

# Біотехнологічна лабораторія – зернова нива України

За останні 25–30 років біотехнологія продемонструвала необмежені можливості у багатьох галузях. Сьогодні вона стає одним з новітніх інструментів сільськогосподарських досліджень, вносить вклад у розвиток нових методів генетичних змін і модифікацій рослин.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України займає передові позиції в розробці теоретичних і прикладних засад біотехнологічного поліпшення сільськогосподарських рослин та одержання багатьох сортів-інновацій злакових культур. Ключовим напрямом його діяльності є створення нових сортів та гібридів з високим генетично детермінованим потенціалом продуктивності й якості зерна та підвищеною адаптацією до стресових чинників довкілля. Досягнення останніх років в галузі геноміки, молекулярної біології та генетичної інженерії стали основою нових методів селекційної роботи, заснованих на використанні молекулярних маркерів і на спрямованій генно-інженерній модифікації рослин. При цьому багаторазове прискорення селекційної роботи досягається за рахунок застосування молекулярних маркерів відповідних ознак. Інший підхід заснований на введенні в рослину нових ознак шляхом генно-інженерної модифікації.

Селекційні дослідження науковців Інституту повністю перейшли на новий молекулярний рівень, що у 2–3 рази прискорює селекційний процес. Сучасні молекулярні технології потребують значних фінансових ресурсів, яких сьогодні в Україні бракує. В умовах фінансової скрути єдиним виходом для українських науковців залишається кооперація між спорідненими установами в Україні і за кордоном. Інститут фізіології рослин та генетики спільно з Інститутом клітинної біології та генетичної інженерії створили лабораторію молекулярно-генетичних методів досліджень, що дозволило ефективно застосовувати маркери нуклеїнової та білкової природи в селекційному процесі та сприяло зменшенню масштабів і скороченню термінів селекційних програм.

Завдяки аналізу безпосередньо самого генома, а не продуктів його експресії, ДНК-маркери значно перевершують за специфічністю, роздільною здатністю і точністю фенотипові, зокрема маркери запасних білків. Сьогодні найефективнішим вважається аналіз за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР-аналіз), який дозволяє досліджувати молекулярно-генетичний поліморфізм із найменшими витратами часу та матеріалів.

Науковці Інституту фізіології рослин і генетики розробили й оптимізували систему ДНК-маркерів для селекції та генотипування сортів пшениці, ячменю, спельги і тритикале за генами, які детермінують важливі господарсько-цінні ознаки. Виявлено потенційні донори цінних алелів, які контролюють підвищення вмісту білка і мікроелементів, кодують зміни у біосинтезі крохмалю зерна; детермінують низьку активність поліфенолоксидазних ферментів зернівки тощо. За допомогою специфічних ДНК-маркерів встановлено джерела генів, які позитивно



Дослідне поле науковців

впливають на якість зерна. На підставі визначення найкращих асоціацій алелів маркерних локусів сформована колекція високоякісних ліній пшениці, адаптованих до місцевих умов вирощування, як селекційний матеріал для створення червонозерних і білозерних сортів екстра-сильної та бісквітної пшениці.

На основі молекулярно-генетичного аналізу зразків світового та вітчизняного генофонду озимої пшениці виділено донори стійкості до основних хвороб та шкідників з метою подальшого їх використання в селекції на резистентність до шкодочинних організмів за умов глобальних змін клімату.

Завдяки застосуванню молекулярних біотехнологій вперше в Україні отримано і впроваджено у практичні програми селекційний матеріал з комплексом нових мутантних генів та хромосомними транслокаціями, що зумовлюють радикальне поліпшення пшениці за вмістом і якістю білка, фізичними властивостями крохмалю, вмістом ключових мікроелементів та показниками харчової цінності зерна. Впроваджено в селекційний процес методи ідентифікації пшенично-житніх транслокацій; високоамілозної та ваксі пшениць із змінним, більш дієтним складом крохмалю.

На основі використання у схрещуваннях гексаплоїдних синтетичних пшениць виведені високопродуктивні лінії пшениці, стійкі до посухи та хвороб. Отримано унікальні генотипи пшениці з геном Grc-B1, який підвищує вміст білка в зерні на 1,5–2,0% за рахунок ремобілізації азоту з вегетативних органів у зерно. Створено серію генетичних інтрогресивних ліній пшениці з екзотичними алелями високомолекулярних глютенінів від дикорослих видів, що мають позитивний вплив на хлібопекарські властивості борошна. Отримано селекційний матеріал пшениці з білим, чорним та голубим кольором зерна з високою антиоксидантною активністю, що є генетичною основою для нового напрямку селекції пшениці круп'яного використання з підвищеною харчовою цінністю зерна.

Одним із перспективних напрямів є використання методів клітинної селекції. В Інституті фізіології рослин і генетики вперше методом прямого добору *in vitro* було отримано стійкі до метаболітів збудника офіобольозної кореневої гнилі рослини м'якої пшениці. Розроблена ефективна біотехнологія прискореного одержання нових генотипів пшениці із підвищеною стійкістю до офіобольозної кореневої гнилі і водного дефіциту.

