

ДО 90-ЛІТТЯ ВІД ЧАСУ ЗАСНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

## Розвиток генетики в Національній академії наук України.

### 2. Відродження сучасної генетики та її розвиток у другій половині ХХ століття

**В. А. Кунах**

Інститут молекулярної біології і генетики НАН України  
Вул. Академіка Заболотного, 150, Київ, 03680, Україна  
kunakh@imbg.org.ua

---

*Наведено головні напрями і основні здобутки генетичних і генетико-селекційних досліджень в системі закладів НАН України від часу відродження класичної генетики в СРСР у 60-х роках ХХ ст. Проаналізовано наукову і науково-організаційну діяльність деяких наукових закладів і найвідоміших генетиків України та їхній внесок у розвиток світової науки у другій половині ХХ ст.*

*Ключові слова: історія науки, історія генетики в СРСР, генетика і селекція в Україні, історія НАН України.*

---

Датою відродження сучасної генетики в Україні після її фактичної заборони в СРСР у 1948 р. слід вважати, на думку автора, 1960 рік. У цьому році за ініціативи В. П. Зосимовича (лауреата Ленінської премії і члена-кореспондента АН УРСР) у Центральному республіканському ботанічному саду Академії наук УРСР (нині – Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України) було створено відділ генетики, який він і очолив. Ще лютувала реакція апологетів так званої «мічуринської агробіології» і «... вчені-мічуринці, очолювані академіком Т. Д. Лисенко, проводили послідовну боротьбу проти менделістсько-морганістського на-

пряму в біології ...», а в новосформованому підрозділі почали швидко розвиватися дослідження з поліплоїдії, гетерозису, експериментального мутагенезу, цитоплазматичної чоловічої стерильності. Вибір об'єктів дослідження був дуже широким: цукрові буряки, зернові культури, плодові та декоративні рослини. Вже у 1961 р. співробітниками відділу було видано два методичних посібники з методів отримання і добору тетраплоїдних форм цукрових буряків з цитоплазматичною чоловічою стерильністю та способів її закріплення, прийнято до аспірантури перших двох аспірантів за спеціальністю «генетика» (Д. М. Голда, С. С. Малюта), а через рік – іще трьох (Б. О. Левенко, В. А. Труханов, О. Ф. Андрощук).

У 1963 р. відділ генетики переведено до Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР, де він став осередком активного відродження генетики в усій Україні. У цьому відділі розпочалося вивчення індукованого радіаційного і хімічного мутагенезу в озимій пшениці і жита (М. К. Сафін), ярового ячменю (О. Ф. Андрощук), цукрових буряків (В. П. Зосимович). Зазначені роботи стали підґрунтям для вирішення низки питань щодо вибору дози опромінення і концентрації мутагенів, завдяки їм виявлено специфічну дію мутагенів і реакцію на них різних сортів, встановлено ступінь радіочутливості хромосомного апарату диплоїдних і тетраплоїдних сортів і форм рослин. Отримані цінні мутації пшениці, жита, буряка було передано селекціонерам.

У середині 1960-х років під керівництвом В. П. Зосимовича відбулися Всеукраїнська нарада з проблем стану та розвитку генетики і селекції, курси із вдосконалення викладання генетики у сільськогосподарських і педагогічних вищих навчальних закладах, видано два томи міжвідомчого збірника наукових праць «Цитология и генетика», який став основою для створення широко відомого на сьогодні міжнародного журналу за тією ж назвою. Журнал «Цитология и генетика» засновано 1967 року Відділенням загальної біології і Відділенням біохімії, біофізики і фізіології АН УРСР. До середини 1968 р. редакція журналу працювала в Інституті ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР, у 1968–1986 рр. журнал видавався Інститутом молекулярної біології і генетики АН УРСР, у 1987–1991 рр. – Інститутом фізіології рослин і генетики АН УРСР, з 1992 р. і дотепер – Інститутом клітинної біології і генетичної інженерії НАН України. Понад 30 останніх років журнал перекладається англійською мовою у США (Нью-Йорк) видавництвом «Allerton Press» під назвою «Cytology and Genetics». Головними редакторами журналу в різні роки були: П. К. Шкварніков (1967–1976), С. М. Гершензон (1977–1985), І. А. Шевцов (1985–1987), О. О. Созінов (1988–2000), Ю. Ю. Глеба (2001–2006), Я. Б. Блюм (із середини 2006 р.)

Цими ж роками під керівництвом члена-кореспондента АН УРСР Ф. Л. Щепотьєва

спочатку у Харкові, а потім – у Донецькому університеті розширилися й активізувалися дослідження гібридизації у зв'язку з інтродукцією, поліплоїдії і експериментального мутагенезу у деревних порід, видоутворення у рослин тощо (Р. І. Бурда, Л. Н. Лебединська).

У Центральному республіканському ботанічному саду М. Ф. Каплуненко та О. К. Дорошенко отримали мутації у дуба, волоського горіха, клена сріблястого та інших порід.

У галузі селекції свійських тварин варто відмітити виведення Л. К. Гребнем у заповіднику Асканія-Нова української степової рябої породи свиней, а також видатні досягнення у селекції овець і великої рогатої худоби. Ця робота стала продовженням і розвитком проведених там же досліджень видатного вченого-селекціонера у галузі тваринництва М. Ф. Іванова. В Асканії-Новій отримано чисельні гібриди між дикими видами тварин, а також між дикими і свійськими. Ці гібриди є цінними для вирішення питань походження видів тварин і для подальшої розробки теорії віддаленої гібридизації.

Відродження генетики в системі АН УРСР наблизилося до завершення створенням у 1964 р. Наукової ради АН УРСР з проблеми «Цитология і генетика», яку очолив В. П. Зосимович, та заснуванням премії ім. В. Я. Юр'єва (присуджується раз у два роки за роботи в галузі генетики і селекції). Першими лауреатами цієї премії за розробку методики виведення нових поліплоїдних гібридів та впровадження їх у практику стали в 1965 р. В. П. Зосимович та В. О. Панін.

