГО УРОЖАЮ ОГІРКА У ВІДКРИТОМУ ГРУНТІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**А. Г. Тернавський, Г. Я. Слободяник**  
*Уманський національний університет, Україна*

Огірок належить до найпоширеніших овочевих культур як у відкритому, так і закритому ґрунті. В сучасному овочівництві особливої уваги набуває проблема одержання високої надранньої продукції, бо її реалізація допомагає підвищити економічну ефективність виробництва, дещо скоротити міжсезонний період та задовольнити попит населення. Надранні плоди можна продавати по значно вищим цінам, так як ринкова пропозиція невелика. Крім цього, споживачі після зимового періоду прагнуть свіжих овочів, як основного джерела вітамінів та мінералів.

На формування ранньої продукції огірка впливає комплекс агротехнічних, біологічних та технологічних чинників, які повинні діяти в узгодженій системі. Більш ефективною для утворення ранньої продукції є шпалерна технологія вирощування огірка, яка перед традиційною технологією (в розстил) має багато переваг: рослини краще прогриваються, освітлюються та продуваються вітровими масами; рослини мають кращі біометричні параметри; створюються кращі фітосанітарні умови; прискорюється настання фенологічних фаз росту і розвитку та збільшується маса раннього урожаю; збільшується товарність та якість плодів.

Важливим фактором для формування ранньої продукції огірка є вибір ділянки для насаджень. Оскільки огірки належать до теплолюбних овочевих культур, то слід обирати окультурені ділянки з південним схилом, які будуть краще прогриватися навесні. Також ділянки мають бути захищеними від пануючих вітрів, щоб уникнути пошкодження кореневої системи огірка у зв'язку з її слабкою регенераційною здатністю.

Не менш важливим фактором є підбір ультраранніх гібридів огірка. Перевагу слід надавати партенокарпічним гібридам, які не потребують запилення комахами і характеризуються високою віддачею саме ранніх плодів.

Наступним важливим фактором є вибір способу вирощування огірка. Розсадний спосіб вирощування, порівняно з безрозсадним, на 2–3 тижні прискорює формування перших плодів. Стандартна розсада повинна вирощуватися у пластикових касетах чорного кольору (для швидшого прогривання ґрунтосуміші) з розміром чарунок 8×8 см. Оптимальний вік розсади – 18–20 діб (1–2 справжніх листки).

Для ефективного формування раннього урожаю має бути застосована органо-мінеральна система удобрення з дотриманням правильних строків внесення добрив. В зоні Лісостепу в основне удобрення слід вносити не менше 60–70 т/га свіжого гною ВРХ. Весняне розкладання органіки мікроорганізмами сприятиме збільшенню температури ґрунту та підвищенню концентрації

вуглекислоти (CO<sub>2</sub>) біля рослин огірка, що у свою чергу прискорюватиме цвітіння рослин та збільшуватиме величину як раннього, так і загального урожаю. У зоні Лісостепу України орієнтовна доза внесення мінеральних добрив при плановій урожайності 60–70 т/га становить N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>200</sub> кг д.р. на га. Не слід забувати і про внесення 40–50 кг/га MgO. Під час вегетації слід підживлювати рослини методом фертигації легкокорозчинними добривами: на початку вегетації і плодоношення – азотними добривами, під час плодоношення – калійними та кальцієвими добривами, а також мікроелементами (бор, магній, залізо, цинк).

Для формування надранніх плодів слід застосувати тимчасові тунельні укриття у ранньовесняний період. Демонтувати їх можна лише за стабілізації середньодобової температури під укриттями і у відкритому ґрунті. Під тимчасовими тунельними укриттями створюється мікроклімат, де значно підвищується температура повітря та ґрунту, а також відносна вологість повітря. Також виключається можливість негативного впливу сильних середньодобових коливань температури, пошкодження рослин низькими температурами та пригнічення протягами. Для тунельних укриттів у ранньовесняний період краще використовувати прозору поліетиленову плівку в два шари для кращої теплоізоляції.

Важливим фактором є застосовування теплих гряд зі свіжого гною, які забезпечують швидке прогрівання ґрунту та активний ріст кореневої системи. Тепла гряда повинна мати гарну підстилку з соломи, листків або дрібних гілок (біля 10–15 см) для ізоляції. Поверх підстилки укладають свіжий гній ВРХ або кінський гній (15–20 см). На гній влаштовують родючий ґрунт (25–30 см).

Для ще більшого ефекту слід мульчувати ґрунт плівкою поліетиленовою чорною, під якою зовсім не проростають бур'яни, значно підвищується температура ґрунту та створюється стабільний мікроклімат в зоні кореневої системи. Оптимальна ширина мульчувальної смуги – біля 70–80 см, краї плівки мають бути ретельно присипані ґрунтом з обох сторін.

Важливим фактором для формування високого раннього урожаю огірка є забезпечення оптимальної вологості ґрунту. Для цих цілей краще застосовувати краплинне зрошення, як найкращий та сучасний метод штучного зрошення рослин.

В процесі догляду за рослинами огірка слід здійснювати регулярне провітрювання тимчасових тунельних укриттів, правильне формування рослин враховуючи морфолого-біологічні особливості того чи іншого гібрида (три нижні пазухи у рослин повністю осліплювати, видаляти старіючі та пожовклі листки), застосування біостимуляторів росту та біопрепаратів в боротьбі з хворобами та шкідниками, регулярне запровадження рослин у віконця шпалерної сітки.

Отже, отримання високого надраннього урожаю огірка у відкритому ґрунті в умовах Лісостепу України можливе лише за дотримання комплексу взаємопов'язаних технологічних елементів: використання ділянок з родючим ґрунтом, що мають південних схил та захищені від пануючих вітрів;

застосування шпалерної технології вирощування; правильний вибір адаптованих партенокарпічних гібридів з ультрараннім строком досягання та формуванням великої частки ранніх плодів; застосування органо-мінеральної системи удобрення із внесенням 60–70 т/га свіжого гною та мінеральних у нормі  $N_{150}P_{130}K_{200}$  кг д.р. на га; використання тимчасових тунельних укриттів з прозорої поліетиленової плівки у ранньовесняний період до стабілізації середньодобової температури зовні та всередині; провітрювання тимчасових тунельних укриттів для зниження відносної вологості повітря і запобігання розвитку грибкових хвороб; правильне формування рослин для створення збалансованої рослини з оптимальною надземною масою, яка працюватиме на утворення ранніх плодів; влаштування теплих гряд; мульчування ґрунту чорною поліетиленовою плівкою; застосування краплинного зрошення рослин для оптимального забезпечення рослин водою та можливістю їх підживлення легкокорозчинними мінеральними добривами; застосування біостимуляторів росту рослин та біопрепаратів для боротьби з хворобами та шкідниками.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN SOIL MICROORGANISMS AND THE HUMAN MICROBIOME

**N. I. Frunze**

*Technical University of Moldova, Chisinau*

It is known that soil is one of the most favorable and stable habitats for microorganisms [9]. The number of microbes in 1 gram is estimated at millions and billions of cells. Soil microorganisms are very diverse and include such representatives as bacteria, actinomycetes, archaea, fungi, algae and protozoa. Approximately 5% of the total number of prokaryotes on Earth, estimated at  $10^{28-10^{30}}$  cells, are concentrated in the soil [3], which characterizes the soil environment as the largest reservoir of microbial diversity. Most of them are bacteria, and archaea make up from 0.5 to 3.8% of the total number of all prokaryotes inhabiting aerobic soils of temperate climates. In some studies, soil archaea constituted from 12 to 38% of the 16S rRNA gene pool. Literary data indicate that the number of microbial cells inhabiting the human body (30–100 trillion cells) was initially thought to be ten times greater than the number of cells in it [2]. Later estimates placed this ratio at 3:1 [6] and even approximately the same [1, 7].

The introduction of genetic methods for studying microorganisms, in particular 16S rRNA gene sequencing, has revolutionized microbiological science, leading to the discovery of a third domain of life and the possibility of studying the genetic diversity of major habitats. Only with the advent of high-throughput sequencing has it become possible to develop metagenomics and describe microbial communities more fully, taking into account not only cultivated but also uncultivated forms of microorganisms [8]. The totality of all microorganisms whose genetic and

functional information is present in a system is defined as the microbiome. The most extensive repository of microorganisms on Earth, both in terms of the total mass of genetic material and its diversity, is soil [4].

