**Біотехнологічні аспекти розширення сировинної бази джерел природних БАР**

Рослини поряд з фотосинтезуючими бактеріями є первинними продуцентами біомаси на нашій планеті. Людство з давніх часів використовувало дикорослі рослини для їжі, лікування, на корм тваринам, для отримання тепла та побудови житла, інших господарчих потреб. Уже в період раннього неоліту, приблизно 8 тис. років до н.е., прадавні люди перейшли від збирання дикорослих рослин до їх цілеспрямованого вирощування. Окультурювання рослин разом з доместикацією тварин дозволило побороти продовольчу кризу, що сталася у ті часи внаслідок збільшення чисельності людей, різкої зміни клімату та винищення крупних диких тварин. У теперішній час людство використовує для своїх потреб безліч видів рослин, з яких більше 1500 видів складають культурні (культивовані) рослини. Культурною є рослина, яка цілеспрямовано висівається або висаджується у відкритий чи закритий (тепличний) ґрунт, вирощується та від якої отримують врожай. Урожаєм можуть бути окремі частини рослини – насіння, плоди, листки, пагони, стебла, паростки, корені, бруньки, квітки, суцвіття тощо, або цілі рослини, які після збору використовують для різних потреб. Інколи рослини культивують, але не задля збирання врожаю, а заради освоєння та використання тих чи інших територій шляхом озеленення, лісорозведення, рекультивації, ремедіації, для відновлення рідкісних і зникаючих видів та екосистем, підтримання колекцій тощо. Останнім часом з’являються та поширюються технології великомасштабного вирощування ізольованих від рослини клітин, тканин та органів на штучних живильних середовищах in vitro, які дозволяють отримувати певний цільовий продукт.  За напрямками використання рослини поділяються на:

– харчові – використовуються в харчуванні людини;

– кормові – використовуються в годівлі тварин;

– лікарські – використовуються в медицині, косметиці, ветеринарії;

– декоративні – використовуються для озеленення, оздоблення;

– технічні – використовуються для виробничих потреб як сировина, допоміжні матеріали, засоби виробництва та у господарській діяльності. До останніх відносяться і рослини, які застосовують для покращення екологічного стану довкілля, порушених техногенних територій, земель та водойм. Віднедавна серед технічних культур стали виділяти біоенергетичні культури, біомаса яких використовується для отримання відновлюваних джерел енергії. Інколи рослини вирощують для застосування в культах і обрядах або як модельні в наукових дослідженнях. Один і той же вид рослин може використовуватися за різним призначенням. Вирощуючи певний вид рослини людина з давніх давен намагалася поліпшити саму рослину і підібрати умови, які б забезпечили найкраще її культивування, отримання врожаю необхідної кількості та якості. Відповідно виникли три сфери діяльності людини – селекція рослин, рослинництво та біотехнології які у наш час є науковими напрямками підвищення ефективності сільського та лісового господарства, біотехнологічних виробництв.

Біотехнологія рослин – це наука про використання рослинних організмів, клітин, тканин та органів рослин, субклітинних, молекулярних структур та метаболітів рослинної клітини для створення біотехнологічних продуктів. Біотехнологія рослин як окрема галузь біотехнології виникла за поєднання результатів розробок фізіології, генетики та цитоембріології рослин. Основою біотехнології рослин є метод культивування ізольованих клітин, тканин та органів in vitro. Він дозволяє використовуючи ізольований стан об’єктів культивування в умовах in vitro керувати диференціацією та морфогенезом рослини, спрямовувати їх на досягнення визначених цілей, проводити генетичну трансформацію.  Безпосередній практичний вихід біотехнологія рослин має в селекцію, рослинництво, охорону навколишнього середовища через створення нових сортів та виробництво садивного матеріалу з унікальними властивостями. Промислова біотехнологія рослин забезпечує випуск промислових продуктів – рослинної біомаси та рослинних метаболітів для подальшого використання у медицині і ветеринарії, фармації, косметології, харчовій та хімічній промисловості. У теперішній час найбільшого розвитку отримала біотехнологія квіткових рослин, до яких належать основні харчові, кормові, лікарські та технічні рослини нашої планети. Однак, в останні роки суттєві результати досягнуті і в біотехнології представників інших відділів рослин – водоростей, мохів, голонасінних.  Біотехнологія рослин має два основні розділи – клітинну інженерію рослин та генетичну інженерію рослин.