Завершилося відродження генетики в Україні у 1967 р. заснуванням Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова, організаторами якого були В. П. Зосимович, І. М. Поляков та П. К. Шкварніков. Це дозволило краще координувати дослідження різних наукових закладів, комплексно виконувати важливі роботи із залученням учених різних фахів, ефективніше використовувати результати наукової роботи у практиці.

Ще важливішою організаційною подією 1967 р. стало створення Сектора генетики при АН УРСР, який включав три наукових відділи – генетики

рослин (завідувач В. П. Зосимович), генетики тварин (завідувач М. М. Колесник) та новостворений на базі відділу генетики рослин відділ експериментального мутагенезу. Останній підрозділ і Сектор генетики у цілому очолив П. К. Шкварніков – учень М. С. Навашина і колишній заступник директора (М. І. Вавилова) з наукової роботи Інституту генетики АН СРСР, якого було запрошено з Інституту цитології і генетики Сибірського відділення АН СРСР (м. Новосибірськ). Сектор генетики у 1968 р. було реорганізовано у Сектор молекулярної біології і генетики Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного АН УРСР (завідувач С. М. Гершензон), а в 1973 р. – в Інститут молекулярної біології і генетики АН УРСР (ІМБіГ), у якому директором (1973–2003 рр. та з 2003 – почесним директором) був академік Г. Х. Мацука, а з 2003 р. і по сьогодні – академік Г. В. Єльська.

Розгорнуті в ІМБіГ дослідження охоплювали питання загальної і молекулярної генетики, цитогенетики і генетичних основ селекції сільськогосподарських рослин і свійських тварин, медичної генетики. Поряд з теоретичними дослідженнями розроблялися теми, актуальні для практики, – спрямовані на створення нових високопродуктивних форм сільськогосподарських рослин, підвищення продуктивності свійських тварин та пошук способів біологічної боротьби з комахами – шкідниками сільського господарства. Продовжувалася робота з підвищення наукових знань у галузі генетики – у 1968–1975 рр. проведено цикл лекцій для науковців і студентів м. Києва спеціалістами зазначеного інституту (С. М. Гершензон, П. К. Шкварніков, В. П. Зосимович, С. Б. Серебряний та ін.). Видану в 1979 р. С. М. Гершензоном унікальну монографію «Основы современной генетики», яка, по суті, стала і першим навчальним посібником після відродження генетики в Україні, у 1981 р. удостоєно Державної премії УРСР. 1983 року вийшло друге, виправлене і доповнене видання цієї монографії, яка й понині є однією з настільних книг з генетики.

У новоствореному ІМБіГ продовжувалися розпочаті ще в 1930-х роках в Інституті зоології

ВУАН дослідження мутагенної дії ДНК у дрозофіли і бактерій та проведено цикл робіт з вивчення мутагенної дії вірусів. Детально вивчено високу специфічність мутагенної дії екзогенних ДНК, чим уперше відкрито можливість вибіркового викликання мутацій певних генів. Аналіз мутагенної дії на дрозофілу деяких вірусів рослин, тварин і людини показав, що віруси слід вважати не лише збудниками інфекційних хвороб, а й мутагенними чинниками (С. М. Гершензон, Ю. М. Александров, С. С. Малюта). Виявлено мутагенну дію ДНК- та РНК-вмісних вірусів і вірусних вакцин на клітини свавців і людини. Зроблено висновок про необхідність створення нових немутагенних препаратів для профілактики вірусних інфекцій (Т. І. Бужієвська). За цикл робіт з вивчення мутагенної дії екзогенної ДНК і вірусів у 1998 р. присуджено Державну премію України в галузі науки і техніки, її лауреатами стали С. М. Гершензон, Т. І. Бужієвська, Ю. М. Александров, С. С. Малюта, К. А. Ларченко, І. С. Карпова.

Ще в першій половині ХХ ст. висунуто гіпотезу про генетичну природу раку. Відкриття П. Раусом у 1911 р. вірусу, що спричинює саркому курей, а потім інших вірусів, які призводили до раку тварин, стало основою формулювання вірусної гіпотези виникнення та розвитку злоякісних новоутворень. Л. Зільбер об'єднав ці відкриття у вірусно-генетичну теорію раку. Однак невдовзі стало відомо, що віруси, які спричинюють рак, є РНК-вмісними. Постало питання, як геномна РНК вірусів може потрапити в геномну ДНК клітини?

Ще на початку 60-х років минулого століття С. М. Гершензон висловив гіпотезу, що РНК здатна переписуватися в ДНК, а не тільки навпаки, як це було прийнято вважати на той час. Одночасно з ним подібну гіпотезу запропонував американський вчений Г. Темін, однак догма про те, що транскрибуватися може лише ДНК, настільки міцно закріпилася у свідомості, що їхнім дослідженням ніхто не довіряв. Постала потреба у фахівцях з молекулярної біології, щоб довести цю гіпотезу, і С. М. Гершензон залучає до цих досліджень групу молодих українських учених, у тому числі А. В. Риндич, яка є нині відомим

спеціалістом у галузі фундаментальних досліджень в онкогенетиці та молекулярній ретровірусології, членом-кореспондентом НАН України. Однак матеріальне забезпечення подібних робіт у Радянському Союзі було на низькому рівні, і в 1971 р. співробітники двох американських груп Г. Теміна і Д. Балтимора відкривають зворотну транскриптазу – фермент, який синтезує на вірусному РНК-геномі провірусну ДНК, яка потім проникає в геном тварин. Виявилося, що цю властивість зворотної транскриптази (так назвали цей фермент) можна використовувати для штучного синтезу генів.

Відкриття зворотної транскриптази стало початком ери генної інженерії і першими двома питаннями були: де взяти фермент і що синтезувати в першу чергу? У відділі біосинтезу нуклеїнових кислот під керівництвом майбутнього члена-кореспондента НАН України В. М. Кавсана було відкрито спеціальну лабораторію для виробництва зворотної транскриптази з вірусу мієлобластозу; фермент у 1970–1980-х роках постачали майже в усі країни Східної Європи та деякі країни Азії.

