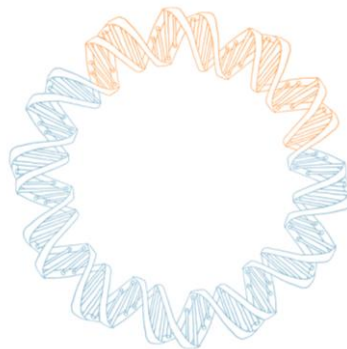


Застосування методів генної та клітинної інженерії в сучасній селекції. Генна інженерія людини: досягнення та ризику. Біоетичні проблеми сучасної медицини.

Генна інженерія — це галузь сучасної біотехнології, яка містить методи виокремлення генів, конструювання нових та перенесення їх в організми, для яких ці гени не властиві.

Рекомбінантна ДНК — це послідовність ДНК, що складається з декількох генів, які були штучно сполучені між собою, така послідовність не трапляється в природі.



Рекомбінантна ДНК

Отримати її можна кількома методами, як-от:

1. Векторне перенесення.
2. Безвекторне перенесення

Вектор — це організм, здатний убудувати свою ДНК у клітину господаря. У генній інженерії використовують для перенесення генетичного матеріалу від одного організму до іншого.

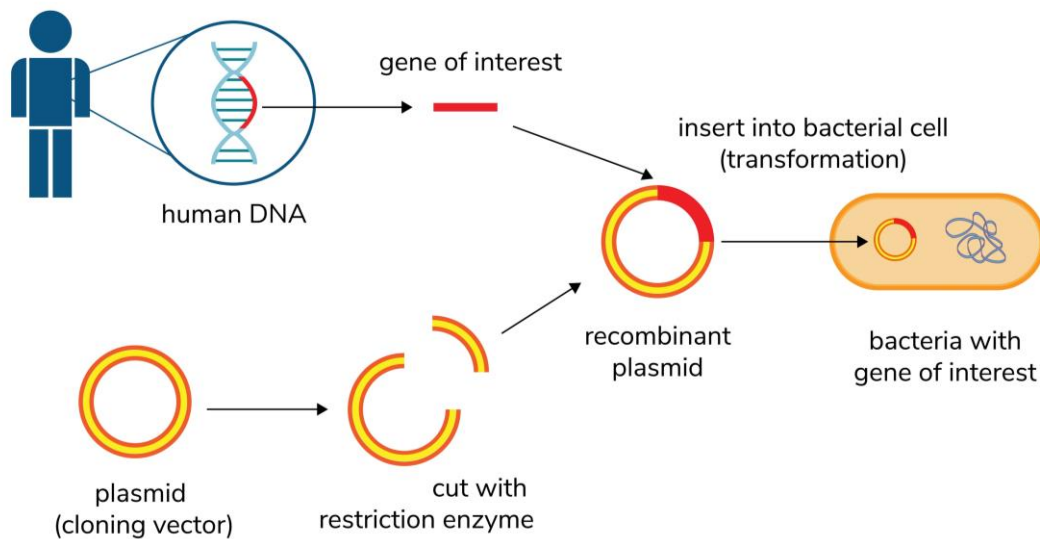
До векторів належать деякі віруси (бактеріофаги, онкогенні віруси тощо) та бактерії, що є внутрішньоклітинними паразитами (наприклад, представники роду *Agrobacterium*, що є паразитами рослин), а також плазміді деяких бактерій, дріжджів.



Векторна плазміда

Метод передбачає створення **рекомбінантної ДНК**, перенесення її в організм-посередник, який може перенести **рекомбінантну ДНК в генно-інженерний організм**.

Цей метод з'явився історично раніше безвекторного перенесення, і перші генно модифіковані організми були отримані за допомогою нього. Наприклад, рекомбінантні штами кишкової палички, здатні синтезувати інсулін людини.



Технологія рекомбінантних ДНК

З метою отримання рекомбінантних рослин широкої популярності набуло використання різних штамів агробактерій. Наприклад, отримання біолюмінесцентних рослин (як-от тютюн) або тварин.

Спочатку ген, що відповідає за біолюмінесценцію, використовували для того, щоб відслідковувати, чи вдало відбувся процес перенесення вектора та вбудовування ДНК. Цим методом отримано генно модифіковані сою, кукурудзу, лосось.