*Переваги біотехнологічних виробництв*:

- можливість отримання специфічних і унікальних природних речовин, частину з яких (наприклад, білки, ДНК) ще не вдається отримувати іншим шляхом (наприклад, хімічним синтезом);

- проведення біотехнологічних процесів при відносно невисоких температурах і тисках;

- високі швидкості росту і накопичення біомаси;

- використання в якості сировини дешевих відходів сільського господарства і промисловості;

- біотехнологічні процеси зазвичай екологічні, дають менше шкідливих відходів і близькі до природних процесів;

- технологія та апаратура біотехнологічних виробництв прості, а також недорогі.

Продукти біотехнології отримують за індивідуальними технологіями, використовуючи для цього певні біологічні агенти, сировину, число стадій виробництва і їх технологічні режими, які можуть сильно варіювати. Інтенсивний розвиток біотехнологій обумовлений не тільки успіхами біохімії і молекулярної біології, а й кризою традиційних технологій (особливо на тлі нових трендів, перш за все в області екології та енергетики), необхідністю забезпечення продовольчої безпеки, збереження ресурсного потенціалу, збільшення тривалості життя населення, підтримки здорового генофонду нації. Наявність серйозних наукових напрацювань і дослідно-конструкторських розробок дасть можливість вже в найближчі роки істотно розширити масштаби використання біотехнологій для масового виробництва продукції з новими властивостями. Клітинні, геномні, постгеномні технології послужать основою для протидії поширенню різних видів захворювань людини і тварин; отримання біоматеріалів з відновлюваної сировини, призначених для заміщення традиційних виробництв (хімічних, харчових, целюлозно-паперових і ін.) і появи нових продуктів з унікальними властивостями; відновлення рідкісних і зникаючих видів флори і фауни; збереження біоресурсів Світового океану. Удосконалення методів біоорганічної переробки відходів дозволить вирішити проблему їх поховання та утилізації, знизивши рівень забруднення навколишнього середовища, з одночасним отриманням великих обсягів біомаси для подальшої промислової переробки. Впровадження нових високопродуктивних біооб'єктів і застосування ефективних технологічних режимів забезпечать значну інтенсифікацію виробничих процесів. Як показує аналіз, найближчим часом біотехнології будуть найбільш затребувані в сільському господарстві, харчовій промисловості, виробництві лікарських субстанцій, хімікатів і біопалива.

Генна інженерія вирішує завдання конструювання організмів з якостями і ознаками, які не властиві особинам даного виду.

В Україні генетично-інженерна діяльність регулюється Законом України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» № 1103-V від 31 травня 2007 р. із змінами, внесеними згідно із законами № 1804-VІ від 19 січня 2010 р., № 4441-VІ від 23 лютого 2012 р. та № 5456-VІ від 16 жовтня 2012 р. Цей Закон регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками), розробниками, дослідниками, науковцями та споживачами генетично модифікованих організмів та продукції, виробленої за технологіями, що передбачають їх розробку, створення, випробування, дослідження, транспортування, імпорт, експорт, розміщення на ринку, вивільнення у навколишнє середовище та використання в Україні із забезпеченням біологічної та генетичної безпеки.