The human microbiome includes bacteria, archaea, fungi, protists, and viruses and represents the totality of all microbes inhabiting the human body, including areas such as the skin, mammary glands, genitals, lungs, mucous membranes, biological fluids, bile ducts, and gastrointestinal tract [1, 2]. With a ratio of approximately 1:1 to human cells, the intestinal microbiome comprises approximately 100 billion bacteria. More than 10,000 species of various microorganisms have been identified in humans. Approximately 70% of the microbiota is located in the human gastrointestinal tract, and the majority is in the colon. While humans are believed to have approximately 23,000 genes, the microbiome comprises approximately 10 million microbial genes. Although invisible, the microbiome accounts for 1–3% of a person's body weight (for a person weighing 60 kg, this is 0.6–1.8 kg).

The vast majority of bacterial species found in humans are friendly to humans, far exceeding the number of known infections. They belong to the five main phyla of modern bacterial taxonomy: Bacteroidota, Bacillota, Archaea, Actinobacteriota, and Pseudomonadota. Bacteria from the phyla Bacillota and Bacteroidota (previously unknown) comprise over 90% of the bacterial population in the colon, where the microbiota density is highest. It is believed that 90% of diseases can be linked to problems in the intestinal ecosystem. Two people share 99.5% of their genes, but only 25% of their gut bacteria. Therefore, this fact can serve as an important diagnostic indicator.

Microorganisms have a complex and multifaceted impact on the human microbiome, performing both beneficial functions (digestion, immune support) and causing negative consequences when pathogens enter (infections) or the microbiota balance is disrupted (dysbacteriosis). They are involved in metabolism, vitamin production, protection against pathogens, and also influence the functioning of the nervous system, behavior, and mental state. Chernov B.M. [10] characterizes the influence of soil microorganisms on the human microbiome in 5 aspects: 1 - transmission of microbes (soil microorganisms can penetrate the intestinal microbiome during human contact with soil through agricultural crops, pets and the environment), 2 - the immune system (soil microorganisms can influence the immune response, for example, some enzymes and metabolites help modulate the immune response, reducing the predisposition to allergic diseases and autoimmune pathologies), 3 - metabolism (many soil microorganisms are capable of producing biologically active substances: vitamins, fatty acids, etc., which support intestinal health and the general condition of the body), 4 - microbial interactions (soil microorganisms can interact with intestinal microbes, which leads to complex metabolic reactions and absorption of nutrients), 5 - environmental factors (ecological conditions: fertility, presence of pollutants and etc. can influence the composition of the soil microbiota and, accordingly, the human microbiome).

The object of the research was the microbial communities of the typical weakly humiferous chernozem in the Central pedo-climatic zone of Moldova. This

study was conducted on arable land at the Biotron long-term field station of the Academy of Sciences in Chisinau. The plots selected for the study were occupied by plants from the fifth rotation of two forage crop rotations in three variants: 1 – unfertilized background (control); 2 – mineral background (mineral fertilizers); 3 – organic background (cattle manure). The soil of the experimental plots was typical, loamy, weakly humiferous chernozem. The humus content in the 0–60 cm layer ranged between 2.2 and 3.4%.

High-throughput pyrosequencing of amplified DNA (sequencing of the variable region V4 of the 16S gene) showed that typical chernozem is characterized by genetic diversity, the spectrum of which consists of 15 phyla: Pseudomonadota, Actinomycetota, Bacteroidota, Bacillota, Acidobacteriota, Verrucomicrobiota, Planctomycetota, Myxococcota, Nitrospirota, Gemmatimonadota, Cyanobacteria, Patescibacteria, Chloroflexota, Fibrobacterota and Nitrososphaerota [5]. The first 14 belong to the domain Bacteria (85.72–82.18%), and the last to the domain Archaea (8.15–11.63%). Poorly studied, but potentially present in the soil since time immemorial, representatives of the domain Archaea were identified in all experimental variants, and among the dominant phyla. It is important to note that the representation of the phyla Pseudomonadota (25.11–31.21%), Actinomycetota (24.01–26.47%), Nitrososphaerota (14.28–17.82%), Bacteroidota (11.09–11.68%) and Bacillota (6.86–8.43%) constituted a significant part (85.48–91.11%) of the prokaryotic community, which differed in variants. The different representation of phyla by variants characterized their individuality according to this indicator. Edaphic prokaryotes, having a significant share in the structure of the living substance in soils, in its interaction with the non-living parts in the competition for nutrients, determine the formation of differentiated microbial communities and thus represent not only an important component of the soil and a main factor in its formation, but also a sensitive index of its health.

A comparative study of the microbiome of typical chernozem soil and the human body (based on literature data) revealed that the dominant phyla are similar, despite their distinct quantitative representation. Consequently, a complex relationship has been established between soil microorganisms and the human microbiome, in which interactions with the environment and nutrition play a crucial role in maintaining human life and health. Understanding and interpreting these relationships requires further research.

### References

1. ALISON, ABBOTT. Scientists bust myth that our bodies have more bacteria than human cells . In: Nature. 2016 .
2. ANN REID, SHANNON GREENE. *FAQ: human microbiome*. American Academy of Microbiology. 2014 г.
3. CAPORASO, J. G. Ultra-high-throughput microbial community analysis on the Illumina HiSeq and MiSeq platforms. In: The ISME Journal. 2012. v. 6, p. 1621–1624. ISSN 1751–7370.
4. DANIEL, R. The metagenomics of soil. In: Nature Reviews Microbiology. 2005. v. 3, p. 470–478. ISSN 1740–1534.

5. FRUNZE, NINA. Procariotele efaface – parte componentă importantă a solului și indice sensibil de sănătate a acestuia. In: *Studia Universitatis Moldaviae*. 2025, nr. 1(181). p. 90–98. [https://doi.org/10.59295/sum1\(181\)2025\\_12](https://doi.org/10.59295/sum1(181)2025_12)
6. JUDAH, L. ROSNER. Ten Times More Microbial Cells than Body Cells in Humans? In: *Microbe* (Washington, D. C.) 9 (2): 47–47. DOI:10.1128/microbe.9.47. 2
7. SENDER, R. Are We Really Vastly Outnumbered? Revisiting the Ratio of Bacterial to Host Cells in Humans. In: *Cell : Cell Press*, 2016. vol. 164, no. 3. P. 337–340. doi:10.1016/j.cell.2016.01.013. PMID 26824647.
8. WOESE, C. R. Bacterial Evolution. În: *Microbiological Review NCBI*. 1987.51 no. 2: 221 271. ISSN 0146–0749.
9. КОЖЕВИН, П.А. Показатели почвенного здоровья «здоровья» в оценке почв (обзор). In: *Вестник Московского Университета. Серия 17. Почвоведение*. 2023. Г.78. № 2 С. 16–25. DOI: 10.55959/MSU0137–0944–17–2023–78–2–16–25
10. ЧЕРНОВ, В.М. Влияние почвенных микроорганизмов на микробиом человека. In: «Международный студенческий научный вестник». Башкирский Государственный Педагогический Университет. 2025. ISSN 2409–529X.

## **ВІКОВА ДИНАМІКА МОРФО-АНАТОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛИСТКІВ *GINKGO BILOBA* L. ЯК ІНДИКАТОРІВ КСЕРОМОРФНОСТІ**

**Н. В. Цибровська, А. В. Конопелько**

*Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, м. Умань*

Нині в умовах відчутних кліматичних змін, актуальним є дослідження анатомічної будови асиміляційних органів рослин, що відображає їхню реакцію на чинники навколишнього середовища (Лещенюк & Мазура, 2021). Особливу наукову цінність мають роботи, спрямовані на виявлення видів із високим рівнем адаптаційної стійкості для використання в озелененні урбанізованих територій. Розуміння функціонування продихового апарату рослин і прогнозування його адаптації у відповідь на кліматичні зміни навколишнього середовища важливе для підвищення продуктивності рослин за умов посухи (Римар та ін., 2025).

Вікова динаміка морфо-анатомічних показників листків відображає закономірні зміни морфологічної будови та анатомічної структури продихового апарату рослин у процесі онтогенезу, що дає змогу оцінити ступінь прояву ксероморфних ознак у рослин різного віку та визначити їхню екологічну пластичність. У цьому контексті дослідження морфометричних характеристик листкової пластинки та продихового апарату рослин виду *Ginkgo biloba* L. є важливими для розуміння адаптаційних механізмів виду до умов урбанізованого середовища за сучасних кліматичних змін.