Безвекторне передання є методом, що виконується без стороннього організму-посередника. Як правило, ці системи є наборами певних ферментів та нуклеїнових кислот. Наприклад, застосування системи CRISPR/Cas у 2013 році. Вона є своєрідною імунною системою бактерій та виявлена в 45% прокариотів.

CRISPR — це короткі повторювані фрагменти ДНК, що розділяють між собою «уламки генетичного матеріалу» вірусів, які колись заражали клітини. Тобто це специфічна картотека збудників, із якими зіштовхувалась ця клітина. Cas — це специфічні ферменти «молекулярні ножиці», здатні дуже точно вирізати фрагменти ДНК і вставляти їх у необхідну область. Науковиці Еммануель Шарпантьє та Дженніфер Даудна запропонували метод перепрограмування Cas-білків із метою їх використання у генній інженерії. У 2020 році вони були удостоєні Нобелівської премії з хімії за своє відкриття.

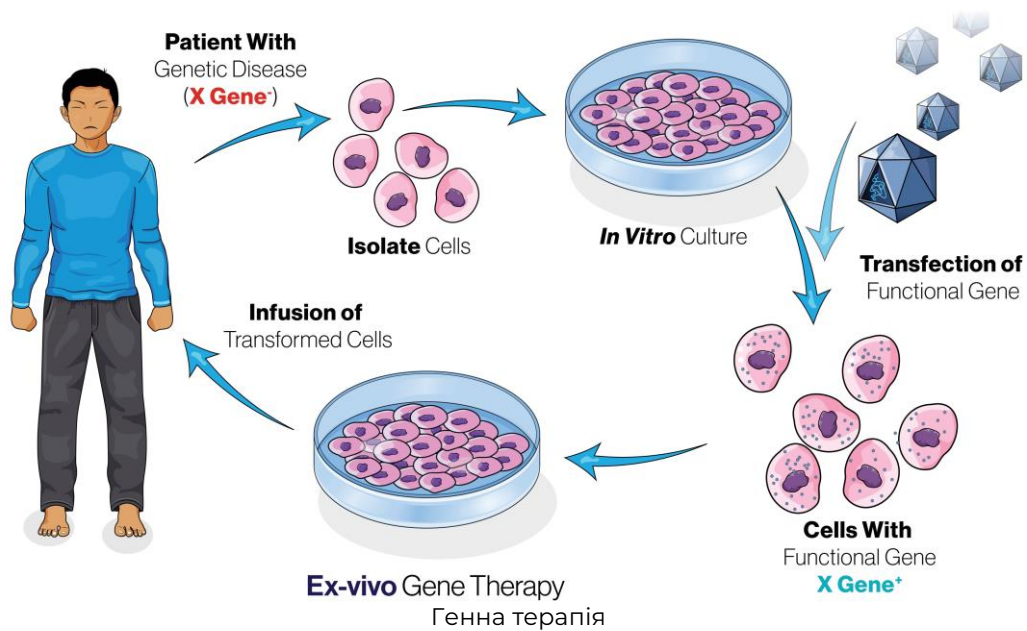


Еммануель Шарпантьє та Дженніфер Даудна

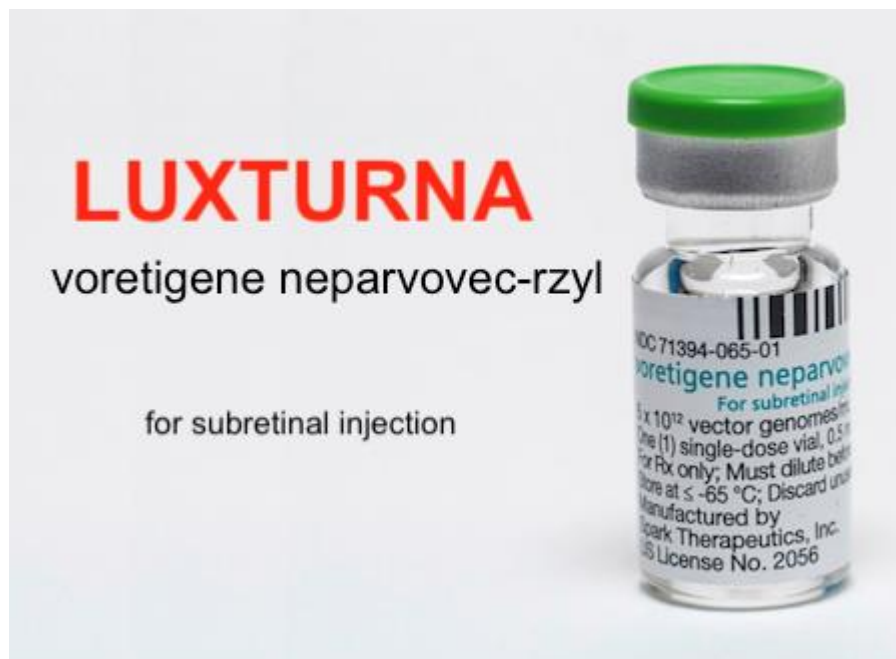
Генну інженерію активно використовують для лікування, діагностики та запобігання певним захворюванням у людини. Діагностувати таким чином можна різні форми раку, інфекційні захворювання і, звичайно ж, спадкові.

