

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Державна установа «Центральний методичний кабінет
з вищої медичної освіти міністерства охорони здоров'я України»
УКРАЇНСЬКА МЕДИЧНА СТОМАТОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ

**Дубінін С. І., Ваценко А.В., Пілюгін В.О.,
Улановська-Циба Н.А., Передерій Н.О., Рябушко О. Б.**

Біологічні особливості життєдіяльності людини

**навчальний посібник з медичної біології
для студентів ВНМЗ України III-IV рівнів акредитації**

Полтава - 2019

ББК 28.0:5я7
УДК 577:61 (075.8)

Рекомендовано Державною установою «Центральний методичний кабінет з вищої медичної освіти МОЗ України» як навчальний посібник з медичної біології для студентів ВНМЗ України III-IV рівнів акредитації (протокол № 2 від 04.06.2013 р.).

А в т о р и:

Дубінін Сергій Іванович
Ваценко Анжела Володимирівна
Пілюгін Валентин Олексійович
Улановська-Циба Наталія Аркадіївна
Передерій Ніна Олександрівна
Рябушко Олена Борисівна

Р е ц е н з е н т и:

Бажора Юрій Іванович, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри клінічної імунології, генетики і медичної біології Одеського національного медичного університету;

Федонюк Лариса Ярославівна, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри медичної біології ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет МОЗ України»;

Гарець Віра Іванівна, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри медичної біології, фармакогнозії та ботаніки ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України».

Навчальний посібник включає тести першого рівня складності (з однією правильною відповіддю), тести другого рівня складності - з багаточисельним вибором відповідей, типові задачі, відповідно до Програми з медичної біології для студентів медичного та стоматологічного факультетів вищих навчальних медичних закладів III - IV рівнів акредитації, а також матеріали для самопідготовки.

Посібник допоможе студентам засвоїти теоретичні знання під час аудиторних занять та при позааудиторній підготовці до практичних занять, а також у підготовці до підсумкового модульного контролю з розділу.

Методичне видання включає тести із бази даних ліцензійного іспиту «Крок - 1» за попередні роки та тести, розроблені професорсько-викладацьким складом кафедри медичної біології, які допоможуть студентам ефективно підготуватися та скласти модуль та ліцензійний іспит.

ISBN 978-966-8716-66-9

© Дубінін С. І., Ваценко А.В., Пілюгін В.О., Улановська-Циба Н.А.,
Передерій Н.О., Рябушко О. Б.

ТЕМА: Вступ до курсу медичної біології. Рівні організації живого.

Оптичні системи в біологічних дослідженнях.

Медична біологія як наука про основи життєдіяльності людини. Суть життя. Форми життя, його фундаментальні властивості й атрибути.

Еволюційно зумовлені структурні рівні організації життя. Значення уявлень про рівні організації живого для медицини. Оптичні системи в біологічних дослідженнях. Будова світлового мікроскопа і правила роботи з ним. Виготовлення тимчасових мікропрепаратів, вивчення та описування.

Медична біологія як наука про основи життєдіяльності людини

Біологія (від грец. біос - життя, логос; - наука) - наука про життя, про загальні закономірності існування і розвитку живих істот: життєві процеси, що в них відбуваються, хід їх життєвих циклів, взаємозв'язок з навколишнім середовищем, походження, історичний та індивідуальний розвиток живих організмів.

Теоретичний фундамент біології закладений еволюційним вченням Дарвіна, клітинною теорією Шванна і целюлярною патологією Вірхова та іншими відкриттями.

Сучасна біологія - це складний комплекс фундаментальних і прикладних досліджень живої природи на різних рівнях організації. На сучасному етапі розвитку вдалося розв'язати чимало медико-біологічних проблем, проникнути у глибини організації клітини, її молекулярної організації, отримати нові уявлення про процеси, що розгортаються в клітині під час її існування у нормі і при патології.

Медична біологія - наука про процеси та механізми, які відбуваються в організмі людини, особливості клітинної і тканинної будови людини, історичний та індивідуальний розвиток людини, еволюційні та адаптивні процеси в популяціях людини, пристосованість до умов середовища, виникнення порушень під впливом тератогенних та мутагенних факторів, паразитарні хвороби, що існують в різних популяціях людини, методи їх профілактики та діагностики, та багато інших теоретичних та практичних проблем людини.

Одне з найважливіших завдань медичної біології – вивчення спадковості людини, її генофонду та генотипу, спадкових захворювань, генетичної гетерогенності, а також індивідуальних генотипів та морфологічних відмінностей людей, їх екологічної пристосованості, розвиток граничних станів, фізіологічних особливостей та поведінки.

Рівні організації життя (рівні організації живої матерії) — структурна організація біосистем, що відображає їх рівневу ієрархію залежно від ступеня складності. Розрізняють такі основні структурні рівні:

Мікросистемні

1. **Молекулярно-генетичний (розміри - ≤ 1 нм):**
ген – елементарна одиниця; елементарні процеси – конваріантна реплікація та інші процеси матричного синтезу, генні мутації.
2. **Субклітинний (розміри - 1 нм – 100 нм)**
3. **Клітинний (фундаментальний) (розміри – 0,2 – 20 мкм).**

Мезосистемні

4. **Тканинний (розміри – 10-100 мкм):**
5. **Органний (розміри - 0,1 мм – та більше):**
6. **Організмовий - онтогенетичний (фундаментальний) (розміри – мм та більше).**

Макросистемні

7. **Популяційно-видовий (фундаментальний)**
8. **Біогеоценотичний (екосистемний)**
9. **Біосферний (глобальний).**

Основні властивості організмів.

Питання про сутність життя цікавило людство впродовж усього його розвитку, однак остаточної відповіді на нього немає і досі. Більшість вчених вважає життя особливою формою існування матерії, яка відрізняється від неживої природи особливостями будови та функціонуванням, що в біології має назву життєдіяльність.

Живі організми - це цілісні біологічні системи, здатні до **саморегуляції, самооновлення та самовідтворення (фундаментальні властивості живого)**. У їхньому хімічному складі переважають органічні сполуки: білки, ліпіди, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, тощо. Їх утворюють, насамперед, чотири хімічні елементи: Карбон, Гідроген, Оксиген і Нітроген. Термін існування органічних сполук, які входять до складу живих істот, обмежений. Тому біологічні системи постійно самооновлюються: замість хімічних сполук і структур, термін існування яких вичерпаний, утворюються нові.

Кожна біологічна система здатна й до саморегуляції, тобто до регулювання власних життєвих функцій та підтримання сталості свого внутрішнього середовища. Завдяки цьому живі організми мають змогу пристосовуватись до змін у навколишньому середовищі та відповідати на них зміною інтенсивності власних процесів життєдіяльності.

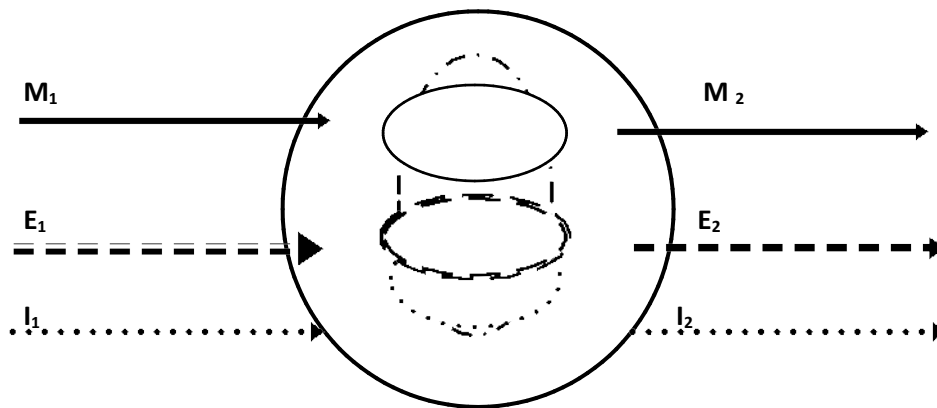
Необхідною умовою існування живих істот є обмін речовин. Як відкрита система живий організм одержує потрібні йому сполуки з навколишнього середовища, виводячи туди кінцеві продукти свого обміну речовин. Обмін речовин тісно пов'язаний з перетворенням енергії: під час утворення складних сполук з простіших енергія поглинається, а при їхньому розщепленні - вивільняється. Оскільки функціонування жодної живої істоти неможливе без витрат енергії, необхідне постійне її надходження з довкілля. Лише зелені рослини та деякі

прокаріоти і найпростіші, здатні до фотосинтезу, засвоюють енергію світла. Більшість організмів дістають необхідну їм енергію разом із їжею.

Важлива властивість живих організмів — спроможність до **самовідтворення**. Оскільки життя окремого організму як біологічної системи обмежене певним терміном, існування кожного виду загалом забезпечується розмноженням окремих особин.



Живі біосистеми – відкриті саморегулюючі системи



M_1 - M_2 – обмін речовин; E_1 - E_2 – обмін енергії; I_1 - I_2 – обмін інформації

Оптичні системи в біологічних дослідженнях.

Оптичні системи в біологічних дослідженнях використовуються під час проведення практичних занять із медичної біології, генетики та паразитології. Застосовують різні прилади та інструменти, перш за все мікроскоп (від грец. *μῆκος* - малий і *σκοπεω* - спостерігаю, розглядаю). При ультрафіолетовій мікроскопії спостереження провадять за допомогою ультрафіолетових променів. Фазово-контрастні мікроскопи дають можливість вивчати мікроскопічні об'єкти без попереднього спеціального забарвлення на основі різниці в коефіцієнтах заломлення світла. Для глибокого вивчення мікроскопічних організмів дедалі ширше застосовують електронні мікроскопи, які збільшують об'єкт у 1000000 і більше разів. Принцип дії цього мікроскопа полягає в тому, що зображення об'єкта формується не світловими променями, а потоком електронів. Внаслідок цього за допомогою електронного мікроскопа можна розглянути ультрамікроскопічні структури клітини, великі молекули, а також віруси.

Для вивчення біологічних об'єктів найчастіше користуються світловими мікроскопами різних систем, в яких об'єкт освітлюється нормальним (нерозчленованим) світловим променем. У кожному світловому мікроскопі розрізняють три основні частини: механічну, освітлювальну та оптичну.

Механічна частина мікроскопа складається зі штатива, тубуса, револьвера, предметного столика, макрометричного гвинта (або кремальєри) і мікрометричного гвинта. Штатив складається з масивної ніжки - основи, на яку спирається весь мікроскоп, і тубусотримача. До тубусотримача прикріплено тубус (зорова труба), який пересувається вгору і вниз за допомогою макрометричного і мікрометричного гвинтів. До штатива прикріплено предметний столик (круглий або прямокутний). У центрі столика є отвір, над яким кладуть предметне скельце з об'єктом, що фіксується двома затискачами, або клемками. Знизу до тубуса рухомо прикріплено револьвер - пластинку з трьома-чотирма об'єктивами. Повертаючи револьвер, можна під нижній отвір тубуса поставити об'єктив, певної кратності збільшення.

Освітлювальна частина мікроскопа складається із дзеркала, конденсора та ірис-діафрагми. Дзеркало закріплене рухомо під предметним столиком. З одного боку воно плоске, а з другого - вигнуте; плоскою і вигнутою поверхнею користуються залежно від джерела світла і характеру об'єкта. Конденсор, що знаходиться між предметним столиком і дзеркалом, складається з кількох лінз. Ірис-діафрагма закріплена на нижній поверхні конденсора. Лінзи конденсора

концентрують світлові промені й спрямовують їх через отвір предметного столика на досліджуваний предмет та в об'єктив. Ірис-діафрагма регулює ширину світлового пучка, збільшує або зменшує освітлення предмета.

Оптична частина мікроскопа складається із систем лінз окуляра й об'єктивів. Окуляр вставлений у тубус зверху, на оправі окуляра є цифри, які показують його збільшення (наприклад, $\times 7$, $\times 10$, $\times 15$). Об'єктив являє собою систему лінз, вправлених у трубку - гільзу. Об'єктиви закріплені у revolverі. Вони можуть давати мале збільшення (цифри на оправі $\times 7$, $\times 8$, $\times 10$) і велике (цифри на оправі $\times 40$, $\times 90$). Щоб знати загальне збільшення мікроскопа, слід перемножити цифри окуляра й об'єктива. Крім об'єктивів малого і великого збільшення, в revolverі мікроскопа є ще так званий імерсійний (лат. *immersio*, від *immergo* - занурюю) об'єктив, який позначається буквами «OI» (об'єктив імерсійний) і призначений для розглядування предметів і об'єктів при великому збільшенні, коли вводять рідину (кедрову олію, вазелін, водний розчин гліцерину) між предметом і об'єктивом мікроскопа, щоб підвищити освітленість зображення.

Правила роботи з мікроскопом

1. Підготовка мікроскопа до роботи.

- Поставити мікроскоп предметним столиком від себе, штативом до себе.
- Поворотом revolverа встановити об'єктив малого збільшення ($\times 8$) в робоче (фіксоване) положення над отвором предметного столика.
- Опустити (підняти) об'єктив малого збільшення на 0,5 см над предметним столиком.
- Дивлячись в окуляр (лівим оком) і обертаючи дзеркало в сторону джерела світла, добиваємося яскравого і рівномірного освітлення (не користуйтеся прямими сонячними променями).
- Покласти на предметний столик микропрепарат так, щоб об'єкт знаходився в центрі отвору.

2. Отримання зображення при малому збільшенні мікроскопа.

- Під контролем ока збоку, за допомогою макрометричного гвинта, встановити об'єктив на відстані близько 2 мм від препарату
- Дивлячись в окуляр, плавно повертайте макровинт на себе до отримання чіткого зображення об'єкта.
- Встановіть об'єкт в центрі поля зору, переміщаючи препарат на предметному столику в потрібному напрямку. Якщо об'єкт не з'являється в полі зору, необхідно здійснити його пошук. Для цього утримуйте зображення одного з кутів покривного скла, а потім проведіть препарат послідовно (згори вниз, зліва направо і справа наліво) до виявлення об'єкта. Встановіть його в центрі поля зору

3. Отримання зображення при великому збільшенні.

- Поворотом revolverа встановити над препаратом об'єктив великого збільшення ($\times 40$).
- Якщо в полі зору об'єкт не видно, то під контролем ока з боку, опустити об'єктив майже до зіткнення з покривним склом. Потім, дивлячись в окуляр, обертати макровинт повільно на себе до отримання зображення (пам'ятайте, що фокусна відстань для об'єктива великого збільшення дорівнює приблизно 1мм).
- Для точного фокусування використовується мікрометричний гвинт. Для вивчення під світловим мікроскопом більш дрібних об'єктів використовують імерсійний об'єктив. При роботі з ним на покривне скельце наноситься речовина, котра має такий самий показник переломлення світла як і скло. Зазвичай з цією метою використовують кедрову олію. При цьому між лінзою і покривним склом не залишається повітря, і промінь світла проходить без відхилення.

4. Усунення помилок, зустрічається при роботі з мікроскопом.

При наведенні світла:

- частина поля зору затемнена, так як об'єктив не зафіксовано на оптичній осі мікроскопа. Для усунення - поверніть revolver до клацання;
- в полі зору видно навколишні предмети. Для усунення опустити злегка конденсор.

При переході з малого збільшення на велике об'єктив впирається в предметне скло препарата.

- Причина - препарат лежить на предметному столику покривним склом вниз;
- На великому збільшенні відсутнє зображення об'єкта.
- Причини: при переході з малого збільшення на велике зміщений об'єкт з центру поля зору; препарат лежить покривним склом вниз.
- Для усунення помилок перейти на мале збільшення і перевірити: чи не змістився чи об'єкт з центру поля зору; чи не лежить препарат покривним склом вниз. Усунути помилки і перейти до роботи з об'єктивом великого збільшення.

5. Завершення роботи з мікроскопом.

- Перевести мікроскоп на мале збільшення.
- Прибрати препарат з предметного столика.
- Опустити конденсор.
- Опустити об'єктив малого збільшення до рівня предметного столика.
- Прибрати мікроскоп.

Тести першого рівня складності

(одна правильна відповідь)

- Обмін речовин и перетворення енергії, подразливість, ріст, розвиток, розмноження – це основні ознаки:
 - Популяції
 - Виду
 - Організму
 - Біогеоценозу
 - Молекулу
- Загальне збільшення мікроскопа дорівнює:
 - Мікроскопія
 - Збільшенню окуляра $\times$ збільшення об'єктиву
 - Збільшенню окуляра
 - Збільшення об'єктиву
 - Збільшенню окуляра + збільшення об'єктиву
 - Збільшенню конденсора
- До основних методів вивчення будови клітини відносяться:
 - Мікроскопія

- В. Біофізичний
 С. Біохімічний
 Д. ДНК-аналіз
 Е. Описовий
4. Назвіть фундаментальні властивості живого:
 А. Спадковість
 В. Мінливість
 С. Всі відповіді вірні
 Д. Репродукція
 Е. Подразливість
5. Які рівні організації живого відносять до біологічних мікросистем:
 А. Популяційно-видовий
 В. Біогеоценотичний
 С. Тканинний
 Д. Молекулярний
 Е. Організмний
6. На якому рівні організації живої матерії здійснюється кругообіг речовин між біотичною та абіотичною частинами природної системи?
 А. Біогеоценотичному
 В. Організмному
 С. Популяційно-видовому
 Д. Клітинному
 Е. Молекулярно-генетичного
7. Як називається сукупність генофондів і генотипів адаптованих одна до одної популяцій в оточуючому їх середовищі?
 А. Біогеоценоз
 В. Антропоценоз
 С. Популяція
 Д. Ізоляція
 Е. Генопласт
8. Які рівні організації живого відносять до біологічних макросистем:
 А. Молекулярний
 В. Популяційно-видовий
 С. Клітинний
 Д. Організмний
 Е. Тканинний
9. Які рівні організації живого відносять до біологічних мікросистем:
 А. Популяційно-видовий
 В. Біогеоценотичний
 С. Клітинний
 Д. Тканинний
 Е. Організмний
10. Яка наука вивчає будову і функції клітин:
 А. Вірусологія
 В. Гістологія
 С. Генетика
 Д. Молекулярна біологія
 Е. Цитологія
11. Назвіть первинний рівень організації живої матерії:
 А. Клітинний
 В. Молекулярний
 С. Організмний
 Д. Популяційно-видовий
 Е. Біосферний
12. Термін «біологія» перше введений у науку:
 А. Р.Гуком у 1665р.
 В. Т.Шванном у 1839 р.
 С. Р.Вірховим у 1858р.
 Д. Ж.Б.Ламарком у 1802р.
 Е. Г.Менделем у 1865р.
13. Яке призначення револьвера у світловому мікроскопі?
 А. Містить об'єктиви.
 В. Містить окуляри.
 С. Приводить тубус у рух.
 Д. Піднімає конденсор.
 Е. Концентрує світлові промені.
14. Вкажіть об'єктив малого збільшення світлового мікроскопа:
 А. x7.
 В. x90.
 С. x40.
 Д. x10.
 Е. x8.
15. Чому дорівнює загальне збільшення мікроскопа, що має окуляр x7 та об'єктив x90?
 А. x630.
 В. x14.
 С. x33.
 Д. x56.
 Е. x47.
16. Одна з основних властивостей живого — це здатність до репродукції. На якому рівні організації живих організмів цей процес здійснюється на основі матричного синтезу?
 А. Організмному
 В. Субклітинному
 С. Клітинному
 Д. Тканинному
 Е. Молекулярному.
17. Назвіть елементарні явища, які притаманні популяційно-видовому рівню організації життя:
 А. Видоутворення на підставі природного добору
 В. Динамічний взаємоз'язок біогеоценозів у масштабах біосфери
 С. Фізіологічні процеси, що забезпечують життєдіяльність
 Д. Відтворення спадкової інформації
 Е. Адаптація до контрентних умов середовища
18. Існування життя на всіх рівнях визначається структурою нижчого рівня. Який рівень організації передуює та забезпечує існування життя на клітинному рівні:
 А. Молекулярний
 В. Тканинний
 С. Організмний
 Д. Популяційно-видовий
 Е. Біоценотичний.
19. До освітлювальної системи світлового мікроскопа належать:
 А. Рухоме дзеркало
 В. Револьвер
 С. Штатив
 Д. Тубус
 Е. Окуляр.
20. До оптичної системи світлового мікроскопа належать:
 А. Об'єктив
 В. Мікрогвинт
 С. Дзеркало
 Д. Штатив
 Е. Макрогвинт.
21. До механічної системи світлового мікроскопа належать:
 А. Тубус
 В. Конденсор
 С. Окуляр
 Д. Рухоме дзеркало
 Е. Об'єктив.

22. Імерсія використовується при застосуванні в мікроскопії об'єктива зі збільшенням:
- x 7
 - x 10
 - x 40
 - x 20
 - x 90.
23. Що відбувається при опусканні конденсора світлового мікроскопа:
- Зменшується освітлення поля зору
 - Збільшується освітлення поля зору
 - Змінюється фокусна відстань
 - Зображення об'єкта стає чіткішим
 - Зменшується контрастність зображення об'єкта?
24. Яку функцію виконує мікрогвинт світлового мікроскопа:
- Точне фокусування зображення об'єкта
 - Зменшення освітлення поля зору
 - Покращення освітлення поля зору
 - Орієнтовне фокусування зображення об'єкта
 - Збільшення зображення?
25. Частина поля зору світлового мікроскопа освітлена добре, а частина затемнена, якщо:
- Забруднені лінзи об'єктива
 - Забруднені лінзи окуляра
 - Забруднене предметне скло
 - Об'єктив не зайняв фіксованого положення у гнізді револьверного диска
 - Забруднене покривне скло.
26. Зображення об'єкта на мікропрепараті добре видно при малому, але не видно при великому збільшенні світлового мікроскопа, тому що:
- Забруднене накривне скельце
 - Мікропрепарат лежить накривним скельцем донизу
 - Забруднені лінзи окуляра
 - Об'єктив знаходиться поза площиною фокуса зображення
 - Недостатнє освітлення об'єкта.
27. Визначити властивість життя, яка забезпечує спадковість між батьками і нащадками:
- Самооновлення
 - Саморегуляція
 - Самовідтворення (репродукція)
 - Розвиток
 - Ріст.
28. Які чинники зумовили появу в процесі еволюції самостійного таксона Homo Sapiens?
- Соціальні
 - Біологічні
 - Антропогенні
 - Фізичні
 - Хімічні.
29. Виберіть невірний варіант відповіді:
- Організм – відкрита біологічна система
 - Багатоклітинний організм – це не просто сума клітин у «клітинній державі»
 - Організм – це саморегулююча система
 - Організм – це не саморегулююча система
 - Організм – це відкрита самооновлююча, самовідтворююча система.
30. Виберіть вірний варіант відповіді:
- Клітина – це елементарна одиниця будови і розвитку організмів
 - Клітина – це одиниця, яка здатна до самовідтворення та розвитку
 - Клітина – це елементарна частково відкрита біологічна система, яка здатна до самовідновлення, самовідтворення та розвитку
 - Клітина – це елементарна біологічна система, яка здатна до саморегуляції та самовідновлення
 - Клітина – це відкрита система, яка здатна до самовідновлення та саморегуляції.
31. Який рівень організації живого фундаментальний та визначає типовий для організмів обмін речовин та енергії?
- Організмівий
 - Субклітинний
 - Клітинний
 - Тканинний
 - Молекулярно-генетичний.
32. Хромосома прокаріотичної клітини представлена кільцевою молекулою ДНК, яка не з'єднана з білками гістонами. Який це рівень організації спадкового матеріалу?
- Хромосомний
 - Мікрофібрилярний
 - Молекулярний
 - Нуклеосомний
 - Хромонемний.
33. Один з фундаментальних рівнів живого – організмівий. На цьому рівні генотип визначає онтогенез організму, його фенотип, адаптацію та поведінку в конкретних умовах середовища. Які екологічні проблеми виникають у людини на цьому рівні?
- Збільшення кількості населення
 - Розвиток граничних станів
 - Збільшення агроценозів
 - Забруднення середовища
 - Руйнування озонового шару.
34. Назвіть процес, який забезпечує репродукцію (розмноження) на клітинному рівні організації?
- Мітоз
 - Мейоз
 - Цитокінез
 - Редуплікація
 - Кон'югація
35. Жива природа характеризується еволюційно-обумовленими структурними рівнями організації. На якому рівні генотип визначає типовий для організму обмін речовин та енергії?
- Молекулярно-генетичному
 - Надмолекулярному
 - Організмівому
 - Клітинному
 - Тканинному.
36. Обмін речовин, енергії та інформації необхідні для існування живих біологічних систем. Яка універсальна речовина забезпечує енергетичні потреби обміну речовин, енергії та інформації?
- Аденозинтрифосфат
 - Дезоксиаденозинтрифосфат
 - Глюкоза
 - Креатин-фосфат
 - Ацетил-КоА
37. Жива природа характеризується еволюційно-обумовленими структурними рівнями організації. На якому рівні генопласт є керуючою системою?
- Молекулярно-генетичному
 - Організмівому
 - Біогеоценотичному
 - Тканинному
 - Надмолекулярному

38. Кожна біологічна система здатна до саморегуляції – до регулювання власних життєвих функцій та підтримання гомеостазу. Яку ще важливу властивість визначає саморегуляція?

- A. Перетворення енергії
- B. Оновлення молекулярного складу
- C. Адаптацію до змін середовища
- D. Репродукцію біосистем
- E. Синтез НК

39. Атрибутом життя є збереження та передача потоку інформації. Який процес забезпечує збереження інформації на молекулярно-генетичному рівні?

- A. Мітоз
- B. Статеве розмноження
- C. Транскрипція
- D. Експресія генів
- E. Реплікація

40. Кожна біологічна система адаптується до змін середовища, що – визначається змінами власних життєвих функцій та збереженням гомеостазу. Яка фундаментальна властивість живих систем визначає здатність до адаптації в різних умовах середовища?

- A. Самооновлення
- B. Саморегуляція
- C. Обмін речовин та енергії
- D. Самовідтворення
- E. Розмноження

41. На якому з рівнів організації живого виникають такі екологічні проблеми як ріст мутагенних впливів і збільшення частки мутацій у генофондах?

- A. Організмівому
- B. Субклітинному
- C. Клітинному
- D. Тканинному
- E. Молекулярно-генетичному

42. Керуючою системою організмів рівня організації життя є:

- A. Біогеоценоз
- B. Генопласт
- C. Антропоценоз
- D. Популяція
- E. Генотип

Тести другого рівня складності (кілька правильних відповідей)

1. Назвіть рівень організації живих систем, на якому генотип визначає типовий для клітини обмін речовин:
 - A. Молекулярно–генетичний
 - B. Організменний (онтогенетичний)
 - C. Клітинний
 - D. Популяційно–видовий
 - E. Субклітинний
2. Які з вказаних рівнів організації життя фундаментальні:
 - A. Онтогенетичний
 - B. Субклітинний
 - C. Клітинний
 - D. Молекулярно–генетичний
 - E. Популяційно–видовий?
3. Назвіть рівень організації живих систем, на якому генотип визначає індивідуальний розвиток організму:
 - A. Популяційно–видовий
 - B. Молекулярно–генетичний
 - C. Клітинний
 - D. Організмівий (онтогенетичний)
 - E. Біосферний.
4. Фундаментальні властивості клітини як відкритої біосистеми:
 - A. Самокорекція
 - B. Саморегуляція
 - C. Саморепродукція
 - D. Самовідновлення
 - E. Самозабезпечення.
5. Які властивості притаманні клітині або організму як відкритим живим системам?
 - A. Обмін речовин та енергії
 - B. Мінливість
 - C. Індивідуальний розвиток
 - D. Подразливість
 - E. Дискретність та цілісність.

ТЕМА: Морфологія клітини. Структурні компоненти цитоплазми.

Структурно-функціональна організація еукаріотичної клітини. Хімічний склад клітини: макро- та мікроелементи. Вода, значення водневих зв'язків у процесах життєдіяльності клітини. Органічні сполуки – вуглецевмісні речовини живих організмів. Цитоплазма і цитоскелет. Циклоз. Органели цитоплазми – мембранні та немембранні, призначення і принципи функціонування. Включення в клітинах, їхні функції. Методи вивчення структури та функціонування клітини.

Клітина як відкрита система. Асиміляція й дисиміляція. Клітинні мембрани, їх структура та функції. Принцип компартментації. Рецептори клітин. Транспорт речовин через плазмолему.

Організація потоків речовини й енергії в клітині. Етапи енергетичного обміну. Енергетичне забезпечення клітини, АТФ. Розподіл енергії.