У зазначеному відділі вперше у колишньому СРСР синтезовано еукаріотний ген. При дослідженні глобінового транскриптому продемонстровано неоднозначність меж транскрипції генів еукаріотів. Щоб дослідити утворення та процесинг пре-мРНК, розробили новий підхід, який передбачає вивчення ДНК-копій (кДНК) молекул пре-мРНК. Це дало можливість виявити оригінальний механізм утворення процесованих генів. Методом зворотної транскрипції РНК на ДНК у пробірці синтезовано повний дволанцюговий структурний ген глобіну кроля і синтезовано структурні частини генів глобіну голуба, імуноглобуліну мишей, альбуміну шурів та досліджено низку фізико-хімічних властивостей цих генів (В. М. Кавсан, А. В. Риндич). Роботи відзначено в 1979 р. Державною премією СРСР у галузі науки і техніки. Одним із її лауреатів від українських дослідників став В. М. Кавсан.

Завдяки наявності ключового ферменту зворотної транскриптази з'явилось дуже багато різних наукових проектів, серед яких можна назвати

дослідження в галузі пошуку зворотної транскриптази в різних вірусах і тканинах, характеристику зворотної транскриптази та пошук її інгібіторів, вивчення структури геномів онковірусів та інших вірусів, дослідження закономірностей їх інтеграції з геномом хазяїна, встановлення структури ядерних попередників інформаційних РНК. Розпочалися дослідження в галузі практичного використання цього надзвичайного відкриття, зокрема, синтез гена та одержання інтерферону генно-інженерним способом разом з російськими вченими; це досягнення захищено першим у галузі генної інженерії в СРСР Авторським свідоцтвом № 1144376 (заявка № 365867, пріоритет винаходу 27 жовтня 1983 р.). Також одержано перші результати аналізу нуклеотидних послідовностей генів ВІЛ-1 у крові українських пацієнтів, знайдено варіант ділянки V3 (що рідко зустрічається) гена *env* цього вірусу (В. М. Кавсан, В. А. Гребенюк).

Здійснено масштабні дослідження організації та експресії генів інсулінової родини риб і морських безхребетних, розроблено програму «Трансгенні риби», у якій брали участь інститути Національної академії наук України і Російської Академії наук, а також деякі зарубіжні лабораторії. Клонування і визначення нуклеотидної послідовності кДНК препроінсуліну та інсуліноподібних факторів росту кети дозволили виділити їхні гени з геномної ДНК, встановити їхню організацію та повну нуклеотидну послідовність. На основі результатів цих досліджень зроблено низку фундаментальних висновків щодо еволюції інсулінових генів. Виділені під час експериментів регуляторні ділянки гена інсуліну використано для створення генно-інженерних конструкцій при отриманні трансгенних риб, що мають наперед задані властивості (В. М. Кавсан, А. Ю. Паламарчук, В. П. Гребенюк, В. П. Кулик).

Вперше у 1974–1980 рр. проведено дослідження з трансгенозу, зокрема, з перенесення бактеріальних генів у клітини вищих організмів. Виявлено зростання активності бета-галактозидази і триптофансинтетази у клітинах тютюну й пшениці відповідно після обробки їх бактеріофагами, які несуть лактозний і триптофановий оперони кишкової палички.

Доведено, що зростаюча активність ферментів зумовлена експресією бактеріальних генів у рослинних клітинах (С. С. Малюта, В. А. Кунах, Б. О. Левенко, Г. Н. Юркова, З. В. Лазуркевич, В. Т. Ліхачов). Проведено успішні досліди з генетичної трансформації кукурудзи, основані на введенні у рецесивну рослину ДНК, виділеної з домінантної рослини (В. В. Моргун, В. А. Кордюм, К. А. Ларченко).

Коротко підсумовуючи дослідження того часу, слід підкреслити, що саме ІМБіГ АН УРСР був провідним науковим центром СРСР в царині генетичної інженерії. Зокрема, впродовж найбурхливішого етапу фундаментальних досліджень, пов'язаних з проблемами генетичної інженерії, ІМБіГ АН УРСР за 10 років (1977–1986) провів сім Республіканських робочих нарад, присвячених зазначеним проблемам, у яких постійно брали участь, окрім наукової молоді, провідні вчені з різних регіонів СРСР. Статті з цієї і дотичних тематик публікувалися в міжвідомчому збірнику наукових праць «Молекулярная биология» (головний редактор – Г. Х. Мацука), який у 1973–1984 рр. видавався ІМБіГ. Всього побачило світ 38 випусків цього часопису. На його базі у 1985 р за ініціативи Г. Х. Мацуки створено науковий журнал «Біополімери і клітина», засновником якого є ІМБіГ. Головним редактором журналу у 1985–2003 рр. був академік АН УРСР Г. Х. Мацука, а з 2004 р. – академік Г. В. Сельська.

Протягом 1970–1980-х рр. у рамках Всесоюзної наукової програми «Онкогенетика» проводили дослідження з визначення ролі мутацій у процесі малігнізації клітин. Вперше доведено, що саме онкоген аденовірусу відповідальний за індукцію мутацій в соматичних клітинах ссавців, у той час як інші вірусні гени, що не експресуються в клітинній системі, не проявляють і мутагенної активності. Показано можливість контролювання індукованого мутагенезу за допомогою регуляторних нуклеотидних послідовностей і пухлинного промотору ТРА, які впливають на рівень експресії онкогену. Ці роботи заклали основи нового наукового напрямку – вивчення мутагенної активності трансформуючих генів, що змінюють генетичну програму клітин (Л. Л. Лукаш).

Мутагенність рослинних вірусів і бактеріофагів, у тому числі тих, що використовують для генетичної трансформації, встановлено і в дослідах з культивованими *in vitro* клітинами рослин (В. А. Кунах, С. С. Малюта, З. В. Лазуркевич, І. Г. Бух, І. П. Жук).

