

(3,0–4,0 мм) фракцій призводить до кумулятивної депресії продукційного процесу, наслідком якої є достовірне зниження врожайності зерна на 25–30% після п'ятирічного терміну зберігання. Така суттєвість зумовлена фізіологічним старінням насінини, що супроводжується деструкцією мембранних структур зародка та вичерпанням лабільних енергетичних резервів ендосперму, які є критичними для подолання стресових чинників у період «сівба–сходи».

Глибоке пригнічення врожайності у варіантах із дрібним насінням (фракція 3,0–4,0 мм) корелює з виявленою раніше деградацією морфометричних параметрів проростків, що підтверджує пряму залежність між стартовою потужністю насінини та кінцевою продуктивністю агрофітоценозу.

УДК 633.15:631.527

Галущенко С. В.^{1,2*}, аспірант 2-го року навчання

Гуменюк О. В.¹, кандидат с.-г. наук, старший дослідник, завідувач лабораторії селекції озимої пшениці

Парій М. Ф.², кандидат біологічних наук

¹Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України

²ТОВ «Всеукраїнський науковий інститут селекції»

*e-mail: galushchenko.sergii@gmail.com

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІМІЧНОЇ ТА ГАЗОВОЇ ДИПЛОЇДИЗАЦІЇ ГАПЛОЇДІВ КУКУРУДЗИ ГЕТЕРОЗИСНИХ ГРУП BSSS ТА IODENT

Впровадження технології подвоєних гаплоїдів (DH) у селекційний процес кукурудзи потребує вибору оптимальних методів диплоїдизації, які б забезпечували високий вихід гомозиготних ліній при мінімальному травмуванні рослин. Найбільш поширеними є хімічний метод із використанням колхіцину та фізико-хімічний метод обробки оксидом динітрогену (N_2O). Оскільки реакція на подвоєння хромосом має сильний генотип-специфічний фактор, критично важливо оцінити ефективність цих методик саме на селекційному матеріалі основних гетерозисних груп – BSSS та Iodent, які складають основу сучасних комерційних гібридів.

Проведено порівняльний аналіз ефективності методик штучного подвоєння кількості хромосом, традиційного колхіцинування та обробки оксидом динітрогену (N_2O) на селекційному матеріалі компанії ВНІС.

Об'єктом досліджень були гаплоїдні проростки кукурудзи (*Zea mays* L.), отримані внаслідок комбінацій 24 ліній пулу BSSS та 27 ліній пулу Iodent із гаплоіндуктором 'M741J'. Загальний обсяг опрацьованого матеріалу в перший рік досліджень (2023 р.) склав для групи BSSS 41 563 проростки (з них 27224 оброблено колхіцином, 14429 – N_2O), для групи Iodent – 34652 проростки (20718 – колхіцин, 13934 – N_2O). У другий рік (2024 р.) обсяг вибірки для BSSS становив 1214 проростків (533 – колхіцин, 681 – N_2O), для Iodent – 2828 проростків (1086 – колхіцин, 1742 – N_2O).

Хімічна обробка передбачала використання 0,06% водного розчину колхіцину 97% (Thermo Scientific) з додаванням 0,5% диметилсульфок-

Результати даних свідчать, що критичний поріг втрати біологічного потенціалу для дрібнозерних морфотипів сочевиці настає після третього року зберігання, за межами якого спостерігається стрімке падіння індивідуальної продуктивності рослин та економічно відчутний недобір врожаю.

Отже, використання свіжозібраного насіння великої фракції забезпечує максимальну продуктивність посівів, тоді як тривале зберігання насіння та застосування дрібної фракції суттєво знижують біологічну врожайність. Статистична обробка підтвердила достовірність відмінностей між варіантами досліду (NIP_{0,05}: фактор А – 0,12; фактор В – 0,15; фактор С – 0,10; взаємодія АВС – 0,20), що дозволяє робити висновки про значущий вплив усіх трьох факторів на формування врожаю сочевиці.

Пророщування тривало 4–5 діб за температури 25°C до досягнення проростками довжини 2 см. Перед обробкою здійснювали позовжній надріз колеоптиля – від вузла до кінчика. Експозиція обробки 12 годин з подальшим промиванням проточною водою. Газова обробка N_2O проводилася неінвазивним методом у герметичній камері (автоклав ВК-30) під тиском 6 атм. протягом 72 годин після дводобового пророщування. Для абсорбції вуглекислого газу використовували гідроксид кальцію ($Ca(OH)_2$) – 30 г, для підтримання вологості в камеру ставили лоток з водою.

Експериментальні дані свідчать про суттєву залежність ефективності диплоїдизації від генотипу та обраного методу. У 2023 році для гетерозисної групи BSSS при застосуванні колхіцину ефективність утворення фертильних качанів відносно закладеного насіння становила 1,1%, тоді як при використанні N_2O цей показник був нижчим – 0,4%. Аналогічна тенденція спостерігалася в групі Iodent: 3,3% при колхіцинуванні проти 1,0% при газовій обробці.

У 2024 році завдяки оптимізації укорінення та післястресової адаптації рослин було зафіксовано зростання виходу DH-ліній. Для пулу BSSS середня ефективність диплоїдизації колхіцином підвищилася до 1,23%, а методом N_2O – до 0,5%. Найбільш динамічне зростання показників продемонструвала група Iodent: ефективність колхіцинування зросла до 4,86%, а газової обробки оксидом динітрогену – до 2,96%, що майже втричі перевищує результати попереднього року. Слід зазначити, що хоча абсолютні показники виходу DH-ліній при використанні колхіцину зали-

шаються вищими, метод N_2O забезпечує значно вищий рівень виживання рослин завдяки відсутності механічного травмування меристематичних тканин.