Генна терапія полягає у внесенні в організм робочих генів або «вимкнення» дефектних, залежно від захворювання. Її можна реалізувати двома методами.

Перший передбачає вилучення з організму людини клітин, їх модифікацію за допомогою методів ГІ, внесення клітин назад до організму.



Другий передбачає за допомогою векторного або безвекторного передання безпосереднє внесення генів в організм. Наприклад, лікування певних видів вродженої сліпоты в людей.



Препарат для лікування сліпоты

Генна інженерія людини передбачає роботу:

- **із соматичними клітинами (генну терапію);**
- **з ембріональними**
- **статевими або ж гермінальними клітинами (поки тільки з дослідницькою метою).**

Гермінальна терапія реалізується на клітинах зародкових ліній ембріона або в статевих клітинах та покликана позбавити від дефектів наступні покоління.

Наприклад, «дитина, народжена від трьох батьків». Учені з університету Кентукі трансплантували мітохондрії клітини від однієї жінки до яйцеклітини іншої з метою запобігання рідкісному генетичному захворюванню. Як наслідок, дитина мала генетичний матеріал батька (від сперматозоїда), генетичний ядерний матеріал матері (від ядра яйцеклітини) та мітохондрії від іншої.

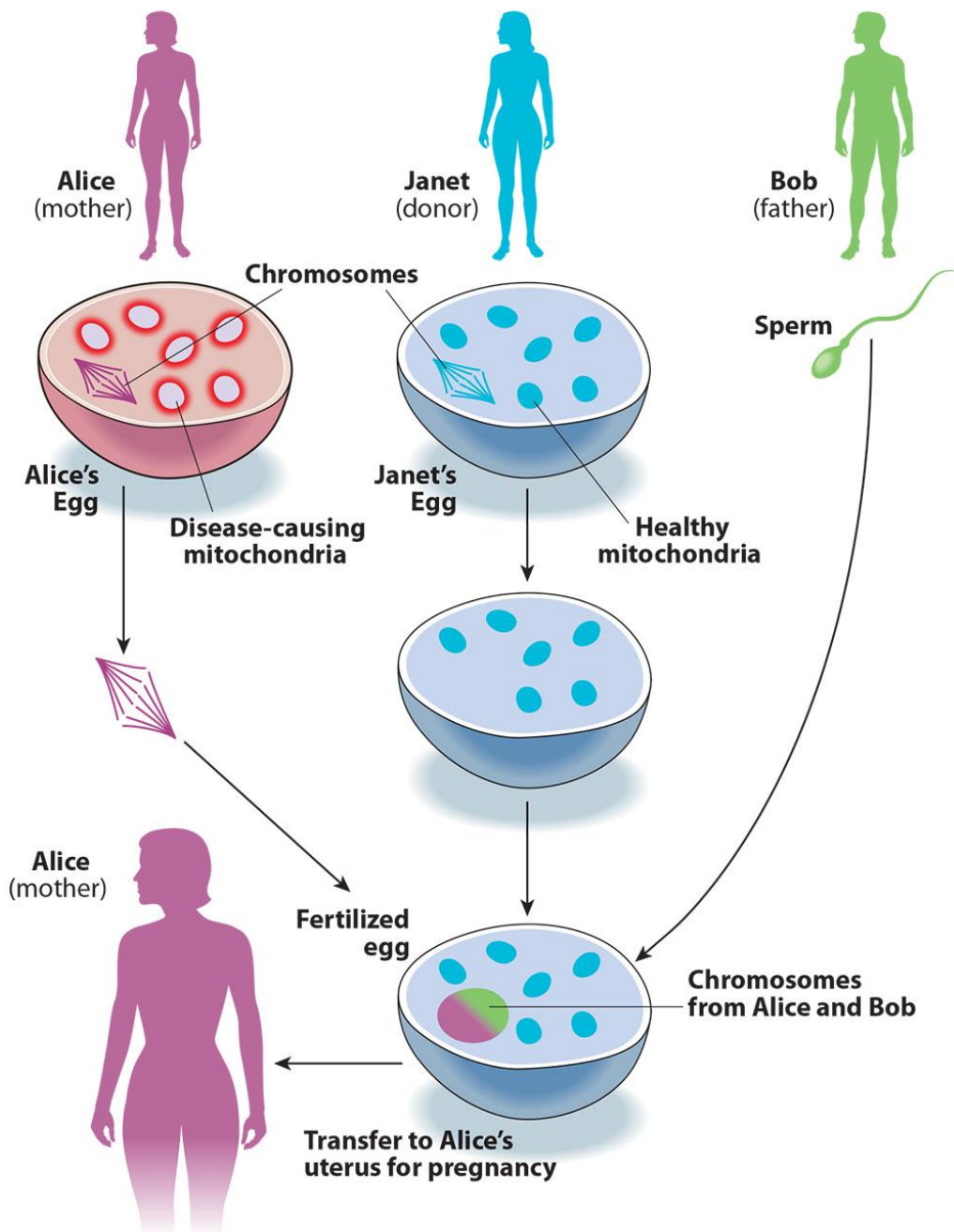
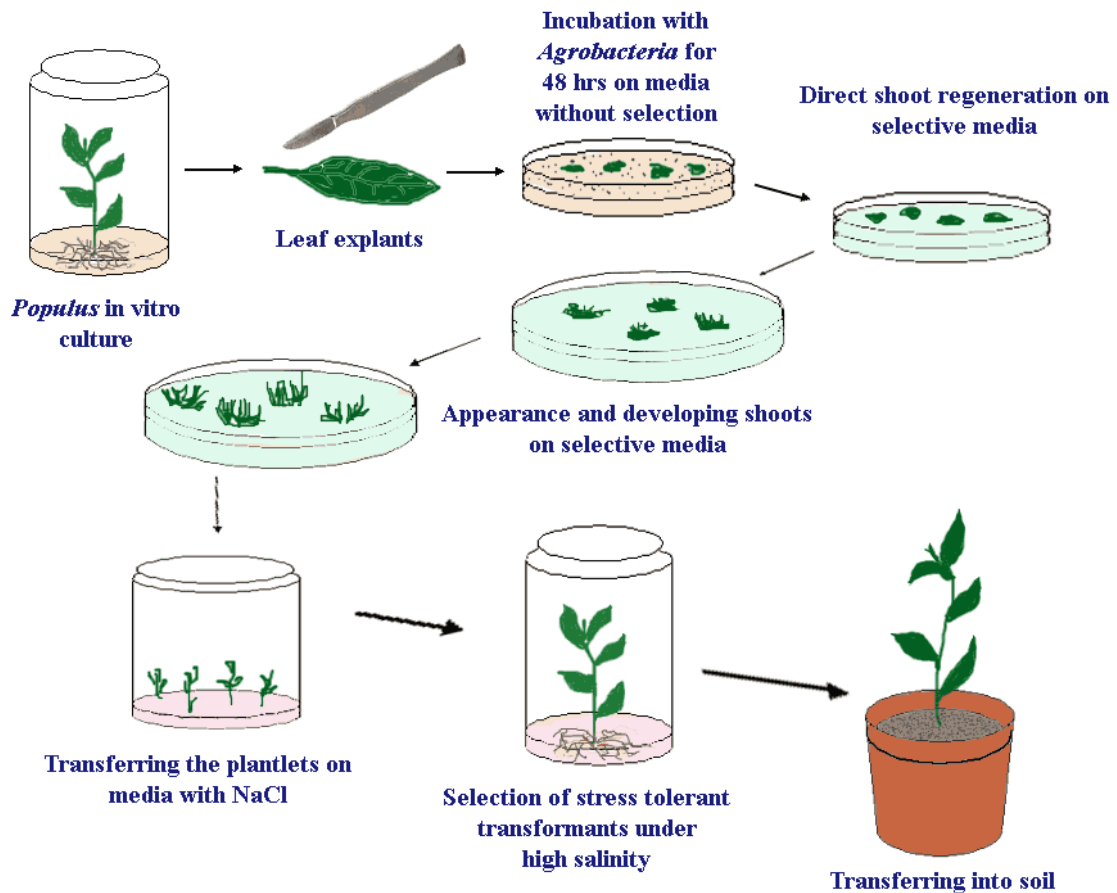