*Біологічна*[*безпека*](http://pharmel.kharkiv.edu/moodle/mod/glossary/showentry.php?eid=26842&displayformat=dictionary) – це стан середовища життєдіяльності людини, при якому відсутній негативний вплив його чинників (біологічних, хімічних, фізичних) на біологічну структуру і функцію людської особи у теперішньому і майбутньому поколіннях, а також відсутній незворотній негативний вплив на біологічні об’єкти природного середовища (біосферу) та сільськогосподарські рослини і тварини. *Генетична*[*безпека*](http://pharmel.kharkiv.edu/moodle/mod/glossary/showentry.php?eid=26842&displayformat=dictionary) – це стан середовища життєдіяльності людини, при якому відсутній будь-який неприродній вплив на геном об’єктів біосфери, а також відсутній неконтрольований вплив на геном сільськогосподарських рослин і тварин, промислових мікроорганізмів, який призводить до появи у них негативних та/або небажаних властивостей. В Законі України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» генетично модифікований організм (ГМО) визначається як будь-який організм, в якому генетичний матеріал був змінений за допомогою штучних прийомів переносу генів, які не існують в природних умовах, а саме рекомбінантними методами, а також методами, які передбачають безпосереднє введення в організм спадкового матеріалу, підготовленого зовні організму, злиття клітин. Даний Закон наголошує, що основними принципами державної політики в галузі генетично-інженерної діяльності та поводження з ГМО є пріоритетність збереження здоров’я людини і охорони навколишнього природного середовища у порівнянні з отриманням економічних переваг від застосування ГМО; забезпечення заходів щодо дотримання біологічної і генетичної безпеки при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО в господарських цілях; контроль за ввезенням на митну територію України ГМО та продукції, отриманої з їх використанням, їх реєстрацією та обігом; загальнодоступність інформації про потенційні ризики від застосування ГМО, які передбачається використовувати у відкритій системі, та заходи щодо дотримання біологічної і генетичної безпеки; державна підтримка генетично інженерних досліджень та наукових і практичних розробок у галузі біологічної і генетичної безпеки при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО в господарських цілях.

При цьому оцінки можливого поширення генно-модифікованих організмів варіюються, що обумовлено, як уже зазначалося, неоднозначним ставленням суспільства до подібної продукції. У той же час розвиток даного напрямку може служити серйозним імпульсом до створення лікарських, харчових і технічних культур з поліпшеними або принципово новими властивостями і часто з більш низькою собівартістю. В результаті можна очікувати помітного зростання сільськогосподарського виробництва, а також залучення в аграрну діяльність регіонів, раніше в ній не задіяних внаслідок несприятливих кліматичних умов.

Генетично модифікованими або трансгенними називаються рослини, в яких функціонує ген, перенесений з інших видів рослин або тварин. Вони мають або більшу врожайність, або підвищену стійкість до вірусів, хвороб, посухи тощо. На створення рослин, що мають аналогічні властивості, методами традиційної селекції знадобилися б роки або десятиліття.

Класифікація генетично модифікованих продуктів: 1 категорія - це продукти, які композиційно абсолютно аналогічні традиційним (за молекулярними і генотипічними характеристиками, рівнями вмісту основних нутрієнтів, антиаліментарних, токсичних речовин і алергенів, характерних для даного виду продуктів. Вони, як і аналог, безпечні та відповідно не потребують додаткових досліджень. 2 категорія – це генетично модифіковані продукти, які мають певні відмінності, пов’язані з введенням нового гену, синтезом нового білка. В цьому випадку дослідження концентруються на встановленні характеристик цього білка. 3 категорія – це продукти зі спеціально зміненим композиційним хімічним складом (вітамінним, білковим, мінеральним тощо), нехарактерним для даного виду продуктів. У цьому випадку потрібні інші дослідження з використанням нових напрямів сучасної науки – геноміки, протеоміки, метаболоміки.

Для переважної більшості населення картопля є не тільки традиційним, але й найбільш доступним продуктом харчування - «другим хлібом».

Картопля широко використовується у медицині (виробництво крохмалю), в кулінарії, з неї готують до 700 різноманітних страв. За її рахунок створюють запаси харчування на зиму, вона є однією з найбільш калорійних продуктів харчування.