Генетично модифіковані сільськогосподарські культури поступово завойовують світ. У 2018 році посівні площі під (ГМ) культурами в світі досягли рекордних 190 млн гектарів. За десять років площа таких посівів зростає більш, ніж на 80%. А з 1996 року світова площа посівів виросла більш, ніж у 100 разів. З 1996 по 2016 рік прибуток від вирощування ГМ-культур доходив до 186,1 млрд доларів. У нещодавньому звіті Інституту світових ресурсів говориться, що ГМО – ключовий фактор, який допоможе нагодувати зростаюче населення планети.

В ІФРГ НАН України інтенсивно розробляються новітні молекулярні біотехнології з використанням різноманітних стратегій. Відкриття коротких інтерферуючих РНК надало принципово нові можливості для генетичного поліпшення культурних рослин. Розуміння молекулярних основ біогенезу цих РНК, їх функцій як можливих регуляторних молекул, призвело до розробки нового напрямку генетичної інженерії – siРНК-технологій. Співробітники Інституту є піонерами в Україні з розробки siРНК-технологій, зокрема біотехнологічних підходів отримання стійких до посухи сільськогосподарських рослин.

Використовуючи метод РНК інтерференції вдалося створити селекційний матеріал високоамілозної пшениці, у якій співвідношення амілоза/амілопектин від нормального 20–25/75–80% зміщено у бік амілози. Ця пшениця містить до 70% амілози, а решта – амілопектин. Такий склад крохмалю призводить до того, що він практично перетворюється на дієтичну розчинну клітковину, глікемічний індекс продуктів із зерна такої пшениці зменшується до 45–50.

Вперше в Україні в Інституті фізіології рослин і генетики розроблено біотехнологію селекційного процесу, яка ґрунтується на поєднанні можливостей класичної і молекулярної генетики, що забезпечує отримання високопродуктивних сортів-інновацій. Створено нові сорти озимої пшениці (Городниця, Порадниця, Чернозерна, Донор Київський) та цінний селекційний матеріал, який на державному рівні було визнано селекційним досягненням, а новизна їх захищена патентами. За три роки у зонах Степу, Лісостепу та Полісся сорт Городниця забезпечив урожай від 100 до 124 ц/га в 5 екологічних точках. За якістю хліба сорт належить до сильних пшениць.

Сорт Чернозерна створено шляхом поєднання двох коротких транслокаційних сегментів хромосом пирію в одній транслокаційній хромосомі пшениці. Ознака «чорне зерно» має досить тісний генетичний зв'язок із вмістом вітамінів і мінералів (фосфор, кальцій, залізо, цинк; вітаміни В, В2, С, Е) і контролюється одним рецесивним фактором та залежить від геному материнської рослини. Тому, цей сорт дає високої якості крупу для дієтичного харчування.

Сорт Донор Київський відноситься до екстра-сильних пшениць і суттєво перевищує найвищий перший клас за показниками якості зерна згідно з новим державним стандартом. Він містить у зерні 17–18% білка високої якості, відноситься до підвиду шарозерної пшениці. Впровадження його забезпечить експортний потенціал України не тільки зерном, а й борошном високого гатунку.

Завдяки впровадженню у селекційний процес нового генетичного матеріалу, створено сорти озимої пшениці, які занесено до Держреєстру і визнано новим селекційним досягненням, новизна яких закріплена патентами не тільки України, а й інших країн. Загалом за 62 роки наукової діяльності академік НАН України В.В.Моргун спільно з колегами створили 156 зареєстрованих сортів і гібридів сільськогосподарських рослин, які понад 42 роки висівають на полях України та СНД. Лише сорти озимої пшениці селекції Інституту займають в нашій країні близько 2 млн га, або 30% усіх посівів цієї культури. Валовий збір зерна із сортів селекції ІФРГ удвічі перевищує потреби країни у продовольчому зерні пшениці. Економічний ефект від впровадження інновацій становить 6,7 млрд. гривень.

Розширено трансфер сортів-інновацій у виробництво. Реалізовано 3213 ліцензій на вирощування сортів озимої пшениці селекції Інституту. Високоякісним насінням забезпечені всі насінневі господарства. Ліцензії на вирощування сортів озимої пшениці селекції Інституту придбали компанії США, Канади, Франції, Швеції, Норвегії та інших країн.

Вартість створення одного сорту за кордоном оцінюється у 1,5 млн євро. Таких коштів вітчизняні селекціонери не мають і тому потребують значної фінансової підтримки з боку держави. За відсутності фінансів українська селекція занепадатиме, а без неї не може бути ефективним і сільськогосподарське виробництво.

Широкомасштабні роботи Інституту фізіології рослин і генетики НАН України по впровадженню нових сортів-інновацій у виробництво потребують подальшої фінансової підтримки та надання йому нового дослідного господарства, оскільки можливості дослідного сільськогосподарського виробництва у смт Глеваха уже вичерпані.

**Оксана ДУБРОВНА,**  
Інститут фізіології рослин  
і генетики НАН України,  
**Богдан МОРГУН,**  
Інститут клітинної біології  
і генетичної інженерії  
НАН України