

ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ПРІОРИТЕТИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

А. А. Жученко. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). В двух томах. — М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. — 1156 с.

Складність і різноманіття завдань екологічної генетики, невичерпні можливості застосування її розробок для прискорення та підвищення ефективності селекційної роботи з формування оптимального генетичного компонента агроєкоценозів вперше у світовій науковій літературі розкрито так повно, у такому масштабі, з чітким виділенням її основних параметрів і мережевих взаємодій між ними. Вперше в рецензованій монографії робиться й акцент на тому, що світова спільнота, навіть у рамках світових колекцій рослин, має недосліджений потенціал поповнення генофондів культурних рослин генами, що можуть підвищити ефективність селекційної роботи. Тобто можна сказати, що генетика рослин і дотепер ще не пододала етап збирання колекцій рослин, започаткований М.І. Вавиловим, і не перейшла до активного масового вивчення їхніх генів і властивостей.

Двотомна монографія Олександра Олександровича Жученка є наочною ілюстрацією твердження В.І. Вернадського, винесеного автором як епіграф до розділу «1.3. Методологія і методи»: «Наука шукає шляхи завжди одним способом. Вона розкладає завдання на простіші, потім, відсуваючи вбік складні завдання, розв'язує більш прості і

тільки тоді повертається до залишеного складного». У цій монографії О.О. Жученко інтегрує весь досвід генетики ХХ століття у розвитку підходів до екологічної генетики, чітко відмежовує її від еволюційної, популяційної, а також від генетики онтогенезу, узагальнює власні і літературні експериментальні дані про складні мережеві взаємодії між біотичними й абіотичними факторами навколишнього середовища та геномами, генофондами видів.

Зрозуміло, що велика кількість експериментальних даних розглядалася автором у багатьох статтях, у книгах, і результати його наукової діяльності досить добре відомі сучасним генетикам. Однак саме у цьому дослідженні відбувається новий синтез накопиченого матеріалу, виникає якісно новий ефект, пов'язаний із тим, що в ній О.О. Жученко реально формує простір нової науки ХХІ століття — екологічної генетики.

У рецензованій монографії фундаментальні особливості екологічної генетики, які відрізняють її від інших наук, зумовлені її узагальнюючою, інтегруючою функцією, що описує, в остаточному підсумку, основні характеристики живого у масштабах біосфери і його мережеві взаємодії з різними абіотичними факторами. І це дуже важлива обста-

вина. Адже саме дроблення питань і завдань загальної екології спричинилося до дивної ситуації, коли все виявляється у колі інтересів цієї науки, починаючи від геоморфології покриву Землі і закінчуючи геномною екологією, коли, наприклад, частота транспозицій залежить від нуклеотидного контексту ділянок генома. Це добре відбито у необмеженому «асортименті» наукових журналів, де публікуються роботи, які містять у своїй назві слово «екологія», починаючи від традиційних фізичних, хімічних видань, не кажучи вже про медичні, і завершуючи «Молекулярною екологією». Відсутність системного підходу у дослідженнях живого часто призводить до масштабних казусів у самій генетиці, як, наприклад, новітня мода на пошуки головних генів кількісних ознак.

Такі пошуки стали одним із базових аргументів при створенні проектів картування геномів різних видів. Разом із тим досить давно було зрозуміло, що для даної кількісної ознаки в різних умовах визначальне значення можуть мати абсолютно різні гени. Наприклад, як відзначає О.О. Жученко у своїй монографії, гени стійкості до абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища. Тобто сама властивість «ключового» обмеження розвитку конкретної кількісної ознаки, як естафета, може мігрувати від одного гена до іншого, залежно від особливостей ендо-екзогенних умов розвитку організму. Можливо, саме тому в окремії генетиці різних видів культурних рослин накопичуються експериментальні дані про десятки генів (справжні «батареї»), алельні варіанти яких виявляються пов'язаними зі стійкістю рослин до того чи іншого патогенного агента, абіотичного чинника. Очевидний контраст між ступенем складності впливу і кількістю «головних» генів стійкості наочно свідчить про низьку ефективність таких досліджень, які не враховують інтегровані відповіді організму в мережевій взаємодії між генотипним і навко-