Однак, генетики вивели генетично модифіковані сорти картоплі, які містять в порівнянні зі звичайними сортами на 60% більше білків і зі збільшенням вмісту в бульбах додаткової кількості деяких важливих амінокислот. Відповідно до проведених польових випробувань нові трансгенні сорти безпечні для вживання людиною, а різні їх модифікації можуть вирощуватися у семи різних типах кліматичних зон. При цьому трансгенні сорти в порівнянні зі звичайними приносять і більший урожай.

Соя з незапам'ятних часів використовувалася людиною в їжу поряд з рисом, пшеницею і просом, а після п'ятдесятих років минулого століття стала важливим джерелом білка для людини і тварин. В даний час соя є цінною промисловою сировиною для отримання білка (Проценко і ін., 2002). Соя належить до родини Fabaceae. Інтродукована або культурна соя - однорічна трав'яниста рослина. Харчова цінність насіння сої визначається, перш за все, наявністю в них білка і ліпідів. Серед бобових рослин насіння сої містять найбільше білка - 27-50% від сухої маси насіння. Вміст ліпідів коливається від 17 до 25%. Білок і масло складають в сумі 52-64% від сухої маси насіння. За амінокислотним складом соєвий білок близький до тваринного білка. Вміст незамінних амінокислот - лізину, гістидину, аргініну, метіоніну, фенілаланіну і триптофану - в ньому майже таке ж, як в білку яйця. Завдяки такому складу білок сої має високу біологічну цінність. Соєва олія являє собою безбарвну або слабо забарвлену рідину. Вона складається з тригліцеридів насичених і ненасичених жирних кислот. Вміст насичених жирних кислот: стеаринової 2-5%, пальмітинової 7-10%, міристинової 0-0,3%, арахінової - сліди, бегенової 1-3% і лігноцеринової до 0,1%. З ненасичених жирних кислот в соєвій олії міститься 22-35% олеїнової, 0,5-12,5% ліноленової і 43-59% лінолевої. З насичених жирних кислот в ліпідах найбільше пальмітинової кислоти, а з ненасичених - лінолевої. У соєвій олії містяться також фосфатиди (лецитин, кефалин). Вміст лецитину становить 2,06-2,13%. Завдяки такому складу соєва олія має високу біологічну активність і представляє інтерес для практичного використання. У соєвій олії містяться жиророзчинні вітаміни, каротиноїди. У насінні сої в три рази більше вітаміну В6 ніж в сухому коров'ячому молоці. У соєвій олії містяться також вітаміни А, В2, В, Е, С і К (УкоНпБ, 2001).

Європейська агенція Agent Green провела дослідження на наявність генетично модифікованих організмів (ГМО) у посівах сої в Україні. Зразки відбірали з соєвих полів із шести областей України (Полтавська, Хмельницька, Київська, Вінницька, Кіровоградська, Житомирська), де сконцентровано близько половини українського виробництва сої. Шість регіонів України, які в загальній структурі виробництва сої становлять понад 50%, з кожної області відібрали десять зразків із десяти різних полів. Двадцять дев’ять із шістдесяти зразків виявилися позитивними, тобто 48% вирощуваної сої в Україні генетично модифіковані.

Питання законодавчого врегулювання обігу ГМО має бути вирішено не пізніше 2019 року, адже згідно з Угодою про асоціацію з Європейським Союзом, Україна зобов’язана імплементувати в національне законодавство 15 актів права ЄС, що стосуються питань апробації, реєстрації, розміщення на ринку, контролю, співіснування та транскордонного переміщення генетично модифікованих організмів.

