



МОРГУН

Богдан Володимирович — член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, заступник директора з наукової роботи Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України

СУЧАСНА БІОТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИН У РОЗВ'ЯЗАННІ ПРОБЛЕМ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 13 травня 2026 року

У доповіді представлено актуальні результати фундаментальних і прикладних досліджень Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, спрямованих на розвиток рослинних біотехнологій для забезпечення продовольчої безпеки держави, підвищення конкурентоспроможності агропромислового комплексу України, а також для повоєнного відновлення країни. Йдеться насамперед про створення з використанням сучасних біотехнологічних підходів нових високопродуктивних і стресостійких сортів сільськогосподарських культур та роботи у сфері геномного редагування, молекулярної селекції й генетичної трансформації рослин.

Шановний пане президенте!

Шановні члени Президії! Присутні!

Передусім хочу подякувати за можливість представити результати фундаментальних і прикладних наукових досліджень у галузі сучасної біотехнології рослин, а також розробки Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, спрямовані на розвиток біотехнологічних підходів для потреб аграрного сектору економіки України.

Сьогодні перед українським агропромисловим комплексом постали серйозні виклики. Війна триває, що призводить до скорочення посівних площ, падіння ВВП, зростання дефіциту бюджету. Невідворотні зміни клімату загострюють проблему забезпечення продовольчої безпеки України на тлі виснаження економічних ресурсів, дефіциту питної води, забруднення водойм, орних земель та екосистем унаслідок російської воєнної агресії. Вкрай складна демографічна ситуація і криза у сфері освіти веде до відчутного браку кваліфікованих кадрів для повоєнної відбудови країни. Крім того, вступ України до Європейського Союзу пов'язаний із необхідністю значних трансформацій у вітчизняному агросекторі.

Динаміка валового збору зернових в Україні у 2020—2025 рр. характеризується значними коливаннями — від історичного рекорду в 2021 р. до різкого падіння внаслідок повномасштабного вторгнення РФ у 2022 р., з поступовим відновленням останніми роками. Урожайність основних зернових культур також демонструє значні відмінності, що зумовлено як погодними факторами, так і викликами воєнного часу (див. табл.).

При цьому середня врожайність зернових (5,1 т/га у 2025 р.) є досить високою, особливо зважаючи на воєнні дії, що тривають, — лише на 14 % менше, ніж у середньому в країнах ЄС. Зокрема, за середньою врожайністю зернових Україна випереджає Іспанію на 15 %, Румунію — на 11 %.

Для поліпшення ситуації в українських аграріїв є фактично єдиний шлях — застосування на безпечних територіях технологічної інтенсифікації виробництва, нових високопродуктивних, стійких до несприятливих зовнішніх факторів сортів та якісного насіннєвого матеріалу, для чого, власне, і потрібні біотехнології.

Сучасна біотехнологія рослин ґрунтується на методах культури клітин і тканин *in vitro*, клітинній селекції, маркер-опосередкованій селекції, генетичній трансформації рослин і редагуванні геномів. Її досягнення здатні ефективно впливати на розвиток не лише рослинництва, а й тваринництва, медицини, альтернативної енергетики, сприяти збереженню навколишнього середовища.

У світі біотехнологія рослин є ключовим драйвером інноваційного розвитку агропромислового комплексу. Основна причина стрімкого зростання галузі — необхідність забезпечення глобальної продовольчої безпеки в умовах збільшення населення, небажаних кліматичних змін, деградації ґрунтів, дефіциту водних ресурсів і зменшення площ орних земель. У 2024 р. світовий ринок аграрних біотехнологій у рослинництві становив \$ 63,7 млрд.

Становлення сучасної біотехнології рослин в Україні тісно пов'язане з творчим доробком академіків НАН України Юрія Юрійовича Глеби, Миколи Вікторовича Кучука та Героя Укра-

їни академіка НАН України Володимира Васильовича Моргуна. Українські вчені одними з перших у світі застосували молекулярні й генно-інженерні біотехнології для фізіологічного й генетичного поліпшення рослин.

