РОЗДІЛ 5.
БІОЛОГІЯ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ

Коваленко Єлизавета Олегівна
здобувач вищої освіти біологічного факультету
Харківський національний університет імені В. І. Каразіна, Україна

Науковий керівник: Волкова Наталя Євгенівна
кандидат біологічних наук, доцент кафедри генетики та цитології
Харківський національний університет ім. В. І. Каразіна, Україна

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ БІОТЕХНОЛОГІЇ

АНОТАЦІЯ. Біотехнологія - це сукупність методів з використанням біологічних процесів життєдіяльності живих організмів та їх реакцій для виробництва продукції в різних галузях. Вона нерозривно пов'язана з такими науками як біологія, медицина, хімія, генетика та сільське господарство, що дає змогу отримати очікуваний результат для подальших досліджень. Є декілька основних напрямків вивчення біотехнології: синтетична біологія, мікробна, рослинна та генна інженерія. Одним із напрямків є генна інженерія, яка займається вивченням біологічних процесів живих організмів, їх створенням або удосконаленням. Тобто, сутність генної інженерії складає цілеспрямоване переміщення окремих генів з одного генетичного оточення в інше. У результаті спадкова інформація організму змінюється, йому надаються нові генетичні, біохімічні та фізіологічні властивості. Одержаний в результаті таких маніпуляцій організм позначається як трансгенний. Одними із методів генної інженерії є синтез генів поза організмом, трансгеноз, копіювання та розмноження виділених або синтезованих генів, поєднання різних геномів у одній клітині. При вивченні мікробної біотехнології вивчають здібності мікроорганізмів, як об'єкти для досліджень використовують бактерії, гриби, віруси та бактеріофаги. Порівняно з іншими біологічними об'єктами, вони мають більші переваги в пристосуванні до умов середовища внаслідок генетичної мінливості більш простого геному та збільшення клітинної біомаси завдяки швидкому розмноженню. Виділені із зовнішнього середовища мікроорганізми мають недостатньо високу біосинтетичну активність, тому вони удосконалюються за допомогою методів мутагенезу. Також одним з найпопулярніших напрямків є біотехнологія рослин, в якій вивчаються молекулярні механізми реакцій рослин. Біотехнологія рослин поділяється на клітинну і генетичну інженерію. Клітинна інженерія включає культури соматичних тканин, виробництво гаплоїдів in vitro, суспензійні культури, протопласт культуру, мікроклональне розмноження, культуру меристем, ембріокультуру, кріоконсервацію та багато іншого. Генетична інженерія зосереджена на створенні нових генетичних комбінацій in vitro, що можуть змінити спадковість рослин. Ще одним напрямом біотехнології є синтетична біологія. В даній галузі розглядаються досягнення різних принципів і технологій включаючи синтез та збірку геному, зберігання ДНК, редагування

 Авторські права захищено | CC BY-SA 4.0

генів, молекулярну еволюцію, безклітинну синтетичну біологію, інженерію клітинних і генних ланцюгів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ***біологія, біотехнологія, генна інженерія, вектори, калусна тканина, клітинна селекція.***