Дослідження останніх років засвідчили можливість використання дерев *G. biloba* у широкому аспекті – для одержання деревини та для потреб фармацевтичної промисловості, кулінарії, озеленення населених пунктів, у ландшафтній архітектурі, для заліснення девастованих ландшафтів тощо (Остудімов, автор., 2011). В усьому світі більшість науковців й дослідників рекомендують запроваджувати збереження *in situ* (через створення охоронних територій) і *ex situ* (через збір насіння та сприяння інтродукції) для захисту генетичних ресурсів *G. biloba* на територіях, що зазнали впливу кліматичних змін (Tasiu Isah, 2015; Lei Feng et al., 2021). Міжнародний союз охорони природи (МСОП) відніс цей вид до категорії «під загрозою зникнення» через швидке зменшення його популяцій (Tasiu Isah, 2015).

Метою дослідження було з'ясувати рівень прояву ксеноморфних ознак у різновікових рослин виду *G. biloba* за морфометричними характеристиками листової пластинки та продихового апарату, для оцінки адаптаційних ознак виду до умов росту в урбанізованому середовищі за сучасних кліматичних змін. Об'єктами дослідження були листки 8-річних і 40-річних рослин виду *G. biloba*, що ростуть в умовах Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. Дослідження виконували у 2024 році у фазу повної зрілості листків у другій декаді липня, який, за даними Уманської гідрометеостанції, характеризувався високою середньомісячною температурою повітря (24,24°C) і невеликою кількістю опадів (17,7 мм).

Стан продихового апарату (щільність продихів (шт./мм<sup>2</sup>), площа продихів (мкм<sup>2</sup>), довжина й ширина (мкм), а також площа (мкм<sup>2</sup>) продихової щілини, продиховий індекс (%), індекс ксероморфності (%), сумарна площа продихових щілин на 1 мм<sup>2</sup> листка (мкм<sup>2</sup>), кількість епідермальних клітин (шт./мм<sup>2</sup>) на абаксіальній та адаксіальній поверхнях листової пластинки) досліджували методом виготовлення епідермальних відбитків за допомогою тринокулярного мікроскопа Levenhuk MED 25T, обладнаного цифровою камерою 5,1 Мп при збільшенні ×400 у 20-разовій повторності, використовуючи загальноприйняті методи дослідження продихового апарату (Chen et al., 2001; Liu et al., 2023; Voleniková & Tichá, 2001; Xu & Zhou, 2008; Демченко та ін., 2019; Kryvoruchko & Bessonova, 2018; Римар та ін., 2023; 2025). Довжину і ширину листків вимірювали за допомогою штангенциркуля. Площу листків розраховували ваговим методом. Обробку даних здійснено за допомогою пакету програм Microsoft Excel\_2007, згідно з рекомендаціями Л. О. Атраментової та О. М. Утєвської (Атраментова & Утєвська, 2007; 2014) із розрахунком середнього значення ( $\bar{x}$ ), стандартного відхилення (SD) та коефіцієнта варіації (CV, %).

Аналіз морфометричних параметрів листків *G. biloba* виявив відмінності між різновіковими рослинами за основними вегетативними ознаками. У 8-річних особин середня довжина листової пластинки становила 7,0±0,25 см, ширина – 8,4±0,28 см, довжина черешка 6,3±0,26 см, площа листка – 35,2±1,37 см<sup>2</sup>, а у 40-річних дерев ці показники були меншими: довжина листової пластинки – 4,4±0,17 см, ширина листка – 7,2±0,25 см, довжина

черешка  $4,8 \pm 0,18$  см, площа листка –  $22,5 \pm 0,81$  см<sup>2</sup>. Зменшення розмірів листків у старших дерев можна розглядати як прояв структурної адаптації до посушливих умов і підвищеної інсоляції.

За параметрами продихового апарату листки *G. biloba* виявили певну стабільність за довжиною продихової щілини, проте відрізнялися за іншими морфометричними характеристиками. Середнє значення довжини продихової щілини у 8-річних рослин становило  $24,11 \pm 1,75$  мкм (CV = 7,26%), а у 40-річних –  $24,10 \pm 2,35$  мкм (CV = 9,75%), тобто практично не відрізнялося. Натомість ширина продихової щілини збільшувалася з віком – від  $7,95 \pm 1,38$  мкм (CV = 17,36%) до  $8,58 \pm 1,33$  мкм (CV = 15,50%), що супроводжувалося незначним збільшенням площі продихової щілини – від  $203,58 \pm 43,59$  мкм<sup>2</sup> (CV = 21,41%) до  $206,66 \pm 35,45$  мкм<sup>2</sup> (CV = 17,15%). Довжина продиху у молодших рослин становила  $75,11 \pm 2,98$  мкм (CV = 3,97%), у старших –  $74,29 \pm 5,15$  мкм (CV = 6,93%); ширина – відповідно  $54,26 \pm 3,47$  мкм (CV = 6,39%) і  $50,12 \pm 3,94$  мкм (CV = 7,86%); площа продиху –  $3194,52 \pm 196,36$  мкм<sup>2</sup> (CV = 6,15%) та  $2924,49 \pm 352,74$  мкм<sup>2</sup> (CV = 12,06%). Найбільш виражені відмінності зафіксовано у щільності продихів: у 8-річних рослин –  $35,00 \pm 5,22$  шт./мм<sup>2</sup> (CV = 14,86%), тоді як у 40-річних –  $55,55 \pm 5,11$  шт./мм<sup>2</sup> (CV = 9,20%), що свідчить про формування більш щільного продихового апарату з віком.

Рослини з вищими значеннями продихового індексу та індексу ксероморфності характеризувалися більшою щільністю продихів на одиницю площі листкової пластинки. Продиховий індекс у 8-річних рослин *G. biloba* становив 8,95%, а у 40-річних рослин – 14,80%; індекс ксероморфності відповідно – 3,92% і 3,76%. Підвищення продихового індексу за відносно стабільного індексу ксероморфності свідчить про адаптивну перебудову листкової епідерми, спрямованої на збереження ефективного водообміну та фотосинтетичної активності за умов підвищеної температури й дефіциту вологи.

Для оцінки питомої площі поверхні листка, яка задіяна в процесах газообміну рослини, обраховували сумарну площу продихових щілин на 1 мм<sup>2</sup> листкової пластинки, яка у 8-річних рослин *G. biloba* становила  $7125,46$  мкм<sup>2</sup>, а у 30-річних –  $11366,55$  мкм<sup>2</sup>.

Подальший аналіз анатомічної структури листкової пластинки *G. biloba* засвідчив, що щільність епідермальних клітин варіює залежно від віку рослин. В обох досліджуваних вікових групах кількість епідермальних клітин на абаксіальній поверхні була вищою, ніж на адаксіальній, що є типовою ознакою ксероморфних рослин. У 8-річних рослин щільність епідермальних клітин на абаксіальній поверхні становила  $357,5$  шт./мм<sup>2</sup>, а на адаксіальній  $223,0$  шт./мм<sup>2</sup>, тоді як у 40-річних рослин ці показники становили відповідно  $320,4$  шт./мм<sup>2</sup> і  $146$  шт./мм<sup>2</sup>.

Таким чином, співвідношення абаксіальна/адаксіальна поверхня у молодших рослин дорівнювало 1,60, а у старших – 2,19, що свідчить про посилення диференціації епідерми з віком. Зростання щільності клітин на нижньому боці листка супроводжується ущільненням епідермального шару,

зменшенням міжклітинних проміжків і більш ефективним виконанням водоутримувальної функції. Такий структурний тип листкової епідерми характерний для рослин, адаптованих до умов підвищеної інсоляції та дефіциту вологи, і розглядається як важлива морфологічна ознака ксероморфності.

Отримані дані підтверджують, що морфо-анатомічні показники листків *G. biloba* істотно залежать від віку рослин: старші дерева демонструють більш виражені ксероморфні риси – підвищену щільність продихів, більші сумарну площу продихових щілин на 1 мм<sup>2</sup> листкової пластинки та частку абаксіальної епідерми, зменшення площі листка. Сукупність цих показників відображає формування стабільних адаптаційних механізмів, спрямованих на підтримання водного балансу та стійкість рослин до кліматичних стресів в урбанізованих умовах. У обох різновікових рослин *G. biloba* спостерігали низький (CV<10%) і середній (CV<20%) рівні варіації морфометричних показників продихового апарату, що свідчить про стабільність цих ознак і генетичне закріплення адаптивних механізмів до посухи.