лишнім середовищами, що і є, за визначенням О.О. Жученка, основним предметом екологічної генетики як науки. При цьому автор дуже чітко вказує на певну умовність поділу факторів навколишнього середовища на біотичні й абіотичні компоненти, їхній тісний взаємозв'язок і формотворче значення один для одного. Так, у монографії дослідник наводить переконливі приклади того, коли алопатичні взаємодії організмів можуть розглядатися водночас і як біотичний, і як абіотичний чинник: родючість ґрунтів можна збільшити у кілька разів завдяки правильному добору попередників і супутників; склад мікробіоти ґрунтів може визначатися їхньою структурою, одночасно її формувати і вирішальним чином впливати на доступність для рослин ґрунтових мінеральних компонентів. Сама потреба збереження біорізноманіття обґрунтовується автором як об'єктивна умова виживання біосфери за посилення господарської діяльності людини, а також як напрямок пошуку збільшення продуктивності агроценозів, повноти використання їхнього потенціалу з урахуванням необхідності запобігання екологічним катаклізмам, підвищення стійкості агроecosystem.

Дуже важливою характеристикою О.О. Жученка-дослідника є його системний «зір» і здатність переконати читача у правильності викладених поглядів. Так, усім експериментаторам добре відома необхідність поділу генетичних основ норми реакції організму на зовнішні впливи і зміни пристосованості генотипу (у сенсі його внеску в наступне покоління) за мінливості навколишнього середовища. Визначення О.О. Жученком цих явищ як «онтогенетична» і «філогенетична» адаптації видаються системними, узагальнюючими і продуктивними.

У монографії широко представлені вдалі положення, що пояснюють багато механізмів взаємодії між генофондами популяцій і зовнішніми умовами, а також формуючі нові

напрями селекційної роботи. Зокрема, досить цікаве таке твердження автора: оскільки стійкість до біотичних й абіотичних факторів екологічного стресу забезпечується продуктами різних генів, то, зібравши їх в одному геномі, потенційно можна створити організм, стійкий до цілого спектра таких факторів. Чи, наприклад, виявлені позитивні кореляції між ступенем інбридингу і частотою рекомбінаційних подій, а також переважаючого відтворення носіїв регуляторів високого рівня рекомбінацій за мінливих умов навколишнього середовища. О.О. Жученко обґрунтовує провідну роль рекомбінацій у забезпеченні генетичної «пластичності» генофондів порівняно з мутаціями структурних генів, показує преадаптацію як результат не тільки пасивного залучення у добір за іншими генами груп тісно зчеплених із ними генетичних елементів, а й випадкове формування нових блоків коадаптованих генів тощо. Саме уявлення, яке розвиває автор, про те, що еволюцію живого не можна розглядати без урахування рекомбінаційної мінливості, а також складнощів поняття про відбір (комплексу різноспрямованих векторів) і про його мішені (коеволюціонуючі спільноти видів й абіотичних компонентів), імовірно, може призвести до того, що еволюційна генетика перетвориться на органічний підрозділ екологічної генетики. Тоді беззаперечною стане наступність, зникнуть протиріччя в оцінках, наприклад, відмінностей механізмів «філогенетичної» адаптації між різними царствами (домінуюче значення горизонтального обміну між геномами бактерій, поліплоїдизації у рослин і генних дуплікацій у тварин). Буде зрозумілішим зв'язок між ними і те, що відмінності у використанні таких механізмів скоріш кількісні, ніж якісні. Інакше сприйматимуться питання еволюції видових спільнот, отже, і шляхи розробки методів керування ними.

Рецензована монографія уособлює не тільки цілісний «каркас» нової науки —

екологічної генетики — що в ній відновлено низку концептуальних положень класиків вітчизняної та світової науки — таких, як М.І. Вавилов, Ф.І. Добжанський, І.І. Шмальгаузен, М.П. Дубинін і багатьох інших, від яких переважно залишилися тільки імена, а справжнє значення їхньої наукової спадщини давно вже вислизає від сучасної наукової думки, яка спокусилася модою і конкуренцією за соціальне визнання. Фундаментальна праця О.О. Жученка відновлює перерваний «зв'язок часів», без якого неможливе продуктивне використання всього накопиченого потенціалу вітчизняної науки.