Перед тим, як почати доповідати про отримані нами результати, на мою думку, варто нагадати, що таке молекулярні маркери для селекції. Як відомо, в будь-якому живому організмі — від мікроба до людини — існує дуже жорстка ієрархічна структура генетичного матеріалу. В її основі лежить молекула ДНК, яка кодує основну інформацію організму. ДНК заповнюються в хромосоми, а хромосоми містяться у клітинах, з яких складаються всі живі організми, зокрема й рослини. Змінюючи послідовність нуклеотидів у молекулі ДНК, можна впливати на той чи інший білок, а отже, і на певну ознаку організму. Молекулярні маркери для селекції — це короткі сегменти ДНК (білки, гени, короткі послідовності нуклеотидів) з відомим місцем їх розташування в геномі, які чітко асоціюються з певною ознакою, що цікавить селекціонерів. Із використанням молекулярних маркерів ці ознаки можна ідентифікувати ще на ранніх стадіях розвитку рослини, тобто швидко, зручно і легко отримати інформацію про наявність чи відсутність в організмі бажаної характеристики.

У співпраці з Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України ми розробили технологію молекулярних маркерів для різних напрямів практичних застосувань. Передусім це маркер-допоміжна селекція, яку викорис-

Динаміка валового збору зернових в Україні та урожайність окремих культур у 2020—2025 рр.

Роки	Валовий збір, млн т	Урожайність, т/га		
		Пшениця	Кукурудза	Ячмінь
2020	65,0	3,8	5,4	3,2
2021	86,0	4,6	7,5	3,8
2022	53,9	4,0	6,7	3,5
2023	59,8	4,8	7,7	3,9
2024	56,2	4,5	6,2	3,7
2025	60,8	4,6	7,1	3,9

товують для поліпшення ознак якості зерна та підвищення стійкості рослин до стресів. Потім її застосовують для генотипування, тобто визначення унікального генетичного профілю (паспортизації) сортів рослини. Крім того, ми успішно використовуємо технологію молекулярних маркерів для виявлення або ж для створення нових генетично модифікованих рослин.

Розроблено найефективніші кодомінантні системи ДНК-маркерів пшениці для генотипування та молекулярної паспортизації, визначено частоту рекомбінації локусів у гібридних лініях, що чітко характеризує певний організм. Тому, маючи електрофореграми продуктів ампліфікації ДНК сортів пшениці, ми можемо сказати, які рослини споріднені між собою, а які віддалені. Таке розуміння родинної спорідненості рослин є важливим, оскільки закон класичної селекції стверджує, що в разі схрещування генетично віддалених між собою сортів рослин чіткіше проявляється явище гетерозису, тобто гібридної сили першого покоління. Це означає, що в одному нащадку можна вдало поєднати ознаки і від матері, і від батька й отримати більш продуктивну рослину, стійкішу до несприятливих умов вирощування, витривалішу, з більш якісним збіжжям у випадку пшениці.

Крім того, складання молекулярних паспортів дозволяє дуже чітко позначати сорти, а отже, ідентифікувати потім зерно для з'ясування правомірності його продажу на міжнародному ринку. Зокрема, таку технологію було застосовано для доведення фактів крадіжки Росією врожаю з тимчасово окупованих територій України.

Молекулярні маркери ми застосовуємо також для визначення рекомбінації локусів у гібридних лініях пшениці. Це досить цікавий напрям у селекції, коли якусь корисну для культурної пшениці ознаку залучають від дикуна. Для цього від дикого родича пшениці потрібно взяти лише невеличкий фрагмент ДНК, один окремих ген, який кодує саме цю ознаку, а все інше відкинути. Традиційне схрещування культурної пшениці з дикуном призводить до перемішування їхніх геномів. І саме за допомогою ДНК-маркерів нам вдалося знайти нащад-

ків, які мали мінімум геному дикої і максимум геному культурної пшениці.

Ці відібрані лінії виявилися дуже вдалим, оскільки ген *Gpc-B1*, залучений від дикого предка пшениці, сприяв істотному підвищенню вмісту загального білка в зерні українських сортів. Наприклад, пшениця сорту Куяльник у стандартних умовах формує 13 % загального білка в зерні; дика лінія-донор, з якої перенесли ген *Gpc-B1*, — 17 %, а отримані гібридні лінії — 16 % білка. Отже, підвищення вмісту білка в зерні на 3 % порівняно з вихідним сортом Куяльник — це вагоме селекційне досягнення і значне поліпшення харчової цінності пшениці.