Біотехнологія - це сукупність методів з використанням біологічних процесів життєдіяльності живих організмів та їх реакцій для виробництва продукції в різних галузях. Вона нерозривно пов'язана з такими науками як біологія, медицина, хімія, генетика та сільське господарство, що дає змогу отримати очікуваний результат для подальших досліджень [1]. Є декілька основних напрямків вивчення біотехнології: синтетична біологія, мікробна, рослинна та генна інженерія. Одним із напрямків є генна інженерія, яка займається вивченням біологічних процесів живих організмів, їх створенням або удосконаленням [2]. Тобто, сутність генної інженерії складає цілеспрямоване переміщення окремих генів з одного генетичного оточення в інше. У результаті спадкова інформація організму змінюється, йому надаються нові генетичні, біохімічні та фізіологічні властивості. Одержаний в результаті таких маніпуляцій організм позначається як трансгенний. Одними із методів генної інженерії є синтез генів поза організмом, трансгеноз, копіювання та розмноження виділених або синтезованих генів, поєднання різних геномів у одній клітині. Перша рекомбінантна молекула ДНК складалась з фрагментів ДНК вірусу SV-40, бактеріофагу та генів Escherichia coli. Для того, щоб додати нові властивості організму, необхідно ввести нові гени. Щоб виділений ген потрапив у клітину використовуються вектори - це плазміди або віруси. Вони здатні переносити в клітину вмонтований в їх ДНК чужий ген. Плазміди - це кільцеві ДНК, які присутні у деяких бактерій. Вони несуть гени, що відтворюють власну ДНК та мають гени патогенності та стійкості до антибіотиків. ДНК кільцевих плазмід легко переходить від однієї бактерії до іншої, що робить їх генетично несприятливими до ліків. ДНК плазміди-вектора і чужорідна обробляються однією рестриктазою, за її допомогою нарізається чужорідна ДНК. Потім обидва препарати розрізаної ДНК обробляються лігазою і їх фрагменти з'єднаються. Об'єднання гена і вектора утворюють рекомбінантну ДНК [6]. Збірка нових ДНК-векторів з різними генами може стати складною, якщо ген довгий, оскільки може бути важко ідентифікувати унікальні ферменти рестрикції, сумісні з полілінкером, які не розрізаються в гені. Великі вектори рекомбінантної ДНК можна створити за допомогою гомологічної рекомбінації, процесу, який називається рекомбінуванням. Щоб полегшити рекомбінацію, ферменти лямбда-фага під назвою RED сконструйовані так, щоб вони експресувалися конкретним штамом бактерій-господарів. Вони розпізнають гомологічні послідовності та

Авторські права захищено | CC BY-SA 4.0

рекомбінують їх, утворюючи єдину молекулу. Ці білки настільки ефективні, що для початку рекомбінації достатньо лише 45-парної ділянки гомології. На практиці кишкова паличка має гени для білків RED під контролем промотора, індукованого нагріванням. Ген, який представляє інтерес, електропорується в бактерії, які мають білки лямбда-RED, активні в цитоплазмі. Вони розпізнають кінці бажаного гена та знаходять їх гомологічні послідовності. Гомологічні послідовності знаходяться на бактеріальній штучній хромосомі, або БШХ. Ферменти розщеплюють БШХ у відповідний момент розташування та додають потрібний ген. Сконструйований БШХ видаляється з цього штаму E. coli, щоб запобігти подальшій рекомбінації будь-яких залишкових білків RED. Визначення того, які саме кишкові палички мають потрібний ген, відрізняється від рекомбінації, оскільки бактерії мають вектор незалежно від того, рекомбінує вставка, чи ні. Замість використання схеми позитивного відбору, такої як стійкість до антибіотиків, використовується схема відбору/противідбору для ідентифікації рекомбінованого вектора, що містить потрібний ген. По-перше, вектор містить ген galk, або галактозокіназу, ген, необхідний для росту на галактози. Бактерії виробляють галактозокіназу та здатні рости на мінімальному середовищі, яке містить лише галактозу як джерело вуглецю. Білок Galk також перетворює 2-дезоксигалактозу (2-DOG) на токсичну речовину, тому бактерії, що експресують GalK, гинуть при вирощуванні на 2-DOG. Після того, як відбувається реакція рекомбінації, бактерії висівають на мінімальне середовище, яке містить лише 2-дезоксигалактозу. Якщо будь-яка бактерія все ще має galk, галактозокіназа створює токсин із 2-дезоксигалактози, і бактерія гине. Коли galk замінюється потрібним геном, токсин не виробляється, і бактерії ростуть [7]. Методи генної інженерії дозволяють вбудовувати в генетичний матеріал окремі гени або фрагменти ДНК, раніше виявлені в інших організмах, що дає можливість цілеспрямовано переносити бажані генетичні ознаки, а також прибирати прояви певних генів [5]. Другим напрямком вивчення біотехнології є мікробна біотехнологія, що вивчає здібності мікроорганізмів. Як об’єкти для досліджень використовують бактерії, гриби, віруси та бактеріофаги [3]. Порівняно з іншими біологічними об’єктами, вони мають більші переваги в пристосуванні до умов середовища внаслідок генетичної мінливості більш простого геному та збільшення клітинної біомаси завдяки швидкому розмноженню. Виділені із зовнішнього середовища мікроорганізми мають недостатньо високу біосинтетичну активність, тому вони удосконалюються за допомогою методів мутагенезу. Велике значення в мікробній біотехнології має підбір оптимального поживного середовища та умов культивування продуцентів [9]. Завдяки новим сучасним методам мікробна біотехнологія стала основою таких досягнень, як вдосконалені щеплення та засоби діагностики захворювань, вдосконалені мікробні агенти для біоконтролю шкідників рослин і тварин,