Сукупність виявлених морфо-анатомічних ознак свідчить про формування у рослин *G. biloba* комплексу адаптивних ксероморфних рис, спрямованих на підтримання водного балансу та про перспективність використання рослин цього виду в озелененні урбанізованих територій України.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВІРУЛЕНТНОСТІ ІЗОЛЯТІВ ВОВЧКА *OROBANCHE CUMANANA* WALLR.**

**Я. Ю. Шарипіна, І. Ю. Боровська, В. О. Бабич, Я. Ф. Парій**  
ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції», м. Київ  
e-mail: myu77sharp@gmail.com;

Вовчок (*Orobanche cumanana* Wallr.) – квіткова рослина, яка не містить хлорофілу, використовує воду, органічні і мінеральні речовини рослини - живителя, паразитує на корінні соняшника і має високий потенціал відтворення (одна рослина може сформувати від 200 до 500 тисяч насінин). Ураження соняшника вовчком значно знижує урожай, а багаточисельне насіння, що обсіпається, засмічує ґрунт, зберігаючи схожість до 20 років, погіршуючи тим самим стан посівів культури на наступні роки [1].

Не зважаючи на широке використання гербіцидів у виробництві, як одного із засобів боротьби з цим патогенним організмом, для селекціонера не втрачає актуальності лише один засіб прямого впливу – створення стійких гібридів і ліній. В свою чергу, успіхи в селекції на стійкість призводять до порушення рівноваги, яка складалася в системі «паразит – рослина - живитель» і стимулює расоутворюючий процес у вовчка. На теперішній час на соняшнику відомо вісім рас *O. cumanana*, назва яких походить з латинської абетки: А, В, С,

D, E, F, G, H. Останні три – найбільш вірулентні, виявлені в Румунії, потім в Іспанії і Туреччині [2–6]. Впродовж 2004–2008 рр. в цих країнах було створено міжнародний набір ліній - диференціаторів стійкості рас вовчка, носіїв генів  $Or_1$ – $Or_6$ . Однак, високі темпи селекційного процесу і, відповідно, антропогенний тиск на виникнення рас *O. cymana*, вимагають визначення носіїв наступних генів стійкості, для практичного використання [7].

На території України широкомасштабну оцінку поширеності рас вовчка на полях було проведено в 2015–2018 рр. [8]. Однак подальша інформація у наукових джерелах щодо розповсюдження рас вовчка є фрагментарною.

Тому метою даного дослідження був підбір лінії, здатних диференціювати раси паразита для моніторингу поточної ситуації щодо вірулентності ізолятів вовчка в Україні. В 2023–2024 рр. було зібрано по шість зразків насіння вовчка (ізолятів) щорічно в Одеській, Миколаївській, Донецькій, Київській, Дніпропетровській, Кіровоградській, Харківській областях. Визначення вірулентності ізолятів вовчка проводили в лабораторії відділу імунітету рослин до хвороб та шкідників ТОВ «ВНІС» за ступенем ураження рослин 5 ліній. Облік ураженості зразка проводим шляхом ретельного огляду кореневої системи кожної з 20 рослин, підраховуючи загальну кількість бульбочок. Як стандарти використовували зразки, підібрані раніше у лабораторних дослідах за абсолютною стійкістю (контроль стійкості) і максимальною ураженістю (контроль сприйнятливості). В якості потенційних диференціаторів рас вовчка *O. cymana* Wall. у дослід залучено 5 ліній з певними генами стійкості: Лінія 1 містить ген стійкості  $Or_{Deb2}$ , який захищає від раси G+; Лінія 2 і Лінія 3 містять ген стійкості  $Or_7$ , який захищає від раси G; Лінія 4 містить ген стійкості  $Or_6$ , який захищає від раси F; Лінія 5 містить ген стійкості  $Or_5$ , який захищає від раси E.

Так, Лінія 1, носій гена стійкості  $Or_{Deb2}$ , стійка до рас вовчка, G+ (H), мала незначний ступінь ураження (1 бульбочок на 1 уражену рослину) лише на ізоляті паразита, насіння якого зібрано на полі поблизу с. Великий Дальник (Одеський р-н, Одеська обл.) у 2024 р. Ізоляти з решти 11 локацій ураження вовчком не подолали стійкість Лінії 1, що свідчить про відсутність раси H в даних локаціях. Лінія 2, носій гена стійкості  $Or_7$ , стійка до раси G, мала незначний ступінь ураження (1,8 бульбочок на 1 уражену рослину) лише на ізоляті паразита, насіння якого зібрано у полі поблизу с. Мирівка (Київська обл.) у 2023 р. Решта 11 ізолятів вовчка не подолали стійкість Лінії 2. Це свідчить про відсутність рас, вищих за F в даних локаціях. Лінія 3, носій гена стійкості  $Or_7$ , стійка до раси G, мала незначний ступінь ураження (1,3 і 1,0 бульбочок на 1 уражену рослину) на ізолятах паразита з двох локацій – Одеської (с. Цебрикове) і Харківської (с. Близнюки) областей, насіння якого зібрано у 2024 р. Можливо, це свідчить про наявність поодиноких біотипів вовчка G (або раси H) в даних локаціях. Решта 10 ізолятів вовчка не подолали стійкість рослин соняшнику Лінії 3, захищеної геном стійкості  $Or_7$ . Лінії 2 і 3 по різному зреагували на ураженість паразитом, що, можливо свідчить про наявність різних біотипів або раси G, або раси H.

Ступінь ураженості (кількість бульбочок на 1 уражену рослину) Лінії 4 і Лінії 5 коливався від 5,9 і 2,9 бульбочок до одного, відповідно до ліній.

Лінія 4 містить домінуючий ген стійкості  $Or_6$  до раси F, а Лінія 5 – ген

стійкості *Or*<sub>5</sub>. Тому, зважаючи на ураженість цих ліній, передбачаємо широке поширення саме цієї раси (F) в локаціях збору ізолятів насіння вовчка (Одеської, Миколаївської, Дніпропетровської, Київської, Кіровоградської, Харківської областей).

У наших дослідженнях, за ступенем ураження рослин Лінії 4 (5,9 бульбочок на 1 уражену рослину), визначено, що ізолят П1/23, зібраний поблизу с. Кислиця, Ізмаїльського р-ну Одеська області в 2023 р. є найбільш вірулентним, серед досліджених. Тобто, в цій локації наявна найвища концентрація біотипів вовчка раси G в популяції паразита даної локації, яка долає *Or*<sub>6</sub>, який захищає соняшник від раси F. Решта 11 ізолятів зі ступенем ураження 1,0–2,9 бульбочок на 1 уражену рослину, віднесено до тих, що містять незначну кількість біотипів раси G.

Підсумовуючи результати з визначення вірулентності ізолятів *O. cumana*, зібраних у 2023 р. і 2024 р., встановлено, що ген стійкості *Or*<sub>Deb2</sub>, не був подоланий жодним з 12 ізолятів. Виключенням є наявність одного бульбочка на одній ураженій рослині на ізоляті паразита, насіння якого зібрано на полі поблизу с. Великий Дальник (Одеський р-н, Одеська обл.) у 2024 р., що є проявом резистентності даного ізоляту вовчка до імідазолінонів, які було застосовано на цьому полі. Це, можливо, свідчить про відсутність широкого поширення і домінуючого положення раси H і G<sup>+</sup> в структурі популяцій, виявлених в регіонах (локаціях збору насіння вовчка).

В цілому, за поодиноким ураженістю вовчком ліній, носіїв генів стійкості *Or*<sub>7</sub> і *Or*<sub>Deb2</sub>, можна припустити незначну розповсюдженість рас G і G + (або біотипів раси H) серед ізолятів, залучених до дослідження. За високою ураженістю вовчком ліній, носіїв генів стійкості *Or*<sub>5</sub> і *Or*<sub>6</sub>, припускаємо з високою ймовірністю, значну розповсюдженість рас E і F.

Отже, за результатами досліджень в лабораторно-вегетаційному досліді було перевірено диференціюючу здатність ліній щодо різноманітних за географічним походженням ізолятів *O. cumana*, зібраних у 2023 р. і 2024 р. За ураженістю вовчком ліній, носіїв генів стійкості *Or*<sub>7</sub> і *Or*<sub>Deb2</sub>, припускаємо незначну розповсюдженість рас G і G + серед ізолятів, залучених до дослідження, що також є доказом відсутності широкого поширення і домінуючого положення раси G і G<sup>+</sup> в структурі популяцій, виявлених в регіонах (локаціях збору насіння вовчка) України. А зважаючи на значний рівень ураженості вовчком ліній, носіїв генів стійкості *Or*<sub>5</sub> і *Or*<sub>6</sub>, припускаємо з високою ймовірністю, значну розповсюдженість рас E і F серед них.