У короткостроковій перспективі нові сорти рослин і породи сільськогосподарських тварин можуть бути отримані із застосуванням молекулярних маркерів в селекційній роботі, технології подвоєних гаплоїдів, генетичної інженерії та ін. Очікується, що сорти і гібриди рослин наступного покоління будуть характеризуватися високим вмістом поживних речовин, підвищеною продуктивністю (збільшеним розміром плодів, скороченим часом дозрівання) і / або користю, стійкістю до хвороб, шкідників і несприятливих умов середовища. Впровадження в практику нових продуктів призведе до підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва і зниження втрат врожаю.

Біотехнологічні процеси отримання біологічно активних сполук, засновані на спрямованій модифікації шляхів метаболізму організму-продуцента методами метаболічної інженерії, інтенсифікують виробництво амінокислот, вітамінів, антибіотиків, ферментів, рекомбінантних білків та ін. Значно більш висока ефективність нових методів метаболічної інженерії та біоінженерії в порівнянні з традиційними способами (випадковим мутагенезу і ін.) призводить до зниження вартості продукту і тим самим забезпечує умови для його масового застосування в різних галузях.

Біотехнологічні методи широко застосовуються при створенні нових високопродуктивних, стійких до патогенів та несприятливих умов навколишнього середовища сортів і гібридів рослин (шляхом розшифровки геномів найважливіших рослин); при генетичній паспортизації сортів і сертифікації насіння рослин (шляхом розробки методів генетичної паспортизації сортів рослин, заснованих на використанні молекулярних маркерів сортів); при застосуванні нових молекулярно-генетичних методів діагностики патогенів рослин і тварин, включаючи біологічні засоби боротьби з патогенами (шляхом пошуку і дослідження маркерів стійкості рослин до патогенів, розробки тест-систем для детекції карантинних патогенів на всіх етапах виробництва рослин: від пробіркових до польових, розробки високоточних молекулярно генетичних методів діагностики шкідливих організмів та конструювання нових біологічних агентів для захисту рослин); при отриманні біопродуктів промислового і медичного призначення з рослинної сировини (шляхом розробки нових технологій отримання рекомбінантних білків, в тому числі вакцин, в рослинах-біофабриках).

Сучасна біотехнологія - це наука, яка на практиці використовує досягнення сучасних фундаментальних наук, таких як:

1. молекулярна біологія;

2. молекулярна генетика;

3. біоорганічна хімія.

Об’єктами культивування in vitro залежно від поставленої мети та задач можуть бути: – цілі рослинні організми, наприклад, у вигляді зародків, невеликих рослинок;

– ізольовані органи, такі як корені, сім’ядолі, гіпокотилі, пиляки, сім’язачатки, стебла, квітки, пуп’янки, листки, насіння, плоди,

– цілісні або подрібнені на сегменти;  – ізольовані тканини, наприклад, флоема, ендосперм, калусна тканина;

– ізольовані клітини;

– ізольовані протопласти.

Суттєве значення для успіху культивування має вік об’єктів, які вводяться в культуру. Наприклад, при культивуванні зрілого пилку спостерігається його проростання, а незрілий пилок в культурі формує ембріоїди та калуси. Найбільшим морфогенетичним потенціалом володіють молоді частини рослин. Для успішного культивування необхідно враховувати не тільки вік, але і стадію розвитку рослинних об’єктів.

Починаючи з перших кроків і до наших днів технологія виготовлення лікарських засобів передбачає використання субстанцій, одержуваних з різних джерел. Це - тканини тварин або рослин - нежива природа - хімічний синтез. Перший шлях (використання тканин тварин або рослин) передбачає збір дикорослих і культивованих лікарських рослин. Це також вирощування калусних і суспензійних культур. Це найбільш сучасні методи культивування клітин, в геном яких вбудований оперон (функціональна одиницяа [генома](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BC)) , відповідальні за біосинтез лікарської субстанції, тобто генна інженерія. У найзагальнішому сенсі культура клітин і тканин (далі - культура тканин) - це штучне in vitro індукування поділів клітин або вирощування в пересадженій культурі тканин, що виникли шляхом проліферації клітин ізольованих сегментів різних частин рослини. У культурі тканин лікарських рослин можна виділити три основні напрями: отримання недиференційованої калусних маси, створення вихідного генетичного різноманіття форм рослин, а також клітинну селекцію і клональне мікророзмноження рослин.