Схема технології «дитини від трьох батьків»

Клітинна інженерія — це галузь біотехнології, яка розробляє й використовує технології культивування клітин (та їхньої гібридизації), тканин поза організмом у штучних умовах.

Технологія **мікроклонального розмноження рослин** дозволяє отримувати велику кількість рослин із кількох клітин материнської. Тобто з листка однієї рослини ми можемо отримати десятки клонів, пересадивши окремі шматочки в поживні середовища.



Технологія мікроклонального розмноження

Методи мікроклонального розмноження рослин дають можливість отримувати велику кількість особин одного виду, вирощувати лікарські або екзотичні рослини у великій кількості.



Рослини, які отримані методом мікроклонального розмноження

Щодо тварин, то найвідомішим клонованим організмом є вівця Доллі. Процес клонування відбувся за принципом пересадки ядер соматичних клітин.

Клонування окремих клітин та тканин дає можливість використовувати їх для розробки та тестування ліків, вивчення процесів розвитку вірусів, генетичних та еволюційних досліджень.

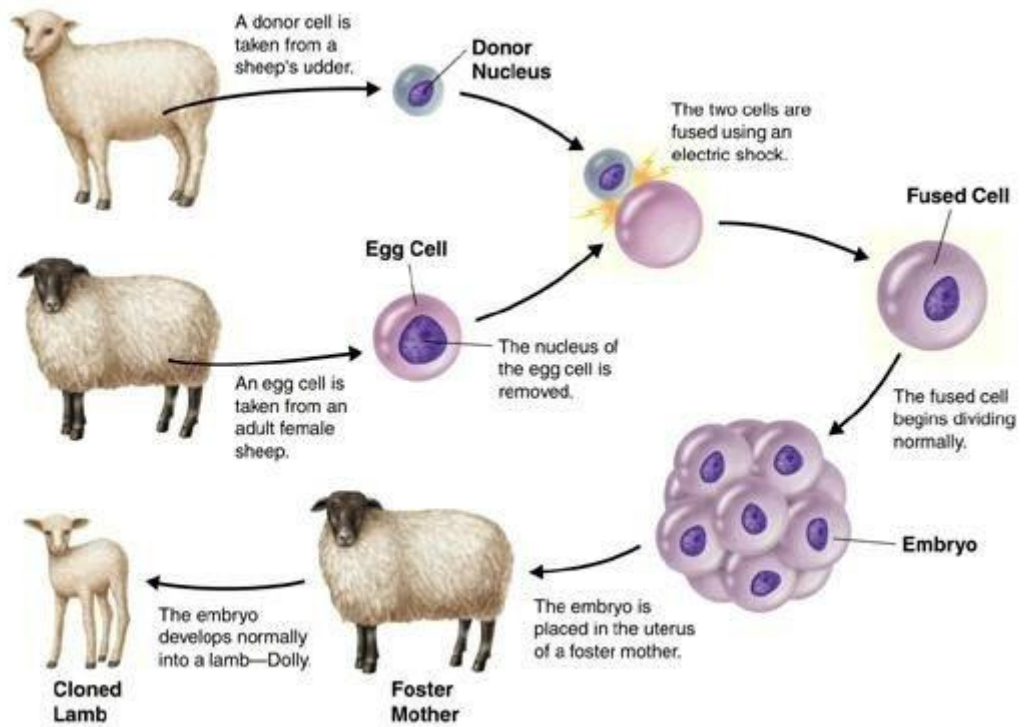
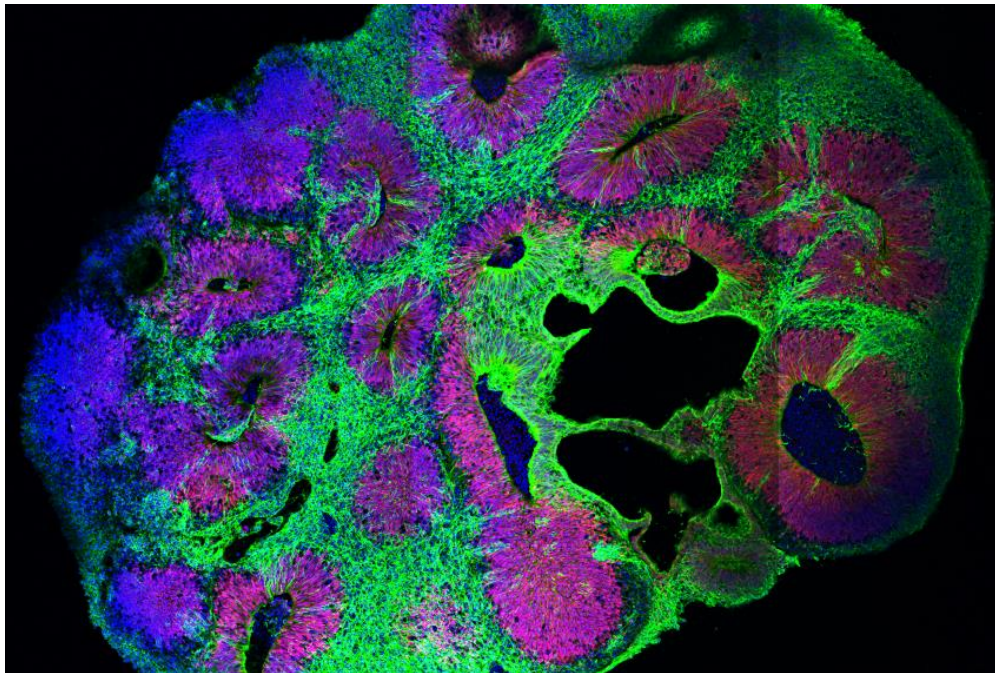