Встановлено, що підібрані лінії є зручними диференціаторами рас вовчка і плануються до щорічного використання при визначенні вірулентності ізолятів, які будуть зібрані у наступні роки.

### Список посилань

1. Burlov V. V., Kostiuk S. V. Breeding of restorer lines resistant to broomrape (*Orobanche cumana*) and downy mildew (*Plasmopara helianthi*). In: Proc. VII Int. Sun. Conf. 1976. Krasnodar, SSSR: 162–749.
2. Molinero-Ruiz, M.L., Melero-Vara J.M. Virulence and aggressiveness of

- sunflower broomrape (*Orobanche cumana*) populations overcoming the Or5 gene. In: G.J. Seiler, (ed), Proc. Int. Sunflower Conf., Fargo, ND, USA. 2005. P. 165–169.
3. Fernandez-Escobar, J. Distribution and dissemination of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) race F in Southern Spain. / Juan Fernandez-Escobar, M. Isabel Rodriguez-Ojeda, Luis Carlos Alonso // Proc. 17th International Sunflower Conference. Cordoba, Spain. 2008. V.1. C. 231–236.
  4. Fernandez-Martinez, J.M., Dominguez J., Perez-Vich B. and Velasco L. Update on breeding for resistance to sunflower broomrape. *Helia*. 2008. № 31. C. 73–84.
  5. Păcureanu-Joita M., Raranciuc S., Procopovici E., Sava E., Nastase D. The impact of the new races of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) parasite in sunflower crop in Romania. Proc. 17th International Sunflower Conference. Cordoba, Spain. 2008. V.1. C. 225–230.
  6. Kaya Ya., Evci G., Pekcan V. and Gucer T. Determining new broomrape infested areas, resistant lines and hybrids in Trakya region of Turkey. *Helia*. 2004. № 27. C. 211–218.
  7. Fernández-Aparicio M., Del Moral L., Muños S., Velasco L., Pérez-Vich B. Genetic and physiological characterization of sunflower resistance provided by the wild-derived OrDeb2 gene against highly virulent races of *Orobanche cumana* Wallr. *Theor. Appl. Genet.* 2022 Feb;135(2): 501–525. doi: 10.1007/s00122-021-03979-9. Epub 2021 Nov 6. Электронний ресурс : URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34741641>.
  8. Шевченко Ю., Малина Т., Малина Г. Оцінка поширення рас вовчка соняшникового на території України за 2015–2018 рр. URL : <https://www.syngenta.ua/en/news/novini-kompaniyi/ocinka-poshirennya-ras-vovchka-sonyashnikovogo-na-teritoriyi-ukrayini-za-2015>.

## INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION CONDITIONS ON THE PRODUCTIVITY OF SOWING MILLET (*PANICUM MILIACEUM* L.)

**A. V. Shcherbyna**

*Uman National University, Ukraine*

*e-mail: andrewcherbina838@gmail.com*

*<https://orcid.org/0009-0004-0909-2201>*

**Introduction.** In crop rotations, sowing millet is traditionally cultivated mainly under the residual effect of fertilizers, which limits the realization of its genetic yield potential and reduces achievable grain yield and quality. Nitrogen fertilization is one of the most influential factors affecting productivity and grain quality of this crop. Sowing millet responds positively to spring nitrogen application, particularly when fertilizers are applied during pre-sowing cultivation and at the tillering–stem elongation stages. Intensive nitrogen nutrition in spring promotes an increase in the number of productive stems, development of a powerful leaf canopy, enhanced

growth dynamics, and higher cenosis productivity.

Under conditions of unstable moisture supply in the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine, the issue of intensive nitrogen fertilization of sowing millet remains insufficiently studied, which determined the relevance of this research.

The aim of the study was to determine the effective nitrogen fertilizer rate that ensures the formation of a well-developed assimilating leaf surface, high grain yield, and improved grain quality of sowing millet.

**Materials and Methods.** Field experiments were conducted in 2024–2025 in a temporary field trial at Uman National University. The total plot area was 50 m<sup>2</sup>, with an accounting area of 25 m<sup>2</sup>. Experimental treatments were arranged systematically in a sequential design with four replications.

The soil of the experimental field was podzolized heavy loam chernozem with a humus content of 3.5% in the 0–30 cm layer (Tyurin method), available phosphorus and potassium contents of 102 and 136 mg kg<sup>-1</sup> of soil (Chirikov method), and pH(KCl) of 5.8.

A medium-early sowing millet cultivar ‘Kesha’ was sown, with a growing period of 77–89 days, originated by the National Scientific Centre “Institute of Agriculture” of NAAS. The cultivar is resistant to lodging, smut infection, and adverse abiotic factors. Crop management practices corresponded to conventional recommendations for the Forest-Steppe zone of Ukraine. Soybean was used as the preceding crop. Sowing was performed in the second decade of the period when soil temperature at a depth of 10 cm reached 10–12 °C.

Mineral fertilizers were applied according to the experimental design: no fertilizers (control); N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>30</sub>; and N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>30</sub> + N<sub>20</sub>. Ammonium nitrate (34.5% N) was applied during pre-sowing cultivation, while foliar fertilization at the end of the tillering stage was performed using urea (46% N).

Leaf area was determined using the punch method according to Nichiporovich. Grain protein content was measured by infrared spectroscopy in accordance with DSTU 4117:2007. Grain yield was determined using sample sheaves recalculated per hectare, and yield structure components were assessed following the methodology edited by V. O. Yeshchenko. Statistical analysis of the results was performed using analysis of variance (ANOVA).

**Weather Conditions.** Weather conditions differed substantially between the years of study. In 2024, the growing season was moderately dry, with a Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC) of 0.88. Severe drought occurred in July (HTC = 0.25), whereas other months had HTC values ranging from 0.90 to 1.44, which was generally favorable for millet cultivation.

In 2025, the growing season was characterized by sufficient moisture supply (HTC = 1.34), although precipitation distribution was uneven. May was excessively wet (HTC = 2.62), June was severely dry (HTC = 0.19), while the remaining months had favorable moisture conditions.

**Results and Discussion.** Application of mineral fertilizers significantly improved the yield structure of sowing millet. In the unfertilized control, plants had a panicle length of 20.2 cm, number of grains per panicle of 345, thousand-grain

weight of 6.7 g, and grain weight per panicle of 2.3 g.

Application of  $N_{30}P_{30}K_{30}$  increased panicle length by 6.4 cm, grain number per panicle by 43, thousand-grain weight by 0.6 g, and grain weight per panicle by 0.5 g compared with the control, reaching absolute values of 26.6 cm, 388 grains, 7.3 g, and 2.8 g, respectively.

Under the  $N_{60}P_{30}K_{30}$  treatment with additional nitrogen applied during pre-sowing cultivation, yield structure parameters improved further. Compared with the control, panicle length increased by 11.5 cm, grain number by 91, and both thousand-grain weight and grain weight per panicle by 1.1 g, reaching 31.7 cm, 436 grains, 7.8 g, and 3.4 g, respectively.

The best yield structure was obtained under the  $N_{80}P_{30}K_{30}$  treatment with three nitrogen applications: panicle length of 36.8 cm, 488 grains per panicle, thousand-grain weight of 8.1 g, and grain weight per panicle of 4.0 g. These values exceeded the control by 16.6 cm, 143 grains, 1.4 g, and 1.7 g, respectively.

Mineral fertilization significantly increased grain yield. In the unfertilized control, the average grain yield over 2024–2025 was the lowest, at  $3.11 \text{ t ha}^{-1}$ . In 2025, yield was  $1.18 \text{ t ha}^{-1}$  higher than in the dry 2024, with absolute values of  $3.70$  and  $2.52 \text{ t ha}^{-1}$ , respectively.

Application of  $N_{30}P_{30}K_{30}$  increased average grain yield by  $0.57 \text{ t ha}^{-1}$  compared with the control, reaching  $3.68 \text{ t ha}^{-1}$ . Yield increases amounted to  $0.52 \text{ t ha}^{-1}$  in 2024 and  $0.62 \text{ t ha}^{-1}$  in 2025, with a slightly higher fertilizer efficiency under favorable moisture conditions.