На лінійних мишах вперше показано біологічні наслідки пересадки зародків ранніх стадій розвитку (бластоцист). Виявлено, що маса нащадків, які розвиваються з пересаджених бластоцист, на 25–40 % є більшою за таку ровесників, що розвиваються у «своїх» матерів, і в низці випадків вони характеризуються підвищеною плодючістю. Обґрунтовано уявлення про перспективність міжлінійних і міжпородних пересадок інбредних зародків ранніх стадій для подолання інбредної депресії у ссавців, що може мати значення для селекції тварин (В. І. Євсіков, Л. М. Морозова, Т. Г. Титок). Виконано дослідження з генетичного поліморфізму білків крові і молока свійських тварин і виявлено зв'язок поліморфізму за деякими білками з продуктивністю тварин (М. М. Колесник та ін.).

Багато досліджень проведено з вивчення мейозу у поліплоїдів культурних рослин для виявлення причин аномалій цього явища, що призводять до анеуплоїдії – головної причини зниження насінневої продукції поліплоїдів – та пошуку способів його запобігання. Більшість подібних робіт виконано В. П. Зосимовичем та його учнями і послідовниками (Н. К. Наваліхіна, В. О. Панін, М. П. Драч, С. Г. Машталер, І. А. Шевцов, І. М. Чекаліна, В. А. Труханов, Т. Т. Борисенко та ін.). Вивчали хід мейозу у тетраплоїдів картоплі, конюшини, ячменю, жита, у триплоїдів буряка тощо.

Зазначені роботи дали багато нового для розуміння поведінки хромосом під час мейозу у поліплоїдних рослин, визначили шляхи підвищення плодючості останніх за допомогою добору та інших методів. Зокрема, вивчення особливостей спадковості і мінливості поліплоїдів сільськогосподарських рослин дозволило отримати і дослідити генетично, цитологічно і біохімічно гібриди триплоїдних рослин цукрового і кормового буряка, дослідити комбінаційну здатність



диплоїдного і тетраплоїдного цукрового і кормового буряка, успадкування ознак у диплоїдної і триплоїдної редиски тощо. Багато із створених гібридів і поліплоїдів цукрових і кормових буряків використано у виробництві. Також отримано і вивчено генетику тетраплоїдної червоної конюшини (Н. К. Наваліхіна) і тетраплоїдного жита (С. Г. Машталер). Розроблено методи збереження цінних властивостей гетерозисних гібридів рослин у ряду поколінь (І. А. Шевцов).

Тетраплоїдні форми жита одержано також М. І. Худяк в Інституті ботаніки АН УРСР, Д. Ф. Лихварем і М. А. Ветлицьким в НДІ землеробства УААН, А. Ф. Шуліндіним, В. М. Чередниченко, А. А. Торопом і В. П. Пахомовою в Інституті рослинництва, селекції і генетики УААН. Деякі з них, зокрема Поліська тетра, були районовані. Поліплоїди п'яти видів люцерни досліджували Д. М. Щербина та В. В. Буйдін у Полтавському педагогічному інституті. Загалом у 1960–1970-ті роки явища поліплоїдії широко вивчали практично в усіх закладах України, де проводили досліди з рослинами. Новітні на той час досягнення українських учених у цій галузі підсумовано в збірнику наукових праць «Экспериментальная полиплоидия у культурных растений», виданому ІМБіГ АН УРСР (відповідальний редактор В. П. Зосимович, К.: Наук. думка, 1974, 192 с.).

Визнанням провідної ролі українських учених у вивченні проблем поліплоїдії стало проведення в 1975 р. на базі ІМБіГ АН УРСР IV Всесоюзної наради з поліплоїдії. Окрім тез доповідей, за матеріалами наради видано збірник наукових праць «Успехи полиплоидии» (К.: Наук. думка, 1977, 232 с.). Головою оргкомітету наради і головним редактором опублікованих тез і збірника праць був В. П. Зосимович. За його редакцією у ці ж роки видано два збірники наукових праць «Экспериментальная генетика растений» (К.: Наук. думка, 1977, 164 с.; К.: Наук. думка, 1982, 116 с.).

В ІМБіГ досліджували також роль зовнішніх і внутрішніх чинників індукції мутацій за допомогою радіації і хімічних речовин у багатьох сільськогосподарських рослин, вивчали специфіку

дії різних хімічних мутагенів і можливість застосування індукованих мутацій у селекції. Проведено вивчення мейозу та плодючості експериментально отриманих мутантів пшениці, кукурудзи, поліплоїдних форм різних видів рослин під дією гама-променів, швидких нейтронів, різних хімічних супермутагенів. Виявлено особливості мутагенного впливу низки хімічних мутагенів, отримано дані про залежність частоти хромосомних перебудов та інших типів мутацій від фізіологічного стану рослини і дії різних чинників довкілля (В. П. Зосимович, П. К. Шкварніков, В. В. Моргун, М. І. Кулик, М. К. Сафін, К. А. Ларченко, В. Ф. Логвиненко, В. С. Борейко та ін.).

Під керівництвом П. К. Шкварнікова подальшого розвитку набули розробка методів отримання мутантних форм і вивчення практично значущих мутантів у таких важливих сільськогосподарських культур, як пшениця і кукурудза. Було проаналізовано вплив фізичних і хімічних мутагенів на ріст і життєздатність рослин, появу хромосомних аберацій і видимих мутацій. За повторної і комбінованої дії мутагенів науковці отримали низку цінних мутацій за кількісними ознаками, а також мутації генів, що рідко мутують. На основі виділених мутантів створено сорт озимої пшениці Киянка, гібриди кукурудзи Ювілейний 60 і Колективний 210.

Дослідження з розробки методів експериментального одержання та практичного використання індукованих мутацій у рослин удостоєно в 1982 р. Державної премії УРСР у галузі науки і техніки (В. В. Моргун, П. К. Шкварніков, В. С. Борейко, І. П. Чучмій, В. Ф. Пересипкін), а за розробку методів селекції і створення ранньостиглих гібридів кукурудзи – Державної премії СРСР за 1986 р. (В. В. Моргун, В. С. Борейко, С. П. Заїка, І. П. Чучмій).