Ген *Gpc-B1* виявився продуктивним для підвищення вмісту в зерні не лише білка, а й цінних мінеральних елементів. Так, у зерні гібридних ліній — носіїв цього гена спостерігається збільшення вмісту заліза на 8 %, цинку — на 28 %, марганцю — на 31 %, селену — на 117 % порівняно з вихідним сортом Куяльник. На особливу увагу заслуговує саме підвищений вміст селену, оскільки цей важливий мікроелемент, що є необхідним для нормальної роботи організму і сприяє розумовій активності людини, міститься далеко не в усіх продуктах харчування. Слід зазначити, що ці дослідження ми проводили в тісній співпраці з академіком НАН України Віктором Валентиновичем Швартау.

Молекулярні маркери ми застосували і для поліпшення хлібопекарської якості зерна пшениці. Річ у тім, що залучена із жита транслокація 1RS.1BL сприяє кращому росту пшениці, але при цьому значно знижує хлібопекарську якість. Тому ми використали модифіковану версію цієї локації, доповнивши її додатковими генами *Glu-B1a1*, що дало змогу не лише відновити, а й навіть підвищити хлібопекарську якість зерна. І саме завдяки молекулярним маркерам ми можемо на ранніх етапах, коли ще немає достатньої кількості зерна для проведення випічки, взяти невеличкий шматочок листочка, виділити з нього ДНК і відразу визначити, чи має ця конкретна рослина цінні властивості і чи варто її розмножувати в наступні роки.

Отже, метод хромосомної інженерії з використанням молекулярних маркерів дозволяє

значно здешевити і пришвидшити селекційний процес, зробити його більш ефективним. Так було створено нові, популярні сьогодні на ринку сорти пшениці м'якої озимої, зокрема Смуглянка, Золотоколосо, Фаворитка, Астарт, які забезпечили отримання рекордних урожаїв зерна — 12—14 т/га. Ще сто років тому ніхто не міг навіть уявити такі фантастичні цифри і таку якість зерна. Крім того, екстрасильні сорти пшениці озимої київської селекції — це чудові поліпшувачі якості зерна (Здоба Київська, Городниця, Донор Київський та ін.).

Використання молекулярних маркерів не обмежується рівнем ДНК, так само ефективно їх можна використовувати й на рівні білків. Так, у співпраці з колегами з Братислави ми досліддили десятки тисяч білків із зерна пшениці трьох сортів: давнього, відомого сорту Українка, якому вже понад сто років, і двох сучасних сортів — Панна і Сотниця. Аналіз основних компонентів методами рідинної хроматографії та мас-спектрометрії показав різне накопичення в зерні клінічно значущих рослинних білків. Найменша кількість білків з алергенними епітопами виявилася в зерні сорту Сотниця, що робить його перспективним донором зародкової плазми для отримання нових, більш органічних продуктів харчування та виведення новітніх гіпоалергенних злакових культур.

Це дослідження в черговий раз спростовує тезу, якою люблять послуговуватися «прихильники природи», ніби лише старі сорти і прадавні технології корисні для людини, а все сучасне є синтетичним і, відповідно, чужинним для організму. Ми ж довели, що правильно підібрана методологічна база зумовлює створення більш придатних для харчування нових сортів пшениці, які лагідно впливають на процеси травлення і не викликають алергії.

І тут ми торкаємося теми біофортificaції, зокрема проблеми змінення кольору зернівки. Ми вже звикли, що овочі та фрукти зазвичай забарвлені в різні кольори, але із зерновими культурами ситуація інша: різноманітність забарвлення їхнього зерна коливається від трошки світлішого до трошки темнішого. Українські вчені вперше створили сорт пшениці-спель-

ти Чорноброва з чорним зерном. Зерно сорту Чорноброва значно перевершує зерно звичайної пшениці за вмістом важливих для організму людини вітамінів і мінералів (фосфор, залізо, цинк, вітаміни групи В, а також Е і С), а фіолетовий пігмент забезпечує антиоксидантну активність. Слід підкреслити, що добір алельного складу цільових генотипів проводили за допомогою ДНК-маркерів.

Зважаючи на посилення негативного впливу глобальних кліматичних змін, ми намагаємося шукати генетичні фактори, які підвищують посухостійкість пшениці в несприятливих кліматичних умовах. Наші дослідження зосереджено на транскрипційних факторах, які запускають цілий каскад реакцій, важливих для адаптації пшениці. Встановлено взаємозв'язок морфології і функціонування продихового апарату пшениці з поліморфними алелями генів. Продихи — це мікроскопічні пори в епідермісі рослин, оточені двома замикаючими клітинами, що регулюють обмін газами (CO_2 , кисень) між рослиною та атмосферою і випаровування води (транспірацію). Продиховий апарат відіграє ключову роль у фотосинтезі й терморегуляції рослин, впливає на їхню стійкість до захворювань та інфікування грибними агентами.