Клітинна теорія. Вивчення умовної норми життєдіяльності клітин є однією з необхідних сходинок у розумінні і пізнанні патологічних процесів, які студенти продовжуватимуть вивчати на кафедрах патологічної анатомії і фізіології, внутрішніх і хірургічних хвороб, а також на кафедрах гігієнічного профілю, де хвороби вивчаються на організмівому, системному, тканинно–органному рівнях.

Основні положення клітинної теорії. Клітинна теорія, яка стверджує, що клітина є елементарною одиницею будови і розвитку всіх організмів, була створена в 1839 році (Т. Шванн і М. Шлейден).

До 30-х років XIX ст. було опубліковано багато робіт про клітинну будову організмів. Загальновизнаним стало уявлення про клітину як елементарну мікроскопічну структуру рослин. Німецький ботанік М. Шлейден першим прийшов до висновку, що у будь-якій рослинній клітині є ядро. Німецький зоолог Т. Шванн у 1939 р. опублікував працю "Мікроскопічні дослідження про відповідність у структурі та рості тварин і рослин". У цій роботі були закладені основи клітинної теорії. На подальший розвиток вчення про клітину вплинули ідеї Р. Вірхова про те, що "кожна клітина — з клітини".

Основні положення клітинної теорії зберегли своє значення до теперішнього часу, хоча за останні роки були одержані нові дані про структуру та життєдіяльність клітин. **Сучасна клітинна теорія** включає такі положення:

- Клітина — елементарна структурно-функціональна та генетична одиниця живого.
- Клітини різних організмів гомологічні за своєю будовою.
- Розмноження клітин відбувається шляхом ділення вихідної клітини.
- Багатоклітинні організми являють собою складні ансамблі клітин та їх похідних, які об'єднані у цілісні, інтегровані системи тканин та органів, об'єднані між собою міжклітинними, гуморальними і нервовими формами регуляції.

Клітина є найменша за розмірами структура живого, для неї характерні всі властивості життя.

Уявлення про клітину, як найменшу одиницю життя, доведено Т.Шванном та Р.Вірховим, які вважали, що кожна клітина характеризується всіма властивостями живого.

Відповідно до сучасних уявлень живі організми являють собою відкриті, самокорегуючі та самовідтворюючі системи, важливими компонентами яких є нуклеїнові кислоти та білки. В ДНК закодована інформація про структуру білків, в свою чергу білки — складні молекули, які мають функціональну специфічність та визначають, у першу чергу, реалізацію генетичної інформації і властивості живого: здатність до саморепродукції та саморегуляції, забезпечення потоку речовин та енергії під час обміну, спадковості та мінливості, чутливості, рух, адаптацію. Така сукупність властивостей вперше визначається на клітинному рівні, тому клітина є елементарною структурно-функціональною одиницею життя.

Неклітинні і клітинні форми життя.

У всьому органічному світі можна виділити 2 форми життя: клітинні і неклітинні.

Неклітинні форми життя — це віруси, що утворюють царство *Vira*, і поділяються за нуклеїновими кислотами на рибовіруси та дезоксирибовіруси. Віруси людини і хребетних тварин належать до 17 родин, з них 6 — ДНК-вмісні віруси (ДНК-геномні) та 11 — РНК-вмісні (РНК-геномні). Віруси — це форми живого, які проявляють властивості живого тільки паразитуючи в клітинах про- та еукаріотів. Віруси мають мікроскопічні розміри, що коливаються у широких межах: від 15 — 18 нм до 300 - 400 нм та мають різноманітну форму: паличкоподібну, сферичну, сперматозоїдну та ін.

Віруси відрізняються від про- та еукаріотів структурною організацією та функціональними особливостями. Вони містять тільки одну з нуклеїнових кислот — ДНК або РНК, не мають клітинної будови. Віруси не здатні до росту та бінарного поділу. Віруси формуються, набуваючи визначеної форми та точних розмірів, які не змінюються. Саморепродукція вірусів відбувається в клітинах шляхом реплікації НК. У вірусів відсутній автономний процес обміну речовин та немає власних систем накопичення енергії та синтезу білків, вони використовують ферментні системи, енергетичні ресурси живих клітин, переключаючи роботу клітин на виробництво нових вірусних часточок.

Віруси існують у двох формах: позаклітинній — віріон і внутрішньоклітинній — вірус. За будовою поділяються на прості та складні.

Віріони, які складаються з НК і білка, називають простими. НК вкрита зовні білковою оболонкою — капсидом, який виконує захисну функцію — ізоляцію геному вірусу від зовнішнього середовища. Разом НК та білок утворюють нуклеокапсид.

Складні віріони мають НК, білок, ліпіди, вуглеводи та білки-ферменти. Ліпіди, вуглеводи та білки входять до складу зовнішньої оболонки, яку називають суперкапсидом.

Вірусні ДНК мають молекулярну масу в 10-100 разів меншу, ніж молекулярна маса ДНК бактерій. У геномі містяться до кількох сотень генів, ДНК можуть бути одностиковими та двостиковими, вони здатні замикатися в кільце і в такій формі вони реплікуються, транскрибуються, набувають стійкості до ферментів — ендонуклеаз і вбудовуються у клітинний геном.

Вірусні РНК не відрізняються від РНК клітин, але можуть бути одноланцюговими та дволанцюговими. Одноланцюгові РНК залежно від функцій поділяються на 2 групи. Одні здатні виконувати функцію і-РНК (позитивний геном), інші можуть бути матрицею для утворення і-РНК в процесі зворотної транскрипції (негативний геном).

Віруси, які пристосувалися до паразитування в клітинах бактерій називаються бактеріофагами. Фаги мають більш складну будову, ніж більшість вірусів. В них розрізняють голівку і відросток. На дистальному кінці відростка може бути базальна пластинка і нитки, які здійснюють процес адсорбції фага до бактеріальної клітини. Капсид голівки фага побудований за кубічним типом симетрії, а відросток — за спіральним. В голівці є нуклеїнова кислота. При проникненні в клітину бактерії, фаги впорскують нуклеїнову кислоту через канал відростка, а білки залишаються поза клітиною. В клітині фагова НК починає інтенсивно розмножуватись, викликаючи її лізис. Інколи проникнення фагів в клітину не супроводжується лізисом бактерії, а ДНК фагів включається в геном бактерій і передається її нащадкам.

Віруси мають велике значення, так як більшість з них викликають хвороби рослин, тварин і людини. До вірусних хвороб людини належать: віспа, тайговий енцефаліт, кір, грип, СНІД та ін. Крім того, віруси можуть забезпечувати перенесення генетичного матеріалу (трансдукція).

Клітинні форми життя, в залежності від наявності сформованого ядра поділяються на прокаріоти і еукаріоти.

Прокаріоти — організми, клітини яких не мають ядра. **Еукаріоти** — організми, клітини яких мають одно або кілька ядер. До прокаріот відносять представників підцарства Дроб'янок (бактерії та синьо-зелені водорості).

Клітини прокаріот дрібні за розмірами (0,1-0,25 мкм — мікоплазми; 1-10 мкм — бактерії та синьо-зелені водорості). Прокаріотичні клітини мають клітинну оболонку, цитоплазму. Оболонка представлена клітинною стінкою складної будови та цитоплазматичною мембраною. На поверхні може утворюватися слизова капсула.

В цитоплазмі знаходяться органели: рибосоми та мембранні утворення — мезосоми, фотосинтезуючі мембрани, мембранні вирости, пухирці.

В центрі клітини виділяється зона локалізації спадкового матеріалу - нуклеоїд, де знаходиться бактеріальна хромосома — кільцева молекула ДНК, яка не з'єднана з білками гістонами.

Прокаріотична клітина не має типових мембранних органел: ЕПС, комплексу Гольджі, мітохондрій, пластид, вакуоль, лізосом. Також відсутні центріолі, слабо розвинена система мікротрубочок та мікрофіламентів.

Прокаріотичні клітини мають інтенсивний обмін речовин, в них частіше відбуваються мутації та швидше відбуваються процеси адаптації до середовища.

Ділення клітин — дробіння (бінарне ділення) з попереднім подвоєнням молекули ДНК.

Порівняльна таблиця організації прокаріот і еукаріот.

Клітинні структури	Еукаріоти	Прокаріоти
Клітинна мембрана	Є	Є
Ядро	Є	Відсутнє
Спадковий матеріал	Лінійні хромосоми, ДНК, гістони, кислі білки	Кільцева ДНК
ЕПС	Є	Не має
Рибосоми	Є	Є, але менші за розмірами
Комплекс Гольджі	Є	Не має
Лізосоми	Є	Не має
Мітохондрії	Є	Не має
Мезосоми	—	+

До еукаріот належать представники трьох царств живого: Рослини, Гриби, Тварини. Їх клітини мають ядро, мембранні органели (ЕПС, комплекс Гольджі, лізосоми), розвинені немембранні органели (рибосоми, система мікротрубочок та мікрофіламентів, центріолі). Спадковий матеріал представлений лінійними хромосомами, які включають ДНК, гістони, кислі білки.

Основний спосіб ділення — мітоз. Це складний еволюційно закріплений процес ділення, який забезпечує точну передачу та розподіл спадкового матеріалу.

Структурно-функціональна організація еукаріотичної клітини.

Еукаріотичні клітини побудовані з трьох основних компонентів: мембрани, цитоплазми та ядра. Виділяють 2 підтипа клітинної організації: клітини одноклітинних організмів, які одночасно є окремими організмами та клітини багатоклітинних організмів (рослин, тварин, грибів).

Особливе значення в клітинній організації належить біологічним мембранам (біомембранам), які формують: клітинну мембрану (плазмолему), оболонку ядра (каріолему), мембрани мітохондрій і пластид, мембранні органели (ендоплазматичну сітку, апарат Гольджі, лізосоми, пероксисоми, вакуолі).

Мембрани — складні молекулярні системи, рідинно-кристалічні розчини глобулярних білків у ліпідах, біоструктури, які визначають основні процеси життєдіяльності на клітинному рівні.

Органели цитоплазми. Клітини багатоклітинних організмів відокремлюються клітинною оболонкою, або плазмолемою, яка утворена мембраною, вкритою зовні шаром глікокаліксу товщиною 10-20 нм. Всередині до мембрани примикає кортикальний шар цитоплазми, в якому у значній кількості знаходяться мікротрубочки та мікрофіламенти, які утворені скоротливими білками. Клітину заповнює цитоплазма, в якій знаходиться ядро.

Цитоплазма (цитозоль + цитоскелет + органели + включення).Склад:

Вода ($\geq 75\%$);

Солі (1-2%);

Гази (CO_2 , O_2 , N_2 , NH_4^+);

Органічні речовини (20-25% маси клітини) - 10000 різних білків, жири, вуглеводи, НК

Функції:

- середовище для біохімічних реакцій,
- підтримка структури органел,
- забезпечення росту і диференціації клітин,
- відновлення молекул та структур клітини,
- резервуар для різних субстратів,
- забезпечення постійності концентрації необхідних речовин, умов для існування клітини (гомеостаз),
- перетворення пошкоджених структур.

Цитоплазма складає основну масу клітини - це весь її внутрішній вміст, за винятком ядра. Містить 75-85 % води, 15-25 % білків і багато інших речовин. Цитоплазма гомогенна, безбарвна, прозора, в'язка рідина. Цитоплазма - це складна багатоконпонентна, багатфункціональна, впорядкована структура. Цитоплазма містить цитозоль (цитоплазматичний матрикс), внутрішньоклітинні органели і включення.

Цитозоль (або гіалоплазма) становить більшу частину цитоплазми (55 % від загального об'єму клітин). Це колоїд, утворений складною сумішшю розчинених у воді органічних макромолекул - білків, жирів, вуглеводів та неорганічних речовин.

У цитозолі знаходяться неорганічні (вода, солі, гази) і органічні речовини. Вода є основною складовою частиною цитозолю. У середньому в клітинах міститься близько 75 % води.

Солі становлять 1-2 % цитозолю. У водному середовищі вони утворюють іони. Більшість солей клітини - це карбонати, бікарбонати, фосфати, сульфати і хлориди натрію, калію, кальцію, магнію та заліза. Вони визначають осмотичні властивості цитозолю. Багато з них беруть участь у біологічних процесах і входять до складу білків.

У клітинах є кисень, оксид вуглецю, азот і аміак. Оксид вуглецю і аміак утворюються в клітині в результаті обміну речовин. CO_2 - кінцевий продукт при окисних реакціях і постійно видаляється з клітин.

Органічні речовини становлять 20-25 % від маси живої клітини. Основними групами цих речовин є: білки, жири, вуглеводи і нуклеїнові кислоти. Вони визначають будову і функції клітин, є енергетичними субстратами окиснення, утворюють запасні речовини, тощо.

Колоїдний вміст може переходити з рідкого стану - золю - у густіший - гель (фазовий перехід). У стані золю його частинки розподілені рівномірно і менш випадково, що забезпечує чіткий рух молекул. У стані гелю частинки утворюють агрегати між собою і з водою, що призводить до зв'язування вільної води і втрати руху цитоплазми. Рух молекул також зменшується. Це означає, що в місцях "твердого" цитозолю швидкість обміну речовин зменшена. У ділянках "рідкого" цитозолю спостерігається максимальна швидкість біохімічних процесів. Перехід ділянок цитоплазми зі стану гелю у золь і, навпаки, зумовлює циклоз - рух ділянок цитоплазми. Цей процес лежить в основі формування псевдоподій.

Цитозоль - це середовище, де перебігають одночасно тисячі біохімічних реакцій. Вважається, що близько 70 % реакцій клітинного метаболізму відбувається в цитозолі. Це реакції гліколізу, глюконеогенезу, синтезу білків, жирних кислот, амінокислот, нуклеотидів та інші. На рибосомах у цитозолі синтезуються білки, які використовуються клітиною для власних потреб. Рибосоми, зв'язані з ЕПР, утворюють білки, які виділяються (секреторні).

Функції органел клітини забезпечуються постійним, необхідним для них оточенням цитозолю. Із цитозолю органели одержують необхідні речовини і сюди надходять продукти дисиміляції. Цитозоль бере участь у процесі підтримки гомеостазу клітини. Реакції, що відбуваються у цитозолі, забезпечують сталість складу клітини та її структурної організації. У цитозолі підтримується постійна концентрація води, газів, субстратів хімічних реакцій, pH. Ці умови необхідні для перебігу біохімічних та фізіологічних процесів. Внаслідок постійного синтезу молекул відбувається обмін ушкоджених молекул на нові, синтезовані.

У цитозолі присутні нелізосомні протеази, які розщеплюють дефектні білки з низькою тривалістю існування, а також шаперони, що визначають просторову організацію білків. Цитозоль є резервуаром різних субстратів (амінокислот, нуклеотидів, глюкози, тощо), які постійно використовуються в обміні речовин для утворення нових структур або відновлення пошкоджених.

Цитозоль забезпечує ріст і диференціювання клітин. Їх ріст пов'язаний із синтезом і накопиченням необхідних органічних речовин, більшість яких утворюються в цитозолі. Ці речовини збільшують об'єм клітини, а також використовуються для формування або росту органел. У процесі розвитку клітин з'являються специфічні органели, змінюється форма клітин, вони поступово набувають рис та властивостей клітин-попередників.

Цитоскелет - це сітка білкових фібрил і мікротрубочок, що вкривають зсередини цитоплазматичну мембрану і пронизують внутрішній простір клітини. Він характерний для всіх еукаріотичних клітин, а також є основним компонентом ворсинок і джгутиків найпростіших, хвостика сперматозоїдів, веретена поділу клітин. Цитоскелет складається з трьох типів структур: 1) мікротрубочки (найтовщі), утворені кількома білковими фібрилами, які містять глобулярний білок - тубулін; 2) мікрофіламенти (найтонші), що мають здатність скорочуватися, утворюються глобулярним білком - актином; 3) проміжні філаменти (комбінація кількох мікрофіламентів).

Фібрили цитоскелета можуть, за необхідності, групуватися і розпадатися після виконання функції. Мають здатність до скорочення і руху. У клітині фібрили взаємодіють між собою за участі допоміжних білків. Вони вкривають з внутрішнього боку цитоплазматичну мембрану і пронизують внутрішній простір клітини.

Функції цитоскелета.

1. Визначення об'єму і форми клітин та їх зміна. Основну роль у цьому відіграє фібрилярна сітка - кортекс, що вкриває зсередини мембрану. Вона прикріплена до цитолемі білком анкерином. До сітки приєднані нитки мікрофіламентів і мікротрубочок, що значною мірою стабілізує форму клітини. Система білкових фібрил здатна до скорочення або розтягування, що призводить до зміни форми.

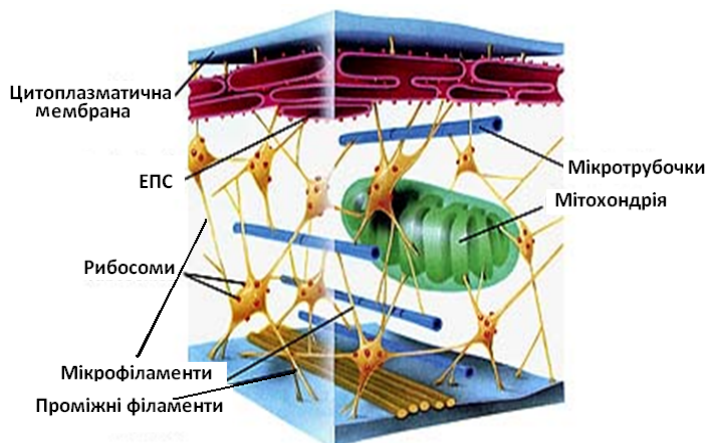
2. Пересування органел і транспортних везикул. Фібрили цитоскелета прикріплені до клітинних органел. Це стабілізує їхнє положення в цитоплазмі. Зміна довжини фібрил призводить до переміщення клітинних структур.

3. Компартизація цитоплазми. У місцях переплетення кількох фібрил цитоскелету створюються сприятливі умови для розміщення комплексу ферментативних білків. Це забезпечує структурну єдність ферментів для певного метаболічного процесу.

4. Інтеграція всієї цитоплазми - об'єднання в єдине ціле.

5. Утворення веретена поділу під час мітозу та специфічних органел (ворсинок і джгутиків). Забезпечення скорочувальної функції м'язових волокон (актиноміозиновий комплекс).

6. Формування міжклітинних контактів (десмосом). Цитоплазма неоднорідна за своєю структурою. В ній знаходяться різноманітні мембранні та



немембранні компоненти. Мембранні структури цитоплазми являють собою відокремлені або взаємозв'язані відсіки, вміст яких відділено мембранами, від гіалоплазми та плазмолем. Мембранні компоненти цитоплазми — це замкнуті об'ємні зони (компарменти), які спеціалізовані для виконання певних функцій.

Мембранні структури цитоплазми можна поділити на дві групи:

1. Канальцева і вакуолярна системи, до яких відносять ендоплазматичний ретикулум, вакуолі, комплекс Гольджі, лізосоми, мікротільця - це органели, які мають одинарну мембрану.

2. Двомембранні напівавтономні органели — мітохондрії та пластиди. Вони мають зовнішню та внутрішню мембрани, які не переходять одна в одну, на відміну від двомембранної ядерної оболонки, в якій зовнішня мембрана може з'єднуватися з мембранами ендоплазматичного ретикулума.

3. Немембранні органели — це рибосоми, центріолі, мікротрубочки, мікрофіламенти, міофібрили.

Канальцева і вакуолярна система представлена трубчастими або сплющеними порожнинами (цистернами) відмежованими мембраною від гіалоплазми і розміщеними по всій цитоплазмі. Цистерни іноді мають пухирчатоподібні розширення.

В ній виділяють зернисту (гранулярну) та гладеньку (агранулярну) ендоплазматичні сітки.

Гранулярна ендоплазматична сітка. На мембрані багато рибосом (полісом), тому вона синтезує білки, у більшості такі білки, які виділяються з клітин, наприклад, білки, які секретуються клітинами залоз. Тут також утворюються білки і ліпіди плазмолем. Цистерни можуть утворювати компактні шарові структури — ділянки найактивнішого білкового синтезу, які називають ергоплазмою.

Агранулярна ЕПС не має рибосом. Вона приймає участь в обміні жирів, вуглеводів, стероїдних гормонів та інших речовин. В канальцях і цистернах відбувається накопичення і транспорт речовин від місць синтезу в зони формування гранул.

В клітинах різних органів ЕПС можуть виконувати специфічні функції. Наприклад, в печінкових клітинах з розвинутою гладенькою ЕПС руйнуються та знешкоджуються токсичні речовини, деякі лікарські препарати. У пухирцях та канальцях гладенької ЕПС посмугованої мускулатури депонуються іони Ca^{2+} , необхідні для процесу скорочення.

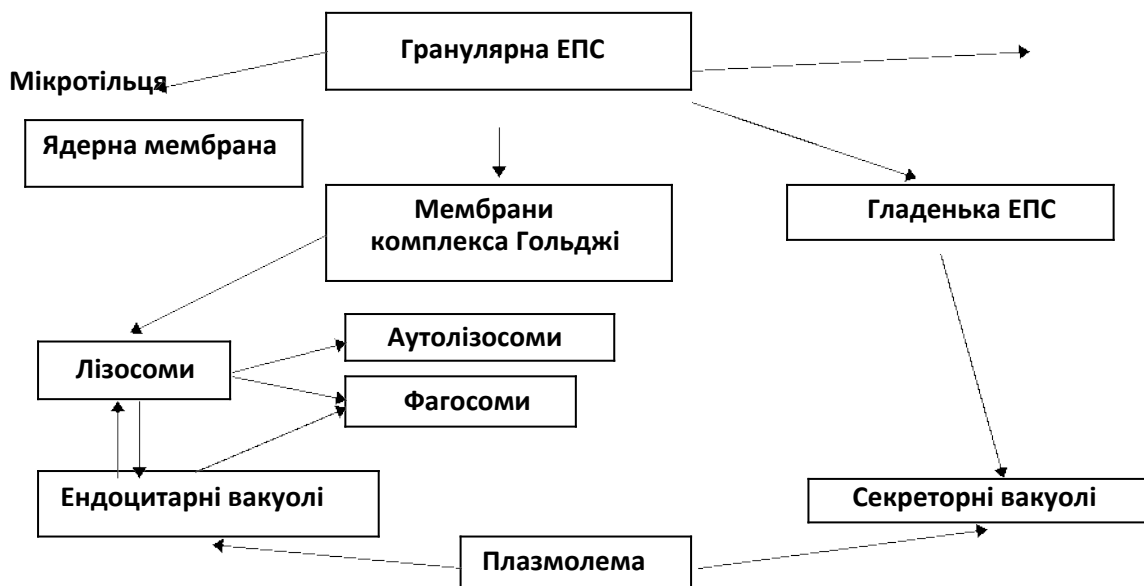
Пластинчастий комплекс Гольджі утворений диктіосомами (від кількох десятків до тисяч на клітину). Диктіосома утворена з 3-12 плоских дископодібних цистерн, на краях яких відокремлюються пухирці (везикули). Деякі ділянки — розширення цистерн утворюють більші пухирці (вакуолі). Комплекс Гольджі утворює секреторні пухирці та вакуолі, що містять білки та інші сполуки, які

виділяються клітиною. Попередник секрету (просекрет) надходить у диктіосому з зони синтезу, тут відбуваються деякі хімічні модифікації, а далі секрет відокремлюється мембраною на порції (сегрегація).

Комплекс Гольджі утворює лізосоми. В ньому синтезуються полісахариди, глікопротеїни, гліколіпіди, які знаходяться у глікокаліксі плазмолем.

Система вакуолярних структур цитоплазми являє собою єдине ціле, окремі елементи якої можуть переходити один в одного. Так зовнішня мембрана ядерної оболонки переходить у мембрани гранулярної ЕПС, мембрани останньої — у мембрани агранулярної ЕПС і т.д.

Генетичні зв'язки клітинних мембран можна відобразити такою схемою:



Мітохондрії — двомембранні, напівавтономні органели, які є в усіх еукаріотичних клітинах; округлої або паличкоподібної форми, іноді розгалужені; розміри: ширина 0,5 мкм, довжина — 5-10 мкм (для більшості клітин).

Матрикс. В матриксі знаходяться зерна (діаметр 20-40 нм), в яких накопичуються іони Ca^{2+} і Mg^{2+} , а також полісахариди (глікоген).

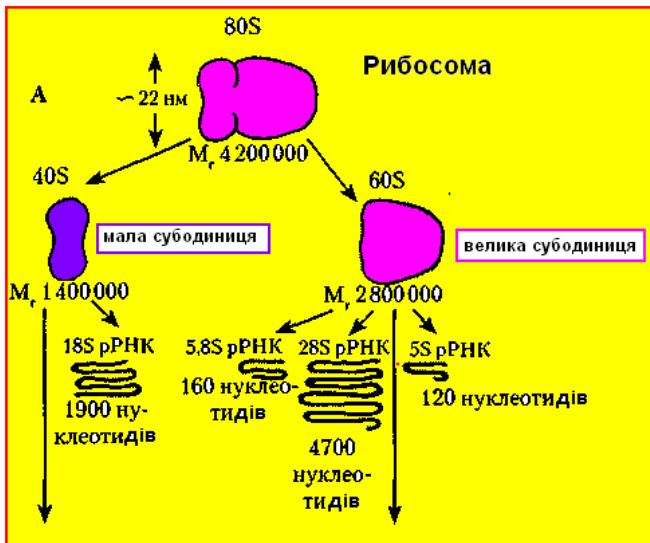
В матриксі знаходиться 2-6 кільцевих молекул ДНК (без білків гістонів), рибосоми, т-РНК, ферменти реплікації ДНК, транскрипції і трансляції. За розмірами і структурою рибосом, організацією ДНК — цей апарат схожий з таким у прокариот.

Мітохондріальні ДНК включають гени синтезу мітохондріальних р-РНК, т-РНК, а також білків внутрішньої мембрани органели. Більшість білків мітохондрій заковані в ядерних ДНК і утворюються в цитоплазмі.

Лізосоми — одномоembrанні органели, іноді зовні вкриті волокнистим шаром білку. Серед лізосом виділяють чотири типи: первинні лізосоми, вторинні лізосоми, залишкові тільця й аутофагосоми.

Первинні лізосоми — це дрібні мембранні міхурці, діаметром 100 нм, заповнені ферментами в неактивному стані.

Організація рибосом.



токсичний продукт, руйнується ферментом пероксидазою (каталаза).

Пероксисоми зв'язані з мембранами ЕПС і утворюються на розширених ділянках цистерн. У тварин і деяких рослин пероксисоми приймають участь у розщепленні жирів та вуглеводів.

Вакуолі — мембранні органели рослинних клітин, які виконують важливі функції. В молодих клітинах вони дрібні, далі ростуть, зливаються утворюючи одну або декілька великих, які займають до 80% об'єму цитоплазми. Функції:

- підтримання тургорного тиску;
- осморегуляція;
- накопичення речовин, які екскретуються клітинами;
- накопичення запасних речовин (білків, моносахаридів, інуліну);
- накопичення ферментів, які перетравлюють поживні речовини при проростанні насіння.

Залишкові тільця (телолізосоми) — це вторинні лізосоми, у яких процес травлення завершений, в них знаходяться неперетравлені речовини. Залишкові тільця можуть бути або виділені з клітини (екзоцитоз), або залишитись у клітині до її загибелі.

Рибосоми — це округлі невеликі тільця діаметром 20-30 нм. Розташовуються в гіалоплазмі та на мембранах гранулярної ЕПС. Рибосоми складаються з малої та великої субодиниць, об'єднання яких відбувається у присутності інформаційної РНК. У кожній субодиниці знаходиться по молекулі р-РНК та білки.

Рибосоми, які об'єднуються з іРНК нагадують низку намиста і таку структуру називають полісомою. Полісоми вільно розміщуються у цитоплазмі або прикріплюються до мембран гранулярної ЕПС. На полісомах гіалоплазми синтезуються білки, які використовуються для власних потреб, а на полісомах гранулярної ЕПС відбувається синтез білків, які секретуються клітиною (травні ферменти, муцин слини та ін.)

Центріолі — немембранні органели, за даними електронної мікроскопії мають вигляд порожнистого циліндра (шириною — 0,15 мкм, довжиною — 0,3-0,5 мкм). Стінки циліндра утворені 27 мікротрубочками, згрупованими у 9 триплетів. Біля центріолей знаходяться сателіти, фокуси сходження мікротрубочок, волокнисті корінці, додаткові мікротрубочки, які утворюють особливу зону — центросферу. Центріолі (2-3) і центросфера утворюють клітинний центр. Клітинний центр змінює свою структуру під час клітинного циклу. Наприклад, від профази до телофази центріолі мають схожу будову. Під час мітозу утворюється 2 клітинних центра, в яких знаходиться по дві центріолі (одна диклосома — структура з 2 центріолей: материнської і дочірньої, в якій материнська оточена широкою зоною тонких фібрил).