Double nitrogen application under  $N_{60}P_{30}K_{30}$  was identified as effective for sowing millet cultivation. Average grain yield in this treatment reached  $4.12 \text{ t ha}^{-1}$ , exceeding the control by  $1.01 \text{ t ha}^{-1}$ . In 2025, grain yield was  $1.28 \text{ t ha}^{-1}$  higher than in 2024.

The highest grain yield was obtained under the  $N_{80}P_{30}K_{30}$  treatment with three nitrogen applications. The average yield over 2024–2025 reached  $4.40 \text{ t ha}^{-1}$ , which was  $1.29 \text{ t ha}^{-1}$  higher than the unfertilized control. In 2025, yield exceeded that of the dry 2024 by  $1.05 \text{ t ha}^{-1}$ , reaching the maximum value of  $4.92 \text{ t ha}^{-1}$ .

### **Conclusions.**

1. A nitrogen fertilizer rate of  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  ensured the formation of the most favorable yield structure of sowing millet, with a panicle length of 36.8 cm, 488 grains per panicle, a thousand-grain weight of 8.1 g, and grain weight per panicle of 4.0 g.

2. Application of  $N_{80}P_{30}K_{30}$  resulted in the highest grain yield of sowing millet ( $4.40 \text{ t ha}^{-1}$ ), exceeding the unfertilized control by  $1.29 \text{ t ha}^{-1}$ . Under favorable moisture conditions in 2025, grain yield was  $1.05 \text{ t ha}^{-1}$  higher than in the dry 2024 season.

## УРОЖАЙНІСТЬ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

**В. В. Яценко, А. В. Школенко**

*Уманський національний університет, Україна*

Одним із найважливіших напрямів діяльності на загальнодержавному рівні є забезпечення продовольчої безпеки держави, що полягає у забезпеченні населення продуктами харчування. Однією із ключових продовольчих культур в Україні є картопля.

В сучасних умовах ведення агропромислового виробництва найбільш конкурентоспроможними є високо інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур, суть яких полягає у створенні оптимальних умов для максимального розкриття генетичного потенціалу сортів і гібридів. Одним із таких факторів є забезпечення рослин поживними речовинами. Враховуючи тенденцію зростання вартості мінеральних добрив, розробка системи ефективного їх використання є актуальним питанням.

Мета роботи полягала розробленні оптимальної системи удобрення картоплі. Дослідження проводили з сортом картоплі ранньої Рів'єра на дослідних ділянках кафедри овочівництва Уманського НУ у 2023-2025 роках. Схема досліджень включала 6 варіантів досліду: 1. Контроль (без добрив); 2. Yara Vita Biomaris 2.0 л/га позакоренево; 3. N90P90K120 в розкид + Нітроамофоска 16-16-16 при посадці 200 кг/га; 4. N90P90K120 в розкид + YaraMila Complex 12-11-18 при посадці 200 кг/га; 5. N90P90K120 в розкид + Нітроамофоска 16-16-16 при посадці 200 кг/га + Yara Vita Biomaris 2.0 л/га позакоренево; 6. N90P90K120 в розкид + YaraMila Complex 12-11-18 при посадці 200 кг/га + Yara Vita Biomaris 2.0 л/га позакоренево.

Чим більша кількість стебел в куці – тим більша урожайність може сформуватися на одиниці площі. Нашими дослідженнями встановлено, що способи удобрення картоплі впливали на густоту стеблостою картоплі. Найвищі біометричні показники рослин картоплі були на варіанті із внесенням N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> в розкид + YaraMila Complex 12-11-18 при посадці 200 кг/га + Yara Vita Biomaris 2.0 л/га позакоренево – 5,0 стебел на куці та 69,1 см становила висота рослин залежно від досліджуваного сорту.

Урожайність картоплі пов'язана з кількістю і масою бульб у куці, які залежать від сорту картоплі та умов вирощування. Встановлено, що досліджувані фактори впливали на структуру урожаю картоплі. Порівняльна оцінка способів удобрення картоплі засвідчила беззаперечну перевагу варіанту досліду на якому при садінні картоплі вносилося добриво YaraMila Complex 12-11-18, а при появі повних сходів проводилося позакореневе підживлення Yara Vita Biomaris 2.0 л/га. Кількість бульб у куці картоплі при цьому становила 15,8 шт, а їх вага 591 г. На контрольному варіанті без добрив зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 12,3 шт та 430 г. Рівень товарності вирощеної продукції становив 78,2-86,0%.

Серед досліджуваних способів удобрення найменш урожайним виявився контрольний варіант без добрив – 18,8 т/га. На варіанті досліду, де вносили при

садінні Yara Mila Complex 12-11-18 в нормі 200 кг/га урожайність картоплі становила 32,2 т/га. Завдяки створенню кращих умов для росту і розвитку картоплі при застосуванні позакореневого підживлення Yara Vita Biomaris 2.0 л/га та припосадковому внесенні Yara Mila Complex урожайність картоплі зросла на 0,6-1,7 т/га і досягла рівня 32,8 т/га. Порівняно із контрольним варіантом, на якому добрива не вносилися приріст урожаю становив 14,0 т/га. Урожайність товарних бульб на зазначеному варіанті дослідів становила 28,2 т/га.

Таким чином, найвищою урожайністю картоплі 32,8 т/га у сорту Рів'єра відзначився варіант на якому система удобрення картоплі складалася із основного внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>, припосадкового Yara Mila Complex в нормі 200 кг/га та позакореневого підживлення Yara Vita Biomaris 2.0 л/га.

## УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО

**Н. В. Яценко, С. Е. Осадчук, О. П. Коберник**  
*Уманський національний університет, Україна*

У сучасних ринкових умовах зростають вимоги до державних і приватних господарств щодо збільшення виробництва та постачання якісної овочевої продукції споживачам, а також розширення її асортименту. Серед численних овочевих культур важливе місце в структурі виробництва й споживання займають помідори. Згідно з науковими дослідженнями, річна потреба в овочевій продукції на одну людину становить 136–161 кг, з яких на помідори припадає 39 кг.

Цінність помідорів визначається їх високою врожайністю, якістю плодів, наявністю сортів з різними строками дозрівання та різними напрямками використання. Для підвищення врожайності необхідно використовувати найкращі зареєстровані сорти, адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, які мають високий генетичний потенціал продуктивності та високі біохімічні показники. Зважаючи на це, існує потреба у вивченні господарсько-біологічних характеристик сортів помідорів і виділенні кращих для виробництва.

Метою досліджень було порівняти активність ростових процесів, кількісні показники та урожайність різних сортів помідора при вирощуванні в умовах Уманського національного університету.

Експериментальні дослідження проводили у 2024–2025 рр. на дослідних ділянках кафедри овочівництва Уманського НУ. У досліді вивчали сорти української селекції: Ядвіга (контроль), Кумач, Легінь та Гейзер.

Аналіз отриманих результатів щодо біометричних показників рослин показав, що за висотою головного стебла у фазі розсади більшість сортів мали близькі значення – 32,8–34,1 см, тоді як у сорту Кумач цей показник був дещо меншим – 31,5 см. У фазі цвітіння першої китиці спостерігалось збільшення

висоти стебла: на початку збирання плодів вона становила 70,2 см у сорту Гейзер, 69,4 см у Легінь, тоді як у контролю (Ядвіга) – 67,8 см, а найменше значення малося у сорту Кумач – 64,9 см.

Площа листової поверхні залежала від морфологічних особливостей сорту. У період цвітіння вона становила: у Гейзера – 130 см<sup>2</sup>, у Легіня – 126 см<sup>2</sup>, у контрольного сорту Ядвіга – 122 см<sup>2</sup>, тоді як найменшу площу листків мав Кумач – 114 см<sup>2</sup>.

Маса рослин у розсадному віці є важливим показником, що характеризує інтенсивність ростових процесів після висаджування на постійне місце і значною мірою впливає на майбутню урожайність. У досліді маса надземної частини коливалася від 57,4 до 64,1 г. Найвищий показник відзначено у сорту Гейзер (64,1 г), тоді як у Кумача цей показник становив 57,4 г.

Маса коренів також різнилася залежно від сорту: найбільшу сиру масу кореневої системи мали Гейзер і Легінь – 10,9–11,4 г, тоді як у Кумача – 9,8 г. Відносна частка кореневої системи щодо маси надземної частини становила 16,0–18,2 %.

Кількість квіток та утворення плодів на рослинах виявилися різними. У сорту Кумач відзначено найбільшу кількість квіток, проте коефіцієнт зав'язування був нижчим – 76 %. У сорту Гейзер цей показник сягав 86 %, що забезпечило найбільшу кількість плодів на рослині. У Легіня ступінь зав'язування становив 83 %, а у контрольного сорту Ядвіга 80%.