Двотомна монографія складається з семи основних розділів, сімнадцяти додатків до розділів 4—7, списку основної літератури, предметного й іменного покажчиків, а також покажчика латинських назв рослин. Додатки і покажчики мають унікальну цінність довідкового посібника з характеристик продуктивності рослинництва у світі, зокрема в Росії.

У першому розділі — «Екологічна генетика культурних рослин як самостійна наукова дисципліна» докладно обґрунтовується необхідність виділення екологічної генетики в окрему дисципліну у системі загальних проблем екології та біології. Охарактеризовано історію її розвитку, предмет і цілі дослідження, методологію та методи.

«Генетична природа адаптивного потенціалу рослин» — таку назву має другий розділ монографії. Автор вводить системне поняття «адаптивний потенціал» як функції взаємозв'язку генетичних програм онто- і філогенетичної адаптації. У такому формулюванні нетрадиційними є два аспекти: у загальній «генетичній системі» організму функціонально виокремлені генетичні програми онто- і філогенетичної адаптації, що можуть зазнати подальшої структуризації; враховуються особливості функціонування кожної із зазначених програм і складових їхніх генетичних детермінант, а також їх

взаємодії при формуванні онто- і філогенетичних адаптивних реакцій цілісного організму. Дискретно-системний підхід до аналізу адаптивного потенціалу рослин дає змогу реалістичніше оцінювати характер дії факторів зовнішнього середовища, що вступають не тільки в ролі «сортувальника» генотипів за ознаками онтогенетичної адаптації, а й таких, які безпосередньо й опосередковано впливають на генотипову мінливість популяції (частоту і спектр мутацій, рекомбінацій, SOS-репарацій і транспозицій мобільних елементів).

Роль мейотичної рекомбінації в еволюції та селекції рослин докладно розглянуто у третьому розділі двотомника. Тут аналізуються ключові події мейозу і генетичні системи контролю рекомбінацій (рес-системи), мейотичні мутації та фактори, що впливають на частоти рекомбінаційних процесів (регуляція кон'югації хромосом, внутрішня і міжхромосомна інтерференція, зміна розміру генома, кількості хромосом, плідності, залежність від статі і віку). Викладено концепцію подвійного («грубого» і «тонкого») генетичного контролю рекомбінацій.

У цьому розділі обґрунтовується положення про еколого-філогенетичну зумовленість рекомбінацій, накреслено шляхи керування прихованою, потенційною мінливістю. Це виводить на новий рівень можливості розв'язання проблем адаптивної селекції і по-новому розкриває значення рекомбіногенезу для синтетичної теорії еволюції.

О.О. Жученко підкреслює, що переміщення кросоверних обмінів у раніше «заборонені» зони генома, тобто деканалізація еволюційно сформованих систем обмеження рекомбінаційної мінливості, має надзвичайно важливе значення для еволюції та успіхів селекції. Інша проблема, яка обговорюється в цьому розділі, — формування генетичної системи виду, виходячи з ідеології адапціогенезу, з тих міркувань, що умови середовища — це фактори, котрі не

тільки елімінують непристосованих особин, а й формулюють особливості власне генетичної системи популяцій і видів через вплив на процеси рекомбінації.