З 1986 р. ці дослідження успішно продовжуються в Інституті фізіології рослин і генетики АН УРСР, створеному на базі Інституту фізіології рослин і відділів експериментального мутагенезу (завідувач В. В. Моргун), генетичних основ гетерозису (завідувач І. А. Шевцов), цитогенетики і поліплоїдії (завідувач В. А. Труханов), молекулярної генетики (завідувач

С. М. Гершензон), переведених з ІМБіГ АН УРСР. Новостворений інститут очолив академік В. В. Моргун.

У 1960-ті рр. в Україні почала бурхливо розвиватися біохімічна генетика рослин. Співробітники Селекційно-генетичного інституту академік АН УРСР О. О. Созінов, Ф. А. Попереля, В. А. Нецветаєв, А. А. Померанцев розробили ефективний метод розділення запасних білків пшениці і ячменю за допомогою електрофорезу на крохмальному гелі, що дозволило значно збільшити об'єм аналізів. У хромосомах локалізовано гени, що кодуєть синтез запасного білка пшениці – гліадину. У гібридів на електрофорограмі запасного білка проявляються всі компоненти обох батьків, а нові білки не виникають. На цій підставі зробили висновок про те, що за допомогою генотипової формули можливо здійснити реєстрацію сортів і форм пшениці світової колекції.

Академік О. О. Созінов і його співробітники встановили пряму залежність між варіантами блоків білків, хлібопекарськими якостями і силою борошна. Наявність одних блоків у генотиповій формулі забезпечує властивості сильних пшениць, інші блоки різко знижують якість зерна. Розмаїття варіантів блоків спряжено також з морозостійкістю, посухостійкістю, продуктивністю та іншими ознаками. Це дало їй донині дає можливість цілеспрямовано здійснювати добір кращих зразків пшениці, ячменю тощо за потрібними селекціонеру блоками, виділяти найцінніші форми і підбирати батьківські форми для гібридизації. (Варто підкреслити, що для аналізу беруть частинку зернівки без втрати її здатності до проростання.)

Внаслідок величезної експериментальної роботи, проведеної під керівництвом та за прямої участі академіка О. О. Созінова, розроблено нові концепції значення поліморфізму білків у селекції культурних рослин. Основні результати цих робіт опубліковано в монографії: А. А. Созінов «Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции» (М.: Наука, 1985).

Цими дослідженнями в Україні започатковано новий напрям у генетиці, селекції і біотехнології – застосування молекулярних генетичних маркерів,

на першому етапі розвитку – білкових, а з кінця 1970-х років – ДНК- і РНК-маркерів. Нині цей напрям найінтенсивніше і найпродуктивніше розвивається під керівництвом академіка УААН Ю. М. Сиволапа у Південному біотехнологічному центрі у рослинництві УААН (м. Одеса), а також в ІМБіГ (В. М. Кавсан, Л. А. Лівшиць, А. В. Риндич, В. А. Кунах, І. О. Андреев) та в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України (О. М. Тищенко).

У ті ж 1960-ті рр. в Україні великими темпами почав розроблятися ще один новий напрям – біотехнологія рослин на основі методу культури клітин, тканин і органів. Метод культури тканин завжди широко використовувався як у теоретичних дослідженнях, так і в генетико-селекційній роботі.

У 1968 р. в Інституті ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР за ініціативи П. Г. Сидоренка при відділі цитоембріології, очолюваному членом-кореспондентом АН УРСР Я. С. Модилевським, створено лабораторію структури і функції клітини. Саме тут виконано перші в Україні досліди по клонуванню з використанням окремих ізольованих клітин (М. К. Павлова), гістохімічні та цитохімічні (Т. М. Олейнікова, Н. В. Опаріна (Сідорова), біохімічні із застосуванням вітального прижиттєвого фарбування (П. Г. Сидоренко, Г. С. Степура), електронно-мікроскопічні (П. Г. Сидоренко, О. М. Недуха, Г. О. Уваров, В. А. Сідоров, Н. В. Беліцер), цитологічні та цитогенетичні (П. Г. Сидоренко, В. А. Кунах, М. М. Півень) та інші дослідження культивованих *in vitro* клітин рослин. У 1970 р. лабораторію реорганізували у відділ цитології, де під керівництвом В. І. Малюка на початку 1970-х років вперше отримано важливі дані щодо можливості регуляції генетичної структури клітинних популяцій складниками живильного середовища. Зокрема, використовуючи методи математичного моделювання мінерального складу живильного середовища, підібрано способи управління темпом розмноження клітин у культурі *in vitro* та вибіркового стимулювання клітин певної плідності (В. І. Малюк, М. К. Павлова, М. М. Півень та ін.). Узагальнені результати цих та пізніших досліджень під керівництвом

члена-кореспондента АН УРСР Є. Л. Кордюм опубліковано в монографії «Структурно-функціональна характеристика растительной клетки в процессах дифференцировки и дедифференцировки» (К.: Наук. думка, 1980, автори Є. Л. Кордюм, О. М. Недуха, П. Г. Сидоренко).

У 1969 р. за ініціативи і безпосередньої участі В. П. Зосимовича інтенсивні генетичні дослідження культивованих *in vitro* клітин, зокрема тих, які походили від рослин, органів і клітин різних рівнів плоідності, у тому числі пиляків, розпочалися в Секторі (з 1973 р. – Інститут) молекулярної біології і генетики АН УРСР у відділі цитогенетики і поліплоїдії. Тут уперше в Україні відпрацьовано методи отримання із культивованих *in vitro* пиляків та ізольованого пилку гаплоїдів, подвоєних гаплоїдів та рослин інших рівнів плоідності тютюну і цукрового буряка, одержано калюсні тканини й індуковано регенерацію тютюну, гороху, пшениці, томатів, скереди, зингернії, гаглопаппуса та інших рослин, цитогенетично досліджено калюсні тканини і рослини-регенеранти (В. А. Кунах, Б. О. Левенко, Г. Н. Юркова, О. В. Новожилов, О. В. Захленюк та ін.). Тут виконано і в 1975 р. захищено першу на теренах СРСР кандидатську дисертацію з генетики культивованих клітин рослин, у якій вперше застосовано популяційно-еволюційний підхід до вивчення динаміки генетичної структури клітинних популяцій *in vitro*, чим започатковано новий науковий напрям – генетику клітинних популяцій (В. А. Кунах).