Хоча використання сировини, одержуваного при культурі тканин і клітин in vitro, вигідно поки тільки для тих продуктів, ринкова вартість яких досить висока на міжнародному ринку, тим не менш, біотехнологічні програми вже створені в СНД і багатьох країнах світу. В Японії з культивованих тканин горобейника червонокоренового отримують шиконін з широким спектром антисептичної дії і убіхінон-10 з клітин табаку, в Німеччині - кислоту розмаринову з колеуса. У нашій країні біохімічні заводи випускають клітинну біомасу женьшеню, а також отримують високоаймалінові штами раувольфії зміїної. Промисловий спосіб вирощування ізольованих культур дає можливість за короткий термін 30-45 діб отримувати значний обсяг цінної лікарської сировини. Метод біотехнології отримання ЛЗ на основі культур клітин рослин, починається з процесу отримання культури калусних тканини або калуса.

Можна навести приклад такої рослини як женьшень при вилученні з нього панаксозидів, як біологічно активної речовини: - в природних умовах, в дикорослому вигляді, збір такої рослини може здійснюватися тільки на шестидесятий рік його зростання; - в умовах його вирощування на плантаціях - на шостому році його зростання; - в калусній культурі, тобто в культурі клітин рослинної тканини панаксозиди можна екстрагувати в достатній кількості, забезпечуючи рентабельність виробництва вже на 15-25-тий день зростання культури тканини.

Ґрунтуючись на дослідженнях українського професора Віктора Анатолійовича Кунаха, який зі співробітниками створив десятки унікальних клітинних штамів цінних лікарських рослин, перш за все рідкісних, зникаючих та тропічних. Це, зокрема, найпродуктивніші у світі клітинні штами раувольфії зміїної, женьшеню, родіоли рожевої, унгернії Віктора, арнебії барвної, деяких видів тирличів та інші. Частину з них було впроваджено у виробництво.

*Харчові біотехнології.* Забезпечення безпеки харчових продуктів (вивчення впливу нових і нетрадиційних джерел їжі на здоров'я людини і механізмів взаємодії нутріома (макро-, мікронутрієнтів і мінорних біологічно активних компонентів їжі) з організмом людини. Ідентифікація ризиків нових і нетрадиційних харчових продуктів заснована на використанні методів високопродуктивного скринінгу метаболічних процесів (оміктехнологіі); технології харчового білка (дослідження фізико-хімічних і біологічних властивостей харчового білка і білкових композицій, отриманих з сировини рослинного і тваринного походження. Розробка методів тестування біологічних властивостей харчового білка і харчових композицій на молекулярному, клітинному і організмовому рівнях. Біотехнологічні підходи до виробництва пробіотиків, пребіотиків, синбіотиків, заквасок і харчових інгредієнтів (шляхом скринінгу мікроорганізмів і пошук нових пробіотиків і синбіотиків, вивчення їх фізіологічних функцій і метаболічних шляхів, характеристика структури і властивостей продукованих ними біологічно активних сполук. Дослідження геномів молочнокислих бактерій, пошук, селекція і створення високоактивних штамів молочнокислих та інших технологічних мікроорганізмів із заданими біологічними властивостями і оптимізованими характеристиками). Функціональні і спеціалізовані харчові продукти (шляхом виявлення ефективних біомаркерів для об'єктивної оцінки забезпеченості організму людини харчовими речовинами і персоніфікації рекомендацій по харчуванню). Дослідження особливостей метаболізму і потреб людини в харчових речовинах і енергії в екстремальних станах. Переробка харчової сировини і відходів (шдяхом скринінгу перспективних джерел біологічно активних речовин вітамінів, антиоксидантів, поліненасичених жирних кислот, поліфенольних сполук, біологічно активних пептидів і ін. серед вторинних малоцінних продуктів переробки сировини рослинного і тваринного походження.