Розділ четвертий — «Еколого-генетичні основи адаптивної системи селекції і насінництва рослин» — присвячено особливостям принципів і методів адаптивної селекції рослин, що базуються на дискретно-системному підході екологічної генетики до функціональної структуризації «генетичної системи», враховують найважливіші пріоритети стратегії адаптивної інтенсифікації рослинництва, розкривають завдання і можливості біоенергетичного, біоценологічного, симбіотичного, едафічного та інших напрямів селекції. При цьому потенціал онтогенетичної адаптації рослин розглядається як результат дії і взаємодії коадаптованих блоків генів. Відзначається, що подальше підвищення врожайності найважливіших культур гальмується вже досягнутим високим індексом урожаю (0,5–0,8). Спостерігається посилення залежності варіабельності обсягів та якості врожаю від нерегульованих факторів зовнішнього середовища, частка яких за основними зерновими перевищує 60%. У разі внесення великих доз мінеральних добрив і меліорантів, використання повного набору пестицидів і засобів механізації відбувається експонентне збільшення витрат почерпуваних ресурсів на кожну додаткову одиницю врожаю, зокрема харчову калорію, посилюється залежність продуктивності агроєкосистем від техногенних чинників, прискорюються процеси і зростають масштаби забруднення та руйнації довкілля. У додатку до цього розділу О. О. Жученко перелічує головні проблеми, які зумовлюють ключову ланку селекції ХХІ століття — адаптивну систему селекції та насінництва рослин. Так, потенційна врожайність сортів і гібридів реалізується лише на 25–40% внаслідок недостатньої стійкості рослин до дії абіотичних

і біотичних стресорів; знижуються екологічна стійкість і якість врожаю, а також поліпшуючі середовище (грунтозахисні, фітосанітарні тощо) і ресурсовідновні властивості сортів та гібридів рослин за досягнення ними високої потенційної врожайності; недостатньою є пристосованість сортів і гібридів до конструювання високопродуктивних, екологічно стійких і дизайнерсько-естетичних агроєкосистем й агроландшафтів тощо.

У п'ятому розділі монографії розглядається роль генетичної інженерії в адаптивній системі селекції рослин (міфи і реалії). У дискусіях із питань генетичної інженерії основний наголос робиться на критеріях, показниках і методах оцінки харчової безпечності генетично модифікованих організмів (ГМО) й одержуваних із них продуктів. Однак головна увага, вважає автор, має приділятися еволюційній, біологічній та екологічній безпечності ГМО. Крім того, на думку О.О. Жученка, в обговоренні можливостей ДНК-технологій дедалі більше домінує тенденція до недооцінки труднощів, динамічного і безупинного характеру «живих явищ» і перебільшення ролі окремих генів у визначенні здатності організмів до адаптації, у тому числі завдяки саморегуляції. Однобічний структуралістський підхід, що орієнтує на маніпуляцію окремими генами, які кодують «ознаки з певними функціями», і розглядає онтогенез як їх «реєстр», дає змогу розв'язати лише невелику, причому далеко не найголовнішу частину сучасних селекційних завдань. Окрім того, як підкреслює О.О. Жученко, райдужні сподівання на біотехнологію і багатообіцяючі заяви її апологетів допомагають значній частині суспільства ухилятися від розв'язання кардинальних соціально-економічних й екологічних проблем узагалі і сільського господарства — зокрема.

У шостому розділі монографії аналізується адаптивний потенціал вищих рослин і

його використання. Тут розглядаються можливості ефективного застосування генетичних знань про адаптивні реакції у селекції і захисті рослин, у процесі конструювання агроєкосистем й агроландшафтів, розробки стратегії адаптивного розвитку сільського господарства в цілому. Проблеми збереження світових рослинних ресурсів, переходу до адаптивного сільського господарства і виживання людства виявляються взаємозалежними. У додатку до цього розділу автор наводить статистичні й експериментальні дані, які переконливо ілюструють його твердження про те, що в стратегії адаптивної інтенсифікації рослинництва агроєкологічне районування території посідає центральне місце. Головними причинами кризового стану сучасного сільського господарства, на думку дослідника, є:

- ♦ «зрівняльність» систем сільськогосподарського природокористування і порушення вимог щодо розміщення культивованих видів і сортів рослин у строгій відповідності з особливостями їх адаптивного потенціалу, тобто у найсприятливіших для їх обробки ґрунтово-кліматичних макро-, мезо- і мікроронах;
- ♦ недооцінка поліпшуючих середовищ — ґрунтозахисної, ресурсовідновної і дизайнерсько-естетичної функцій видової структури посівів;
- ♦ неадаптивність між- і внутрішньогосподарського землевпорядкування, що не враховує належною мірою (особливо за умов великомасштабних сівозмін і ланів) нерівномірність розподілу в часі та просторі факторів природного середовища, які лімітують обсяг і якість врожаю.