Схема клонування вівці Доллі

Органоїди — це тривимірні культури клітин, які імітують органи в зменшеному масштабі. Крім можливості досліджувати розвиток захворювань чи ефективність лікарських засобів, ці моделі дають змогу стежити за розвитком органів. Наприклад, мозку.



Органоїд мозку

Широке практичне застосування клітинної технології знайшли також у регенеративній медицині для людини, завдяки стовбуровим клітинам ми можемо отримувати тканини чи окремі органи в лабораторних умовах.

Технології передбачають безпосереднє введення стовбурових клітин, які після потраплення в організм продовжать ділитися та перетворюються на наразі необхідні організму клітини.

Інші методи передбачають отримання зі стовбурових клітин окремих органів чи тканин. Особливої уваги заслуговує метод 3D-друку органів. Загалом, він схожий на звичайний 3D-друк, але замість пластику друкує живими клітинами, а сам принтер поміщають у поживне середовище.

Біоетика (з грецької мови *βίος* — життя, *ἦθος* — звичай) — нормативне знання, що охоплює моральну проблематику, пов'язану з розвитком біомедичних наук, які стосуються питань генетики, медичних досліджень, терапії, турботи про здоров'я і життя людини.

Основними принципами, які закладає біоетика в галузі медицини та медичних досліджень, є такі:

- 1) *принцип автономії* (індивід має право розпоряджатися своїм здоров'ям та благополуччям, навіть відмовлятися від лікування, за умови, що це буде вартувати йому життя; цей принцип має антипідклевальну спрямованість, на ньому ґрунтується концепція «інформованої згоди»);
- 2) *принцип «Не зашкодь»* бере початок із клятви Гіппократа і вимагає мінімізації шкоди, якої завдають пацієнтові у разі медичного втручання);
- 3) *принцип блага* (моральний обов'язок робити добро, котрий акцентує обов'язок лікаря чи лікарки чинити дії, спрямовані на покращення стану пацієнта);
- 4) *принцип справедливості* (підкреслює необхідність рівного ставлення до пацієнтів, а також справедливого розподілу ресурсів, котрі завжди обмежені, під час надання медичної допомоги).