 Авторські права захищено | CC BY-SA 4.0

модифікація патогенів рослин і тварин для зменшення їхньої патогенності, розробка нових каталізаторів для органічного синтезу, розробка нових мікроорганізмів-ферментаторів, а також розробка нових мікроорганізмів для біоремедіації води і ґрунту, забруднених сільськогосподарськими стоками. Все це стало можливим завдяки дослідженням геному мікроорганізмів. Секвенування мікробних геномів і біоінженерні дослідження мають важливе значення для прогресу в галузі продовольчої безпеки харчування людини, захисту рослин і тварин [16]. Також одним з найпопулярніших напрямків є біотехнологія рослин, в якій вивчаються молекулярні механізми реакцій рослин [4]. 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 [10]. Біотехнологія рослин поділяється на клітинну і генетичну інженерію. Клітинна інженерія включає культури соматичних тканин, виробництво гаплоїдів in vitro, суспензійні культури, протопласт культуру, мікроклональне розмноження, культуру меристем, ембріокультуру, кріоконсервацію та багато іншого. Генетична інженерія зосереджена на створенні нових генетичних комбінацій in vitro, що можуть змінити спадковість рослин. Створення трансгенних рослин, які є генетично модифікованими, дозволяє підвищити продуктивність аграрного сектору. Обидва напрямки використовують передові технології для підвищення ефективності вирощування рослин та створення нових сортів з бажаними характеристиками [11]. Основними методами, крім клітинної та генної інженерії, є метод ізольованих тканин і клітин, клітинна селекція та метод мікроклонального розмноження. Суть методу ізольованих клітин і тканин полягає у вирощуванні in vitro ізольованих органів рослин і окремих рослинних клітин на відповідних поживних середовищах. Даний метод включає культуру калусних тканин та культуру клітинних суспензій. Калусна тканина утворюється в результаті поділу диференційованих клітин та складається з недиференційованих. Їх здатність до органогенезу обумовлюють використанням для одержання нових форм рослин. Рослинні суспензійні культури утворюються в разі культивування поодиноких клітин в рідких поживних середовищах. Завдяки цьому можна впливати на метаболізм та ріст популяцій екзогенними факторами. Метод клітинної селекції вивчає теоретичні та практичні виникнення генотипової та фенотипової мінливості клітин. При модифікації складу поживних середовищ

Авторські права захищено | CC BY-SA 4.0

можна направлено впливати на репродукцію клітин із заданим числом хромосом у ядрі. Теоретичною частиною розробки є положення про тотипотентність культивованої рослинної клітини. Методом мікроклонального розмноження є безстатеве вегетативне розмноження, при якому отримують генетично ідентичні форми. Це сприяє збереженню генетично однорідного посадкового матеріалу. За даним методом можна швидко розмножити високоцінні рослини, стерильні генотипи, подолати період спокою та проводити розмноження в контрольованих умовах [12]. 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 [10]. Ще одним напрямом біотехнології є синтетична біологія. В даній галузі розглядаються досягнення різних принципів і технологій включаючи синтез та збірку геному, зберігання ДНК, редагування генів, молекулярну еволюцію, безклітинну синтетичну біологію, інженерію клітинних і генних ланцюгів [13]. Синтетична біологія – це міждисциплінарний сучасний науковий напрям, область досліджень якого базується на створенні повністю функціональних біологічних систем з найменших можливих складових частин [14]. Одним із фундаментальних інструментів є конструювання та синтез специфічних послідовностей ДНК. Таким чином дослідники можуть створювати неприродні генетичні ланцюги та біологічні частини. Технології синтезу ДНК дозволяють швидко і точно виробляти молекули ДНК, що несуть бажану генетичну інформацію. Потім ці синтетичні фрагменти ДНК переносяться в клітини і використовуються для виконання бажаних біологічних функцій [15]. Біотехнологія розвинулась до теперішнього часу в цілому завдяки біології, а також за допомогою інших наук. Біотехнологія – міждисциплінарний напрям науково-технічного прогресу, що виник на стику біологічних, хімічних і технічних знань і покликаний створити нові біотехнологічні процеси, які в більшості випадків будуть перебігати за низьких температур, потребувати меншої кількості енергії та базуватися переважно на дешевих субстратах, що використовуватимуться як первинна сировина. Однак, біотехнологія не є чимось новим, вона лише розвиток та розширення технологічних підходів [8]. Тому якщо різні галузі наук будуть надалі розвиватись, то продовжить свій розвиток і така наука як біотехнологія.