Варто зазначити, що 1970–1980-ті роки в Україні, як і в усьому світі, були роками надзвичайно інтенсивних досліджень у галузі біології культивованих рослин, особливо генетичних і дотичних до них напрямів. Постійно відбувалися наукові наради, конференції, симпозіуми з цих питань. Наприклад, лише на базі ІМБіГ АН УРСР за участі Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова (УТГіС) у 1975 р. проведено семінар «Пути и методы получения нового исходного материала для селекции растений», у 1977 р. – Республіканську школу-семінар «Застосування

культури ізольованих тканин, клітин і органів рослин в генетиці і селекції», у 1979 р. – Всесоюзний симпозіум «Новые методы создания и использования исходных материалов для селекции растений» (вибрані матеріали опубліковано в однойменному збірнику, К.: Наук. думка, 1979, 264 с.), проведено кілька розширених засідань президії УТГіС, на яких заслухано й обговорено наукові доповіді провідних учених з проблем генетичної і клітинної інженерії і біотехнології рослин тощо.

Визнанням заслуг українських учених в галузі біології культивованих клітин рослин, клітинної і генної інженерії стало проведення в 1975 р. у Києві II Всесоюзної конференції «Культура клеток растений», матеріали якої опубліковано в однойменному збірнику (К.: Наук. думка, 1978, 384 с.). До речі, у 1980-х роках до складу секції біотехнології рослин МНТК «Біоген» (м. Москва), створеного згідно з постановою Ради Міністрів СРСР, у більшості входили українські вчені (Ю. Ю. Глеба, В. А. Сідоров, В. А. Кунах та ін.).

З початку 1980-х років у лабораторії (з 1988 р. – відділ) генетики клітинних популяцій ІМБіГ, очолюваній В. А. Кунахом, проводять дослідження геномної мінливості у процесах дедиференціації та диференціації рослинних клітин, процесів геномної мінливості та добору в клітинних популяціях *in vitro* та *in vivo*, вивчають механізми регуляції мінливості у популяціях культивованих клітин, розробляють генетичні основи клітинної селекції штамів – продуцентів сполук, важливих для медицини. Теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено положення про те, що культивовані *in vitro* клітини є новою, експериментально створеною системою, що характеризується своєрідністю низки властивостей і особливостей і разом з тим підкоряється загальнобіологічним популяційним закономірностям, зокрема, закону гомологічних рядів у спадковій мінливості М. І. Вавилова. Грунтуючись на результатах фундаментальних досліджень, тут створено кілька десятків унікальних клітинних штамів цінних лікарських рослин, серед яких створені та впроваджені у промисловість перші в світі високопродуктивні клітинні штами раувольфії зміної (джерело проти-



аритмічного алкалоїду аймаліну), женьшеню, родіоли рожевої, унгернії Віктора тощо (В. А. Кунах, О. Г. Алхімова, С. І. Губар, О. В. Захленюк, О. О. Пороннік, Л. П. Можилевська, Л. К. Алпатова та ін.). Ці дослідження виконували в рамках Всесоюзної наукової програми «Біотехнологія», затвердженої Радою Міністрів СРСР. Співробітниками відділу генетики клітинних популяцій ІМБіГ АН УРСР у 1980-х роках організовано і проведено чотири конференції «Генетика клітинних популяцій і біотехнологія рослин», у роботі яких брали участь, крім українських учених, також спеціалісти з Росії та Білорусії. Підготовлено та видано у 2003 р. перший в Україні підручник «Біотехнологія рослин», удостоєний у 2005 р. Державної премії України в галузі науки і техніки (автори – М. Д. Мельничук, Т. В. Новак, В. А. Кунах). Результати багаторічних досліджень узагальнено в монографії В. А. Кунаха «Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи» (К.: Логос, 2005, 730 с.). За цикл робіт «Генетичні основи клітинної селекції, інженерії рослин та селекційні білкові маркери» Я. Б. Блюму, В. А. Кунаху, Л. О. Лісневичу у 2002 р. присуджено премію імені В. Я. Юр'єва, а за цикл робіт «Фіторесурси України: раціональне використання та біотехнологія» одержано премію імені М. Г. Холодного (автори – В. А. Кунах, А. П. Лебеда, В. Г. Собко).

У 1974 р. прийнято Постанову № 304 ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР про розвиток молекулярної біології і молекулярної генетики та використання їх у практиці. Окрім розглянутих вище напрямів, спрямованих певною мірою на виконання цієї Постанови, за ініціативи українських вчених Ю. М. Сиволапа (Всесоюзний селекційно-генетичний інститут УААН, м. Одеса) і В. П. Лобова (Інститут фізіології рослин АН УРСР, м. Київ) під керівництвом академіка АН УРСР К. М. Ситника (на той час директора Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР, віце-президента АН УРСР, Голови Верховної Ради УРСР) розроблено Всесоюзну наукову програму «Геном рослин». Ініціативу українських учених підтримали провідні вчені Росії (А. С. Антонов, Ю. П. Вінецький, В. Г. Конарев, Ш. Я. Гілязетдинов), Казахстану (М. А. Айтхожин), Білорусі (Н. А. Картель, В. М. Решетніков), Грузії

(Т. Г. Берідзе). Очолив програму К. М. Ситник, членами оргкомітету з її виконання від України було призначено Ю. М. Сиволапа, С. С. Малюту, В. П. Лобова, С. С. Костишина. Впродовж 1976–1981 рр. проведено Всесоюзні наукові конференції з геному рослин у Києві, Одесі, Чернівцях, Уфі, Тбілісі і три школи з молекулярної біології рослин для молодих учених у Чернівцях. (Потрібно зазначити, що програму з геному рослин в СРСР створено на кілька років раніше порівняно з подібними програмами на Заході.) Завдяки цій програмі розроблено заходи з розвитку сучасних технологій дослідження геному і впровадження отриманих результатів у практику рослинництва. Значну увагу приділено підвищенню кваліфікації молодих учених. За досить короткий термін рівень досліджень геному рослин в Україні наблизився до світового.