Основні проблеми сучасної біоетики:

- *трансплантація органів і тканин;*
- *використання людських ембріонів у дослідженнях або як джерел стовбурових клітин. Учені вже декілька років працюють над переглядом роботи з людськими ембріонами, оскільки найбільший час роботи — 14 діб;*

- можливість втручатися в геном ембріонів та генні модифікації статевих клітин. Тобто модифікації будуть передані наступним поколінням;
- сурогатне материнство;
- клонування людини (безуспішні спроби були, оскільки в багатьох країнах немає чіткого законодавства, яке б обмежувало ці процеси).

Питання біоетики регулює низка документів.

Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації 1964 р. дала перший міжнародний етичний стандарт проведення наукових досліджень на людині, в основі якого лежав принцип автономії особистості пацієнтів і досліджуваних.

У квітні 1997 р. ухвалена **Конвенція про права людини та біомедицину** (м. Ов'єдо, Іспанія). Вона ставить права та гідність людини вище за наукові досягнення та інтереси суспільства.

Також сюди входить **Загальна декларація біоетики та права людини**, затверджена в Парижі у 2005 році.

В Україні окремі питання регламентує **Закон України «Про лікарські засоби» та наказ МОН № 249 «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах».**



Завдання

1. Генна інженерія — це:

- галузь сучасної біотехнології, яка містить методи виокремлення генів, конструювання нових та перенесення їх в організми, для яких ці гени не властиві.
- послідовність ДНК, що складається з декількох генів, які були штучно сполучені між собою, така послідовність не трапляється в природі.
- метод, що передбачає створення рекомбінантної ДНК, перенесення її в організм-посередник, який може перенести рекомбінантну ДНК в генно-інженерний організм.
- нормативне знання, що охоплює моральну проблематику, пов'язану з розвитком біомедичних наук, які стосуються питань генетики, медичних досліджень, терапії, турботи про здоров'я і життя людини.

2. Генна терапія застосовується до:

- а) рослин,
- б) людей,
- в) бактерій,
- г) грибів.

3. Серед наведених принципів оберіть принципи біоетики (декілька варіантів відповіді).

- а) «не зашкодь»,
- б) принцип Мерфі,
- в) принцип автономії,
- г) принцип корпускулярно-хвильового дуалізму.

4. Установіть відповідність між терміном і визначенням.

- 1. Органоїд.
- 2. Рекombінантна ДНК.
- 3. Вектор.
- 4. Клітинна інженерія.

а) галузь біотехнології, яка розробляє й використовує технології культивування клітин (та їхньої гібридизації), тканин поза організмом у штучних умовах.

б) тривимірні культури клітин, які імітують органи в зменшеному масштабі.

в) організм, здатний убудувати свою ДНК у клітину господаря. У генній інженерії використовують для перенесення генетичного матеріалу від одного організму до іншого.

г) послідовність ДНК, що складається з декількох генів, які були штучно сполучені між собою, така послідовність не трапляється в природі.

5. Охарактеризуйте значення генної інженерії для медицини.



Корисні посилання для додаткового опрацювання:

1. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації.
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005#Text
2. Конвенція про права людини та біомедицину.
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_334#Text
3. Загальна декларація біоетики та права людини.
URL: <https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/bioethics-and-human-rights>
4. Закон України «Про лікарські засоби».
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/123/96-%D0%B2%D1%80#Text>
5. Наказ МОН № 249 «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах».
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>



Література:

1. Біологія і екологія : підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти: рівень стандарту / О. А. Андерсон, М. А. Вихренко, А. О. Чернінський. Київ : Школяр, 2018. 216 с. : іл.
2. Біологія і екологія : підруч. для 10 кл. закл. заг. серед. освіти / К. М. Задорожний, О. М. Утевська. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 240 с. : іл.
3. Біологія і екологія : підручник для 11-го класу (рівень стандарту) / К. М. Задорожний. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 208 с. : іл.
4. Біологія і екологія : підруч. для 10 кл. закл. заг. серед. освіти / В. І. Соболев та ін. Кам'янець-Подільський : Вид-во «Абетка», 2018. 272 с. : іл.
5. Біологія і екологія: підручник для 11-го класу (рівень стандарту) / Л. І. Остапченко Л. І. та ін. Київ : Вид-во «Генеза», 2019. 192 с. : іл.