В кінці телофази, коли хромосоми деспіралізуються і утворюються нові інтерфазні ядра, руйнується материнське веретено ділення і дочірні центріолі відходять на незначну відстань та втрачають взаємоперпендикулярне розміщення. В G_1 (G_0) період інтерфази клітинний центр утворений з 3 центріолей.

Функції центріолей — утворення апарата ділення під час мітозу, забезпечення розходження хроматид (хромосом) в анафазі мітозу, а також формування та організація цитоплазматичних мікротрубочок (цитоскелету) під час інтерфази. Центріолі характерні для тваринних клітин, їх немає у вищих рослин, у нижчих грибів і деяких найпростіших. Нитки мітотичного веретена складаються з мікротрубочок. При поділі клітини центріолі розходяться у протилежні сторони і формують полюси клітини яка ділиться, і забезпечують розходження сестринських хроматид (хромосом) в анафазі мітозу.

В цитоплазмі еукаріотичних клітин містяться 2 види структурних скоротливих елементів немембранної природи — мікротрубочки та мікрофіламенти.

Вторинні лізосоми — утворюються з первинних в результаті злиття з ендоцитозними вакуолями. В них відбуваються процеси перетравлення речовин, які надходять під час ендоцитозу, гідролітичними ферментами. Вторинні лізосоми поділяються на гетеролізосоми (фаголізосоми), аутолізосоми (цитолізосоми).

Фаголізосоми перетравлюють речовини, які надходять у клітину шляхом фагоцитозу і піноцитозу.

Аутофагосоми — це вторинні лізосоми, в яких відбувається перетравлення органел та макромолекул, які виконали свої функції.

Мікротільця — це збірна група мембранних органел, пухирці діаметром 0,1-1,5 мкм з дрібнозернистим матриксом і з білковими включеннями. До цих органел відносять, зокрема, пероксисоми. Вони містять ферменти оксидази, які каталізують дезамінування амінокислот і утворення пероксиду водню (H_2O_2). Пероксид водню —

Мікротрубочки — трубчасті утворення різної довжини (діаметром 24 нм з товщиною стінки 5 нм). Знаходяться у вільному стані у цитоплазмі клітин, а також є структурними елементами війок, джгутиків, ниток мітотичного веретена, центріолей.

Мікротрубочки утворюються з субодиниць білкової природи шляхом їх полімеризації (при наявності Mg^{2+}). В цитоплазмі вільні трубочки виконують опірну функцію, визначають форму клітин та направлений рух цитоплазматичних компонентів.

Мікрофіламенти — довгі і тонкі структури цитоплазми товщиною 7 нм, які можуть утворювати пучки. Особливо багато їх у кортикальному шарі цитоплазми. Існують актинові мікрофіламенти (містять скоротливий білок — актин), які забезпечують клітинні форми руху, наприклад, амебоїдний. Вони виконують також каркасну (опірну) функцію та визначають внутрішньоклітинний рух органел та гіалоплазми.

Під плазмолемою, а також у навіколоядерному просторі знаходяться пучки мікрофіламентів товщиною 10 нм — проміжні мікрофіламенти. В різних видах клітин вони побудовані з різних білків. Наприклад, в фібробластах знаходять лімептин, в епітеліальних — кератани, в м'язових — десмін. Система проміжних мікрофіламентів також динамічно рухлива як і мікротрубочок та актинових філаментів. При діленні клітини вони розпадаються на дві підковоподібні структури, а після утворення дочірніх клітин знову оточують ядро. Тому, їх основна функція механічна, каркасна. Це доводить той факт, що у багатьох епітеліальних клітин, особливо покривного епітелію, проміжні мікрофіламенти утворюють товсті пучки монофібрил, які додають клітинам пружність та жорсткість.

Тести першого рівня складності

(одна правильна відповідь)

- Відомо, що мітохондрії здатні до самовідновлення. Завдяки чому можливий цей процес?
 - Наявності хромосом
 - Наявності крист
 - Наявності подвійної мембрани
 - Наявності рибосом
 - Наявності кільцевої ДНК
- У крові хворого виявлено зниження рівня альбумінів і фібриногену. Зниження активності яких органел гепатоцитів печінки найбільш ймовірно викликає це явище?
 - Гранулярної ЕПС
 - Лізосом
 - Мітохондрій
 - Комплексу Гольджі
 - Ашранулярної ЕПС
- Яке із зазначених положень, що доповнило клітинну теорію, належить Р.Вірхову?
 - Ядро - обов'язкова структура клітини
 - Кожна клітина — з клітини
 - Кожна клітина обмежена оболонкою
 - Цитоплазма — головна структура клітини
 - Оболонка клітини є її основною структурою
- Назвіть органогенні елементи, які входять до складу клітин:
 - Кальцій, калій, фосфор, кремній
 - Натрій, хлор, магній, залізо
 - Кобальт, цинк, мідь, марганець
 - Хром, бром, йод, літій
 - Кисень, водень, вуглець, азот
- Включеннями у тваринній клітині є:
 - Зерна крохмалю
 - Пластиди
 - Глікоген
 - Вакуолі
 - Рибосоми
- Яку основну функцію виконують клітини, якщо в них добре розвинута гранулярна ендоплазматична сітка:
 - Синтез ліпідів
 - Синтез вуглеводів
 - Синтез АТФ
 - Синтез білків
 - Фото- та хемосинтез
- Скорочувальні білки актин і міозин входять до складу:
 - Глікокаліксу
 - Клітинної стінки
 - Рибосом
 - Міофібрил
 - Пелікули
- До спеціалізованих органел клітини належать:
 - Джгутики
 - Комплекс Гольджі
 - Мітохондрії
 - Рибосоми
 - Пластиди
- Вторинні лізосоми утворюються при злитті з:
 - Фагоцитозними міхурцями.
 - Цистернами комплексу Гольджі.
 - Мікротрубочками.
 - Рибосомами.
 - Вакуолями.
- Місцем накопичення запасних поживних речовин у рослинних клітинах є:
 - Мітохондрії
 - Рибосоми
 - Пластиди
 - Лізосоми
 - Вакуолі
- Хлоропласти і мітохондрії подібні тим, що вони:
 - Містять ДНК.
 - Є у тваринних та рослинних клітинах.
 - Безмембранні органели.
 - Одномембранні органели.
 - Виконують однакову функцію.
- Виберіть основну функцію цитозолу в клітині:
 - Забезпечує фотосинтез
 - Підтримує гомеостаз
 - Синтез АТФ
 - Формує ахроматинове веретено
 - Аутоліз
- В одній з органел клітини відбувається завершення побудови білкової молекули та комплексування молекул білків з вуглеводами, жирами. Назвіть цю органелу.
 - Апарат Гольджі
 - Ендоплазматичний ретикулум
 - Лізосома
 - Рибосома
 - Мітохондрії.

14. Які органічні речовини клітини синтезуються на мембранах гранулярного ендоплазматичного ретикулуму?
- Нуклеїнові кислоти
 - Білки
 - Вуглеводи
 - Ліпіди
 - АТФ.
15. На практичному занятті студенти вивчали мазок крові миші, в якому знайшли лейкоцити з фагоцитованими бактеріями. Яка органела завершує перетравлення цих бактерій?
- Лізосоми
 - Мітохондрії
 - Гранулярна ендоплазматична сітка
 - Апарат Гольджі
 - Рибосома.
16. В клітинах всіх організмів присутні немембранні органели, які складаються з двох неоднакових за розмірами частинок. Вони мають мікроскопічні розміри та беруть участь у процесі синтезу білків. Як називаються ці органели?
- Рибосоми
 - Лізосоми
 - Апарат Гольджі
 - Клітинний центр
 - Мітохондрії.
17. Під час вивчення клітин підшлункової залози за допомогою електронного мікроскопа було виявлено органелу, що складається з великої кількості комірок, каналів, цистерн та з'єднується з плазмомемою. Яка це органела?
- Центросома
 - Мітохондрія
 - Ендоплазматичний ретикулум
 - Лізосома
 - Пероксисома.
18. Біля ядра виявлено органелу, що складається з двох циліндрів, утворених мікротрубочками і розташованих перпендикулярно один до одного. Було з'ясовано, що ця органела — складова мітотичного веретена поділу у тваринних клітинах. Як вона називається?
- Мітохондрія
 - Рибосома
 - Ендоплазматичний ретикулум
 - Центросома
 - Лізосома.
19. У ядрі клітини є непостійні структури, які зникають на початку поділу клітини і знову з'являються наприкінці його. Вони містять білок, РНК і беруть участь у формуванні субодиниць рибосом. Які це структури?
- Ядерця
 - Нуклеосоми
 - Полісоми
 - Мікрофібрили
 - Мікротрубочки.
20. У хворого гострий панкреатит, що загрожує аутолізом підшлункової залози. З порушенням функцій яких органел клітини може бути пов'язаний цей процес?
- Лізосом
 - Мітохондрій
 - Рибосом
 - Центріолей
 - Мікротрубочок.
21. В тваринній клітині знайдена двохмембранна органела, яка має молекули ДНК та рибосоми. Яка основна функція цієї органели?
- Синтез білків
 - Синтез АТФ
 - Транспорт та модифікація білків
 - Синтез білків цитоплазми
 - Формування лізосом.
22. Експериментально (дією мутагенних факторів) у клітині порушено формування субодиниць рибосом. На якому метаболічному процесі це позначиться?
- Синтез АТФ
 - Біосинтез вуглеводів
 - Фотосинтез
 - Біологічне окиснення
 - Біосинтезі білків.
23. У еукаріотичних клітинах є мембранні органели, які утворюються в комплексі Гольджі, мають ферменти для руйнування пероксиду водню, що утворюється при окисненні деяких органічних речовин. Яку іншу важливу функцію виконують ці органели?
- Утворення АТФ
 - Синтез поліпептидів
 - Розщеплення білків
 - Синтез складних вуглеводів
 - Окиснення жирних кислот.
24. Мітохондрії — напівавтономні органели клітини, у матриксі мають 2-6 власних кільцевих ДНК, рибосоми, РНК, ферменти реплікації, транскрипції та трансляції? Де закодована інформація про первинну структуру більшості білків мітохондрій?
- В ДНК цитоплазми
 - В ДНК статевих хромосом
 - В РНК матриксу
 - В ДНК мітохондрій
 - В ДНК хромосом ядра клітини.
25. В процесі еволюції утворилися два типи клітин: прокаріотична та еукаріотична. Які з органел притаманні обом типам клітин?
- Лізосоми
 - ЕПС
 - Мітохондрії
 - Рибосоми
 - Комплекс Гольджі.
26. Ендоплазматична сітка (ЕПС) представлена гранулярною та агранулярною системами, які функціонально відрізняються. Де відбувається синтез ліпідів та білків мембран клітини?
- В комплексі Гольджі
 - В гладенькій ЕПС
 - В гранулярній ЕПС
 - На гранулярній та агранулярній ЕПС
 - На рибосомах цитоплазми.
27. Тваринні клітини здатні до активних рухів, наприклад, амебоїдного. Які структури клітини забезпечують таку рухливість клітин?
- Актинові мікрофіламенти
 - Мікротрубочки цитоплазми
 - Проміжні мікрофіламенти
 - Клітинний центр та мікротрубочки веретена поділу
 - Міофібрили.
28. Клітина піддалась впливу іонізуючого опромінення при дефіциті вітаміну Е. Це сприяло посиленому виходу гідролітичних ферментів в цитоплазму і привело до повного руйнування внутрішньоклітинних структур.

Визначте, які органели клітини найбагатші гідролітичними ферментами і при руйнуванні мембран яких виникає аутоліз.

- A. Лізосоми
- B. Ендоплазматична сітка
- C. Комплекс Гольджі
- D. Мікротільця
- E. Мітохондрії

29. Рибосоми мають 4 активних центра, по 2 в кожній субодиниці: М-центр (центр зв'язування з мРНК), А-центр (амінокислотний центр), П-центр (пептидильний центр), ПТФ-центр (пептидилтрансферазний центр). В якому центрі між амінокислотами утворюється пептидний зв'язок?

- A. А-центрі
- B. М-центрі
- C. П-центрі
- D. ПТФ-центрі
- E. П- + А-центрах

30. В гепатоцитах відбувається дезінтоксикація шкідливих речовин, які з кров'ю надходять до печінки, наприклад алкоголю, який перетворюється на оцтовий альдегід. Які органели забезпечують дезінтоксикацію речовин в гепатоцитах?

- A. Гранулярна ЕПС
- B. Пероксисоми
- C. Мітохондрії
- D. Лізосоми
- E. Комплекс Гольджі

31. У студента 18 років виявлено збільшення щитовидної залози. При цьому був підвищений обмін речовин, збільшення частоти пульсу. Ці ознаки спостерігаються при гіперсекреції гормону тироксину. Які органели клітин щитовидної залози найбільш відповідальні за секрецію і виділення гормонів?

- A. Комплекс Гольджі
- B. Мітохондрії
- C. Рибосоми
- D. Центросоми
- E. Лізосоми

32. У людини часто зустрічаються хвороби, пов'язані з накопиченням у клітинах вуглеводів, ліпідів та ін. Причиною виникнення цих спадкових хвороб є відсутність відповідних ферментів у:

- A. Лізосомах
- B. Мітохондріях
- C. Ендоплазматичній сітці
- D. Мікротрубочках
- E. Ядрі

33. Відомо, що старіючі епітеліальні клітини відмирають. Процес перетравлення та виділення рештків забезпечують органели:

- A. Лізосоми
- B. Рибосоми
- C. Мітохондрії
- D. Клітинний центр
- E. Комплекс Гольджі

34. Які прокаріоти найбільш просто (примітивно) організовані?

- A. Мікоплазми
- B. Бактеріофаги
- C. Водорості
- D. Синьо-зелені водорості
- E. Пурпурні водорості

35. До якої групи відносять організми, що не мають мембранних органел та їх спадковий матеріал не має нуклеосомної організації?

- A. Аскоміцети
- B. Віруси
- C. Еукаріоти
- D. Прокаріоти
- E. Найпростіші.

36. Які форми життя проявляють свої властивості тільки на стадії внутрішньоклітинного паразитизму?

- A. Бактерії
- B. Бактеріофаги
- C. Ціанії
- D. Паразитичні гриби
- E. Сальмонели

37. Встановлено, що в клітинах організмів відсутні мембранні органели та їх спадковий матеріал не має нуклеосомної організації. Що це за організми?

- A. Прокаріоти
- B. Віруси
- C. Аскоміцети
- D. Еукаріоти
- E. Найпростіші

38. Організми мають ядро, оточене ядерною мембраною. Генетичний матеріал зосереджений переважно в хромосомах, які складаються з ниток ДНК і білкових молекул. Діляться ці клітини мітотично. Це:

- A. Еукаріоти
- B. Бактеріофаги
- C. Прокаріоти
- D. Віруси
- E. Бактерії

39. У клітинах людини є органела, з якою пов'язане формування лізосом, а також синтез полісахаридів, ліпідів, утворення зерен жовтка при дозріванні овоцитів. Як називається ця органела?

- A. Лізосома
- B. Ендоплазматичний ретикулум
- C. Апарат Гольджі
- D. Пероксисома
- E. Рибосома.

40. Після видалення зуба у 40-річного чоловіка утворилася раньова поверхня, де відбулася активна регенерація. Враховуючи функції органел клітини, визначте, які з них забезпечили першочергову регенерацію

- A. Рибосоми
- B. Лізосоми
- C. Пероксисоми
- D. Центросоми
- E. Мітохондрії.

41. У клітині містяться одномембранні органели кулястої форми розміром 0,2 — 1 мкм, які містять протеолітичні ферменти, їх утворення пов'язане з апаратом Гольджі. Які це органели?

- A. Центросоми
- B. Рибосоми
- C. Пластиди
- D. Мітохондрії
- E. Лізосоми.

42. У клітині досліджували одномембранну органелу кулястої форми, що містить гідролітичні ферменти. Яка це органела?

- A. Центросома
- B. Лізосома
- C. Ендоплазматичний ретикулум

- D. Апарат Гольджі
E. Рибосома.
43. Бокалоподібні клітини, які знаходяться в епітелії слизової оболонки кишківника та дихальних шляхів, виділяють глікопротеїн муцин, що у розчині утворює слиз. Який органоїд його секретує ?
A. Ендоплазматичний ретикулум
B. Лізосома
C. Апарат Гольджі
D. Рибосома
E. Цитоцентр.
44. В клітинах жаби експериментально зруйнували систему мікротрубочок, розташованих у цитоплазмі. Клітини набули сферичну форму. Яку функцію виконують мікротрубочки у клітині?
A. Модифікують продукти, які надходять у клітину
B. Утворюють вторинну структуру білка
C. Утворюють цитоскелет
D. Секретують стероїдні гормони
E. Приймають участь у процесах детоксикації.
45. Важлива функція гепатоцита – дезінтоксикаційна. Які органели клітини виконують цю функцію?
A. Мітохондрії
B. Центросоми
C. Ядра
D. Ендоплазматичний ретикулум
E. Рибосоми.
46. На електроннограмах клітин печінки щура добре помітні структури овальної форми, двомембранні, внутрішня мембрана яких утворює кристи. Які це органели?
A. Лізосоми
B. Рибосоми
C. Мітохондрії
D. Центросоми
E. Пероксисоми.
47. У клітинах м'язової тканини відбувається інтенсивний аеробний процес утворення і накопичення енергії у вигляді макроергічних зв'язків АТФ. В якій органелі клітини відбуваються ці процеси?
A. У пероксисомі
B. В ендоплазматичному ретикулумі
C. В лізосомі
D. У мітохондрії
E. У клітинному центрі.
48. У клітину проник вірус грипу. Механізм біосинтезу білка клітини реорганізувався таким чином, що синтез вірусного білка почав здійснюватись:
A. На полірибосомах
B. У ядрі
C. У лізосомах
D. У пероксисомах
E. У клітинному центрі.
49. Під час вивчення тонкої структури клітини виявлено кулясту одномембранну органелу, яка містить гідролітичні ферменти. Відомо, що ця органела забезпечує внутрішньоклітинне травлення і захисні реакції клітини. Яка це органела?
A. Ендоплазматичний ретикулум
B. Центросома
C. Лізосома
D. Рибосома
E. Мітохондрія.
50. У дитини диспепсія, яка викликана зневодненням організму. Яким розчином потрібно відновити осмотичний тиск циркулюючої крові ?
A. Ізотонічним розчином NaCl
B. Гіпотонічним розчином
C. Гіпертонічним розчином
D. Фізіологічним розчином
E. 1% розчином глюкози.

Тести другого рівня складності (кілька правильних відповідей)

1. Виділіть структури і речовини, які входять до складу рибосом:
A. ДНК + білок
B. р – РНК + білки
C. Мала субодинаця + велика субодинаця
D. Мала субодинаця + велика субодинаця + і – РНК
E. Нуклеозиди + залишок фосфорної кислоти.
2. ДНК знаходиться:
A. В ядрі клітини
B. В мітохондріях і пластидах
C. В органелах вакуолярної системи
D. В рибосомах
E. В хромосомах.
3. Назвіть мембранні органоїди:
A. Клітинна мембрана
B. Центріолі
C. Комплекс Гольджі
D. Рибосоми
E. Лізосоми, вакуолі.
4. Лізосоми забезпечують:
A. Процесінг білка
B. Секрецію речовин
C. Внутрішньоклітинне травлення
D. Циклоз
E. Накопичення продуктів розпаду речовин.
5. До немембранних органел клітини відносять:
A. Органели вакуолярної системи
B. Клітинний центр та центріолі
C. Гранулярна ЕПС
D. Рибосоми
E. Мікрофіламенти, міофібрили
6. До двомембранних органел клітини відносять:
A. Мітохондрії
B. Клітинний центр та центріолі
C. Гранулярну ЕПС
D. Рибосоми
E. Хлоропласти
7. Після поранення гострим предметом у чоловіка утворилася раньова поверхня, яка загноїлася. Які з органел клітини забезпечують процес загоєння:
A. Лізосоми
B. Комплекс Гольджі
C. Рибосоми
D. Хромосоми ядра
E. Гранулярна ЕПС.
8. На клітини подіяли препаратами, які викликали руйнування мітохондрій. Які процеси зазнають порушення:
A. Синтез ліпідів
B. Гліколіз
C. Утворення веретена поділу

D. Енергетичне забезпечення клітини

E. Процеси біосинтезу білка: транскрипція, трансляція.

9. На клітину подіяли речовинами, які викликали руйнування клітинного центру. Які органели цитоплазми не будуть утворюватися, які процеси порушуються:

A. Центріолі
B. Синтез білка

D. Процес розходження хромосом
E. Мікрофіламенти, міофібрили, джгутики.

C. Мітоз та утворення веретена поділу

10. Які органели цитоплазми еукаріотичної клітини містять ДНК:

A. Рибосоми
B. Мітохондрії

C. Хромосоми
D. Пластиди

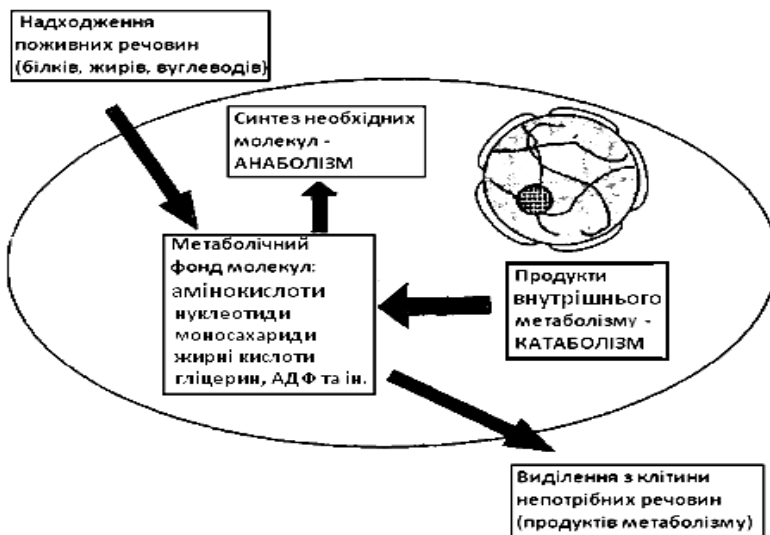
E. Пероксисоми

ТЕМА: Клітинні мембрани. Транспорт речовин через плазмо лему.

Клітина як відкрита система.

Клітина складається з великої кількості впорядкованих різноманітних молекул. Молекулярні комплекси утворюють органели, які теж є структурами клітинної системи. Внутрішній простір клітини поділений біомембранами на відсіки (компарменти), де відбуваються тільки специфічні для цього простору реакції. Таким чином, клітина є складною системою макромолекул декількох рівнів організації. Це цілісна неподільна система, в якій можна виділити ряд підсистем, що відповідають за специфічні функції: мембрани, цитозоль, ядро, мітохондрії та ін. Клітинні органели структурно і функціонально зв'язані між собою. Життєдіяльність клітин може здійснюватися тільки в умовах скоординованого зв'язку між ними.

Організація потоку речовин



Клітина є відкритою системою, оскільки не повністю ізольована від зовнішнього середовища. Для життя і функціонування клітинам необхідно постійно взаємодіяти з навколишнім середовищем. Зокрема, між середовищем і клітинами постійно відбувається обмін матерією, енергією і інформацією. Ці процеси забезпечують впорядковане в часі і просторі, координоване протікання всіх метаболічних і фізіологічних процесів.

Потік речовин зв'язаний, перш за все, з метаболізмом клітин, який є єдністю анаболізму і катаболізму. Анаболізм — процес надходження речовин в клітину і їх перетворення на специфічні молекулярні комплекси, характерні для даної клітини. Цей процес йде з витратою енергії. Синтез речовин в клітинах тварин відбувається за рахунок метаболічного фонду молекул в

цитоплазмі, який складається з:

1) продуктів перетравленої їжі, що поступили з кровоносного русла. У травному тракті їжа перетравлюється до низькомолекулярних органічних речовин: амінокислот, нуклеотидів, вуглеводів — неспецифічних і однакових для всієї живої природи. У такому вигляді вони і надходять в клітину і утворюють метаболічний фонд;

2) продуктів катаболізму, що утворюються в клітинах. Катаболізм — це сукупність біохімічних процесів розпаду макромолекул клітини і вивільнення енергії хімічних зв'язків. Обмін речовин в клітині підтримує її стабільний молекулярний склад (як неорганічних, так і органічних сполук). За рахунок обміну речовин виконуються дві дуже важливі функції: (1) підтримується структура клітини і (2) вона забезпечується енергією, що надходить з органічними речовинами

Обмін енергією.

У клітину надходять продукти розщеплення їжі — моносахариди, гліцерин, жирні кислоти, амінокислоти і ін. Разом з ними в клітину надходить енергія, яка «накопичена» в хімічних зв'язках між молекулами і атомами, яка потім перетворюється в АТФ (в макроергичні зв'язки між залишками

фосфорної кислоти). Енергія необхідна для підтримки стабільності клітинної системи: забезпечення структури, гомеостазу, анаболізму і всіх функцій. Енергетичний обмін у різних організмів забезпечується різними процесами: бродінням, гліколізом, фотосинтезом, хемосинтезом, диханням.

Для тварин основним є процес тканинного дихання. Це сукупність біохімічних реакцій відщеплення (дегідрування) деяких органічних речовин (глюкози, жирних кислот, амінокислот і ін.), з'єднання водню з киснем в мітохондріях і утворення H_2O , а також АТФ.

Організація потоку енергії клітиною

1. Відмежують клітину від зовнішнього середовища (бар'єрна функція).
2. Створюють окремі компартменти всередині клітини.
3. Контролюють транспорт речовин у клітину та з неї.
4. Забезпечують специфіку міжклітинних контактів та імунологічних реакцій.
5. Сприймають біологічно-активні речовини, іони.
6. Здатні сприймати, підсилювати і передавати зовнішні сигнали у середину клітини.
7. Забезпечують утворення і транспорт вздовж мембрани, специфічної різниці потенціалів.
8. Створюють умови для біохімічних реакцій, які каталізуються гідрофобними білками мембран.
9. Визначають взаємодію між окремими білками, які занурені у мембрану.
10. Рецепторна (завдяки наявності спеціальних структур, які визначають хімічні та фізичні фактори рецепторів). Рецептори — глікопротеїди та гліколіпіди. Існують рецептори чутливі до гормонів, специфічних антигенів, білків та ін. Специфічні рецептори відповідають за розпізнавання клітин, хімічних та фізичних сигналів. Так в плазмолемі світлочутливих клітин є фоторецепторні білки (родопсин).

Загальною рисою усіх мембран є те, що вони являють собою пласти ліпопротеїдів товщиною 5-10 нм. До складу мембран входять ліпіди (40%), близько 50% білків, вуглеводів — 5-10%.

Ліпіди мембран — чисельна група гідрофобних речовин, які погано розчиняються у воді та добре в органічних розчинниках. Особливістю їх молекул є те, що вони поділяються на 2 функціональні частини: неполярну гідрофобну (хвостики) та гідрофільну заряджені полярні "голівки". Це визначає здатність ліпідів самостійно створювати біліпідні мембранні структури товщиною 5-7 нм.

Зовнішня цитоплазматична мембрана (плазмолема) — це поверхнева периферична структура, яка відмежовує клітину від середовища, забезпечує зв'язок з позаклітинним середовищем, з речовинами та подразниками, які впливають на клітину.

Плазмолема — ліпопротеїдний комплекс товщиною близько 10 нм. Ззовні знаходиться надмембранний шар — глікокалікс (3-4 нм). Глікокалікс — глікопротеїдний комплекс, який асоціюється з плазмолемою.

Вуглеводи утворюють ланцюжки полісахаридів, які зв'язані з мембранними білками та ліпідами. В глікокаліксі можуть знаходитись деякі білки, які не зв'язані з біліпідним шаром, вони забезпечують позаклітинне розщеплення речовин.

Впорядкованість внутрішнього вмісту еукаріотичної клітини досягається шляхом компартментації її об'єму — поділу мембранами на "комірки", котрі відрізняються складом ферментів. Окремі компартменти представлені органοїдами. Поділ вмісту клітини на компартменти забезпечує одночасне протікання різних ферментативних процесів, іноді навіть антагоністичних; здійснює регуляцію метаболічних потоків, підтримує різницю концентрацій речовин, створює різниці електричних потенціалів.