На жаль, програма за союзними канонами проіснувала в межах п'ятирічки. За традицією Міжнародні конференції «Геном рослин» продовжують проводити в Одесі у Південному біотехнологічному центрі УААН, в який реорганізовано лабораторію молекулярної біології Селекційно-генетичного інституту (завідувач лабораторії і в подальшому директор Центру – академік УААН Ю. М. Сиволап).

У 1975 р. в Інституті ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР за ініціативи академіка АН УРСР К. М. Ситника організовано лабораторію цитофізіології та конструювання рослинних клітин, яку очолив Ю. Ю. Глеба. Співробітниками цієї лабораторії отримано пріоритетні наукові результати в галузі цитоплазматичної генетики рослин на основі розроблених методів парасексуальної гібридизації і генетичного конструювання клітин різних рослин. Методом злиття ізольованих протопластів створено міжродові гібриди тютюну і арабідопсису, арабідопсису і капусти та навіть гібридні клітини від злиття ізольованих протопластів вищих рослин з клітинами лімфоцитів людини. Монографії «Слияние протопластов и клеточная инженерия растений» (Ю. Ю. Глеба, К. М. Ситник, 1982), «Соматическая гибридизация пасленовых» (В. А. Сидоров, Н. М. Пивень, Ю. Ю. Глеба,

К. М. Сьтник, 1985), «Биотехнология растений. Клеточная селекция» (В. А. Сидоров, 1990), «Генетическая инженерия высших растений» (Н. В. Кучук, 1997) та низка методичних посібників і на сьогодні є настільними книгами генетиків, селекціонерів, біотехнологів, клітинних біологів. Цикл робіт з одержання соматичних гібридів рослин і доведення генетичної новизни цих форм у 1984 р. удостоєно Державної премії СРСР (К. М. Ситник, Ю. Ю. Глеба, В. А. Сідоров, І. К. Комарницький, А. А. Кучко), а цикл робіт «Організація і експресія генетичного матеріалу в реконструйованих клітинних системах» був удостоєний у 1989 р. Державної премії України в галузі науки і техніки (Ю. Ю. Глеба, І. К. Комарницький, В. А. Сідоров, М. М. Півень, О. С. Пароконний, М. В. Борисюк). Закономірним наслідком розширення досліджень у галузі клітинної генетики і генетичної інженерії і значної наукової цінності отриманих результатів стало створення у 1990 р. на базі лабораторії Інституту клітинної біології і генетичної інженерії АН УРСР, директором якого було обрано академіка Ю. Ю. Глебу. У цьому інституті продовжують дослідити з таких напрямів клітинної та генної інженерії, як отримання асиметричних соматичних гібридів і цибридів з новими наборами генів цитоплазми, гібридизація філогенетично віддалених видів рослин, вивчення організації та експресії генетичного матеріалу в гібридах, отримання трансгенних рослин, пошук нових фізіологічно активних речовин рослинного походження для фармації тощо. Зокрема, у 1990-ті роки вперше у світі за допомогою технології соматичної гібридизації отримано фертильні віддалені гібриди, що поєднують генетичний матеріал різних таксономічних груп рослин; клітинною селекцією одержано мутанти вищих рослин, стійкі до гербіцидів – руйнівників мітозу; методами генетичної інженерії отримано стійкі до гербіцидів форми гороху, буряка та інших рослин (Ю. Ю. Глеба, Я. Б. Блюм, М. В. Кучук, В. А. Сідоров, Н. М. Страшнюк, А. І. Ємець та ін.). В інституті створена та функціонує колекція клітинних культур і зародкової плазми рослин, якій надано статус Національного надбаня. Вона налічує кілька тисяч видів рослин.

Успішні дослідити з конструювання нових векторних систем для генної інженерії і отримання трансгенних рослин здійснено в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, де клоновано низку регуляторних елементів генів-промоторів з бульбо- і коренеспецифічною експресією (А. П. Галкін). В Інституті фізіології рослин і генетики НАН України одержано стійкі до гербіцидів форми деяких видів рослин, розроблено новий простий метод генетичної трансформації рослин *in vitro* (Б. О. Левенко).

Світовим визнанням досягнень українських учених стало проведення в жовтні 1994 р. у м. Києві на базі Інституту клітинної біології і генетичної інженерії НАН України і Київського національного університету імені Тараса Шевченка Міжнародного симпозіуму «Біотехнологія рослин і генетична інженерія». У роботі симпозіуму взяли участь найвидатніші вчені світу із 27 країн, зокрема, з доповіддю виступив лауреат Нобелівської премії Джеймс Уотсон. Головою оргкомітету цього симпозіуму, а також кількох Республіканських і Всесоюзних робочих нарад і шкіл молодих учених з цієї ж тематики, проведених у 1990-х роках, був академік Ю. Ю. Глеба.

В Інституті мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України виконано низку досліджень з генетики актиноміцетів, зокрема, побудовано кільцеву карту геному одного з видів актиноміцетів, яка за повнотою інформації була другою картою актиноміцетів у світі. В актиноміцетів ізольовано плазмідну ДНК, яка детермінує синтез антибіотика і стан фертильності, а також контролює сумісно з хромосомними генами процес морфогенезу (Б. П. Мацелюх). Під науковим керівництвом члена-кореспондента НАН України Б. П. Мацелюха у відділі генетики мікроорганізмів згаданого інституту на сьогодні вирішують фундаментальні і прикладні проблеми генетики стрептоміцетів. Науковці відділу побудували низку генетичних карт стрептоміцетів – *Streptomyces olivaceus* VKX, *S. griseus* 773 (продуцент стрептоміцину), *S. antibioticus* (продуцент олеандоміцину), показали двонаправлену реплікацію хромосоми цих мікроорганізмів, відкрили нові антибіотики, селекціонували і впровадили у виробництво

високоактивні штами бактерій, стрептоміцетів і грибів – продуцентів антибіотиків і бета-каротину.