Для виробництва функціональних харчових продуктів використовується харчова сировина поновлюваних органів рослин (гілки, листя) або відходів переробки цінних гідробіонтів.

В Україні успішно розвиваються дослідження з біотехнології основних сільськогосподарських культур та цінних рослин дикої флори. У Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення Національної академії аграрних наук України (НААН), розташованому в м. Одеса, проводяться біотехнологічні дослідження з отримання подвоєних гаплоїдних ліній пшениці, ячменю, рису, тритікале та інших культур методами культури пиляків та з використанням гаплопродюсерів, ведуться дослідження з клітинної інженерії бобових, хмелю та інших культур. В Інституті зернових культур НААН (м. Дніпропетровськ) виконуються біотехнологічні дослідження з клітинної та генетичної інженерії кукурудзи і сорго. В Інституті рослинництва ім. В.Я.Юр’єва НААН (м. Харків) розроблено біотехнології отримання гаплоїдів в культурі пиляків для ячменю, ріпаку та інших культур. В Миронівському інституті пшениці ім. В.М.Ремесла НААН (Київська область) створено технології клітинної селекції, в тому числі і унікальна технологія регенерації рослин в культурі пилку. В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ) розроблено технології отримання гіногенетичних гаплоїдів для цукрового буряка. В Інституті овочівництва і баштанництва НААН (Харківська область) створено та впроваджено біотехнології мікроклонального розмноження, кріоконсервації, клітинної селекції та гаплопродукції для овочевих культур – моркви, перцю, капусти, часнику та інших. В Інституті садівництва НААН України (м. Київ) ведеться мікроклональне розмноження та отримання безвірусного садивного матеріалу поширених в Україні плодових і ягідних культур. Вченими Інституту виноградарства і виноробства ім. В.Є.Таїрова НААН України (Одеська область) розроблено та широко запроваджено біотехнології мікроклонального розмноження та отримання в культурі in vitro садивного матеріалу винограду, вільного від вірусної та бактеріальної інфекції. В Інституті картоплярства НААН України (Київська область) розроблені технології отримання безвірусної картоплі, які дозволяють забезпечувати господарства з вирощування картоплі вільним від основних вірусів садивним матеріалом цієї культури. Широко розвиваються дослідження з фундаментальних основ клітинної і генетичної інженерії в установах Національної академії наук України (НАН). Зокрема, вченими Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України (м. Київ) відпрацьовані клітинні та тканинні системи in vitro, які дозволяють здійснювати генетичну трансформацію та отримувати генетично модифіковані рослини, серед яких кукурудза, пшениця, бобові рослини, водорості та інші. В Інституті фізіології рослин та генетики НАН (м. Київ) розроблено методичні принципи клітинної та тканинної селекції в культурі in vitro у пшениці, кукурудзи та інших культур. Вагомий внесок в розвиток біотехнології лікарських рослин зроблений вченими Інституту молекулярної біології і генетики НАН (м. Київ). В Інституті харчової біотехнології та геноміки НАН (м. Київ) розробляються нові молекулярні та нанобіотехнології рослин та технології контролю ГМО в рослинному матеріалі. Вчені Ботанічного саду імені Гришка НАН (м. Київ) розробили унікальні технології мікроклонального розмноження декоративних рослин, культивованих в закритому ґрунті, зокрема, численних видів орхідей, які походять з усіх куточків світу. У цілому ряді вищих навчальних закладів України відрито спеціалізовані кафедри з біотехнології, які ведуть інтенсивні дослідження з рослинами. Так, в Національному університеті біоресурсів і природокористування (м. Київ) розроблено біотехнології мікроклонального розмноження хмелю, цінних лісових рослин, а також верби та тополі як садивного матеріалу для плантацій біопаливних культур.