В останньому, сьомому, розділі О.О. Жученко розглядає місце рослинництва у системі адаптивного природокористування, методологічні основи визначення наукових пріоритетів в адаптивному рослинництві, а також стан і завдання його наукового забезпечення. З використанням додаткового

матеріалу автор переконливо доводить, що тільки за умов агроекологічно адресного розміщення культивованих видів і сортів рослин можлива об'єктивна оцінка агрокліматичного потенціалу тієї чи іншої макро-, мезо- і мікротериторії. Основним критерієм тут виступає відповідність потенціалу онтогенетичної адаптації культивованих рослин місцевим особливостям ґрунту, клімату, погоди, агротехніки, що, у свою чергу, визначається обсягами, якістю і термінами надходження врожаю. Саме тому кожна країна має свій специфічний набір культур і сортів, що, з огляду на кращу пристосованість до місцевих ґрунтово-кліматичних, погодних, технологічних, соціально-економічних та інших особливостей, забезпечують найбільшу реалізацію як природної, так і ефективної родючості. У додатку до цього розділу дослідник розглядає сучасні особливості сільського господарства і необхідність «зміни парадигм» у глобальній стратегії його розвитку. Так, наводяться дані про те, що впродовж 1960–2000 років виробництво всіх видів сільськогосподарської продукції зросло з 3,8 до 7,4 млрд тонн. Однак кількість продовольства, що припадає в середньому на 1 людину, залишилася незмінною (1,23 т/люд). Кричущі факти: нині у світі недоїдає майже половина населення, а четверта частина — голодує. У державах Західної Європи, Північної Америки і в Японії, де найбільше поширена хіміко-техногенна інтенсифікація сільського господарства і проживає менше 20% населення земної кулі, у перерахунку на кожну людину витрачається у 50 разів більше ресурсів порівняно з країнами, що розвиваються, і викидається у довкілля близько 80% усіх шкідливих промислових відходів (доповідь комісії ВООЗ). Це ставить на межу екологічної катастрофи все людство.

О.О. Жученко обґрунтовує життєву важливість зміни парадигм у розвитку глобального сільського господарства. Відзначаєть-

ся, що система надспоживання країн «золотого мільярда» загрожує катастрофою всьому людству (основний висновок Всесвітньої конференції щодо сталого розвитку представників 195 країн у Йоханнесбурзі, яка відбулася 6 серпня — 4 вересня 2002 р.). На світовому форумі «Наука і суспільство» (Будапешт, 7–9 жовтня 2003 р.) підкреслювалося, що глобальні соціально-економічні й екологічні проблеми вимагають і глобальних відповідей, які ґрунтуються на досягненнях науки і техніки. Це насамперед — дефіцит продовольства, питної води і можливі зміни клімату. Вже сьогодні понад один мільярд землян не має доступу до води необхідної кількості і якості, а близько двох мільярдів людей на нашій планеті потерпають від голоду.

Насамкінець слід відзначити влучні епіграфи, що відкривають розділи монографії та додатки. Одним із них хотілося б завершити цю рецензію: «Сільське господарство відчуває потребу в тонкощах, але не терпить дурощів». Очевидно, це один із провідних мотивів зібраного у двотомнику величезного фактичного матеріалу, обговорення нагальних проблем сільського господарства у глобальних масштабах.

Фундаментальність, енциклопедичність монографії О.О. Жученка важко переоцінити, так само, як і можливість її впливу на сучасні світоглядні уявлення про організацію біосфери, напрями її подальшого розвитку, екологозберігаючі методи підвищення продуктивності агроєкобіоценозів, використання адаптивного генетичного потенціалу сільськогосподарських культур. Єдиною серйозною перешкодою цьому є вкрай низький наклад для такої актуальної монографії — лише 500 примірників.

Д. ГРОДЗИНСЬКИЙ,
академік НАН України,
В. ГЛАЗКО,

доктор сільськогосподарських наук,
академік (іноземний член) Російської
академії сільськогосподарських наук (Київ)