Показано, що у стрептоміцетів на відміну від бактерій основним шляхом біосинтезу метіоніну є метилювання гомоцистеїну за допомогою ціанокобаламінзалежної трансметилази. Стрептоміцети виділяють у культуральну рідину не рибозиди, як це спостерігається у дріжджів, а мононуклеотиди пуринів. Штам *S. globisporus* 1912 є носієм двох плазмід – *pSG1912-1* (10,3 тис. п. н.) і *pSG1912-2* (22,4 тис. п. н.) і продуцентом нового протипухлинного антибіотика ландоміцину Е. Для меншої плазмиди побудовано рестрикційну карту і на її основі сконструйовано вектор *pSG1912-4 tsr* (8,0 тис. п. н.), який ефективно трансформує протопласти і використовується для клонування генів. У співпраці з проф. Ю. Рором із Інституту органічної хімії Геттінгенського університету (ФРН) встановлено молекулярну структуру ландоміцину Е, яка складається з тетрациклічного хромофорного ядра ландоміцинолу А, глікозильованого трисахаридом (два залишки D-олівози і один залишок L-родинози). За даними Національного інституту раку США, ландоміцин Е пригнічує *in vitro* ріст 60 ліній ракових клітин людини різного походження, особливо клітин лейкемії.

У співробітництві із вченими Інституту біології клітини НАН України і Інституту досліджень раку Віденського університету з'ясовано механізм протиракової активності ландоміцину Е. Антибіотик викликає запрограмовану смерть ракових клітин (апоптоз): конденсацію хроматину і утворення апоптичних тілець, фрагментацію ДНК, каспазоіндукований розкол полі(АДФ-рибозил)полімерази, каспаз 3 і 7, інтенсивну деполаризацію мембрани мітохондрій, зменшення пулу АТФ і оксидативний стрес. Важливою властивістю антибіотика є його активність проти ракових клітин з множинною лікарською резистентністю. Встановлено LD-50 (74–76 мг/кг) і слабку мутагенну активність ландоміцину Е. Розроблено наукову основу біотехнології одержання цього антибіотика. Показано, що позитивним регулятором біосинтезу останнього є геністеїноподібна сполука з молекулярною масою 384. Активація криптичних *crt*-генів стрептоміцета призводить до біосинтезу культу-

рою бета-каротину і лікопіну, які представляють практичну цінність.

За допомогою мутагенезу і генетичної інженерії одержано високоактивні штами продуцента ландоміцину Е. Селекціоновано штами бактерій, стрептоміцетів і грибів – промислових продуцентів поліміксину В, хлортетрацикліну, олеандоміцину, канаміцину і бета-каротину, які захищені авторськими свідоцтвами і патентами.

Штами *Bacillus polymyxa* і *Blakeslea trispora* – промислові продуценти поліміксину В і бета-каротину відповідно – продано у вигляді ліцензії закордонним фірмам.

Науковців відділу Б. П. Мацелюха, Г. М. Стиржкова і А. С. Стенько нагороджено Державною премією УРСР в галузі науки і техніки за цикл робіт «Генетика, селекція та впровадження у виробництво промислових мікроорганізмів – продуцентів антибіотиків і бета-каротину» (1991), а Б. П. Мацелюха – премією ім. Д. К. Заболотного АН УРСР за монографію «Генетические карты микроорганизмов» (1990).

В Інституті молекулярної біології і генетики АН УРСР у 1970–1980-х роках клоновано гени біосинтезу лізину сінної палички. За допомогою рекомбінантних плазмід прокартовано відомі ауксотрофні мутації, показано кластерне розташування структурних генів біосинтезу лізину цього мікроорганізму; зазначені гени було клоновано у бактеріальних плазмідах і виявлено їхню експресію у кишковій паличці, сконструйовано систему експресії цих генів у дріжджах-сахароміцетах. Отримано п'ять класів регуляторних мутацій (два з них – уперше), вивчено декілька метаболічних шляхів і ферментних систем біосинтезу лізину у бацил (С. С. Малюта).

Досить повно успіхи і досягнення українських учених у галузі генетики і селекції станом на кінець ХХ ст., а також статті з короткої історії генетики, селекції та огляди з різних етапів розвитку генетики опубліковано у чотиритомному зібранні наукових праць «Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть» (у 4 т./Редкол.: В. В. Моргун (голов. ред.) та ін., К.: Логос, 2001), підготовленому до VII з'їзду Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова, який відбувся у

2002 р. і підсумував досягнення генетиків і селекціонерів за майже 100-літню історію розвитку генетики в Україні.

*V. A. Kunakh*

Development of genetics in the National Academy of Sciences of Ukraine.

2. Revival of classic genetics and its development in the second half of the XX century

Summary

*Main trends and principal achievements of genetics and selective breeding in the institutions of NAS of Ukraine beginning from the classic genetics revival in USSR in 60<sup>th</sup> years of the XX century are presented. Scientific and organizational activity of some institutions and leading geneticists and selectionists of Ukraine and their contribution to the world science progress in the second half of the XX century are analyzed.*

*Keywords: history of science, history of genetics in USSR, genetics and selective breeding in Ukraine, history of NAS of Ukraine.*

*V. A. Kunaх*

Развитие генетики в Национальной академии наук Украины.

2. Возрождение современной генетики и ее развитие во второй половине XX столетия

Резюме

*Приведены главные направления и основные достижения генетических и генетико-селекционных исследований в системе учреждений НАН Украины от начала возрождения классической генетики в СССР в 60-х годах XX ст. Проанализированы научная и научно-организационная деятельность некоторых научных учреждений и ведущих генетиков Украины и их вклад в развитие мировой науки во второй половине XX ст.*

*Ключевые слова: история науки, история генетики в СССР, генетика и селекция в Украине, история НАН Украины.*

УДК 575.2

Надійшла до редакції 14.02.08