Встановлено, що гетерозисна група Iodent характеризується вищою сприйнятливістю до штучного подвоєння хромосом порівняно з групою BSSS незалежно від методу впливу. Хімічна диплоїдизація розчином колхіцину для досліджуваного матеріалу забезпечує вищий відсоток закладання фертильних качанів (до 4,86% для Iodent),

проте супроводжується значними втратами біоматеріалу на етапі висадки. Оптимізація умов адаптації дозволила суттєво підвищити ефективність газового методу N_2O (до 2,96%), що робить його перспективним для масового виробництва ДН-ліній завдяки технологічності та неінвазивності. Подальше підвищення виходу гомозиготного матеріалу вбачається в удосконаленні умов адаптації рослин D_0 після стресу та створенні нової маркерної системи для більш точної ідентифікації гаплоїдного насіння та рослин D_0 .

УДК 631.46:581.1:582.736/.738:582.912.4:504.5

Гапоненко А. М., молодший науковий співробітник

Український інститут експертизи сортів рослин

e-mail: uirvegap@gmail.com

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА НАКОПИЧЕННЯ ХРОМУ У РОСЛИНАХ РОДИН *FABACEAE* ТА *BRASSICACEAE*

Забруднення ґрунтів важкими металами є однією з основних екологічних проблем сучасності, що зумовлює деградацію агроecosистем та створює ризики для біоти і здоров'я людини. Особливу небезпеку становить хром (Cr), який належить до високотоксичних елементів і за підвищених концентрацій чинить фітотоксичну дію, пригнічуючи ріст, порушуючи метаболічні процеси та інгібуючи фотосинтетичну активність рослин. Основними джерелами надходження хрому у ґрунтове середовище є техногенні фактори, зокрема викиди металургійної, хімічної та шкіропереробної промисловості.

Одним із перспективних підходів до ремедіації техногенно забруднених ґрунтів є фіторемедіація, зокрема фітоекстракція – процес вилучення поллютантів із ґрунту за рахунок їх акумуляції у надземній біомасі рослин. Ключовим критерієм оцінки ефективності цього процесу є коефіцієнт біоконцентрації (BCF), який визначається як відношення концентрації елемента у рослинній тканині до його вмісту у ґрунті. Значення $BCF > 1$ свідчить про здатність рослин до інтенсивного накопичення металу та дозволяє розглядати їх як потенційні гіперакумулятори.

Метою дослідження було здійснити порівняльну оцінку здатності представників родин *Fabaceae* та *Brassicaceae* до акумуляції хрому у надземній фітомасі та визначити їхній фітоекстракційний потенціал.

Дослідження проводили на експериментальних ділянках із вирощуванням представників родини *Fabaceae* (рід *Trifolium*: *T. repens*, *T. pratense*, *T. medium*, *T. rubens*, *T. dubium*) та родини *Brassicaceae* (редька олійна 'Кияночка', гірчиця біла 'Сонячна', гірчиця сарептська 'Золотава', ріпак озимий 'Горлиця', суріпиця озима 'Оріана', тифон 'Фітопал'). Вміст Cr у ґрунті визначали методом мас-спектрометрії, у рослинній сировині – методом атомно-абсорбційної спектрометрії. Розрахунок коефіцієнта біоконцентрації здійснювали як відношення вмісту Cr у надземній біомасі до його концентрації у ґрунті.

Встановлено, що на ділянці з рослинами родини *Fabaceae* вміст Cr у ґрунті становив 8,854 мг/кг. Концентрація хрому у надземній масі видів роду *Trifolium* варіювала в межах 0,6766–3,354 мг/кг, при цьому значення BCF знаходилися у діапазоні 0,08–0,38. Максимальні показники акумуляції зафіксовано для *T. medium* (3,354 мг/кг; $BCF \approx 0,38$) та *T. dubium* (2,142 мг/кг; $BCF \approx 0,24$), тоді як *T. repens* і *T. rubens* характеризувалися мінімальними значеннями. Отримані результати свідчать про низьку інтенсивність поглинання та транслокації хрому у представників *Fabaceae*, що виключає можливість їх віднесення до гіперакумуляторів.

На ділянці з представниками родини *Brassicaceae* вміст Cr у ґрунті становив 7,506 мг/кг. Найвищу акумуляційну здатність виявлено у редьки олійної сорту 'Кияночка', де концентрація Cr у надземній біомасі досягала 14,337 мг/кг ($BCF \approx 1,91$), що свідчить про її виражені фітоекстракційні властивості. Значення BCF, близьке до одиниці, встановлено для тифону 'Фітопал' (7,4871 мг/кг; $BCF \approx 1,00$), що вказує на ефективну акумуляцію хрому з ґрунтового середовища. Інші досліджені культури характеризувалися проміжними показниками: гірчиця біла 'Сонячна' ($BCF \approx 0,81$), гірчиця сарептська 'Золотава' ($BCF \approx 0,76$), суріпиця озима 'Оріана' ($BCF \approx 0,55$), ріпак озимий 'Горлиця' ($BCF \approx 0,44$).

Порівняльний аналіз засвідчив, що представники родини *Brassicaceae* характеризуються значно вищою інтенсивністю поглинання та акумуляції Cr у надземній біомасі порівняно з *Fabaceae*. Зокрема, рівень накопичення хрому у редьки олійної 'Кияночка' перевищував відповідний показник для *T. repens* більш ніж у 20 разів, що свідчить про істотно вищий фітоекстракційний потенціал представників *Brassicaceae*.

Таким чином, встановлено, що рослини родини *Brassicaceae*, на відміну від *Fabaceae*, здатні до ефективної акумуляції хрому та можуть розглядатися як перспективні агенти фітоекстракції на тех-