Список використаних джерел:

[1] Глеба Ю. Ю. Біотехнологія. *Енциклопедія Сучасної України*. URL: https://esu.com.ua/article-35348 (дата звернення: 08.04.2025).

 Авторські права захищено | CC BY-SA 4.0

[2] Методи біотехнології • Основні напрямки біотехнології - ТОВ «Біокор Текнолоджі ЛТД». *ТОВ «Біокор Текнолоджі ЛТД»*. URL: https://biocor-tech.com/blog/metody-biotehnologii (дата звернення: 08.04.2025).
[3] С С. Л. Мікробіотехнологія. *Фармацевтична енциклопедія*. URL: https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1464/mikrobiotexnologiya (дата звернення: 08.04.2025).
[4] Plant biology and biotechnology: focus on genomics and bioinformatics - pubmed. *PubMed*. URL:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35743200/ (date of access: 08.04.2025).
[5] Генна інженерія - KWS SAAT SE & co. kgaa. *SEEDING THE FUTURE - KWS SAAT SE & Co. KGaA*. URL:https://www.kws.com/ua/uk/archiv/innovatsiyi/metody-selektsiyi/genna-inzheneriya/ (дата звернення: 09.04.2025).
[6] *Система електронного забезпечення навчання ЗНУ*. URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/482032/mod_resource/content/1/Лекция05%20Ген%20основи%20бтх.pdf (дата звернення: 09.04.2025).
[7] Biotechnology. *Google Books*. URL: https://books.google.com.ua/books?id=osqcBAAAQBAJ&pg=PT105&hl=uk&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=true (date of access: 09.04.2025).
[8] https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf
[9] Мацелюх Б. П. Мікробіотехнологія. *Енциклопедія Сучасної України*. URL: https://esu.com.ua/article-67574 (дата звернення: 09.04.2025).
[10] https://institut-zerna.com/library/docs/biotechnologia_roslin.pdf
[11] Біотехнологія рослин ▷ Ключові методи та різновиди. *Аграрна Платформа*. URL: https://aoplatforma.com/reference/agro-dictionary/page/biotexnologiya-roslin?srsltid=AfmBOoq1rb-x1d-UDZG6DzdluFiM0ZY3aHZRj_SSpca3k6cHMH63_gzf (дата звернення: 09.04.2025).
[12] *Національний університет біоресурсів і природокористування України*. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/Lektsii_po_biotekhnologiyi_roslin_dlya_EKB%20(1).pdf(дата звернення: 09.04.2025).
[13] Enabling technology and core theory of synthetic biology - PubMed. *PubMed*. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36753021/ (date of access: 09.04.2025).
[14] *Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*. URL: https://www.dnu.dp.ua/docs/osvitni_programy/2025/BEF/bachelor/1-091-6-7_Syntetychna%20biolohiia.pdf (дата звернення: 09.04.2025).
[15] Синтетична біологія: технологія перепроектування форм життя. *Hostragons®*. URL: https://www.hostragons.com/uk/блог/технологія-синтетичної-біології-для/#Sentetik_Biyolojide_Kullanilan_Teknolojiler_Ve_Araclar (дата звернення: 09.04.2025).
[16] *Кафедра біохімії та біотехнології – Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника*. URL: https://kbb.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/28/2023/03/mikrobna-biotekhnolohiia_sylabus_2023.pdf(дата звернення: 09.04.2025).

Авторські права захищено | CC BY-SA 4.0