Рецептори клітини.

На плазматичних мембранах клітини розташовані сигнальні молекули — **білки-рецептори**. Рецептори зв'язують молекулу й ініціюють відповідь. Вони представлені трансмембранними білками, що мають спеціальну ділянку для зв'язування фізіологічно активних молекул: гормонів і нейромедіаторів. Рецепторні білки у відповідь на зв'язування певних молекул змінюють транспортні властивості мембран. Внаслідок цього, може змінюватися полярність мембран, генеруватися нервовий імпульс, або змінюватися обмін речовин. Рецептори клітинної поверхні складають не більше 0,1 % всієї маси білка плазматичної мембрани.

Розрізняють внутрішньоклітинні рецептори і рецептори, що розташовуються на поверхні клітини у плазматичній мембрані. Серед них виділяють рецептори двох типів: зв'язані з каналами клітини і не зв'язані з каналами. Вони різняться між собою за швидкістю та вибірковістю впливу сигналу на певні мішені.

Рецептори, зв'язані з каналами, після взаємодії з хімічними речовинами (гормонами, нейромедіаторами) сприяють утворенню в мембрані відкритого каналу, в результаті змінюється її проникність. Рецептори, не зв'язані з каналами, також взаємодіють з хімічними речовинами, але іншої природи — здебільшого з ферментами. Тут ефект опосередкований, відносно сповільнений, але більш тривалий. Наприклад, функції цих рецепторів лежать в основі навчання і пам'яті.

Більшість клітин багатоклітинного організму спеціалізована на виконанні однієї головної функції, і всі вони наділені характерним набором рецепторів. Це дозволяє відповідно реагувати на хімічні сигнали, які запускають або модулюють дану функцію. Багато з сигнальних молекул діють в дуже низьких концентраціях (переважно не більше 10^{-8} М), і рецептори, які з ними зв'язуються, мають також високу спорідненість (константа спорідненості близько 10^8 л/моль).

Одна і та ж сигнальна молекула у клітинах-мішенях може викликати різні ефекти. Так, ацетилхолін стимулює скорочення волокон скелетних м'язів, але водночас зменшує частоту і силу скорочень м'яза серця. Такі різні ефекти зумовлені відмінностями рецепторів. Число рецепторів до певної речовини (ліганда) може коливатися в межах від 500 до 100 000 на клітину, вони розташовуються на мембрані рівномірно або сконцентровані в певних її ділянках.

Транспорт речовин. Ендо- і екзоцитоз.

Одна з найважливіших функцій біологічних мембран — забезпечення вибіркової, регульованої проникності для речовин, які транспортуються клітиною у процесі життєдіяльності. Молекули речовин і іони, які транспортуються можуть переноситись через мембрану незалежно від інших сполук — уніпорт; транспорт кількох речовин може відбуватися одночасно в одному напрямку — симпорт, а також може відбуватися одночасно в протилежних напрямках — антипорт. Симпорт та антипорт — це види котранспорту, при якому швидкість перенесення контролюється наявністю двох речовин транспортного процесу.

Роль біомембран у транспорті полягає у регуляції потоків енергії. Якщо транспорт супроводжується зменшенням вільної енергії, він протікає вільно і називається пасивним.

Перенесення речовин через мембрану, що пов'язане із збільшенням вільної енергії називають активним.

Усі види іонного транспорту і транспорту речовин через клітинні мембрани поділяють на 4 групи: пасивна дифузія, полегшена дифузія, первинноактивний транспорт, вторинно-активний транспорт. Окрім цих видів транспорту виділяють

особливі клітинні механізми переміщення речовин, які пов'язані з порушенням цілісності мембрани – цитоз (ендо- і екзоцитоз). Пасивна дифузія відбувається без участі спеціальних механізмів, речовини проникають через мембрану завдяки наявності кінків або мембранних дефектів. Пасивна дифузія забезпечує перенесення низькомолекулярних речовин, наприклад, води, деяких іонів (Na^+) та органічних речовин. Пасивна дифузія відбувається також через каналні структури, коли вони відкриті. Інтегральний білок каналної структури утворює пору у мембрані, якою рухаються іони. Відомі канали, які забезпечують проникність для Na^+ , K^+ , Ca^{2+} . Са – залежні канали відкриваються при збільшенні внутрішньоклітинної концентрації Ca^{2+} і чутливі до деяких речовин (наприклад, верапамілу, аденілових нуклеотидів), що використовуються у медицині.

Полегшена дифузія відбувається за участі спеціальних білків – переносників за градієнтом концентрації речовин.

Первинно-активний транспорт відбувається за допомогою специфічних переносників, але на відміну від полегшеної дифузії, проти градієнта концентрації речовин, які транспортуються та з витратами енергії гідролізу АТФ. Транспорт здійснюється АТФ – фазами – іонними насосами. Найбільш розповсюджені в клітинах тварин Na, K – АТФ-фаза – інтегральний білок плазмолемі і Са – АТФ-фаза, який зустрічається у цитоплазматичній та внутрішньоклітинних мембранах. Процеси первинно-активного транспорту в регуляції клітинних функцій виконують провідну роль. Пасивний та активний транспорт забезпечується спеціальними структурами. В їх числі канали, переносники, ферменти, які забезпечують переміщення іонів та речовин проти градієнта концентрації, за рахунок енергії АТФ. Іонний транспорт, який відбувається за рахунок транспортних АТФ-фаз (іонних насосів) забезпечується енергією гідролізу АТФ. Такий процес називають первинно-активним транспортом.

У випадках, коли енергія, яка необхідна для транспорту, створюється незалежно, наприклад, в процесі первинно-активного транспорту, такий процес називають вторинно-активним транспортом. Вторинно-активний транспорт забезпечує транспорт в клітину амінокислот та моносахаридів. Перенесення здійснюється за допомогою білків-переносників. До вторинно-активних транспортів відносять також процеси, які поєднані з ферментативною модифікацією речовин, що транспортуються. Мітохондрії — приклад системи, де відбувається вторинно-активний транспорт Ca^{2+} за рахунок енергії дихання або АТФ.

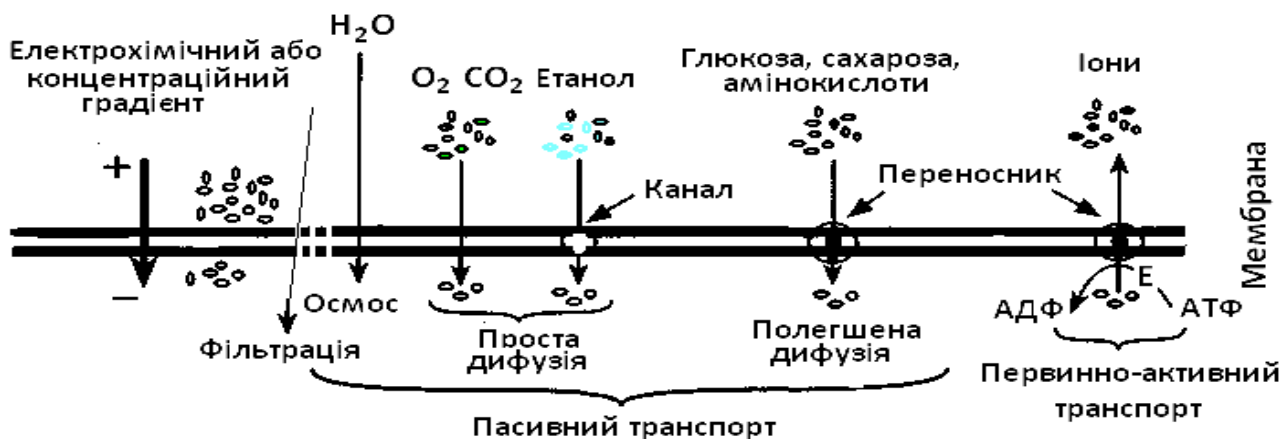


Схема різних механізмів транспорту молекул через біомембрану

Осмос (грец. *Osmos* — тиск) – дифузія розчинника (H_2O) через напівпроникну мембрану. Оскільки цитоплазма має більшу концентрацію іонів ніж оточуюче клітину середовище, то вода рухається в цитоплазму, де її концентрація менша, що створює осмотичний тиск. Так як клітина не знаходиться у стані повної рівноваги з оточуючим середовищем, безперервна дифузія води змінює концентрацію речовин та осмотичний тиск. Вода, яка надходить у клітину може привести до руйнування клітини, особливо у гіпотонічному середовищі і клітина постійно протидіє надходженню води, витрачає енергію на її викачування, секрецію на утворення міцної оболонки. Резистентність клітин до осмосу та осмотичного тиску визначається середовищем. Так еритроцити людини знаходяться у крові – ізотонічному розчині, тому мають низьку резистентність до осмотичного шоку. При ін'єкції гіпотонічних розчинів руйнуються (гемоліз). Прісноводні одноклітинні, наприклад амеба, мають значну стійкість і тільки невелика кількість води проникає через її мембрану.

Крім осмосу, транспорт води може здійснюватися шляхом фільтрації. Фільтрація – це рух рідини через отвори мембрани. Фільтрація займає важливе місце у багатьох фізіологічних процесах. Так, утворення первинної сечі є результатом фільтрації плазми крові за рахунок різниці тиску в капілярах.

Ендо- та екзоцитоз.

Ендоцитоз — поглинання клітиною речовин.

Фагоцитоз — поглинання клітиною твердих частинок.

Піноцитоз — поглинання клітиною рідких речовин.

Ендоцитоз починається з сорбції на поверхні мембрани речовини. Зв'язування з плазмолемою визначається наявністю на поверхні мембрани рецепторів. Після цього на поверхні плазматичної мембрани починають утворюватися невеликі впинання всередину клітини. Потім ці впинання відшнуровуються від мембрани у вигляді пухирців, які вільно розташовуються під цитоплазматичною мембраною. Далі ендоцитозні (піно- та фагоцитозні) пухирці з'єднуються між собою та з лізосомами. Ферменти лізосом розщеплюють біополімери до мономерів, які через мембрану пухирця потрапляють в цитозоль (внутрішньоклітинне травлення). Піноцитоз широко поширений серед клітин різного типу. Особливо він виражений в клітинах епітелія кишечника, які забезпечують поглинання поживних речовин та в клітинах

епітелія кровоносних капілярів. Фагоцитоз зустрічається у багатьох вільноживучих організмів і у деяких клітин багатоклітинних організмів. Процес фагоцитозу відіграє важливу роль в реакції організму на інфекцію.

Екзоцитоз – процес виведення речовин з клітини. Внутрішньоклітинні продукти, які замкнені у вакуолі або пухирці, підходять до цитоплазматичної мембрани. В межах контакту плазматична мембрана і мембрана вакуолі зливаються, вміст пухирця виходить назовні.

Процеси ендо- і екзоцитозу відбуваються за участі системи фібрілярних компонентів цитоплазми – мікротрубочок та скоротливих мікрофіламентів.

Тести першого рівня складності

(одна правильна відповідь)

- Внаслідок повного (анаеробного та аеробного) розпаду однієї молекули глюкози в клітинах людини вивільнилась енергія. Частина її розсіялась, а частина акумульована у вигляді:
 - 36 молекул АТФ
 - 1 молекула АТФ
 - 38 молекул АТФ
 - 2 молекули АТФ
 - 72 молекули АТФ
- На практичному занятті з біології клітини студенти вивчали плазматичну мембрану. Викладач запитав, яким шляхом потрапляють у клітину макромолекули, що зв'язуються зі специфічними рецепторами на поверхні клітини?
 - Через іонні канали
 - Завдяки ендоцитозу
 - За допомогою білків-переносників, які переміщуються на зразок обертових дверей
 - Шляхом пасивного транспорту
 - Завдяки роботі натрій-калієвого насосу
- При електронно-мікроскопічному вивченні клітини виявлена тришарова ультраструктура, яка обмежує цитоплазму. Зовнішня поверхня її представлена глікокаліксом, внутрішня – лабільними білками. Що представляє собою ця ультраструктура?
 - Оболонка ядра
 - Цитоскелет
 - ЕПС гладенька
 - ЕПС гранулярна
 - Плазмалема
- До функцій глікокаліксу належить:
 - Міжклітинна взаємодія
 - Синтез АТФ
 - Синтез білків
 - Фагоцитоз
 - Піноцитоз
- Кількісний склад якої хімічної сполуки визначає ступінь рідинності ліпідного бішару мембран?
 - Фосфоліпіди.
 - Гліколіпіди.
 - Холестерин.
 - Інтегральні білки.
 - Поверхневі білки.
- Клітинна стінка містить муреїн у клітинах:
 - Вірусів.
 - Бактерій.
 - Грибів.
 - Рослин.
 - Тварин.
- Клітинна стінка містить хітин у:
 - Грибів
 - Вірусів
 - Бактерій
 - Рослин
 - Найпростіших
- Клітинні стінки відсутні у:
 - Прокаріотичних клітинах
 - Рослинних клітинах
 - Клітинах грибів
 - Клітинах найпростіших
 - Тваринних клітинах
- Метаболізм – це:
 - Анаболізм
 - Катаболізм
 - Дисиміляція
 - Обмін речовин
 - Асиміляція
- Назвіть етап енергетичного обміну, що відбувається в травній системі позаклітинно:
 - Кисневий
 - Безкисневий
 - Трансляція
 - Підготовчий
 - Транскрипція
- Назвіть основні класи ліпідних молекул біологічних мембран:
 - ДНК, білки, фосфоліпіди
 - Фосфоліпіди, гліколіпіди, холестерин
 - РНК, ДНК, ліпіди
 - Фосфоліпіди, негістонові білки, ферменти
 - Нуклеїнові кислоти, гістонові білки, ферменти
- Пластичний обмін супроводжує:
 - Катаболізм
 - Метаболізм
 - Анаболізм
 - Обмін речовин
 - Дисиміляцію
- Яка з функцій білків забезпечує розпізнавання сигналів, що надходять із зовнішнього середовища і передають їх у необхідний відділ організму:
 - Каталітична
 - Захисна
 - Регуляторна
 - Транспортна
 - Рухова
- До функцій глікокаліксу не належить:
 - Міжклітинне розпізнавання
 - Міжклітинна взаємодія
 - Синтез АТФ
 - Пристінкове травлення
 - Міжклітинні контакти.
- До складу цитоплазматичних мембран входять молекули гліколіпідів та глікопротеїдів. Що створюють на поверхні мембран дані речовини?
 - Рецептори
 - Глікокалікс
 - Захисний шар
 - Іонні канали
 - Антигени
- На плазматичних мембранах клітин розташовані сигнальні молекули – білки-рецептори. Вони зв'язують

молекули й ініціюють відповідь. Як діють рецептори, що сприймають гормони або нейромедіатори?

- A. Сповільнюють транспорт речовин.
- B. Активують піноцитоз.
- C. Підсилюють активну дифузію.
- D. Сприяють утворенню в мембранах відкритих каналів.
- E. Підсилюють пасивну дифузію.

17. Хворому призначено препарат з вираженими ліпофільними властивостями. Яким буде головний механізм його всмоктування?

- A. Активний транспорт
- B. Зв'язування з транспортними білками
- C. Фільтрація
- D. Пасивна дифузія
- E. Піноцитоз

18. Під час мікроскопії мазка ексудату, отриманого від щура з асептичним перитонітом, з додаванням в ексудат пташиних еритроцитів, виявлені макрофаги, оточені чужорідними еритроцитами. Якій стадії фагоцитозу відповідає описана картина?

- A. Незавершеного фагоцитозу
- B. Наближення
- C. Внутрішньоклітинного перетравлювання
- D. Присипання
- E. Занурення

19. Які органели цитоплазми забезпечують руйнування речовин фагоцитованих нейтрофілами?

- A. Апарат Гольджі
- B. Пероксисоми
- C. Лізосоми
- D. Гладенький ендоплазматичний ретикулум
- E. Мітохондрії.

20. Ацетилхолін стимулює скорочення скелетних м'язів, але зменшує частоту і силу скорочень м'язів серця. Чому одна речовина викликає у різних клітинах-мішенях різні ефекти?

- A. Різна організація цитозолу клітин
- B. Різні ефекти зумовлені відмінностями клітинних рецепторів
- C. Особливостями організації апарату руху клітин
- D. Різною організацією зовнішньої мембрани
- E. Це визначається кількістю клітинних рецепторів.

21. Транспорт глюкози в клітину відбувається за участю переносників – інтегрального глікопротеїну йде без затрат енергії. Такий механізм транспорту речовин одержав назву:

- A. Проста дифузія
- B. Активний транспорт
- C. Осмос
- D. Полегшена дифузія
- E. Ендоцитоз.

22. Що характеризує клітину як відкриту біосистему?

- A. Саморегуляція
- B. Обмін речовинами, енергією з середовищем
- C. Наявність мікроотворів в біомембранах (кінків)
- D. Наявність клітинних рецепторів
- E. Екзоцитоз.

23. Речовини надходять в клітину шляхом поглинання через канали, які продовжуються з зовнішньої мембрани в цитоплазму. Як називається такий процес:

- A. Осмос
- B. Ендоцитоз
- C. Фагоцитоз
- D. Екзоцитоз
- E. Піноцитоз.

24. При голодуванні людини у клітинах печінки мітохондрії набрякають і набувають вигляду пухирців. Дегенерація і набряк мітохондрій призводять до порушення у першу чергу:

- A. Утворення високоенергетичних сполук
- B. Синтезу моносахаридів
- C. Утворення секреторних везикул
- D. Формування жовтка в яйцеклітині
- E. Регуляції осмотичного тиску клітини

25. В органелі встановлена наявність власної біосинтезуючої системи. Це органелла:

- A. Лізосома
- B. Апарат Гольджі
- C. Мітохондрія
- D. Вакуоля
- E. Ендоплазматичний ретикулум

26. Клітину лабораторної тварини піддали надмірному рентгенівському опроміненню. У результаті утворились білкові фрагменти в цитоплазмі. Які органели клітини візьмуть

участь у їх утилізації?

- A. Лізосоми
- B. Комплекс Гольджі
- C. Рибосоми
- D. Ендоплазматичний ретикулум
- E. Клітинний центр

27. До складу ліпідного бішару біомембран входять фосфоліпіди, холестерин і гліколіпіди. Які з цих ліпідів визначають ступінь рідинності бішару мембран?

- A. Фосфоліпіди
- B. Глікокалікс
- C. Холестерин
- D. Гліколіпіди
- E. Гідрофільні хвостики

28. Назвіть вид міжклітинних контактів, при якому виникають ділянки ущільнення між клітинами, що утворюють механічні зв'язки:

- A. Простий контакт
- B. Десмосоми
- C. Щільний замикаючий контакт
- D. Синаптичний
- E. Щільний контакт

29. Як називається простір всередині клітини, оточений мембраною та пов'язаний з виконанням певної функції?

- A. Рецептори
- B. Глікокалікс
- C. Компармент
- D. Захисний шар
- E. Іонні канали

30. Процес взаємного проникнення молекул або атомів однієї речовини поміж молекул або атомів іншої, що зазвичай приводить до вирівнювання їх концентрацій по всьому займаному об'єму має назву?

- A. Дифузія
- B. Фагоцитоз
- C. Компармент
- D. Іонний канал
- E. Екзоцитоз

31. Для клітини як відкритої біосистеми характерний обмін речовин, енергії та інформації. Який мітохондріальний процес забезпечує утворення максимальної кількості енергії при диханні?

- A. Цикл Кребса
- B. Гліколіз
- C. Транспорт H^+ по каналу АТФ-синтетази

- D. Рух електронів по електроно-транспортному ланцюгу
- E. Фотодихання
32. При біохімічному дослідженні клітинних органел в них виявлені травні ферменти. Цими органелами є:
- A. Пластинчастий комплекс
- B. Лізосоми
- C. Ендоплазматичний ретикулум
- D. Мітохондрії
- E. Рибосоми
33. В клітинах здорової печінки активно синтезується глікоген та білки. Які типи органел добре розвинуті?
- A. Лізосоми.
- B. Клітинний центр.
- C. Гранулярна та агранулярна ЕПС.
- D. Мітохондрії
- E. Пероксисоми.
34. У студента 18 років виявлено збільшення щитоподібної залози. При цьому був підвищений обмін речовин, збільшення частоти пульсу. Ці ознаки спостерігаються при гіперсекреції гормону тироксину. Які органели клітин щитоподібної залози відповідають за секрецію і виділення гормонів:
- A. комплекс Гольджі
- B. мітохондрії
- C. рибосоми
- D. центросоми
- E. лізосоми
35. Речовини виводяться з клітини в результаті з'єднання мембранної структури апарату Гольджі з цитолемою. Вміст такої структури викидається за межі клітини. Цей процес має назву:
- A. Активний транспорт
- B. Осмос
- C. Ендоцитоз
- D. Екзоцитоз
- E. Полегшена дифузія
36. Рибосоми являють собою органели, які здійснюють зв'язування амінокислот у поліпептидний ланцюг. Кількість рибосом в клітинах різних органів неоднакова і залежить від функції органу. Вкажіть, в клітинах якого органу кількість рибосом буде найбільшою:
- A. Секреторні клітини підшлункової залози;
- B. Епітелій сечового міхура;
- C. Епітелій каналців нирок;
- D. Верхній шар клітин епідермісу шкіри;
- E. Епітелій тонкого кишечника.
37. При ревматизмі у хворої людини спостерігається руйнування та порушення функцій клітин хрящів. В цьому процесі приймає участь одна з клітинних органел, це:
- A. Рибосома.
- B. Клітинний центр.
- C. Мікротрубочки
- D. Комплекс Гольджі.
- E. Лізосома.
38. У живильне середовище, де вирощуються клітини тварин, додали амінокислоту лейцин з радіоактивною міткою. Через деякий час методом радіоавтографії виявили високу концентрацію міченої амінокислоти біля певних органел. Цими органелами можуть бути:
- A. Лізосоми
- B. Рибосоми
- C. Гладенький ендоплазматичний ретикулум
- D. Клітинний центр
- E. Комплекс Гольджі
39. У крові хворого виявлено низький рівень альбумінів і фібриногену. Зниження активності яких органел гепатоцитів печінки найбільш вірогідно спричиняє це явище?
- A. Агранулярного ендоплазматичного ретикулуму
- B. Мітохондрій
- C. Гранулярного ендоплазматичного ретикулуму
- D. Комплексу Гольджі
- E. Лізосом
40. Мукополісахаридоз відноситься до хвороб накопичення. Через відсутність ферментів порушується розщеплення полісахаридів. У хворих спостерігається підвищення виділення їх із сечею і накопичення в одній з органел клітин. В яких органелах нагромаджуються мукополісахариди?
- A. У клітинному центрі
- B. У комплексі Гольджі
- C. У мітохондріях
- D. В ендоплазматичному ретикулумі
- E. У лізосомах
41. При деяких захворюваннях в клітинах виникають зміни, які супроводжуються порушенням цілісності мембран лізосом. Які зміни відбудуться в клітинах?
- A. Порушення транскрипції
- B. Порушення мітозу
- C. Порушення трансляції
- D. Аутоліз
- E. Накопичення речовин
42. Клітинні форми життя представлені 2 типами клітинної організації: прокаріотами і еукаріотами. Прокаріоти не мають ядра. Що ще суттєво відрізняє прокаріотичні клітини?
- A. Відсутність рибосом
- B. Відсутність мембранних органел
- C. Будова мембран
- D. Форма клітини
- E. Наявність оболонки
43. Білки іонних каналів міцно вбудовані в ліпідний бішар. Їх гідрофільні амінокислоти взаємодіють з гідрофільними фосфатними групами фосфоліпідів, гідрофобні амінокислоти – з гідрофобними ланцюгами жирних кислот і пронизує мембрану наскрізь. Як називається такий вид мембранних білків?
- A. Периферичні
- B. Інтегральні
- C. Поверхневі
- D. Гліколіпіди
- E. Глікопротеїни
44. Назвіть ліпопротеїдний комплекс товщиною близько 10 нм., ззовні якого знаходиться надмембранний шар – глікокалікс.
- A. Рецептори
- B. Глікокалікс
- C. Захисний шар
- D. Іонні канали
- E. Плазмолема
45. Мембрани - складні молекулярні системи, які визначають основні процеси життєдіяльності на клітинному рівні. Назвіть одну з функцій біомембрани:
- A. Створює окремі компарменти всередині клітини
- B. Приймає участь у реплікації ДНК
- C. Не сприймає біологічно-активні речовини
- D. Запобігає утворенню міжклітинних контактів
- E. Руйнує глікокалікс

ТЕМА: Ядро, його структурні компоненти.

Морфологія хромосом. Каріотип людини.

Ядро – центральний інформаційний апарат клітини. Структура інтерфазного ядра. Хромосомний і геномний рівні організації спадкового матеріалу. Ядерце як похідне хромосом, роль в утворенні рибосом. Ідіограма. Хроматин: еухроматин, гетерохроматин.

Каріотип: морфофункціональна характеристика і класифікація хромосом людини. Правила хромосом. Хромосомний аналіз. Клітинне ядро (Браун, 1833) — компонент еукаріотичних клітин. Ядро має оболонку, каріоплазму (ядерний сік), ядерце, хроматин.

Ядерна оболонка — двомембранна, має отвори — пори діаметром 80-90 нм. Зовнішня і внутрішня оболонки розділені перинуклеарним простором шириною 20-60 нм. Зона пори або поровий комплекс має певну будову (діаметр близько 120 нм.), кількість пор залежить від функціонального стану клітини. Наприклад, в еритробластих, де інтенсивно накопичується гемоглобін на 1 мкм² ядерної оболонки нараховується до 30 пор, а в зрілих еритроцитах тварин, у яких зберігається ядро — до 5 пор.

В зоні порового комплексу починається білковий шар, який вкриває внутрішню ядерну оболонку — щільна пластинка, яка виконує опірну функцію, а також сприяє впорядкованому розміщенню хромосом в інтерфазному ядрі.

Схема структурної організації ядра:

1 — оболонка ядра; 2 — зовнішня мембрана; 3 — внутрішня мембрана; 4 — гетерохроматин; 5 — еухроматин; 6 — пора ядерної оболонки; 7 — ядерце, фібрилярна ділянка; 8 — ядерце, глобулярна ділянка; 9 — гранулярна ЕПС; 10 — рибосоми; 11 — гладка ЕПС; 12 — везикула; 13 — ядерна ламіна; 14 — мікрофіламенти; 15 — перинуклеарний простір.

Каріоплазма (ядерний сік) — матрикс ядра, це внутрішнє середовище ядра, він відіграє важливу роль у забезпеченні нормального функціонування генетичного матеріалу. До складу ядерного соку входять фібрилярні білки, які виконують опірну функцію.

Ядерце — структура, де відбувається утворення та дозрівання рибосомальних РНК (рРНК). Гени рРНК займають певні локуси однієї чи декількох хромосом, наприклад, у людини 13-15, 21-22 пар — це ядерцеві організатори, які й утворюють ядерця. Такі ділянки метафазних хромосом звужені, їх називають вторинними перетяжками. В ядерці також знаходять нитчастий (фібрилярний) і зернистий компоненти. Фібрилярний компонент

— комплекс білку і молекул РНК-попередників (про-РНК), з яких під час процесінгу утворюються зрілі рРНК. Під час процесінгу фібрили перетворюються у рибонуклеопротейнові зерна, які утворюють зернистий компонент.

Хроматин — форма організації інтерфазних хромосом. Це нуклеопротейд (ДНК, гістони, кислі білки) з нуклеосомною організацією, який спіралізується та деспіралізується під час клітинного циклу.

Виділяють наступні рівні компактизації (упаковки) хроматину:

1. Молекулярний — подвійна спіраль ДНК.
2. Нуклеосомний — нуклеосомна нитка діаметром 10-12 нм.
3. Фібрилярний — елементарна хроматинова спіраль діаметром 25-30 нм.
4. Хромонемний — інтерфазна хромонема діаметром до 200 нм.
5. Хроматидно-хромосомний — метафазна хромосома (з 2 або 1 хроматид). Хроматида має діаметр до 600 нм.

Інтерфазну і метафазну хромосоми розглядають як два полярних варіанти, але за даними електронно-мікроскопічних і фізико-хімічних досліджень в їх складі виявлені нитки та фібрили діаметром 10-12 нм та 25-30 нм. Завдяки упаковці довжина хромосом зменшується і вони розміщуються в ядрі.

В інтерфазі ядерний матеріал забарвлюється лужними барвниками, його називають хроматином. В залежності від стану виділяють еухроматин і гетерохроматин.

Еухроматин — менш конденсований і містить ділянки, які транскрибуються.