Урожайність помідора значною мірою зумовлена сортовими особливостями. Найвищу врожайність отримано у сорту Гейзер – 64,0 т/га, дещо меншу у сорту Легінь – 61,5 т/га. Контрольний сорт Ядвіга забезпечив урожайність 56,0 т/га, а найнижчу врожайність показав Кумач – 52,4 т/га.

Склад плодів помідора, незалежно від їх форми, є важливим показником якості, оскільки він визначається біохімічним складом, таким як вміст сухої розчинної речовини, цукрів, кислот, а також вміст вітаміну С (рис. 3.5).

Результати аналізу свідчать, що сорт Гейзер відзначався найвищими біохімічними показниками. Його плоди містили 6,2% сухої розчинної речовини, що перевищувало показник у контрольному сорті Ядвіга, де цей показник складав 5,1%. Сорти Легінь і Кумач мали близькі показники до стандарту. Щодо вмісту цукрів, сорти Гейзер і Легінь виходили в лідери з показниками 3,9% і 3,8% відповідно, порівняно з 3,0% у сорту Ядвіга, а сорт Кумач мав цей показник на рівні 3,4%.

Отже, серед досліджуваних сортів найкращі результати за комплексом показників: висотою рослин, площею листової поверхні, масою розсади, коефіцієнтом зав'язування плодів та урожайністю продемонстрував сорт Гейзер.

## ЗМІСТ

<i>А. Ф. Балабак</i>	ОСОБЛИВОСТІ ДОРОЩУВАННЯ КОРЕНЕВЛАСНОГО САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ ГЕНОТИПІВ ЧОРНИЦІ ВИСОКОРОСЛОЇ.....	3
<i>А. В. Білак, Д. М. Вакерич, В. В. Булина, М. М. Вакерич</i>	ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА РАННІ ЕТАПИ ОНТОГЕНЕЗУ МІКРОГРІНУ.....	5
<i>Л. Г. Білявська, А. О. Діянова</i>	НОВІ ДЖЕРЕЛА ЦІННИХ ОЗНАК І ВЛАСТИВОСТЕЙ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ.....	7
<i>Р. М. Боднарюк, Д. М. Вакерич, М. М. Вакерич, Я. С. Гасинець</i>	ОЦІНКА ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І КИСЛОТНОСТІ УРБОГРУНТІВ У ТРАНСПОРТНИХ ЗОНАХ М. УЖГОРОДА .....	11
<i>V. V. Borysenko, S. O. Vishtal</i>	SPRING RAPESEED IN THE CROPPING STRUCTURE: EFFICIENCY, CULTIVATION TECHNOLOGY AND AGRONOMIC ADVANTAGES .....	12
<i>V. V. Borysenko, V. V. Dryhan</i>	TRITICALE AS A PROMISING ALTERNATIVE TO WHEAT UNDER THE CONDITIONS OF MODERN AGRICULTURE IN UKRAINE .....	14
<i>V. V. Borysenko, O. V. Zhelezniakov</i>	MILLET – A DROUGHT-RESISTANT AND STRATEGICALLY IMPORTANT CROP UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS .....	16
<i>V. V. Borysenko, D. O. Pohorilyi</i>	MODERN LENTIL CULTIVATION TECHNOLOGY...	17
<i>V. V. Borysenko, D. S. Khmara</i>	AGROTECHNICAL FUNDAMENTALS OF SPRING BARLEY CULTIVATION.....	19
<i>Л. І. Броннікова, Л. О. Хоменко</i>	ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ У СТВОРЕННІ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ <i>TRITICUM AESTIVUM</i> L.	20

Л. Г. Великожон, Д. В. Коновалов, П. Д. Майстров, Б. В. Моргун	ОЦІНКА АКТИВНОСТІ ФЕРМЕНТА ПОЛІФЕНОЛ-ОКСИДАЗИ У ВИСОКОБІЛКОВИХ ЗРАЗКАХ ПШЕНИЦІ.....	23
О. Ю. Волошина, Є. Д. Батуєва, О. О. Авксентьєва	ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО ГІПЕРТЕРМІЇ ГОРОХУ ПОСІВНОГО.....	24
І. В. Гаврилюк, Г. М. Ковалишина, О. С. Гаврилюк, Б. В. Шпакович	ВИКОРИСТАННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ РОДІВ <i>TRITICUM</i> ТА <i>AEGILOPS</i> У СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ.....	27
О. В. Голік, З. В. Усова	СТВОРЕННЯ СОРТІВ ЯРОЇ ТВЕРДОЇ ПШЕНИЦІ КРУП'ЯНОГО НАПРЯМКУ ВИКОРИСТАННЯ В ІНСТИТУТІ РОСЛИННИЦТВА ІМ. В.Я. ЮР'ЄВА ....	29
В. М. Гребенюк, А. Ф. Балабак	ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТИВАРІВ АРОНІЇ ЧОРНОПЛІДНОЇ ( <i>ARONIA MELANOCARPA</i> L. (MICHX.) ELLIOTT.) У ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНІ .....	31
І. Л. Дениско	ЗИМОСТІЙКІСТЬ ТРОЯНД ГРУПИ <i>POLYANTHA</i> & <i>CLIMBING POLYANTHA</i> КОЛЕКЦІЙНОГО ФОНДУ НАЦІОНАЛЬНОГО ДЕНДРОПАРКУ «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ.....	33
І. П. Діордієва, В. С. Гайдай, В. Р. Грабовий, Н. В. Грималюк	АНАЛІЗ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ ( <i>TRITICUM SPELTA</i> L.) ЗА ПОКАЗНИКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ .....	35
В.І. Ємельянов, О. П. Бобошко, О. М. Міхєєв, Р. В. Ковбасенко, Ю. В. Симоненко, В. В. Швартау	УФ-В-ІНДУКОВАНЕ НАКОПИЧЕННЯ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК У РОСЛИН М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	37
С. В. Клименко, М. С. Каліста	СЕЛЕКЦІЯ НОВИХ СОРТІВ ХЕНОМЕЛЕСУ ( <i>CHAENOMELES</i> LINDL.).....	40

<i>Р. В. Ковбасенко, Ю. В. Симоненко, В. І. Ємельянов</i>	ПІДВИЩЕННЯ СТРЕСОСТІЙКОСТІ РОСЛИН ТОМАТУ ДО ОХОЛОДЖЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧ- НИМ МЕТОДОМ.....	46
<i>З. І. Ковтунюк, О. В. Бабка</i>	УРОЖАЙНІСТЬ ПЕРСПЕКТИВНИХ ШТАМІВ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ІНТЕНСИВНОГО СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ.....	47
<i>Н. Коляніді, В. Рурик, О. Рибалка, В. Швартау</i>	<i>AEGILOPS CYLINDRICA</i> КОНТАМІНУЄ ПОСІВИ ПШЕНИЦІ ПІВДНЯ УКРАЇНИ.....	48
<i>Н. В. Кравченко, М. О. Гнітецький, М. А. Горецький</i>	ПРИРОДНІ КЛІМАТИЧНІ КОЛИВАННЯ ТА АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА АГРОЕКО- СИТЕМУ .....	51
<i>В.Г. Крижанівський, О.В. Варуша</i>	ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ НУТУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ .....	53
<i>В.Г. Крижанівський, С.С. Коваленко</i>	ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА УРОЖАЙ- НІСТЬ ЗЕРНА СОЧЕВИЦІ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ .....	55
<i>В.Г. Крижанівський, М.С. Тищенко, В.А. Білоус</i>	ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ .....	57
<i>В.Г. Крижанівський, М.М. Цюпа</i>	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ЯРОГО .....	60
<i>Doina Cutitaru</i>	COMPARATIVE ANALYSIS OF OIL CONTENT IN INDUCED MUTANTS OF FIBER FLAX.....	62
<i>Н. М. Кучер, І. О. Кучер</i>	КАРПОЛОГІЯ <i>PYRUS PYRIFOLIA</i> (BURMAN F.) НАКАІ.....	64