Інший напрям наших досліджень — це генетична інженерія, створення генетично модифікованих рослин, трансгенних рослин, редагування геному. Перелічені терміни досить близькі один до одного: їх поєднує ідея про те, що фрагмент ДНК, який кодує ту чи іншу бажану ознаку, можна брати від дуже віддалених організмів — інших рослин, не пов'язаних з певною культурою, бактерій, тварин і навіть людини. В Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАН України ми використовуємо найновіші технології *Agrobacterium*-опосередкованої та біолістичної трансформації рослин, за допомогою яких створюємо трансгенні форми пшениці озимої, кукурудзи, ріпаку, цукрового буряку, люцерни та інших культур, що характеризуються високою стійкістю до гербіцидів та підвищеною адаптивністю до несприятливих умов середовища. Маємо в Інституті спеціальне обладнання, зокрема так звану «генетичну

гармату», що дозволяє нам отримувати такі генетично трансформовані рослини.

Це важливий і актуальний напрям, оскільки сьогодні в Україні через бойові дії значну частину посівних площ вимушено було вилучено з господарської діяльності. Швидко повернути ці занедбані за роки війни й засмічені бур'янами угіддя до господарського використання можливо буде лише із застосуванням гербіцидів суцільної дії. Тому на таких землях економічно доцільно висівати лише сорти культурних рослин, які є толерантними до гербіцидів.

І насамкінець дуже коротко розповім про впровадження наших розробок. Останні зміни в законодавстві України відкривають перед науковцями нові можливості для масового застосування на полях своїх досягнень і розробок у галузі біотехнології рослин. Зокрема, йдеться про Закон України «Про державне регулювання генетично-інженерної діяльності та державний контроль за розміщенням на ринку генетично модифікованих організмів і продукції» та Закон України «Про імплементацію законодавства Європейського Союзу стосовно вдосконалення регулювання сфер санітарних та фітосанітарних заходів».

Про високий рівень отриманих нами результатів свідчать численні публікації у високореєтингових наукових журналах, реєстрація понад 40 сортів колосових злаків, які на державному рівні визнано селекційним досягненням,

а також широке впровадження в аграрне виробництво сортів-інновацій (реалізовано 262 ліцензії 49 насіннєвим агрофірмам практично з усіх областей України).

Отже, світовий розвиток біологічних наук став фундаментальною базою для формування сучасної біотехнології рослин, зокрема для потреб аграрної галузі. Ключові досягнення сучасної біотехнології рослин дозволяють відбирати і конструювати організми із заданими властивостями. В Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАН України вперше було виявлено закономірності молекулярної організації рослинних організмів і розроблено біотехнології для створення високопродуктивних сортів злакових культур, яким властиві висока якість зерна та стійкість до несприятливих чинників довкілля. Вперше в Україні впроваджено біотехнологію селекційного процесу, що ґрунтується на поєднанні можливостей класичної і молекулярної генетики з активним використанням нових мутантних генів, молекулярних маркерів, хромосомних транслокацій, штучних генетичних конструкцій.

Усе це стало вагомим внеском у розвиток української економіки та забезпечення продовольчої безпеки держави.

Дякую за увагу!

*За матеріалами засідання
підготувала О.О. Мележик*

Bogdan V. Morgun

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7041-6894>

MODERN PLANT BIOTECHNOLOGY IN SOLVING THE PROBLEMS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF UKRAINE

Transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, May 13, 2026

The report presents the current results of fundamental and applied research of the Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the NAS of Ukraine, aimed at the development of plant biotechnologies to ensure food security of the state, increase the competitiveness of the agro-industrial complex of Ukraine and contribute to the post-war reconstruction of the country. This primarily concerns the creation of new highly productive and stress-resistant varieties of agricultural crops using modern biotechnological approaches and work in the field of genome editing, molecular breeding and genetic transformation of plants.

Cite this article: Morgun B.V. Modern plant biotechnology in solving the problems of the agro-industrial complex of Ukraine (transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, May 13, 2026). *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2026. (7): 52—56. <https://doi.org/10.15407/visn2026.07.052>