Гетерохроматин — більш ущільнений; генетично інертний. Виділяють конституційний (структурний) і факультативний гетерохроматин.

Конституційний гетерохроматин міститься в навколоцентромерних та теломерних ділянках усіх хромосом, а також представлений деякими внутрішніми ділянками окремих хромосом. Він підтримує загальну структуру ядра, прикріплюється до ядерної оболонки, визначає взаємодію між гомологічними хромосомами під час мейозу приймає участь у регуляції активності генів.

Факультативний хроматин утворюється цілими хромосомами. Наприклад, у гомогаметної статі одна з гоносом утворює тільки статевий хроматин (тільки Барра). Гени таких хромосом не транскрибуються, виключаються. Утворення факультативного гетерохроматину супроводжує клітинне диференціювання і є механізмом виключення генів, які не потрібні клітинам даної спеціалізації.

Функції ядра:

- 1) збереження спадкової інформації в молекулах ДНК;

2) реалізація спадкової інформації шляхом регуляції синтезу білків. Завдяки цьому підтримується структурна впорядкованість клітин, регулюються їх метаболізм, функції та процеси поділу;
3) передача спадкової інформації наступним поколінням внаслідок реплікації ДНК, утворення хромосом та їх поділу. Каріотип людини було встановлено в 1956 р. шведськими вченими Д. Тіо і А. Леваном на культурі клітин людини.

Каріотип — це відносно стійка система хромосом ядер соматичних клітин, яка характеризується певною диплоїдною кількістю хромосом, характерними розмірами, формою та групами зчеплених генів. Каріотип — це видова характеристика.

Визначення каріотипу

Для визначення каріотипу можуть бути використані будь-які популяції клітин, що діляться. Для визначення каріотипу людини використовують або однадерні лейкоцити, що виділяють з проби крові, поділ яких провокується додаванням мітогенів, або використовують культури клітин, що інтенсивно діляться в нормі (фібробласти шкіри, клітини кісткового мозку). Вивчення каріотипу людини проводять на культурі клітин. Хромосоми вивчають під час мітотичного поділу, коли вони максимально спіралізовані. Поділ клітин стимулюють фітогеммаглютиніном. Збагачення популяції клітинної культури проводиться зупинкою ділення клітин на стадії метафази мітозу додаванням колхіцину - алкалоїда, що блокує утворення мікротрубочок і «розтягування» хромосом до полюсів клітини і перешкоджає тим самим завершенню мітозу. Отримані клітини на стадії метафази фіксуються, забарвлюються і фотографуються під мікроскопом. З набору фотографій, формують систематизований каріотип - нумерований набір пар гомологічних хромосом (аутосом), зображення хромосом, при цьому, орієнтуються вертикально короткими плечима вгору, їх нумерація проводиться в порядку зменшення розмірів, пара статевих хромосом виділяється окремо і розміщується в кінці набору.

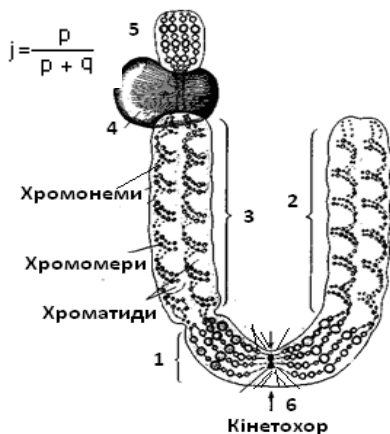
Історично, перші недеталізовані каріотипи, що дозволяли проводити класифікацію за морфологією хромосом, обробляли фарбою за методом Романовського - Гімзи, однак подальша деталізація структури хромосом у каріотипах стала можливою з появою методик диференціального забарвлення хромосом. Обробка колхіцином (або колхамідом) зупиняє процес мітозу на стадії метафази, оскільки руйнуються ахроматинові нитки апарату поділу (веретена поділу) і хромосоми залишаються максимально спіралізованими у центрі клітин. Застосування гіпертонічного розчину викликає набрякання та руйнування клітин і хромосоми залишаються вільними та відокремленими одна від одної (метафазна пластинка), що дає можливість підрахувати хромосоми та провести аналіз та ідентифікацію хромосом. (див. рис. Метафазна пластинка).

Місце знаходження центромери визначає форму хромосом:

а) метацентричні хромосоми — центромера знаходиться посередині хромосоми і ділить її на два рівних плеча;

б) субметацентричні хромосоми — центромера ділить хромосому на плечі різної довжини;

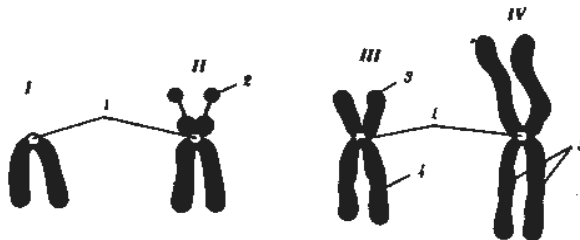
в) акроцентричні хромосоми мають центромеру, яка розташована дуже близько до одного з кінців хромосоми.



Для вивчення та ідентифікації хромосом застосовують морфометричний аналіз: вимірюють довжину хромосом (в мкм) та визначають центромерний індекс.

Центромерний індекс — це співвідношення довжини короткого плеча хромосоми p , до довжини всієї хромосоми $p+q$, де q — довжина довгого плеча хромосоми

Каріотип більшості організмів характеризується диплоїдною кількістю



хромосом ($2n$). Хромосоми однієї пари мають однакову форму, розміри і їх називають гомологічними (за винятком статевих гетерохромосом X та Y, які гомологічні, але морфологічно відрізняються). Деякі хромосоми мають вторинну перетяжку. Вона знаходиться ближче до кінця хромосоми і відділяє маленьку ділянку, яку називають супутником. Вторинні перетяжки зазвичай бувають у акроцентричних хромосомах. Плечі хромосом закінчуються теломерами. Теломерні кінці хромосом не дають хромосомам злипатися одна з одною.

У 1960 році в Денвері була розроблена перша міжнародна класифікація хромосом людини. В основу її було покладено морфометричні особливості метафазних хромосом: розміри та розташування центромери (Патау, 1960 р.).

За формою та розмірами метафазні хромосоми поділяються на 7 груп, які позначаються латинськими літерами: A, B, C, D, E, F, G, окремо виділяють статеві хромосоми. Кожна пара хромосом має свій номер від 1 до 23.

Метафазні хромосоми мають первинну перетяжку — центромеру, яка поділяє хромосому на 2 плеча: коротке - p та довге - q .

БУДОВА І ТИПИ ХРОМОСОМ:

а) — зовнішній вигляд: 1 — центромера; 2 — коротке плече; 3 — довге плече; 4 — вторинна перетяжка; 5 — супутник; 6 — нитка веретена (кінетохорні мікротрубочки);

б) — внутрішня структура тієї ж хромосоми: 1 — центромера; 2 — хромонеми;

в) — типи хромосом: I — телоцентрична; II — акроцентрична; III — субметацентрична; IV — метацентрична.

Характеристика хромосом

Група	Номер	Розмір (мкм)	Центромерний індекс, %	Характеристика
A	1,2,3	11,0; 10,8; 8,3	Хр. 1: 48-49 Хр. 2: 38-40 Хр. 3: 45-46	Великі хромосоми. Хр.1 має "вторинну перетяжку". Хр.2 найбільша субметацентрична. Хр.3 майже на 20% коротша за Хр.1.
B	4-5	7,7	Хр. 4,5: 24-30	Великі субметацентричні хромосоми.
C	6,7,8,9,10 11, 12	7,2; 6,8; 5,7; 5,8; 5,8-5,8; 5,8	Хр.6-12: 27-35	Середнього розміру субметацентричні. Хр.9 часто має вторинну перетяжку в плечі q. X-хромосома нагадує самі довгі з групи C з високим центромерним індексом.
D	13-15	4,2	Хр.13-15: 15	Акроцентричні, мають супутник.
E	16,17, 18	3,6; 3,5; 3,2	Хр. 16: 40 Хр. 17: 31 Хр. 18: 26	Короткі метацентричні та субметацентричні хромосоми.
F	19-20	2,9	Хр.19,20: 36-46	Дуже відрізняються при диференціальному забарвленні.
G	21,22	2,8; 2,3	Хр.21,22: 13-33	Маленькі акроцентричні хромосоми. У-хромосома більша, ніж хромосоми групи G. Супутники відсутні. При забарвленні акрихіном флуоресцює дистальна ділянка довгого плеча.

Каріотип. Аутосоми і гетеросоми.

Кожен біологічний вид має сталий диплоїдний набір хромосом в соматичних клітинах (2n):

людина – 46, аскарида – 2, кролик – 44, шимпанзе – 48. Серед хромосом виділяють аутосоми і гетеросоми.

Аутосоми – це хромосоми однакові у чоловічому і жіночому організмі, тут знаходяться гени, які визначають різні ознаки організму, окрім статі. Гетеросоми (гоносоми) – це статеві хромосоми, за якими відрізняються чоловічий і жіночий організми, вони визначають стать організму. У статевих клітинах міститься гаплоїдний або одинарний набір хромосом, його позначають (n). При заплідненні відновлюється диплоїдний набір хромосом. Кожна хромосома має гомологічну.

Гомологічні пари представлені однією материнською хромосомою, а другою – батьківською.

Подальше інтенсивне вивчення хромосом людини в лабораторіях різних країн супроводжувалося створенням цитологами систем класифікації і номенклатури хромосом. Постала необхідність уніфікації номенклатури хромосом людини. Робота по створенню спільної системи позначення хромосом людини була проведена в 1960 році спеціальною комісією, зібраною в американському місті Денвер. Було створено "Стандартну систему номенклатури мітотичних хромосом людини".

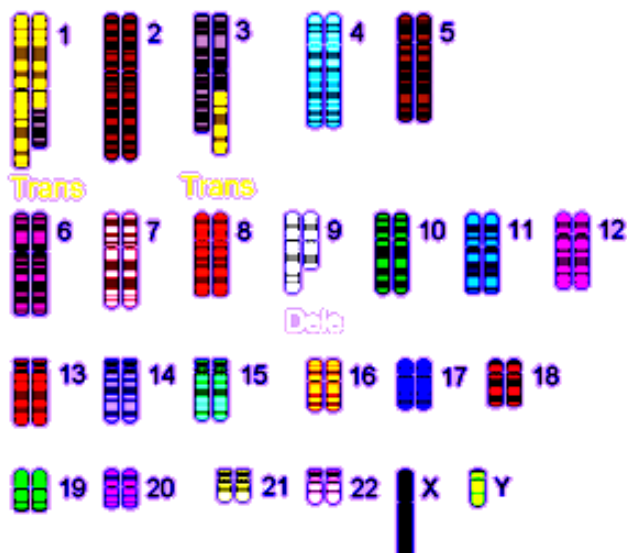


Метафазна пластинка.

Хромосомний аналіз. Денверська система класифікації хромосом.

Підготовлені препарати фіксують, забарвлюють і вивчають. Для зручності вивчення та аналізу каріотипу складають ідіограми (С. Навашин). Ідіограма — це представлення каріотипу у вигляді схеми, складеної на основі вимірювання хромосом декількох клітин.

Кожна група хромосом позначається літерою латинського алфавіту (А, В, С, Д, Е, F, G). Кожна пара хромосом має свій порядковий номер. Не нумеруються лише статеві хромосоми. Вони позначаються X- і Y- хромосоми. У групах хромосоми об'єднані за формою і розмірами. Плечі хромосом позначають p і q (p — коротке плече, q — довге).



Ідіограма каріотипу. Диференційне забарвлення.

Рис. Диференційне забарвлення хромосом.

Багато вчених відмічали у хромосомах, які забарвлювали за звичайною методикою, деяку неоднорідність густоти забарвлення.

Касперсон та співробітники (1968р.) встановили, що після обробки хромосом акрихін-іпритом флуоресценція не рівномірна, а розташовується сегментами. Такий же

сегментований малюнок можна одержати за допомогою барвника Гімзи. На парижській конференції з стандартизації і номенклатури хромосом людини в 1971 р. результати співставили і прийняли наступні позначення для забарвлення сегментів:

а) Q – сегменти (quinacrine, акрихін) — ділянки хромосом, які забарвлюються акрихін-іпритом.

б) G – сегменти (Giemsa, Гімза) — сегменти, які забарвлюються Гімза-барвником при певних додаткових прийомах обробки хромосом. Q і G – сегменти ідентичні. Q – метод дозволяє виявити в інтерфазному ядрі Y-хромосому за яскравою флуоресценцією.

в) R – сегменти (reverse, зворотні) забарвлюються після теплової обробки. Розміщуються між Q (або G) сегментами.

г) C – сегменти (constitutive heterochromatin, конституційний гетерохроматин) знаходиться у навколоцентромерних ділянках обох плечей хромосом.

Диференційне забарвлення пов'язане з хімічними особливостями хромосом (нуклеотидами ДНК і білками).

Акрихін-іприт зв'язується з ділянками багатими А=Т парами, R – сегменти відповідають ділянкам багатим Г=Ц парами.

Диференційне забарвлення дозволяє встановити гомологічні пари хромосом та виявити хромосомні аберації.

Для більш детального аналізу хромосомного набору використовують диференційне забарвлення хромосом. При звичайних методах забарвлення важко розрізнити одну хромосому від іншої в середині групи. Диференційне забарвлення дозволяє чітко підбирати гомологічні пари. Кожна пара хромосом має свою поперечну посмугованість, свій порядок розміщення і своє число поперечних смуг. Такий аналіз у поєднанні з генетичними спостереженнями дозволив почати складання хромосомних карт людини, тобто знаходити місця розташування генів на певних ділянках хромосом.

Тести першого рівня складності

(одна правильна відповідь)

- Кількість глибок X-хроматину вказує на:
 - Загальну кількість хромосом
 - Кількість статевих хромосом
 - Кількість аутосом
 - Кількість X-статевих хромосом
 - Кількість Y-статевих хромосом
- Які клітинні структури є носіями спадкової інформації:
 - Хромосоми
 - Рибосоми
 - Мембрани
 - Лізосоми
 - Мітохондрії
- Статевий X-хроматин – це:
 - Хроматин статевої клітини
 - Спіралізована неактивна X-хромосома
 - Хроматин соматичної клітини
 - Деспіралізована активна X-хромосома
 - Аутосома
- Центральним апаратом клітини, з яким пов'язані збереження і передавання спадкової інформації, обмін речовин, рухливість і розмноження, є:
 - Цитоплазма
 - Ендоплазматична сітка
 - Хромосоми
 - Ядро
 - Мембрана
- З якою метою для каріотипування використовують певні барвники?
 - Для гальмування мітозу.
 - Для ідентифікації гомологічних хромосом
 - Для стимулювання мітозу
 - Для фіксації хромосом
 - Для руйнування клітинної оболонки
- В яких клітинах спостерігається хроматин "барабанні палички"?
 - В еритроцитах
 - У фібробластах
 - У клітинах букального епітелію
 - У тромбоцитах
 - У лейкоцитах
- У 1971 році у Парижі відбулася конференція стандартизації і номенклатури хромосом людини. За якими принципами класифікують хромосоми?
 - В основі класифікації форма та розміри хромосом.
 - В основі класифікації кількість хромосом.
 - В основі класифікації забарвлення хромосом
 - В основі класифікації положення теломер.
 - В основі класифікації наявність у хромосом супутників.
- Якої з перелічених хромосом немає в каріотипі у людини:
 - Телоцентричної.
 - Метацентричної.
 - Субметацентричної.
 - Супутникової.
 - Акроцентричної
- До якого правила хромосом належить наявність у каріотипі людини гомологічних хромосом:
 - Правило індивідуальності хромосом.
 - Правило неперервності хромосом.
 - Правило сталості хромосом.
 - Правило парності хромосом.
 - Правило специфічності хромосом
- Скільки гетерохромосом в каріотипі жінки?
 - 2.
 - 1.
 - 23.
 - 44.
 - 46.
- Скільки гетерохромосом в каріотипі чоловіка?
 - 1.
 - 23.
 - 44.
 - 46.
 - 2.
- Як називається диплоїдний набір хромосом певного виду?
 - Геном.
 - Спадковість.
 - Каріотип.
 - Генофонд.
 - Гетерохромосоми.
- У радіологічній лабораторії вивчали дію електромагнітного опромінення на епітеліальні клітини кишковика та нирок. У якому із станів клітини будуть найбільш чутливі до пошкоджуючого фактору:
 - Мітоз
 - Фагоцитоз
 - Екскреція

- D. Піноцитоз
E. Ендоцитоз
14. Провели вивчення каріотипу людини на стадії метафази. Яка речовина призведе до руйнування веретена поділу:
A. Колхіцин
B. Йод
C. Метанол
D. KCl
E. Етанол
15. Провели каріотипування клітин здорової людини. У каріотипі знайдена дрібна непарна акроцентрична хромосома. Що це за хромосома?
A. Хромосома групи В
B. X-хромосома
C. Хромосома групи А
D. Y-хромосома
E. Хромосома групи С
16. Аналізується ідіограма каріотипу чоловічого організму. Скільки пар гомологічних хромосом буде виявлено у диплоїдному наборі нормальної соматичної клітини:
A. 22 пари
B. 23 пари
C. 24 пари
D. 46 пар
E. 44 пари
17. У медико-генетичній консультації дівчинці, якій 14 років, був поставлений діагноз: синдром Шерешевського-Тернера - при каріотипуванні з'ясували, що відсутня одна статева хромосома. Який каріотип у дитини:
A. 47 XX
B. 46, XX
C. 45, XO
D. 46, XY
E. 47, трисомія 13 пари
18. За аналізом ідіограми каріотипу жінки встановлено, що у X-хромосомі центромера розташована майже посередині. Така хромосома має назву:
A. Телоцентрична
B. Субметацентрична
C. Метацентрична
D. Акроцентрична
E. Супутникова.
19. З якої групи виділяють чоловічу статеву хромосому в каріотипі людини:
A. 3 групи А
B. 3 групи С
C. 3 групи D
D. 3 групи F
E. 3 групи G
20. Наявність в каріотипі людини 46 хромосом встановили:
A. Барр
B. Навашин
C. Левицький
D. Патау
E. Тіо і Леван.
21. З якої групи виділяють статеву X-хромосому в каріотипі людини:
A. 3 групи С
B. 3 групи А
C. 3 групи D
D. 3 групи G
E. 3 групи F
22. На протязі життєвого циклу в клітинах, які активно синтезують білки, стають помітними певні ділянки хромосом - ядерця. Паралельно збільшується кількість рибосом в гранулярній ЕПС. Це пов'язано з тим, що, в ядерцях утворюються нові:
A. Лізосоми
B. Хромосоми
C. Мітохондрії
D. Субодиноці рибосом
E. Субодиноці клітинного центру
23. На електронній мікрофотографії науковець виявив структуру, утворену вісьмома молекулами білків-гістонів і ділянкою молекули ДНК, що робить близько 1,75 обертів навколо них. Яку структуру виявив дослідник?
A. Напівхроматиду
B. Нуклеосому
C. Хроматиду
D. Елементарну фібрилу
E. Хромосому
24. Ділянки хромосом, що утворюють всередині клітини ядерце та містять кілька тандемних повторів генів рРНК мають назву:
A. Лізома
B. Ядро
C. Ядерцеві організатори
D. Центросома
E. Комплекс Гольджі
25. Як називаються кінцеві ділянки хромосом, що характеризуються відсутністю здатності до з'єднання з іншими хромосомами чи їх фрагментами та виконують захисну функцію?
A. Центромера
B. Кінетохор
C. Коротке плече
D. Теломера
E. Довге плече
26. Як називається конденсований (компактизований) стан хроматину, що утворює хромоцентри в ядрі на стадії інтерфази, а також ділянки інтенсивного забарвлення на метафазних хромосомах.
A. Еухроматин
B. X-хроматин
C. Y-хроматин
D. Гетерохроматин
E. Хромосомний
27. При вивченні клітин крові у жінок встановлено, в деяких поліморфноядерних лейкоцитах міститься особливий додаток, який прикріплений до ядра. Яку назву отримала ця структура?
A. Глибка статевого хроматину
B. Еухроматин
C. X-хроматин
D. Y-хроматин
E. Барабанна паличка
28. В ядрі клітини міститься хроматин (ДНК в ядрі) який характеризується "відкритістю" та транскрипційною активністю (зчитується інформація). Як називається такий вид хроматину?
A. Гетерохроматин
B. X-хроматин
C. Y-хроматин
D. Хромосомний
E. Еухроматин
29. Назвіть білкову структуру на хромосомі, яка формується на центромерах хромосом у еукаріотів, до якої кріпляться нитки веретена поділу під час поділу клітини?
A. Коротке плече
B. Центромера

- С. Теломера
D. Кінетохор
Е. Довге плече
30. Як називається дослідження й аналіз морфології, кількості і структури хромосом?
A. Каріотипування
B. Диференційне забарвлення
C. Хромосомний аналіз
D. Ідіограма
Е. Консервування генетичного матеріалу
31. Які механізми забезпечують збереження постійного каріотипу в ряді поколінь соматичних клітин:
A. Ендомітоз
B. Мейоз
C. Мітоз
D. Запліднення
Е. Мейоз + запліднення
32. Назвіть кількість хромосом у соматичних клітинах людини:
A. 48
B. 46
C. 24
D. 36
Е. 44
33. До якого типу хромосом належить Y-хромосома:
A. Метацентрична
B. Субметацентрична
C. Акроцентрична
D. Телоцентрична
Е. Супутникова
34. Скільки груп хромосом виділяють в каріотипі людини?
A. 4
B. 6
C. 7
D. 5
Е. 10
35. У яких випадках використовують каріотипування в практичній медицині:
A. Визначення статі особини
B. Діагностика хромосомних захворювань
C. Визначення груп крові
D. Діагностика молекулярних хвороб
Е. Визначення типу успадкування хвороби
36. Який набір статевих хромосом у жінки, якщо в ядрах епітелію слизової оболонки порожнини рота виявлено дві глибокі статевого хроматину:
A. Дві
B. Три
C. Одна
D. Чотири
Е. П'ять
37. У цитогенетичній лабораторії досліджували каріотип здорового чоловіка. Було встановлено, що його соматичні клітини містять 46 хромосом. Яка кількість аутосом міститься в його соматичних клітинах:
A. 23
B. 22
C. 44
D. 46
Е. 92
38. В 1960 році у Денвері відбулась конференція на якій розглядалися питання класифікації хромосом людини. Які основні принципи класифікації хромосом за Денверською системою?
A. В основі класифікації наявність у хромосомах супутників
B. В основі класифікації форма та розміри хромосом
C. В основі класифікації забарвлення хромосом
D. В основі класифікації положення теломер
Е. В основі класифікації кількість хромосом
39. На метафазній пластинці виявлена хромосома з центромерним індексом 0,21-0,23 (21-23%). До якої групи слід віднести таку хромосому, яка форма хромосоми?
A. До групи A, субметацентрична
B. До групи G, акроцентрична
C. До групи B, акроцентрична
D. До групи C, метацентрична
Е. До групи G, телоцентрична
40. При забарвленні ядер клітин амніотичної рідини плоду флуорисцентними барвниками виявлена часточка, що інтенсивно світиться і нагадує двокрапку. Який більш імовірний каріотип плоду?
A. 46. XY
B. 47. XXX
C. 46. YY
D. 47. XXX.
Е. 46. XX
41. У культуру клітин ввели мічений тимідин, а потім дослідили клітини за допомогою ауторадіографії. У якій органелі клітини було виявлено мітку?
A. Лізоосома
B. Ядро
C. Мікротільце
D. Центросома
Е. Комплекс Гольджі
42. Які механізми забезпечують збереження постійного каріотипу в ряді поколінь при статевому розмноженні організмів:
A. Ендомітоз
B. Мейоз
C. Мітоз
D. Запліднення
Е. Мейоз + запліднення

Тести другого рівня складності (кілька правильних відповідей)

1. Интерфазне ядро має:
A. Двомембранну оболонку
B. Хромосоми
C. Каріоплазму
D. Ядерця
Е. Гетеро- і еухроматин
2. На клітину подіяли препаратами, які викликали руйнування білків тубулінів. Які структури і процеси порушуються.
A. Структура та рух цитоплазми
B. Комплекс Гольджі та ЕПС
C. Клітинний центр та утворення веретена поділу
D. Хромосоми та процеси поділу
Е. Рибосоми та синтез білка.
3. На клітину подіяли речовинами, які викликали руйнування клітинного центру. Які органели цитоплазми не будуть утворюватися, які процеси порушаться:

- A. Центріолі
B. Синтез білка
C. Мітоз та утворення веретена поділу
4. Назвіть властивості, які характеризують гомологічні хромосоми:
A. Мають однакову форму та розмір
B. Під час мейозу прямують до одного з полюсів
5. Як організована бактеріальна хромосома:
A. Нуклеосомна нитка
B. Подвійна спіраль ДНК
C. Подвійна спіраль ДНК+РНК
6. На якій стадії клітинного циклу вивчають хромосоми та каріотип людини:
A. Профаза
B. Анафаза
C. Метафаза
D. Телофаза
E. Прометафаза.
7. Назвіть рівні організації хромосом еукаріотичної клітини, які не характерні для прокаріотичної хромосоми:
A. Полінуклеотидний ланцюг ДНК
B. Подвійна спіраль ДНК
C. Нуклеосомна нитка
D. Елементарна хроматинова фібрила
E. Профазна хроматида
8. Виділіть речовини та структури, які входять до складу інтерфазної хромосоми.
A. Пентоза, залишок фосфорної кислоти, азотиста основа
B. Білки гістони
C. Кислі білки
D. ДНК
E. Нуклеосомна нитка.
9. З яких груп виділяють статеві хромосоми (гоносоми) в каріотипі людини:
A. 3 групи А
B. 3 групи С
C. 3 групи D
D. 3 групи G
E. 3 групи F
10. Хромосома еукаріотичної клітини має такі рівні організації (рівні упаковки ДНК):
A. Полінуклеотидний ланцюг ДНК
B. Подвійна спіраль ДНК
C. Нуклеосомна нитка
D. Елементарна хроматинова фібрила
E. Подвійна спіраль ДНК замкнута в кільце
11. В каріотипі людини можуть бути хромосоми такої форми:
A. Телоцентричні
B. Акроцентричні
C. Метацентричні
D. Субметацентричні
E. Голоцентричні.
12. Каріотип людини в нормі характеризується:
A. Диплоїдним набором хромосом
B. 44 А + 2 Г
C. 46 хромосом + 2 статеві хромосоми
D. За формою хромосоми 2-х видів: мета-, субметацентричні.
E. Специфічним за кількістю та формою хромосом.
13. В яких групах каріотипу людини є метацентричні хромосоми:
A. 3 групи А
B. 3 групи С
C. 3 групи D
D. 3 групи G
E. 3 групи F
14. Складання ідіограми каріотипу (каріограми) було запропоновано і вдосконалено:
A. Денвером
B. Навашиним
C. Левицьким
D. Патау
E. Тіо і Леван.
15. Каріотип людини в нормі характеризується:
A. Диплоїдним набором хромосом
B. Індивідуальними за розмірами та формою хромосомами
C. Видовою характеристикою хромосом за формою і розмірами
D. Сталою кількістю хромосом
E. Гаплоїдним набором аутосом
16. На якій стадії клітинного циклу можна вивчати під світловим мікроскопом хромосоми:
A. Профаза
B. Анафаза
C. Метафаза
D. Телофаза
E. Интерфаза.
17. У каріотипі людини в нормі статеві хромосоми такої форми:
A. Телоцентрична
B. Акроцентрична
C. Метацентрична
D. Супутнича
E. Субметацентрична
18. Еухроматинові ділянки ДНК мають складну організацію. Які рівні упаковки типові для спадкового матеріалу еухроматину:
A. Полінуклеотидний ланцюг ДНК
B. Подвійна спіраль ДНК
C. Нуклеосомна нитка
D. Елементарна хроматинова фібрила
E. Профазна хроматида
19. Вторинну і третинну структури хромосом у еукаріот визначають:
A. Полінуклеотидний ланцюг ДНК
B. Подвійна спіраль ДНК
C. Нуклеосомна нитка
D. Елементарна хроматинова фібрила
E. Профазна хроматида

ТЕМА: Молекулярні основи спадковості.

Характеристика нуклеїнових кислот.

Молекулярні основи спадковості. Характеристика нуклеїнових кислот: ДНК і РНК, просторова організація, видова специфічність, роль у зберіганні та перенесенні спадкової інформації. Реплікація ДНК. Підтримування генетичної стабільності клітин: самокорекція і репарація ДНК.