<i>А. А. Лазурко, Д. М. Вакерич, В. І. Петросова, М. М. Вакерич</i>	ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ СОРТІВ БОГДАНА ТА ПОДОЛЯНКА СІРЧАНОКИСЛИМ КУПРУМОМ НА ПОЧАТКОВІ ЕТАПИ ОНТОГЕНЕЗУ .....	66
<i>Г. М. Лісова, Л. Г. Великожон, Б. В. Моргун</i>	ВИЯВЛЕННЯ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ТРАСЛОКА- ЦІЙ У СОРТАХ І ЛІНІЯХ ПШЕНИЦІ, СТІЙКИХ ДО ЗБУДНИКА БУРОЇ ІРЖІ.....	68
<i>Г. М. Лісова, С. А. Коновалова</i>	СТІЙКІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДО ГРУПИ ЗБУДНИКІВ ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ.....	71
<i>В. В. Любич</i>	РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ МЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНОГО РОЗВИТКУ СЕПТОРІОЗУ .....	73
<i>А. І. Любченко, І. О. Любченко, О. П. Сержук</i>	АДАПТИВНІСТЬ СОМАКЛОНАЛЬНИХ ЛІНІЙ РИЖІЮ ПОСІВНОГО .....	75
<i>А. Малій</i>	ІНДУКЦІЯ ГЕНЕТИЧНОЇ ВАРІАЦІЇ У СОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПРОМІНЕННЯ РЕНТГЕНІВ- СЬКИМИ ПРОМЕНЯМИ В УМОВАХ КЛІМА- ТИЧНИХ ЗМІН.....	77
<i>А. О. Медведєв, А. Ф. Балабак</i>	ХЕНОМЕЛЕС ЯПОНСЬКИЙ ( <i>CHAENOMELES JAPONICA</i> (THUMB) LINDL EX SPACH) – ВИСОКОДЕКОРАТИВНА РОСЛИНА У ПАРКО- ВИХ І МІСЬКИХ ФІТОЦЕНОЗАХ.....	78
<i>С. В. Михайленко</i>	ВПЛИВ ПРОТРУЙНИКІВ НА СІТЧАСТУ ПЛЯМИСТІСТЬ ЛИСТЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО.....	81
<i>Б. Моргун, М. Банникова, Д. Лопес-Арредондо, Л. Еррера-Естрела, В. Швартау</i>	РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ОТРИМАННЯ ТРАНС- ГЕННИХ РОСЛИН, ЗДАТНИХ МЕТАБОЛІЗУВАТИ ФОСФІТИ.....	82
<i>Т. П. Нарган, С. П. Лифенко, М. Ю. Наконечний, З. В. Щербина</i>	СОРТ ОЗИМОЇ МЯКОЇ ПШЕНИЦІ ЯК ОСНОВА СТАБІЛЬНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА.....	85

<i>Zh. M. Novak, I. V. Synook</i>	VARIATION IN PLANT HEIGHT OF F <sub>3</sub> WHEAT HYBRIDS DEVELOPED BY DISTANT HYBRIDIZATION .....	87
<i>Zh. M. Novak, I. V. Synook, M. A. Novak</i>	CHARACTERISTICS OF THE SPIKE IN F <sub>2</sub> AND F <sub>3</sub> WHEAT HYBRIDS DEVELOPED AT UMAN NATIONAL UNIVERSITY OF HORTICULTURE .....	89
<i>Ж. М. Новак, В. П. Кулик</i>	ПОЛІМОРФІЗМ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЯК ДЖЕРЕЛО ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ .....	92
<i>О. А. Опалко, А. І. Опалко</i>	ЗНАЧЕННЯ ІНТРОДУКЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ЗЕРНЯТКОВИХ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР.....	95
<i>Д. Ю. Палеха, Б. В. Моргун, І. О. Нітовська</i>	ВПЛИВ КУЛЬТУРИ IN VITRO НА СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ СОМАКЛОНАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ СПЕЛЬТИ.....	98
<i>А. А. Пиж'янова, А. Ф. Балабак</i>	ВИКОРИСТАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ VACCINIUM L. У ДЕКОРАТИВНОМУ САДІВНИЦТВІ ТА СИСТЕМАТИЧНЕ ЇХ ПОЛОЖЕННЯ ....	100
<i>А. А. Подгаєцький, Н. В. Кравченко, І. А. Можарівська, Б. М. Четверик</i>	БУЛЬБОУТВОРЮЮЧА ЗДАТНІСТЬ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ КАРТОПЛІ .....	102
<i>О. В. Позняк, О. В. Пальонко, С. І. Кондратенко</i>	ПЕРСПЕКТИВНИЙ СОРТ ХРИЗАНТЕМИ УВІНЧАНОЇ УСПІХ.....	105
<i>В. В. Поліщук, Ю. М. Притула</i>	ВПЛИВ НОРМИ ВИСІВУ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ.....	106
<i>S. P. Poltoretskyi, N. M. Poltoretska</i>	REGIONS OF CULTIVATION AND PRODUCTIVITY OF SPELT WHEAT ( <i>TRITICUM SPELTA</i> L.).....	108
<i>Л. І. Реліна, Н. Ю. Єгорова, О. Г. Наумов, В. М. Ожерельєва</i>	БІЛКИ ТЕПЛОВОГО ШОКУ РОСЛИН В КОНТЕКСТІ ЗМІН КЛІМАТУ – БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ.....	110

<i>S. Rotari, S. Leatamborg, A. Gore</i>	RESULTS OF WINTER DURUM WHEAT BREEDING IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA.....	111
<i>О. І. Рудник- Іващенко, В. В. Швартау, Л. М. Михальська</i>	ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ТКАНИН ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ ( <i>LAVANDULA ANGUSTIFOLIA</i> L.)..	113
<i>L. O. Ryabovol, Іа. S. Ryabovol, S. V. Fedorenko, M. V. Fesko</i>	ANALYSIS OF CREATED SAMPLES OF WINTER SOFT WHEAT FOR PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY .	114
<i>Я. С. Рябовол, В. В. Панченко, Л. О. Рябовол</i>	ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ КОРОТКОСТЕБЛОВОСТІ В СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ .....	116
<i>Я. С. Рябовол, С. І. Сліденко, Л. О. Рябовол</i>	ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ В СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО.....	118
<i>E. Saşco</i>	LOCAL WINTER WHEAT GENOTYPES RESPONSE TO DROUGHT AND HEAT STRESS IN THE POSTANTHESIS PHASE GROWTH .....	120
<i>Г. Я. Слободяник, Р. С. Гевюк</i>	ДОБІР СУБСТРАТІВ ДЛЯ КАСЕТНОЇ РОЗСАДИ ЦИБУЛІ ПОРЕЙ.....	122
<i>Г. Я. Слободяник, С. А. Цернюк</i>	ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ ЗА СТРІЧКОВИХ СХЕМ РОЗМІЩЕННЯ РОСЛИН.....	124
<i>А. Г. Тернавський, Г. Я. Слободяник</i>	ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ФОРМУВАННЯ НАДРАННЬОГО УРОЖАЮ ОГІРКА У ВІДКРИ- ТОМУ ҐРУНТІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	126
<i>N. I. Frunze</i>	THE RELATIONSHIP BETWEEN SOIL MICROORGANISMS AND THE HUMAN MICROBIOME.....	128
<i>Н. В. Цибровська, А. В. Конопелько</i>	ВІКОВА ДИНАМІКА МОРФО-АНАТОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛИСТКІВ <i>GINKGO BILOBA</i> L. ЯК ІНДИКАТОРІВ КСЕРОМОРФНОСТІ.....	131

<i>Я. Ю. Шарипіна, І. Ю. Боровська, В. О. Бабич, Я. Ф. Парій</i>	ВИЗНАЧЕННЯ ВІРУЛЕНТНОСТІ ІЗОЛЯТІВ ВОВЧКА <i>OROBANCHE CUMANA</i> WALLR. ....	134
<i>A. V. Shcherbyna</i>	INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION CONDITIONS ON THE PRODUCTIVITY OF SOWING MILLET ( <i>PANICUM MILIACEUM</i> L.) .....	137
<i>В. В. Яценко, А. В. Школенко</i>	УРОЖАЙНІСТЬ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ .....	140
<i>Н. В. Яценко, С. Е. Осадчук, О. П. Коберник</i>	УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО .....	141





**НАУКОВЕ ВИДАННЯ**

**МАТЕРІАЛИ ІХ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-  
ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ГЕНЕТИКА І СЕЛЕКЦІЯ В  
СУЧАСНОМУ АГРОКОМПЛЕКСІ»**

**29–30 жовтня 2025 року**

Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі. Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції (29–30 жовтня 2025 р.). Умань, 2025. 152 с.

---

**Адреса редакції:**

20300, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаської обл.  
Уманський національний університет садівництва.

Підписано до друку 26.12.2025 р. Умов.-друк. арк. 9,05.