Трансформація і трансдукція.

Матеріальною основою спадковості і мінливості є нуклеїнові кислоти, які були виявлені Ф. Мішером в ядрах загиблих лейкоцитів (1869). Термін НК був впроваджений біохіміком Р. Альтманом у 1889 р. У 1891 р. біохімік А. Коссель провів гідроліз НК та встановив, що вони складаються з цукру, фосфорної кислоти та чотирьох основ, які належать до пуринів та піримідинів. Він також довів, що існує два типи нуклеїнових кислот.

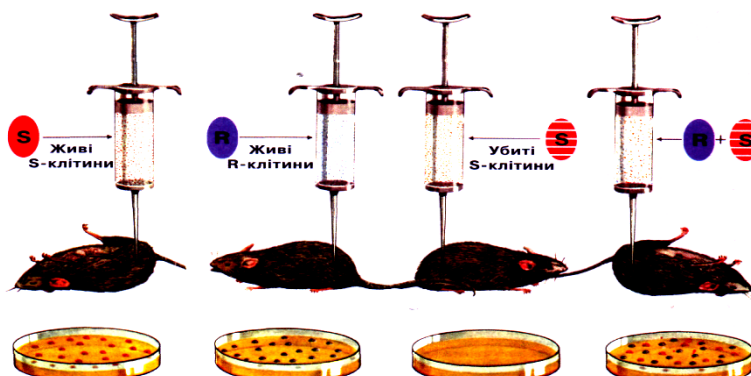
На початку 20-го сторіччя почалося інтенсивне вивчення продуктів розщеплення НК (А. Коссель, П. Левін, Дж. Гулланд та ін.), що дозволило встановити будову вуглеводних компонентів та природу нуклеотидів. Було доведено, що до складу одних НК (ДНК) входить цукор дезоксирибоза та чотири азотистих основи: пурини — аденін і гуанін; піримідини — цитозин і тимін. Інші НК (РНК) містили цукор — рибозу та замість піримідину тимін — урацил.

Тільки у 30-х роках було доведено, що про- та еукаріотичні ДНК та РНК містяться в кожній клітині (А.М. Білозерський), а пізніше — у 40-х роках — що ДНК переважно міститься у ядрі еукаріотичної клітини, а РНК — у цитоплазмі. На початку 50-х років були завершені роботи з вивчення будови нуклеотидів (А. Тодд., В. Кон та ін.) і доведено, що нуклеотиди з'єднані між собою 3'-5' — фосфородієфірними зв'язками. Основні закономірності нуклеотидної будови ДНК і РНК були встановлені Е. Чаргафтом (зокрема, ним було доведено, що в ДНК кількість аденіну відповідає кількості тиміну, а цитозину — гуаніну).

Велике значення набули роботи О. Евері та співробітників, які довели (1944), що ДНК визначає спадкові ознаки. Досліди з бактеріями привели до цілої низки відкриттів джерел спадкової мінливості та механізмів передачі спадкової інформації. Один з таких успіхів — відкриття трансформації у бактерій (Ф. Гріффітс, 1928 р.).

У пневмококів *Diplococcus pneumoniae* було відомо декілька штамів: штам S- з полісахаридною капсулою та гладенькими колоніями та штам R- без капсули та шорсткими колоніями. Штам S був вірулентним — викликав захворювання на пневмонію у мишей, а штам R-авірулентний. Ф. Гріффітс ін'єкціював мишам суміш вбитих нагріванням S-пневмококів разом з живими R-пневмококами.

В деяких випадках (з певною частотою) відбулося зараження та у піддослідних хворих тварин виділили живих пневмококів з полісахаридною капсулою. Оскільки наявність капсули спадкова ознака, то зробили висновок, що якимось чином бактерії авірулентного штаму R перетворилися (трансформувалися) у вірулентний штам S.



Досліди Гріффітса

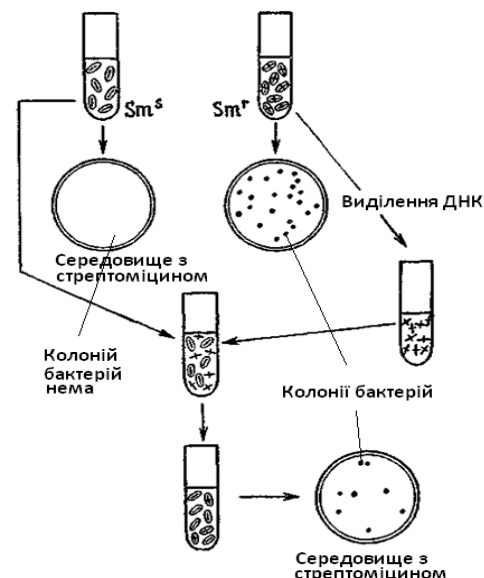
У 1944 р. О. Евері та співробітники встановили природу цього процесу. По-перше, вони дослідили здатність обох штамів до мутування. Було встановлено, що S-форма іноді спонтанно мутує в R- форму, а R- форма практично не мутує, тобто спонтанні мутації йдуть в одному напрямку: S → R. Але при додаванні у R- форму екстракту S-штаму частота мутування R → S збільшувалася у 10000 разів. Стало зрозумілим, що якась речовина екстракту штаму S передавалась іншому штаму (R), тобто виникли направлені спадкові зміни. Речовина

була названа трансформуючий фактор (ТФ), а сам процес — трансформацією.

Трансформуючий фактор являє собою ДНК. На малюнку приведена схема дослідів, який доводив наявність трансформації.

Один з штамів пневмококів чутливий до стрептоміцину (реципієнт). Другий штам — (донор), стійкий до стрептоміцину.

Трансформація у бактерій.



Sm^S — штам чутливий до стрептоміцину,
Sm^r — штам стійкий до стрептоміцину

З культури донора виділяють ДНК, очищують її від білка і вводять в культуру реципієнта. Через деякий час їх висівають на агарове середовище із стрептоміцином. При цьому клітини реципієнта утворюють колонії. Клітини цих колоній надалі довго зберігають стійкість до стрептоміцину. Ця стійкість була передана з частиною молекули ДНК, де “записана” спадкова інформація про стійкість до стрептоміцину. Ці досліді були підтверджені у відношенні до багатьох спадкових ознак бактерій. В той же час під дією фермента дезоксирибонуклеази (ДНК-ази), яка руйнує ДНК, активність трансформації падає до нуля.

Досліди з бактеріальної трансформації і розшифрування природи трансформуючого фактора мали велике значення для розвитку

молекулярної генетики, оскільки був зроблений висновок, що у передачі спадковості провідна роль належить ДНК. Вивчення трансформації у бактерій призвело до відкриття трансдукції — перенесення і рекомбінації генетичного матеріалу за допомогою вірусів (бактеріофагів, Н. Циндер, Дис. Ледерберг, 1952 р.).

У досліджах (див. рис. “Трансдукція”) використовували штами бактерій *Salmonella typhimurium* які могли синтезувати триптофан — 2А та штам 22А — не здатний до синтезу триптофана. V-подібну трубку, розділену бактеріальним фільтром, заповнювали поживним середовищем без триптофану. Зрозуміло, що штам 2А здатний до синтезу триптофана давав колонії, а штам 22А — не повинен був утворювати колоній. Але після сумісного утримання штам 22А набував здатність до синтезу триптофану. В середовищі не знайшли трансформуючого агента (фрагментів ДНК), а знайшли бактеріофаги.

Трансдукція у бактерій.

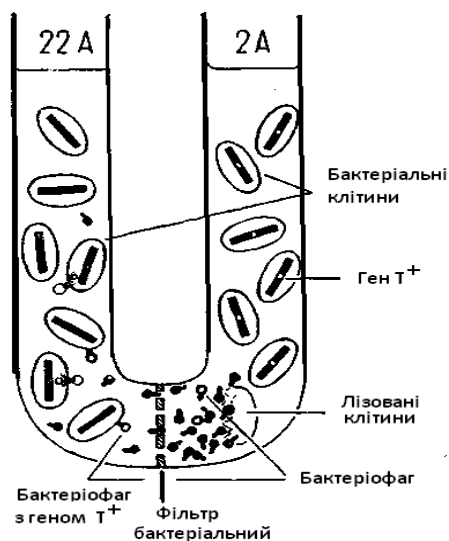


Схема переносу генетичної інформації в даному випадку така:

- бактеріофаги інфікують бактеріальні клітини штам 2А, здатного до синтезу триптофана;
- геном фагів включається в бактеріальний геном, що призводить до синтезу НК, білків, типових для бактеріофагів;
- при утворенні штамів бактеріофагів частина генів бактерій штам 2А може бути “захоплена” разом з геном синтезу триптофана;
- бактеріофаги з геном синтезу триптофана внаслідок дифузії інфікують бактеріальні клітини штам 22А;
- геном бактеріофагів включається у геном бактерій штам 22А, який набуває здатність синтезувати триптофан, розмножуватися та утворювати колонії.

Таким чином перенос генетичної інформації за допомогою вірусів назвали трансдукцією.

Трансдукція широко використовується в генетичній інженерії. Одними з перших це використали К. Струл і Дис. Камерон, які перенесли генетичний матеріал з клітин дріжджів (еукаріотична клітина) в бактеріальну клітину (прокаріотична клітина).

Нуклеїнові кислоти. ДНК і РНК.

Нуклеїнові кислоти — полімери, мономерами яких є нуклеотиди. Нуклеотиди побудовані з трьох хімічних компонентів: азотистої основи, цукру пентози і залишку фосфорної кислоти. До складу нуклеотидів ДНК входять чотири азотисті основи: аденін, гуанін (пуринові основи), тимін та цитозин (піримідинові основи); до складу РНК також входить чотири азотисті основи, але замість тиміну — урацил.

Нуклеотиди ДНК містять пентозу — дезоксирибозу, нуклеотиди РНК — рибозу.

Азотисті основи та нуклеотиди, які вони утворюють.

Назва азотистої основи	Позначення		Назва нуклеотиду	
Аденін	A	dAp	Дезоксиаденозин-5'-фосфат*	Аденозин-3'-фосфат
Тимін	T	dTp	Дезокситимідин-5'-фосфат	Тимідин-3'-фосфат
Урацил	У	Up	Уридин-3'-фосфат	Уридин-3'-фосфат
Гуанін	G	dGp	Дезоксигуанозин-3'-фосфат	Гуанодин-3'-фосфат
Цитозин	C	dCp	Дезоксцитидин-3'-фосфат	Цитидин-3'-фосфат

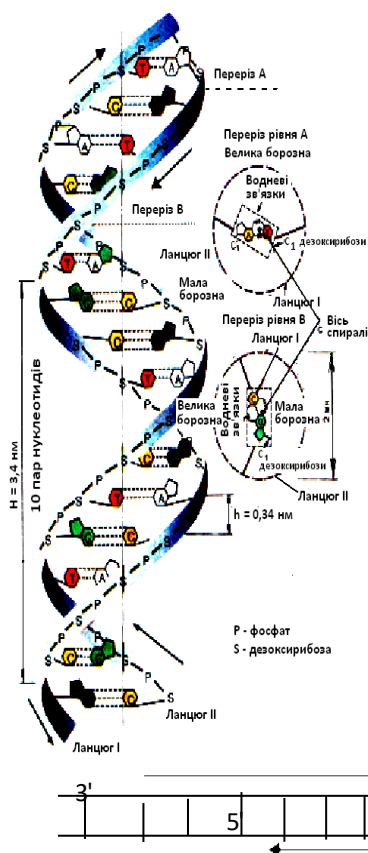
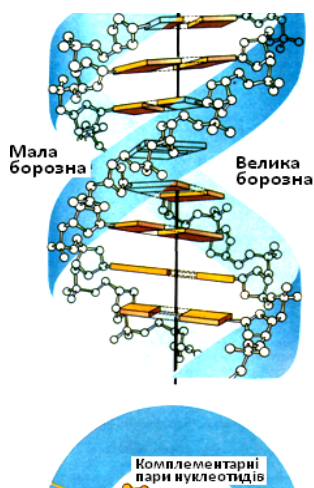
*Можливе застосування дезоксиаденозин-монофосфат, тимідин-монофосфат і т.д.

В НК мономери (нуклеотиди) зв'язані між собою фосфорнодіефірними зв'язками. Зв'язок утворюється за рахунок 3'-ОН групи одного нуклеотидного залишку і 5'-ОН — іншого.

В клітинах міжнуклеотидні зв'язки в ДНК і РНК розщеплюються ферментами нуклеазами.

ДНК знаходиться в хромосомах ядра, в мітохондріях і пластидах; РНК — в ядрі, (РНК попередники або ядерні РНК), в цитоплазмі, мітохондріях і пластидах еукаріотичних клітин.

В форма ДНК



Властивості ДНК:

1. В ДНК задована генетична інформація про структуру білків (генетичний код).
2. ДНК здатна до подвоєння (реплікації), що забезпечує передачу спадкової інформації новим клітинним поколінням.
3. Молекула ДНК при пошкодженні структури здатна до самокорекції та репарації.
4. ДНК може змінюватися, мутувати.
5. ДНК забезпечує процес реалізації генетичної інформації, визначає транскрипцію та трансляцію (забезпечує синтез РНК та поліпептидів).

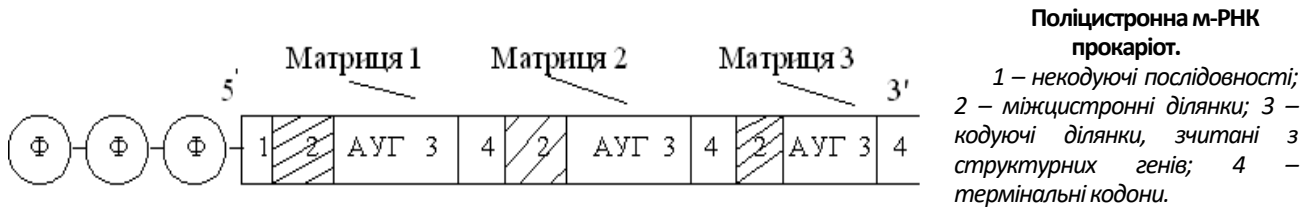
Рибонуклеїнові кислоти (РНК)

Рибонуклеїнові кислоти представлені одним полінуклеотидним ланцюгом, який складається з 4 видів нуклеотидів. Кожен нуклеотид містить цукор рибозу, фосфат і одну з 4 азотистих основ – аденін, гуанін, цитозин і урацил. Одноланцюгова РНК інколи може утворювати подвійну структуру, якщо різні частини ланцюга мають антипаралельні комплементарні фрагменти, які зв'язуються водневими зв'язками. У деяких вірусів РНК виступає носієм спадкової інформації замість ДНК. В клітинах зустрічаються три основних види РНК, які виконують різноманітні функції: інформаційні РНК (і-РНК), які також називаються матричними РНК (м-РНК), транспортні РНК (т-РНК), рибосомальні РНК (р-РНК). Всі три види РНК синтезуються на матрицях-молекулах ДНК за допомогою ферментів РНК-полімераз за принципом комплементарності. (див. «Транскрипція»).

Інформаційні (матричні) і-РНК (м-РНК). Молекули і-РНК складаються з 300-3000 нуклеотидів. Ці одноланцюгові лінійні молекули і-РНК утворюються під час транскрипції і є комплементарними копіями генів ДНК, вони мають кодуючі ділянки, які представлені наборами кодонів (триплетів), що визначають послідовність амінокислот поліпептида.

Кодуючі ділянки починаються стартовим кодоном АУГ (у бактерій іноді ГУГ). На кінці кодуючої послідовності знаходиться термінальний кодон, також на обох кінцях і-РНК можуть знаходитись однакові послідовності. На 5' кінці – лідер, розміщений перед стартовим кодоном, а на 3' кінці – трейлер, який знаходиться за кодоном-термінатором.

Бактеріальні матричні РНК внаслідок особливості зчитування можуть бути поліцистронними, включати інформацію з кількох структурних генів (див. рис.).



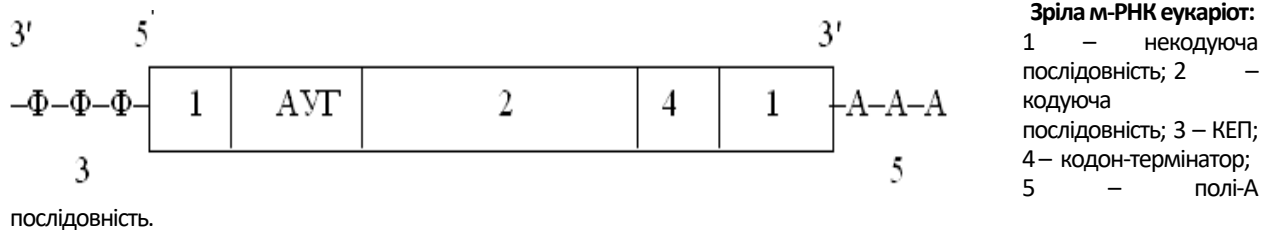
Еукаріотичні м-РНК на відміну від прокаріотичних потребують дозрівання, так як гени еукаріот мають переривчасту будову (складаються з екзонів та інтронів; див. «Транскрипція»).

Дозрівання або процесінг м-РНК еукаріот включає модифікацію первинного транскрипту та вирізання некодуючих інтронних ділянок та зшивання (сплайсінг) кодуючих послідовностей – екзонів.

Модифікація починається з утворення на 5' кінці первинного транскрипта ковпачка – КЕП, шляхом приєднання до першого нуклеотида трифосфонуклеозида, що містить гуанін, та метилування гуаніну та перших 2-3-х основ. Утворені на 5' кінці м-РНК КЕПи забезпечують впізнання м-РНК малими субодинацями рибосом.

На 3' кінці відбувається відщеплення деяких нуклеотидів та приєднання поліаденоїлової послідовності з 100-200 нуклеотидів (полі А).

Таким чином, зріла м-РНК еукаріот включає: КЕП, некодуючі послідовності на обох кінцях, кодуючу послідовність утворену з екзонів, кодон-термінатор та послідовність полі-А (див. рис.)



Транспортні РНК (т-РНК).

Важлива роль в процесі реалізації спадкової інформації належить т-РНК, які транспортують амінокислоти до рибосом.

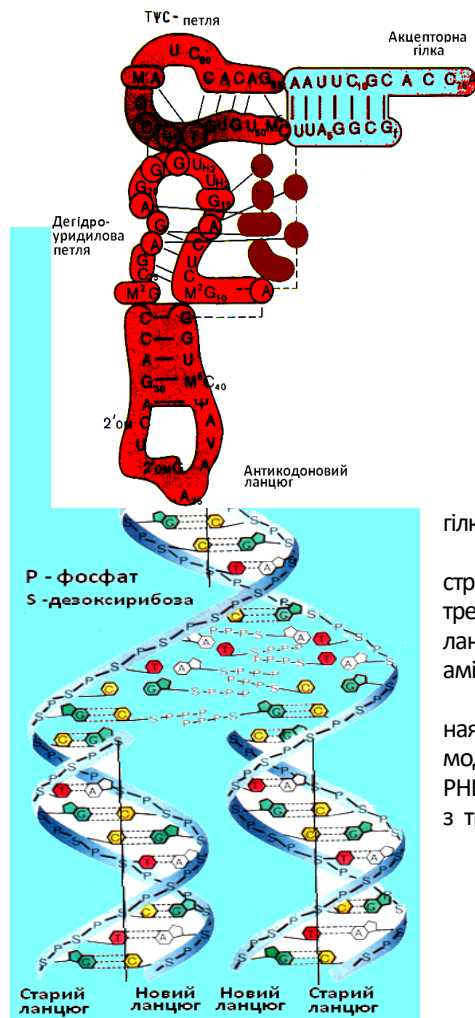
Молекули т-РНК – полінуклеотидні ланцюги, які синтезуються на певних ділянках ДНК. Містять невелику кількість нуклеотидів – 75-95. Внаслідок комплементарних взаємодій між основами різних ділянок, т-РНК набувають структуру, яка нагадує листок конюшини (рис. Будова т-РНК).

В т-РНК виділяють 4 головні функціональні частини. Акцепторна ділянка утворена 7 парами комплементарних основ, але 3' кінець одного ланцюга довший і утворює одноланцюгову ділянку, яка закінчується послідовністю ЦЦА з вільною ОН-групою. До ОН 3' кінця приєднується амінокислота, що транспортується. Інші 3 гілки т-РНК являють собою комплементарні послідовності нуклеотидів, які закінчуються петлями, утвореними з неспарених некомплеметарних нуклеотидів.

Середня – антикодонова петля, в центрі якої є триплет-антикодон здатний впізнавати комплементарний кодон м-РНК (рекогніція). Одна з бокових гілок включає модифіковану основу – дигідротурин (Д-петля), друга – триплет ТФС, де ф – псевдотурин (ТФС-петля). Між антикодоною гілкою та ТФС є додаткова, яка включає в різних т-РНК від 3-5 до 13-21 нуклеотидів.

Первинна структура т-РНК (послідовність нуклеотидів) формує вторинну структуру т-РНК, яка нагадує листок конюшини. Вторинна структура визначає третинну тривимірну структуру, яка нагадує «гачечок» утворений з двох закручених ланцюгів. На одному кінці знаходиться антикодон, на іншому (ОН 3' кінець) – амінокислота, що транспортується.

Різні види т-РНК мають схожу третинну структуру. Особливістю т-РНК є наявність в молекулі модифікованих нуклеотидів. Важливе значення мають модифікації основ антикодону. Наприклад, у першому положенні антикодону т-РНК може знаходитись основа іозин, який здатний комплементарно з'єднуватись з трьома основами м-РНК (У,Ц,А). Як результат така т-РНК здатна визначати 3



кодони-синоніми, які кодують одну амінокислоту. Встановлено також наявність кількох видів т-РНК, які здатні сполучатися з одним і тим же кодоном. Тому т-РНК в цитоплазмі не 61 вид, а близько 40. Такої кількості т-РНК достатньо, щоб транспортувати 20 амінокислот, необхідних для синтезу білків.

Рибосомальні РНК (р-РНК) — структурні компоненти рибосом, які визначають їх з'єднання з м-РНК (ініціація трансляції), а також взаємодію рибосом з т-РНК.

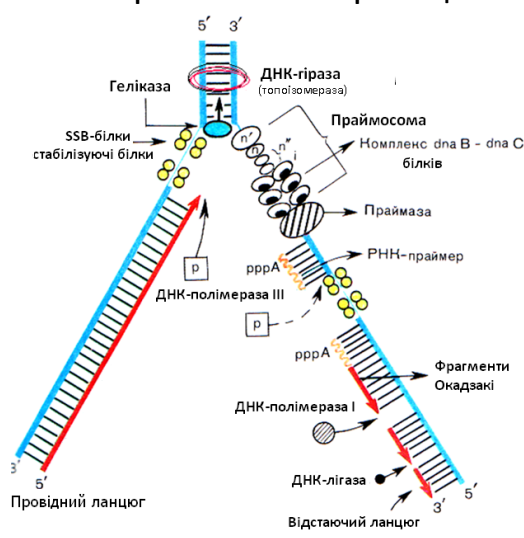
Р-РНК мають 3000-5000 нуклеотидів, які утворюють розгалужену одноланцюгову молекулу. Вони утворюються на певних генах ДНК в ядрах. В каріоплазмі р-РНК з'єднуються з білками і утворюють малу та велику субодиниці рибосом.

Реплікація ДНК (саморепродукція на молекулярному рівні).

Реплікація — складний біологічний процес, реакція матричного синтезу, який забезпечує подвоєння молекули ДНК. Відбувається за напівконсервативним механізмом та за принципом комплементарності. Реплікація — ферментативний, енергозалежний процес. Реплікація визначає саморепродукцію на молекулярному рівні і лежить в основі розвитку та розмноження організмів, забезпечення існування окремих організмів, популяцій та видів.

Модель ДНК, запропонована Уотсоном та Криком, дозволила зрозуміти принцип подвоєння ДНК (реплікації ДНК). Оскільки кожен з ланцюгів ДНК має послідовності нуклеотидів комплементарні другому ланцюгу, то при подвоєнні ДНК ланцюги повинні розходитися, а потім кожен з них стає матрицею для побудови нового комплементарного ланцюга (напівконсервативний механізм).

Напівконсервативний механізм реплікації



Незважаючи на простоту механізму реплікації цей процес дуже складний, чітко організований і відбувається за участю багатьох білків та з витратами енергії макроергічних сполук. Ці білки визначають відповідні гени ДНК, тобто сама ДНК визначає реплікацію.

Реплікація включає такі етапи:

I — Ініціація (лат. Initialis — початковий).

II — Елонгація (подовження).

III — Термінація (лат. Terminalis — кінцевий).

Ініціація починається з визначення ферментами точки реплікації (спеціальної послідовності нуклеотидів ДНК, з якої починається процес подвоєння). У вірусів та прокариот одна точка реплікації і ДНК являє собою одну одиницю реплікації — реплікон. У еукаріот молекули ДНК поділяються на кілька репліконів, а це означає, що мають кілька точок реплікації. Далі ферменти ДНК-хелікази руйнують водневі зв'язки між комплементарними азотистими основами утворюючи реплікаційне вічко (див. рис.). Ділянка, де утворюється реплікаційне вічко називається точкою реплікації. Вона містить близько 300 нуклеотидів і визначається специфічними білками.

Вилка реплікації.

Ферменти ДНК-топоізомерази (гірази) стабілізують молекулу ДНК вище точки реплікації попереджаючи суперспіралізацію шляхом розриву одного ланцюга ДНК, який рухається навколо другого. Стабілізуючі білки — SSB — білки приєднуються до вільних ланцюгів ДНК, що запобігає спонтанному об'єднанню двох ланцюгів — утворюється реплікаційна вилка.

Елонгація. Фермент ДНК-полімераза починає приєднувати комплементарні активовані нуклеотиди (дезоксирибонуклеозидтрифосфати: дАТФ, дГТФ, дЦТФ, дТТФ) до одного з ланцюгів з вільним 3' кінцем. Так, поступово безперервно відбувається комплементарний синтез дочірнього ланцюга на одному ланцюгу ДНК, який має напрям зв'язків 5' → 3'. Інший ланцюг антипаралельний, напрям зв'язків — 3' → 5'. Дія фермента ДНК-полімерази в такому напрямку неможлива.

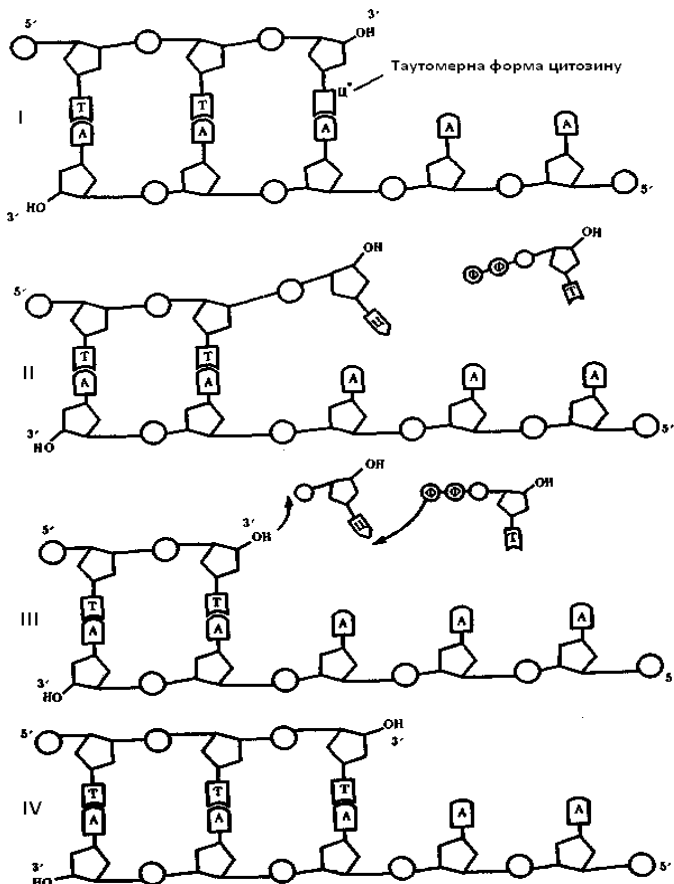
На іншому (комплементарному, антипаралельному) ланцюгу синтез дочірнього ланцюга відбувається переривчасто, із запізненням, короткими фрагментами (фр.Окадзакі). У прокариот такі фрагменти містять 1000-2000 нуклеотидів, у еукаріот — 100-200 нуклеотидів. Синтезу такого фрагмента передують утворення короткого ланцюга РНК довжиною 10 нуклеотидів (РНК-затравка або праймер). Утворення праймерів визначається РНК-праймазою. Далі ДНК-полімераза синтезує фрагменти дочірнього ланцюга ДНК в напрямку від 5' до 3' кінця. Фрагменти зшиваються (сплайсинг) ДНК-лігазами, праймери руйнуються і ДНК-полімераза добуває комплементарні нуклеотиди ДНК.

У зв'язку з цим процес подвоєння в реплікаційній вилці є асиметричним. На одному ланцюзі він відбувається послідовно, безперервно та швидко. Цей ланцюг називають провідним. Синтез на другому ланцюзі відбувається повільніше, з запізненням, тому такий ланцюг називають відстаючим. Але результатом синтезу в реплікаційній вилці є утворення 2-х ідентичних молекул ДНК, кожна з яких складається з одного материнського та другого дочірнього ланцюга (напівконсервативний механізм реплікації). Спонтанні або індуковані помилки, які виникають під час реплікації, ліквідуються в процесах самокорекції ДНК і репарації.

Термінація — завершення процесу реплікації. Далі, утворені молекули ДНК з'єднуються з білками гістонами та іншими білками, спіралізуються, утворюючи хромосому, яка складається з двох хроматид.

Швидкість реплікації дуже висока (у прокариот — 1000 нуклеотидів/сек.; у еукаріот — 100 нуклеотидів/сек). ДНК прокариот є однією одиницею реплікації. ДНК еукаріот поділяється на ділянки — реплікони, в яких починається та завершується реплікація. Кожна хромосома поділяється на декілька репліконів. В різних репліконах саморепродукція може відбуватися

одночасно або в різний час. При завершенні подвоєння в усіх репліконах, ДНК зливаються і утворюють дві молекули ДНК, з яких формується дві хроматиди хромосоми (в цей час також подвоюється кількість гістонових білків).



гуаніном. Як наслідок такого приєднання з'являється неспарений 3' – OH – кінець ланцюга (дочірнього ланцюга) ДНК, який добудовується. В таких випадках включається механізм самокорекції (див. рис. Схема механізму самокорекції ДНК). Самокорекція забезпечує відщеплення помилкового нуклеотиду ДНК: заміна його комплементарним нуклеотидом, частота помилок знижується у 10 разів (1×10^{-8} нуклеотидів).

Схема механізму самокорекції при реплікації ДНК:

- I – включення в “дочірній” ланцюг ДНК зміненого нуклеотиду (таутомерної форми цитозину), який приєднується навпроти аденіну.
- II – перехід цитозину у звичайну форму порушує комплементарні водневі зв'язки, утворюється 3' – OH – кінець, який припиняє полімеризацію «дочірнього» ланцюга ферментом ДНК-полімеразою.
- III – ДНК-полімераза відокремлює «неспарений» нуклеотид, з'являється “спарений” з матрицею 3' – OH – кінець.
- IV – ДНК-полімераза приєднує комплементарний нуклеотид, нарощування “дочірнього” ланцюга продовжується.

Але, все ж таки, помилки реплікації з'являються, особливо, при змінах концентрації нуклеозидтрифосфатів, спонтанних процесах, які відбуваються з певною частотою в клітинах та під впливом різних факторів (хімічних сполук, радіонуклідів, УФ-опромінення та інших факторів).

Спонтанні процеси найчастіше призводять до апуринізації (втрати пуринових основ: аденіну і гуаніну) або дезамінування (втрати NH_2 , внаслідок чого цитозин перетворюється на урацил). Такі зміни в наступному циклі реплікації повинні привести до випадіння пар нуклеотидів або до їх заміни. Більшість таких змін (мутацій) ліквідуються завдяки процесам репарації — відновлення початкової нуклеотидної послідовності нуклеотидів ДНК. Механізм репарації оснований на наявності в ДНК двох комплементарних ланцюгів. Зміни послідовності нуклеотидів в одному ланцюгу визначаються специфічними ферментами, некомплементарні нуклеотиди вирізаються і замінюються комплементарними. В залежності від того, на якому етапі мітотичного циклу відбувається реплікація, вона поділяється на дореплікативну та постреплікативну.

Репарація потребує участі ферментів. Так, при втраті пуринових основ (апуринізація) знаходження порушення визначається ферментами ендонуклеазами, які руйнують фосфородієфірний зв'язок у місцях пошкодження ланцюга. Вирізання нуклеотидів визначає екзонуклеаза. Пошкодження внаслідок дезамінування, алкілювання та деякі інші відновлюють ферменти ДНК-глікозилази.

Репарація. Відомі декілька основних механізмів репарації ДНК:

1. Фотореактивація – світлова репарація.
2. Екзцизійна репарація.
3. Постреплікативна репарація. (Останні два типи відносять до темної репарації).

Самокорекція ДНК. Репарація.

На ДНК постійно впливають мутагенні фактори (спонтанні, індуквані). Більшість змін в ДНК можуть спричинити мутації, або блокувати реплікацію ДНК і викликати загибель клітини. Тому всі клітини мають спеціальні системи виправлення пошкоджень в нитках ДНК. Здатність клітин виправляти пошкодження в молекулах ДНК називається *репарацією* (відновлення). Механізм репарації базується на наявності в молекулі ДНК двох комплементарних ланцюгів. Клітина має набір ферментів репарації, які можуть знаходити пошкодження в молекулі ДНК і відновлювати початкову структуру.

Самокорекція ДНК. Механізм реплікації відбувається з дуже великою точністю, частота помилок при подвоєнні ДНК виникає в середньому 1×10^{-6} комплементарних пар нуклеотидів. Таку високу точність реплікації визначають: по-перше, фермент ДНК-полімераза, який забезпечує механізм самокорекції; по-друге, ферменти репарації (молекулярного відновлення ДНК).

Фермент ДНК-полімераза забезпечує селективний добір нуклеотидів, які знаходяться в каріоплазмі (точніше, нуклеозидтрифосфатів: АТФ, ТТФ, ГТФ, ЦТФ). Іноді (з частотою 10^{-5} пар нуклеотидів) виникають помилки реплікації – включення “неправильних”, нуклеотидів. Наприклад, модифікована форма цитозину утворює водневі зв'язки з аденіном, а не з

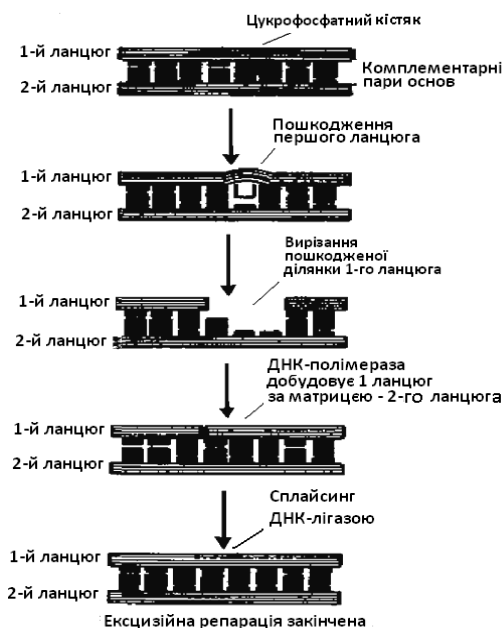


Схема дореплікаційної екзцизійної репарації ДНК.

Порушення процесів репарації виявлені у людини. При пігментній ксеродермі підвищується чутливість шкіри до сонячного світла, що пов'язано з відсутністю активності ферменту УФ-ендонуклеази. Такі люди не можуть бути на сонці і здебільшого помирають у ранньому віці від раку шкіри.

Постреплікативна репарація відбувається шляхом рекомбінації між двома утвореними подвійними спіралями ДНК (див. рис. Схема постреплікативної репарації ДНК). Приклад такої репарації – відновлення структури ДНК при виникненні тимінових димерів (Т-Т), коли вони не зникають під впливом світла (світлова репарація) або під час дореплікативної екзцизійної репарації. Ковалентні зв'язки між залишками тиміну роблять їх нездатними до утворення водневих зв'язків з комплементарними нуклеотидами. Як наслідок на одній з утворених копій ДНК утворюються розриви (див. рис.), які визнаються ферментами репарації. Відновлення пошкодженого ланцюга відбувається завдяки рекомбінації з відповідним нормативним ланцюгом другої спіралі ДНК. Розрив заповнюється шляхом синтезу за комплементарним ланцюгом другої молекули ДНК (прояв такої рекомбінантної репарації – обмін гомологічними ділянками між сестринськими хроматидами, який спостерігається при мітозі на метафазних пластинках хромосом).

При виникненні значних пошкоджень “включається” система індукованих ферментів репарації (SOS-система), яка відновлює цілісність полінуклеотидних ланцюгів, але не завжди за принципом комплементарності. Така репарація може стати джерелом стійких мутацій. А коли кількість ушкоджень дуже висока, репарація не в змозі ліквідувати всі порушення в клітині, блокуються процеси реплікації, клітина не ділиться, щоб не передати значні зміни спадкового матеріалу новим клітинним поколінням.

Таким чином, сумісна дія ферментів реплікації (ДНК-полімерази, ендонуклеази) і ферментів репарації знижують частоту помилок в молекулах ДНК до рівня 1×10^{-9} пар змінених нуклеотидів на геном. Але такий низький рівень порушення (геном ссавців = 3×10^9 пар нуклеотидів, за 1 цикл реплікації виникає приблизно 3 помилки) визначає значний генетичний поліморфізм в популяціях людини, внаслідок утворення та накопичення генних мутацій.

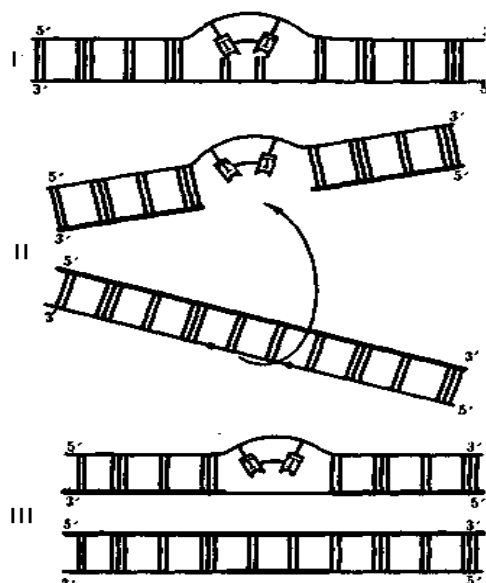


Схема постреплікативної репарації ДНК.

I — утворення тимінового димера в одному з ланцюгів ДНК;

II — утворення «пролому» в ланцюзі, що синтезувався, проти зміненої ділянки материнської молекули після реплікації (стрілкою показано подальше заповнення «пролому» ділянкою з відповідного ланцюга другої дочірньої молекули ДНК); III — відновлення цілісності дочірнього ланцюга верхньої молекули за рахунок рекомбінації і в нижній молекулі за рахунок синтезу на комплементарному ланцюзі.

Генні мутації

Генні мутації — зміни структури генів, які відтворюються в циклах реплікації та проявляються у нащадків новими варіантами ознак.

Зміни структури генів можуть бути такими:

1. Мутації — заміни одних азотистих основ іншими (20% спонтанних мутацій).
2. Мутації із зсувом рамки читування при змінах кількості пар нуклеотидів у генах (70% мутацій).
3. Мутації — інверсії нуклеотидних послідовностей гена.

Мутації за типом заміни азотистих основ виникають під дією хімічних факторів (хімічних мутагенів), які здатні змінювати основи нуклеотидів ДНК. Коли такі мутації не помічаються ферментами репарації, то в наступному циклі до заміненого нуклеотида може приєднатися комплементарний, але вже інший нуклеотид. Наприклад, при дезамінуванні цитозину (спонтанно або під впливом азотистої кислоти) він перетворюється на урацил (У), який не помічається ферментом ДНК-глікозилазою. При реплікації, навпаки, добудовується аденін (А), а потім У змінюється на тимін (Т).

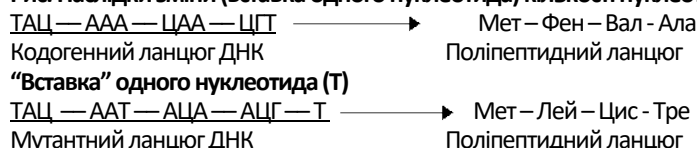
Таким чином, пара Ц=Г замінюється на пару Т=А. Так відбувається при дезамінуванні метильованого цитозину. Заміни основ можуть відбуватися при помилковому включенні модифікованих основ, наприклад, приєднання під час реплікації до аденіну материнського ланцюга нуклеотида з 5-бромурацилом (5-БУ), аналогічного тимідиновому нуклеотиду (Т). При наступній реплікації 5-БУ комплементарно приєднує гуаніловий нуклеотид (Г) замість аденінового (А). А далі Г утворює комплементарну пару з цитозином — пара А=Т в ДНК замінюється парою Г=Ц.

Такі заміни пари нуклеотидів приводять до утворення нового триплету (кодону) в ДНК. Це може привести до зміни генетичного коду, коли мутантний триплет буде кодувати таку ж амінокислоту. Наприклад, амінокислота треонін кодується 4 триплетами: ТГА, ТГГ, ТГТ, ТГЦ і заміна 3-го нуклеотиду не змінює його значення (надмірність генетичного коду). Заміна другого або першого нуклеотиду в триплеті частіше приводить до виникнення генних мутацій. Наприклад, при серпоподібноклітинній анемії у людини відбувається заміна простої глутамінової амінокислоти в β-ланцюгах глобіну на валін. Це можливо при заміні кодуєчих триплетів ЦТТ і ЦТЦ на ЦАТ або ЦАЦ, внаслідок заміни другого нуклеотида триплету. Така генна мутація приводить до зміни властивості гемоглобіну, він погано сполучається з O₂, у людини в гомозиготному стані спостерігається серпоподібноклітинна анемія.

При замінах, коли утворюються нонсенс-кодони (АТТ, АТЦ, АЦТ) переривається синтез пептидного ланцюга. Таким чином, мутації за типом заміни нуклеотидів іноді приводять до утворення беззмстовних кодонів (нонсенс-кодонів), а частіше (в 75% випадків) до утворення кодонів, що визначають інші амінокислоти, як результат, виникають генні мутації.

Мутації із зсувом рамки зчитування як правило виникають спонтанно, внаслідок випадіння або вставки одної або кількох пар нуклеотидів. Такі мутації можуть виникати також під дією хімічних речовин (акридинових сполук профлавіна) та опромінення. Такі мутації змінюють генетичний код (змінюють кількість кодонів та біологічної інформації (див. рис. "Наслідки зміни кількості нуклеотидних пар в молекулі ДНК).

Рис. Наслідки зміни (вставка одного нуклеотида) кількості нуклеотидних пар в ДНК.



Зсув рамки зчитування призводить до зміни генетичного коду та синтезу зовсім іншого білку.

При включенні 3-х (або кількості кратної 3-ом) нуклеотидів зсув рамки зчитування відбувається, але збільшується кількість амінокислот в білку.

Мутації за типом інверсій нуклеотидних послідовностей відбуваються внаслідок повороту ділянки гена на 180°, таке відбувається, коли ДНК утворює петлі, де реплікація йде у зворотному напрямку.

Такі мутації змінюють генетичний код, порушують амінокислотний склад у межах інвертованої ділянки.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ АМІНОКИСЛОТ

Амінокислота	Позначення	Амінокислота	Позначення
фенілаланін	Фен	аргінін	Агр
лейцин	Лей	треонін	Тре
ізолейцин	Іле	аспарагін	Асн
метіонін	Мет	аспарагінова к-та	Асп
валін	Вал	гліцин	Глі
серин	Сер	триптофан	Трип
пролін	Про	аланін	Ала
тирозин	Тир	лізин	Ліз
цистеїн	Цис	глутамін	Глн
гістидин	Гіс	глутамінова к-та	Глу

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ НУКЛЕОТИДІВ

Нуклеотиди ДНК:		Нуклеотиди РНК:	
А	дезоксиаденозин-монофосфат	А	аденозин-монофосфат
Ц	дезоксцитозин-монофосфат	Г	гуанозин-монофосфат
Г	дезоксигуанін-монофосфат	Ц	цитозин-монофосфат
Т	дезокситимідин-монофосфат	У	уридил-монофосфат

УСЕРЕДНЕНІ ВЕЛИЧИНИ

Молекулярна маса одного нуклеотида (М нукл.) - 345 ум. од.

Молекулярна маса однієї амінокислоти (М амінокислоти) - 100 ум. од.

Один нуклеотид займає в молекулі ДНК (L нукл.) - 0,34 нм

Тести першого рівня складності
(одна правильна відповідь)

1. Трансформація – це:
 - A. Явище, коли віруси, залишивши бактеріальні клітини, в яких вони паразитували, можуть захоплювати частину їх ДНК і, потрапивши в нові клітини, передають новим хазяїнам властивості попередніх
 - B. Перенесення генетичного матеріалу від однієї бактерії до іншої шляхом утворення цитоплазматичного містка, переміщення частини ДНК та її інтеграція з геномом клітини-реципієнта
 - C. Включення чужорідної ДНК у геном клітини-хазяїна, що призводить до зміни її структурних і функціональних властивостей
 - D. Полімерна молекула, мономерами якої є нуклеотиди
 - E. Утворення нових ланцюгів РНК
2. Який з перелічених компонентів не входить до нуклеотиду ДНК?
 - A. Залишок фосфорної кислоти.
 - B. Дезоксирибоза.
 - C. Тимін.
 - D. Рибоза.
 - E. Аденін.
3. Яким організмам властивий АТ-тип ДНК?
 - A. Грибам.
 - B. Тваринам.
 - C. Бактеріям.
 - D. Вірусам.
 - E. Ціанобактеріям.
4. Який фермент каталізує реплікацію ДНК?
 - A. ДНК-полімераза.
 - B. Рестриктаза.
 - C. Ліпаза.
 - D. РНК-полімераза.
 - E. Амілаза.
5. Який біополімер має здатність до реплікації?
 - A. ДНК.
 - B. Дезоксирибоза.
 - C. Рибоза.
 - D. РНК.
 - E. Білок.
6. Перенесення генетичного матеріалу від однієї бактерії до іншої шляхом утворення цитоплазматичного містка, переміщення частини ДНК та її інтеграція з геномом клітини-реципієнта називається:
 - A. Процесінг.
 - B. Реплікація.
 - C. Трансдукція.
 - D. Трансляція.
 - E. Кон'югація.
7. Який фермент каталізує неексцизійну репарацію ДНК?
 - A. РНК-залежна ДНК-полімераза.
 - B. Геліказа.
 - C. ДНК-залежна РНК-полімераза.
 - D. ДНК-фотолігаза.
 - E. Праймаза.
8. Який фермент каталізує розрив водневих зв'язків між комплементарними нуклеотидами та розкручування молекули ДНК в процесі реплікації?
 - A. Геліказа.
 - B. Аміноацилтрансфераза.
 - C. РНК-залежна ДНК-полімераза.
 - D. ДНК-залежна РНК-полімераза.
 - E. Праймаза.
9. Який фермент каталізує полімеризацію блоків РНК у праймери?
 - A. Аміноацилтрансфераза.
 - B. Праймаза.
 - C. РНК-залежна ДНК-полімераза.
 - D. Аміноацил-тРНК-синтетаза.
 - E. ДНК-залежна РНК-полімераза
10. Вперше нуклеїнові кислоти були виявлені:
 - A. Чаргафом Е.
 - B. Уотсоном Дж.
 - C. Мішером Ф.
 - D. Кріком Ф.
 - E. Гарродом А.
11. Ділянки ДНК, що є одиницями спадкової інформації, називаються:
 - A. Теломери.
 - B. Центромери.
 - C. Гени.
 - D. Вторинні перетяжки.
 - E. Кінетохори.
12. Коефіцієнт специфічності – це співвідношення:
 - A. Г+А/Ц+Т.
 - B. Т+А/Г+Ц.
 - C. Г+Ц/А+Т.
 - D. Ц+А/Г+Т.
 - E. Т+Г/А+Ц.
13. Назвіть піримідинові азотисті основи:
 - A. Урацил і аденін..
 - B. Аденін і гуанін.
 - C. Гуанін і цитозин.
 - D. Гуанін і тимін.
 - E. Тимін і цитозин.
14. Назвіть пуринові азотисті основи:
 - A. Урацил і аденін..
 - B. Тимін і цитозин.
 - C. Гуанін і цитозин.
 - D. Аденін і гуанін.
 - E. Гуанін і тимін.
15. Скільки пар нуклеотидів утворюють один повний виток подвійної спіралі ДНК?
 - A. 10.
 - B. 2.
 - C. 34.
 - D. 50.
 - E. 100.
16. Утворення всіх рРНК у клітині здійснюється:
 - A. У комплексі Гольджі.
 - B. У каріоплазмі.
 - C. В ядерці.
 - D. На мембранах ендоплазматичного ретикулуму.
 - E. На рибосомах.
17. Віруси, залишивши бактеріальні клітини, в яких вони паразитували, можуть захоплювати частину їх ДНК і, потрапивши в нові клітини, передають новим хазяїнам властивості попередніх. Як називається це явище:
 - A. Транскрипція.
 - B. Трансдукція.
 - C. Кон'югація.
 - D. Трансформація.
 - E. Реплікація.
18. Будова мРНК еукаріот специфічна: в їх складі є інформативні (матриці для синтезу білка) та неінформативні ділянки. На 5'-кінці знаходиться КЕП, на 3'-кінці поліаденоільовий фрагмент (полі-А). Яка загальна функція цих ділянок в мРНК.

- А. Приєднання до рибосоми
 В. Участь у транспорті через ядерні пори
 С. Зв'язування з рРНК рибосом
 D. Захищати мРНК від розщеплення
 E. Визначають просторову структуру мРНК
19. Встановлено, що ДНК може утворювати різні форми. В якій формі знаходиться ДНК в клітині під час реплікації?
- А. В формі
 В. А формі
 С. С формі
 D. D формі
 E. Z формі
20. У бактерій встановлений процес кон'югації, при якому між бактеріями утворюється цитоплазматичний місток по якому з клітини-донора до клітини-реципієнта надходять плазмиди – фрагменти ДНК. Яке значення цього процесу?
- А. Ліквідує небажані мутації
 В. Забезпечує обмін речовинами між клітинами
 С. Сприяє активізації мутаційного процесу
 D. Забезпечує обмін та рекомбінацію генетичного матеріалу
 E. Підвищує гетерозиготність
21. Ультрафіолетові промені порушують цілісність молекул ДНК, приводять до утворення піримідинових димерів, що викликають мутації. Чому опромінені світлом клітини виживають набагато краще, ніж у темряві?
- А. Відбувається фоторепарація
 В. Активується мітоз
 С. Відбувається рекомбінантна репарація
 D. Активується ДНК-полімераза
 E. Відбувається ексцизійна репарація
22. Для геномів еукаріотичних клітин характерно багато точок реплікації, які розміщені на відстані 20 тис. пар нуклеотидів. Реплікація в них йде в обох напрямках. Яке це має значення?
- А. Вкорочується S-період
 В. Менше витрачається енергії
 С. Реплікація буде більш точною
 D. Покращується репарація
 E. Менше виникає мутацій
23. Яка група організмів має кільцеві та лінійні молекули ДНК, що формують хромосоми простої будови, які не мають гістонів?
- А. Віруси
 В. Бактерії
 С. Найпростіші
 D. Гриби
 E. Бактеріофаги
24. На другому комплементарному ланцюзі реплікація ДНК відбувається з запізненням. Спочатку утворюються праймери, а потім комплементарні фрагменти Оказакі (Оказакі), які зшиваються лігазами. Чим визначається такий складний механізм синтезу на другому ланцюзі?
- А. Великими розмірами ДНК-полімерази
 В. Компліментарністю ланцюгів
 С. Відсутністю трифосфонуклеотидів
 D. Антипаралельності ланцюгів
 E. Необхідністю репарації
25. Який механізм горизонтального перенесення спадкової інформації між різними організмами?
- А. Трансдукція
 В. Трансформація
 С. Транскрипція
 D. Дрейф генів
 E. Трансгенез
26. В геномі людини знайдено 220 генів, що утворюють білки схожі на білки бактерій. Який процес сприяв появі цих генів в геномі людини?
- А. Трансдукція
 В. Мутації генів
 С. Трансформація
 D. Генні рекомбінації
 E. Ці гени були в геномі з початку еволюції людини
27. Який вид репарації відіграв важливе значення на ранніх етапах еволюції органічного світу?
- А. SOS-репарація
 В. Рекомбінантна репарація
 С. Фоторепарація
 D. Постреплікаційна репарація
 E. Ексцизійна репарація
28. Пігментна ксеродерма – хвороба порушення репарації під впливом УФ-радіації. У хворого спостерігається ороговіння шкіри, ураження очей, розширення капілярів. Який екзогенний чинник буде значно погіршувати стан хворого?
- А. Висока вологість
 В. Висока температура (вище 20°C)
 С. Низька температура (нижче 0°C)
 D. Радіація
 E. Світло
29. Під дією різних фізичних і хімічних агентів при біосинтезі ДНК у клітині можуть виникати пошкодження. Здатність клітин до виправлення пошкоджень у молекулах ДНК називається:
- А. Репарація
 В. Транскрипція
 С. Реплікація
 D. Трансдукція
 E. Трансформація
30. Згідно моделі подвійної спіралі ДНК, запропонованої Уотсоном і Кріком, встановлено, що один з ланцюгів зберігається при реплікації, а інший синтезується комплементарно першому. Як називається цей спосіб реплікації?
- А. Аналогічний
 В. Напівконсервативний
 С. Ідентичний
 D. Дисперсний
 E. Консервативний
31. Для лікування уrogenітальних інфекцій використовують хінолони – інгібітори фермента ДНК-гелікази. Який процес порушується під дією хінолонів у першу чергу?
- А. Рекомбінація генів
 В. Ампліфікація генів
 С. Реплікація
 D. Репарація
 E. Зворотна транскрипція
32. Утворені в результаті реплікації подвійні дочірні спіралі ДНК складаються з одного материнського ланцюга й одного дочірнього. Як називається такий спосіб реплікації?
- А. Консервативний
 В. Аналогічний
 С. Ідентичний
 D. Дисперсний
 E. Напівконсервативний
33. Під час реплікації ДНК може відбуватись заміна однієї основи на іншу, що може привести до появи одного з нонсенс-триплетів. Внаслідок такої заміни буде:
- А. Подвоєння основ у синтезованому ланцюгу ДНК

- В. Зупинка синтезу пептидного ланцюга
 С. Втрата азотистої основи у ланцюгу ДНК, який синтезується
 Д. Прискорення синтезу пептидного ланцюга
 Е. Інверсія нуклеотидних послідовностей у гені
34. Відбулось ушкодження структурного гена – ділянки молекули ДНК. Але заміни амінокислот не сталося тому, що через певний час, пошкодження було ліквідоване. Який процес ліквідував мутацію?
- А. Трансляція
 В. Транскрипція
 С. Репарація
 Д. Зворотна транскрипція
 Е. Реплікація
35. У клітинах людини під дією ультрафіолетового опромінення відбулося ушкодження молекули ДНК. Яка система забезпечить відновлення пошкодженої ділянки молекули ДНК за допомогою специфічного фермента за неушкодженим ланцюгом?
- А. Термінація
 В. Регенерація
 С. Реплікація
 Д. Ініціація
 Е. Репарація
36. Відомо, що послідовність розміщення нуклеотидів у ДНК та і-РНК визначає відповідну послідовність включення амінокислот у поліпептидний ланцюг. Ця відповідність послідовності нуклеотидів до послідовності амінокислот має назву:
- А. Ген
 В. Триплетність
 С. Універсальність
 Д. Реплікація
 Е. Генетичний код
37. В клітинах людини постійно відбуваються процеси збереження, самовідтворення й передачі генетичної інформації. Головна роль в цих процесах належить:
- А. Складним ефірам жирних кислот
 В. Поліпептидам
 С. Нуклеїновим кислотам
 Д. Вуглеводам
 Е. Глікопротеїнам
38. У експерименті штучно припиняли кон'югацію у кишкової палички через певні відрізки часу. З'ясовуючи, які гени за цей час перейшли у реципієнтну клітину, можна встановити:
- А. Наявність генів-регуляторів
 В. Швидкість реплікації
 С. Нуклеотидний склад бактеріальної ДНК
 Д. Частоту мутантних алелів
 Е. Порядок розташування генів в бактеріальній хромосомі
39. Які органічні сполуки виконують роль посередників між молекулами ДНК, як носіями генетичної інформації, та поліпептидними ланцюгами, як елементарними ознаками?
- А. Білки
 В. Вуглеводи
 С. Ліпіди
 Д. РНК
 Е. АТФ
40. Через організм людини постійно проходить потік речовин, енергії та інформації. Зчитування та реалізація генетичної інформації при розвитку зубної системи на молекулярному рівні пов'язане, насамперед, з властивостями:
- А. Нуклеїнових кислот
 В. Вуглеводів
 С. Ліпідів
 Д. Амінокислот
 Е. Мінеральних речовин
41. При реплікації з певною частотою виникають спонтанні помилки (з частотою 1×10^{-6} комплементарних пар нуклеотидів). Наприклад, змінений цитозин зв'язується з аденином. Як наслідок відбувається заміна пари нуклеотидів. В таких випадках включається механізм самокорекції. Який фермент забезпечує самокорекцію ДНК?
- А. Фотолігаза.
 В. ДНК-полімераза.
 С. Ферменти репарації.
 Д. РНК-полімераза.
 Е. ДНК-гліколіаза.
42. Під дією ультрафіолетового опромінення в молекулі ДНК утворюються димери тиміну (T=T). Такі зміни ДНК приведуть в наступному циклі реплікації до випадіння, або до заміни пари нуклеотидів в молекулі ДНК. Яка репарація забезпечує відновлення молекули ДНК?
- А. Дореплікативна ексцизійна репарація.
 В. Темнова репарація.
 С. Постреплікативна репарація.
 Д. Світлова репарація.
 Е. SOS-репарація.
43. Прокаріотичні та еукаріотичні клітини характеризуються здатністю до поділу. Поділ прокаріотичних клітин відрізняється від поділу еукаріотичних, але існує молекулярний процес, який лежить в основі цих поділів. Який це процес?
- А. Репарація
 В. Транскрипція
 С. Реплікація
 Д. Каріокінез
 Е. Ампліфікація генів
44. У клітинах молекули мРНК зв'язуються з білками, формуючи інформосоми. Яке це має значення для виконання мРНК своєї функції?
- А. Сприяє зв'язуванню з рибосомами
 В. Стабілізує лінійну структуру мРНК
 С. Сприяє набуванню мРНК третинної структури
 Д. Руйнує мРНК
 Е. Консервує мРНК
45. Молекули ДНК здатні змінювати свою просторову організацію залежно від умов існування клітини. Яку форму набувають ДНК бактерій при зневодненні клітини під час утворення спор?
- А. Z-форму
 В. D-форму
 С. A-форму
 Д. B-форму
 Е. C-форму
46. Внаслідок суперспіралізації під час реплікації в ДНК виникає напруження. Які ферменти знімають напруження ДНК, що виникає під час реплікації?
- А. ДНК-топоізомерази
 В. ДНК-полімерази
 С. РНК-праймази
 Д. ДНК-хеліази
 Е. ДНК-лігази
47. Для лікування бактеріозів використовують препарати, які порушують процес реплікації бактеріальних клітин, що пригнічує їхнє розмноження. Який фермент реплікації репресують ці препарати?
- А. ДНК-гіразу

- B. ДНК-лігазу
- C. РНК-праймазу
- D. ДНК-полімераза
- E. ДНК-хеліказу

48. Серед органічних речовин клітини виявлено полімер, який складається з 10 тис. мономерів. Молекула здатна бути носієм генетичної інформації. За допомогою рентгено-

структурного аналізу виявлено, що молекула складається з двох спіральньо закручених ниток. Яка це органічна сполука?

- A. Целюлоза
- B. р-РНК
- C. ДНК
- D. Гемоглобін
- E. Інсулін

Тести другого рівня складності

(кілька правильних відповідей)

1. Виділіть речовини, які входять до складу одного нуклеотида:

- A. Пентоза, залишок фосфорної кислоти, азотиста основа.
- B. Гексоза, залишок фосфорної кислоти, азотиста сполука.
- C. Амінокислота, фосфатна група, тимін.
- D. Рибоза, фосфатна група, аденін.
- E. Дезоксирибоза, цитозин, залишок фосфатної кислоти.

2. Які з перелічених речовин входять до складу ДНК:

- A. Пуринові основи.
- B. Піримідинові основи.
- C. Аденін, тимін, гуанін, урацил.
- D. Тимін, гуанін, аденін, цитозин.
- E. Тимін, урацил, псевдоуридил, гуанін, цитозин.

3. Які ферменти приймають участь в процесі реплікації:

- A. РНК – праймаза
- B. ДНК – полімераза
- C. РНК – полімераза
- D. ДНК – лігаза
- E. Аміноацил тРНК- синтетаза

4. Які з перелічених речовин входять до складу РНК:

- A. Пуринові основи
- B. Піримідинові основи
- C. Аденін, тимін, гуанін, урацил
- D. Урацил, гуанін, аденін, цитозин
- E. Тимін, урацил, псевдоуридил, гуанін, цитозин

5. Які ферменти приймають участь у процесі самокорекції ДНК:

- A. ДНК – полімераза
- B. РНК – полімераза
- C. ДНК – лігаза
- D. Хеліказа
- E. Аміноацил т-РНК синтетаза

6. Вкажіть процеси, відкриття яких довело генетичну роль нуклеїнових кислот (ДНК):

- A. Трансформація
- B. Самокорекція
- C. Кон'югація у бактерій
- D. Реплікація
- E. Трансдукція

7. Процес реплікації характеризується:

- A. Напівконсервативним механізмом
- B. Участю в процесі ДНК-полімерази
- C. Участю РНК-праймази
- D. Хеліказа визначає комплементарний синтез 1-го ланцюга
- E. тРНК забезпечує доставку нуклеотидів

8. Які ферменти задіяні в процесі репарації:

- A. ДНК – праймаза
- B. РНК – полімераза
- C. ДНК – полімераза
- D. ДНК – лігаза
- E. Аміноацил т-РНК синтетаза

9. Які органели цитоплазми еукаріотичної клітини містять ДНК:

- A. Рибосоми
- B. Мітохондрії
- C. Хромосоми
- D. Пероксисоми
- E. Хлоропласти.

10. Функції РНК:

- A. Здатність до реплікації
- B. Перенесення генетичної інформації
- C. Забезпечення реалізації спадкової інформації
- D. Транспорт амінокислот
- E. Утворення рибосом

11. Які з перелічених сполук – біополімери?

- A. Міоглобін
- B. ДНК
- C. т-РНК
- D. АТФ
- E. Рибоза

12. На клітину подіяли препаратами, які викликали руйнування ДНК-топоізомерази (гірази). Які структури і процеси порушуються?

- A. Структура та рух цитоплазми
- B. Синтез ДНК
- C. Клітинний центр та утворення веретена поділу
- D. Процеси поділу (мітози)
- E. Реплікація.

13. Назвіть функції ДНК:

- A. Здатність до реплікації
- B. Самокорекція
- C. Забезпечення перенесення спадкової інформації
- D. Забезпечення трансляції
- E. Здатність до утворення генних мутацій

14. Виділіть речовини, які входять до складу нуклеотида рРНК:

- A. Рибоза, залишок фосфорної кислоти, азотиста основа
- B. Рибоза, залишок фосфорної кислоти, інозин
- C. Рибоза, залишок фосфорної кислоти, псевдоурацил
- D. Аденін, гуанін, цитозин, тимін
- E. Дезоксирибоза, аденін, залишок фосфорної кислоти

15. Які з перелічених речовин входять до складу т-РНК:

- A. Пуринові основи
- B. Піримідинові основи
- C. Аденін, тимін, гуанін, урацил
- D. Тимін, гуанін, аденін, цитозин

Е. Азотисті основи + рибоза + залишок фосфорної кислоти.

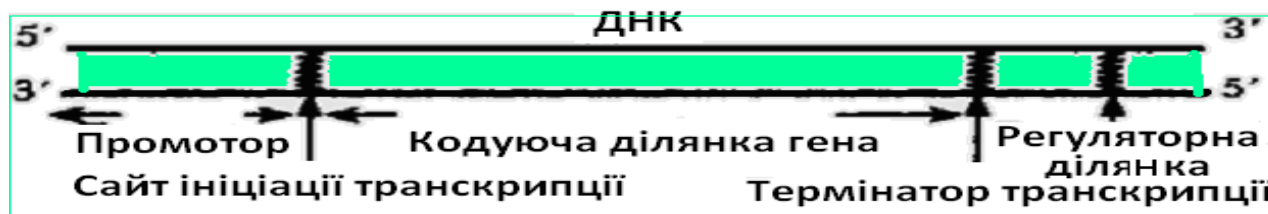
ЗАДАЧІ

1. У фрагменті ДНК знайдено 1120 аденілових нуклеотидів, що становить 28% загальної кількості нуклеотидів. Скільки в даному фрагменті міститься гуанілових, цитидилових, тимідилових нуклеотидів? Яка довжина даного фрагмента молекули ДНК?
2. Хімічний аналіз показав, що 26% загальної кількості нуклеотидів іРНК припадає на аденін, 6% – на гуанін, 40% – на урацил. Яким повинен бути нуклеотидний склад відповідної ділянки дволанцюгової ДНК?
3. Частина правого ланцюга ДНК має такий нуклеотидний склад: ГГГ – ЦАТ – ААЦ – ГЦТ – ЦЦА – ГГЦ – ЦЦЦ – ТАЦ ...
Визначте: а) порядок чергування у лівому ланцюзі; б) довжину цієї ділянки ДНК; в) вміст кожного нуклеотиду у фрагменті ДНК.

ТЕМА. Будова гена про- та еукаріотів.

Ген як одиниця генетичної функції. Будова гена про- та еукаріотів. Гени структурні, регуляторні, тРНК, рРНК. Генетичний код, його властивості.

В 1865 р. Г. Мендель відкрив закони спадковості та, для пояснення закономірностей успадкування, ввів поняття про спадкові фактори (гени). У 1909 р. В. Іогансен ввів в науку термін ген. У 1911 р. Т. Морган і співробітники розробили «хромосомну теорію». Вони вважали, що ген – це ділянка хромосоми, відповідальна за прояв певної ознаки. У 1926 р. Т. Морган написав книгу «Теорія гена», де він також відзначав, що ген – одиниця мутації, рекомбінації і функції. У 1934 р. в Нобелівській лекції Т. Морган сказав: «Серед генетиків немає згоди в поглядах на природу генів. Якщо ген матеріальна одиниця, то він є шматочок хромосоми». У 1940 р. Джордж Біدل і Едвард Татум (США) вивчали генетичний контроль метаболічних реакцій у хлібної цвілі *Neurospora crassa* і висунули гіпотезу « один ген – один фермент ». Проте ген все



ще залишався абстрактною одиницею. Тільки коли довели (Евері, 1944; Ледерберг, 1951; Херши, 1952), що генетична інформація закодована в ДНК, з'явилось визначення: ген – це лінійна ділянка ДНК, що кодує 1 білок.

Пізніше з'ясувалось, що не всі гени кодують білки. Так в 1961 р. французькі генетики Ф. Жакоб і Ж. Моно відкрили механізм регуляції роботи генів у прокаріот і встановили, що в ДНК є ділянки, що не кодують білки. Ці ділянки ДНК назвали функціональною зоною, а ділянки, що кодують білки, – структурною зоною. Ще більше поняття гена ускладнилося після відкриття в 1977 р. переривчастості

будови генів еукаріот. Виявилось, що вони мають кодуючі ділянки - екзони і некодуючі - інтрони. Інтронів може бути від 1 до 50 на 1 ген. Інтрони займають в ДНК більшу частину ніж екзони.

У 1952 р. Барбара Мак-Клінток (США) виявила у кукурудзи фенотиповий прояв транспозонів – стрибаючих генів. До 1980 р. існування транспозонів було доведене багатьма вченими. Вони властиві всім видам, їх сотні і тисячі в еукаріотичній клітині. Вони знаходяться під генетичним контролем і «стрибають» в інше місце хромосоми за командою. Завдяки транспозонам бактерії втрачають чутливість до антибіотиків і, гинучи від одного, не реагують на дію іншого. Одноклітинний ендопаразит трипаносома теж має транспозони, які забезпечують стійкість до ферментів «господаря». Транспозони також запускають процеси старіння. У 1976 р. у деяких фагів були виявлені гени, що перекриваються, тобто на 1 ділянці ДНК може бути розташовано 2 гени.

Таким чином, структура гена виявилася дуже складною, поняття про нього розширилися, і дослідження продовжуються. Робоче формулювання: під терміном «ген» розуміють структурно-функціональну та інформаційну одиницю спадкової інформації, яка є ділянкою ДНК (або РНК) з певною організацією та забезпечує формування ознаки на молекулярному рівні (РНК або поліпептид). Функціональна одиниця гена – кодон (триплет з нуклеотидів). Структурна одиниця гена – нуклеотиди (у еукаріот пара нуклеотидів). В результаті складних еволюційних перетворень у кожного виду організмів сформувалася складна взаємодіюча система генів - генотип, яка представлена різними за функціями генами.

Ген – це ділянка молекули ДНК, що включає промотор, структурну послідовність і термінатор. Промотор – невелика ділянка гена, до якої приєднується фермент транскрипції – РНК-полімераза. Кодуюча частина містить інформацію про послідовність нуклеотидів в РНК. Термінатор – сигнальна ділянка про завершення транскрипції. Кожен з елементів гена має складну будову і певні функціональні ділянки.

Схема структурно-функціональної організації гена



Схема будови гена лактозного оперона (прокаріоти)

Ген-регулятор – ген, що синтезує білок-репресор (знаходиться в іншому локусі хромосоми);

Промотор – функціональна ділянка гена, що з'єднується з ферментом РНК-полімеразою;

Оператор – функціональна ділянка гена, до якої приєднується білок-репресор;

Структурні гени – гени структурної частини, що визначають синтез поліпептидів або білків (у прокаріот більшість генів поліцистронні);

Термінатор – функціональна ділянка гена, яка припиняє транскрипцію;

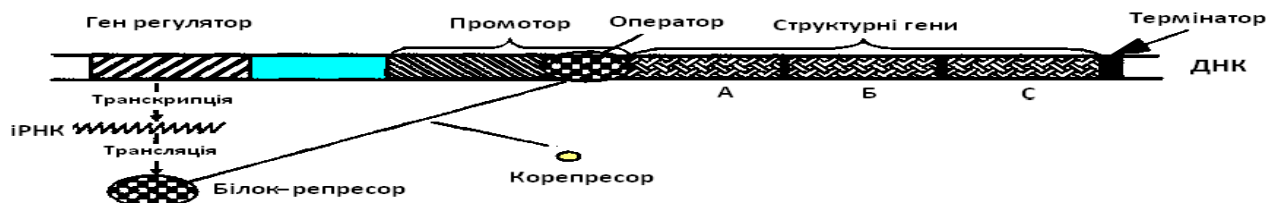
Білок-репресор – білок, який приєднується до оператора та блокує РНК-полімеразу та транскрипцію;

Корепресор – речовини клітини, які сприяють репресії транскрипції (наприклад, кінцеві продукти обміну речовин ферменти, які утворюються в результаті експресії генів А,Б,С).

Організація генома.

Кожна з 23 пар інтерфазних (G1) хромосом містить одну молекулу ДНК. Розмір ДНК в найбільшій хромосомі 1 (хромосоми нумерують за розміром) - 250 мільйонів пар нуклеотидів, а в найменшій - 47 мільйонів пар нуклеотидів.

Гени розташовані в лінійному порядку. У прокаріот лінійні розміри гена узгоджуються з розмірами структурного білка, а у еукаріот розміри ДНК набагато перевищують сумарні розміри значущих генів. Кожен ген має своє місце розташування (локус). Сукупність всіх генів називається геномом. Геном людини містить $3,5 \times 10^9$ нуклеотидних пар, що достатньо для 1,5



млн. генів. Проте дослідження показують, що організм людини має приблизно 35000 - 40000 генів. Це означає, що в статевозрілому організмі використовується тільки $\approx 2 - 3\%$ генетичної інформації. Значна частина генома використовується на процеси ембріонального розвитку, диференціювання, росту та розвитку і надалі не експресується. Інша, значна частина надмірної ДНК входить до складу інтронів. І ще більша частина ДНК представлена численними родинами повторюваних послідовностей, що не мають сенсу. Послідовності, що повторюються, зустрічаються з частотою від 2 до 10000000 на одну клітину. Наприклад, ген, що кодує рРНК, повторюється близько 2 тисяч разів. Очевидно, такі гени, можуть кодувати групи білків або мати функції поки що невідомі.

Ген еукаріот (ген β -ланцюга гемоглобіну)

Промотор – функціональна ділянка гена, що з'єднується з ферментом РНК-полімеразою;

Оператор – функціональна ділянка гена до якої приєднується білок-репресор;

Фактори регуляції – білки, гормони та ін. речовини що впливають на транскрипційну активність (індуктори, ефектори, репресори, корепресори);

Структурний ген – ген структурної частини, що визначає синтез РНК або поліпептида (у еукаріот більшість генів моноцистронні);

Екзони – послідовності структурного гена, які визначають послідовність поліпептидів;

Інтрони – послідовності структурного гена, які не визначають послідовність поліпептиду, але можливий альтернативний сплайсинг, при якому деякі інтрони не вирізаються, включаються в іРНК, що призводить до утворення нового білка;;

Сайти – ділянки функціональної частини гена з певною активністю. В промоторі можуть бути сайт-впізнавання РНК-полімерази (ТАТА-бокс), сайт-зв'язування з РНК-полімеразою, сайт ініціації транскрипції, сайт ініціації трансляції;

Лідерна послідовність – послідовність нуклеотидів ДНК, яка визначає початок РНК;

Термінатор – функціональна ділянка гена, яка припиняє транскрипцію і включає термінальний кодон, сайт

поліаденілювання, полі-А послідовність;

Білок-репресор – білок, який приєднується до оператора та блокує РНК-полімеразу та транскрипцію;

Енхансери – ділянки гена, які мають регуляторну активність – значно прискорюють транскрипцію.

Властивості генів::	Класифікація генів:	
специфічність; цілісність і дискретність;	Регуляторні:	Структурні:
стабільність і лабільність;	1. Активатори (підсилювачі)	1. Унікальні;
плейотропність;	2. Репресори (пригнічувачі);	2. Повторювальні
експресивність і пенетрантність.	3. Промотори;	3. Транспозони
	4. Термінатори	4. Мовчазні (мутантні без експресії).
	5. Оператори;	

Функції генів. Зібрані відомості про гени людини дозволяють виділити наступні групи по функціях первинного продукту: ферменти; модулятори функції білків; рецептори; чинники транскрипції; внутріклітинний матрикс; позаклітинний матрикс; трансмембранні переносники; канали; клітинні сигнали; гормони; екстраклітинні переносники; імуноглобуліни і ін. Безумовно, є ще і гени з поки невідомою дією.

Сучасний стан теорії гена. В результаті досліджень елементарних одиниць спадковості склалася система уявлень, які сформували загальну теорію гена. Основні положення:

1. Ген – структурно-функціональна та інформаційна ділянка молекули ДНК з певною організацією та послідовністю нуклеотидів, яка визначає ознаку на молекулярному рівні (РНК або поліпептид).

2. Гени мають різний нуклеотидний склад та кількість нуклеотидів, кожен ген має функціональні та структурні ділянки.

3. Гени, локалізовані в хромосомі, займають в ній певне місце (локус). Ген може існувати в різних варіантах – алельні гени, які визначають альтернативні ознаки.

4. Гени змінюються внаслідок рекомбінацій та мутацій, які забезпечують мінливість.

5. Гени знаходяться під контролем систем репарації ДНК, яка зменшує частоту мутацій.

6. У хромосомах є гени мРНК (кодують білки), гени рРНК, гени тРНК та інші, які мають свої особливості організації.

7. В хромосомах є регуляторні гени - структурні гени, які утворюють фактори регуляції (РНК або білки) інших структурних генів.

8. Ген є «матрицею» для синтезу посередників – різних молекул РНК, що безпосередньо беруть участь в синтезі білків або мають інші властивості.

9. Передача генів та хромосом наступним клітинним поколінням відбувається за рахунок процесу реплікації та мітозу і мейозу.

10. Структурний ген, як правило, кодує синтез одної РНК і поліпептиду, але можливий альтернативний процесінг та сплайсінг, що збільшує кількість варіантів РНК (поліпептидів).

11. В живих біосистемах (клітини, тканини, організм) працює система взаємодіючих генів локалізованих в хромосомах – генотип, який визначає розвиток і формування фенотипу. Більшість ознак і властивостей визначаються полігенно.

12. При експресії генів в ознаку можливий плейотропний прояв гену – вплив на розвиток декількох ознак (н., при серпоподібноклітинній анемії, синдромах Марфана, Хартнепа).

13. Кількість копій та активність генів визначає інтенсивність прояву ознаки (неповне домінування, експресивність). Багато ознак в гетерозиготному стані проявляються слабше, ніж в гомозиготному.

14. Активність генів знаходиться під контролем різноманітних факторів, що забезпечує адаптацію.

15. Конституційні гени – це активні гени, які постійно синтезують РНК або поліпептиди, оскільки їх продукти необхідні для функціонування клітини («гени домашнього господарства»). Це гени рибосом, цитохромів, ферментів гліколізу, переносників іонів, рРНК, тРНК і інших без яких клітина не зможе існувати. Неконституційні гени – неактивні, але активуються при необхідності, що регулюється клітиною або організмом. Їхні продукти (РНК або білки) забезпечують диференціювання, специфічність структури і функції кожної клітини

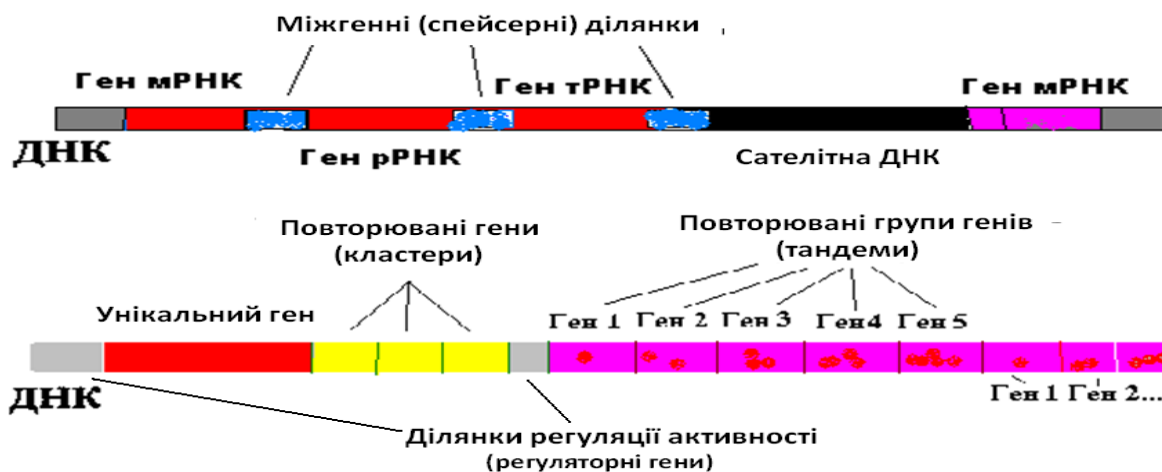
Генотип, будучи дискретним (складається з окремих генів) функціонує як єдине ціле.

Рис. Схема організації геному еукаріот

ГЕНЕТИЧНИЙ КОД - система розташування нуклеотидів в ДНК, яка визначає послідовність амінокислот у поліпептидах.

Властивості генетичного коду:

1. Універсальність (однаковий для усіх організмів),
2. Триплетність (один триплет кодує одну амінокислоту),
3. Специфічність (окремий триплет кодує тільки одну амінокислоту)
4. Виродженість (надмірність – одну амінокислоту можуть кодувати декілька триплетів)
5. Колінеарність (інформація передається з ДНК на поліпептид послідовно)
6. Односпрямованість (читування відбувається в одному напрямку, це визначається організацією генів)
7. Неперекривність (зчитуються послідовно триплет за триплетом)
8. Генетичний код структурних генів зчитується послідовно триплет за триплетом.



ГЕНЕТИЧНИЙ КОД

Перша основа	Друга основа				Третя основа
	У (А)*	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)*	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У (А)* Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Ц (Г)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гіс Гіс Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
А (Т)	Іле Іле Іле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Ліз Ліз	Сер Сер Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Г (Ц)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Глі Глі Глі Глі	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)

*В дужках - кодони ДНК, перші нуклеотиди – кодони іРНК.

Тести першого рівня складності

(одна правильна відповідь)

1. Генетичний код - це властива організмам єдина система запису спадкової інформації в молекулах нуклеїнових кислот у вигляді послідовних нуклеотидів. Одиницею генетичного коду є:
 - А. Мутон.
 - В. Транскриптон.
 - С. Реплікон.
 - Д. Кодон.
 - Е. Антикодон.
2. Встановлена послідовність амінокислотних залишків у молекулі поліпептиду. Ця послідовність буде відповідати певному розташуванню нуклеотидів у такому гені:
 - А. Промотор.
 - В. Структурний.
 - С. Оператор.
 - Д. Термінатор.
 - Е. Псевдоген.
3. У процесі еволюції часто відбувалася дуплікація ділянок геному. Припустимо, що одна з копій могла еволюціонувати

в результаті мутації, а інша зберегла свою початкову функцію. Наприклад, гени білків м'язів, імуноглобулінів, тощо. Як називають набір функціонально споріднених генів, що мають спільного предка і можуть бути розташовані в різних ділянках геному?

- A. Кластери.
- B. Катенани.
- C. Інтрони.
- D. Екзени.
- E. Транспозони.

4. Складні білки, до структури яких входять вуглеводи та їх похідні, називають:

- A. Ліпопротеїди.
- B. Фосфопротеїди.
- C. Глікопротеїди.
- D. Хромопротеїди.
- E. Фітогормони.

5. Вкажіть нуклеїнову кислоту, що містить антикодони:

- A. ДНК.
- B. і-РНК.
- C. т-РНК.
- D. р-РНК.
- E. м-РНК.

6. Для і-РНК характерна наявність старт-кодону який вмикає початок синтезу поліпептида. Визначте цей кодон.

- A. УАА.
- B. УАГ.
- C. УГА.
- D. ААА.
- E. АУГ.

7. Яку кількість кодонів містить генетичний код?

- A. 20.
- B. 4.
- C. 3
- D. 64.
- E. 120.

8. Трансгенні організми – це організми:

- A. Що зазнали мутацій.
- B. Із вродженими аномаліями розвитку.
- C. Одержані шляхом біотехнології.
- D. Створені як біологічна зброя.
- E. Із чужорідними генами.

9. Як називаються фрагменти ДНК, які несуть інформацію про структуру поліпептиду, рРНК або тРНК?

- A. Спейсерні гени.
- B. Структурні гени.
- C. Регуляторні гени.
- D. Псевдогени.
- E. Кластери генів.

10. Як називаються фрагменти ДНК, в яких розміщені однакові гени?

- A. Повторювані.
- B. Кластери.
- C. Псевдогени.
- D. Регуляторні.
- E. Спейсери.

11. В молекулярній біології використовують метод визначення порядку розташування нуклеотидів усередині гена за амінокислотним складом поліпептидів. На якій властивості генетичного коду базується цей метод?

- A. Безперервність
- B. Колінеарність
- C. Універсальність
- D. Виродженість
- E. Специфічність

12. Однією з головних умов життя є постійні хімічні перетворення речовин – метаболізм, який регулюється кількісним складом і активністю ферментів. Які молекулярні структури контролюють синтез цих білків-ферментів?

- A. Структурні гени
- B. Гени-регулятори
- C. Кластери генів
- D. ТанDEMні гени
- E. Гени сателітної ДНК

13. В ядерцевих організаторах хромосом 13-15, 21,22 людини знаходяться близько 200 кластерних генів, що синтезують РНК. Які РНК синтезують ці ділянки хромосом?

- A. тРНК
- B. рРНК
- C. мРНК
- D. мяРНК
- E. тРНК + рРНК

14. Встановлено, що до складу білків входить амінокислота селеноцистеїн, яка зв'язується з своєю тРНК. Який з кодонів генетичного коду використовується для включення селеноцистеїну в поліпептид?

- A. Любий кодон
- B. Кодон, що кодує цистеїн
- C. Кодон з чотирьох нуклеотидів
- D. Один із стоп кодонів
- E. Два кодона одночасно

15. Інформація з одиниці транскрипції зчитується в одному напрямку з 5'-кінця до 3'-кінця. Чим це визначається?

- A. Організацією промотора
- B. Термінатором
- C. Енхансерами
- D. Сайленсерами
- E. Структурними генами

16. Гістонові гени утворюють кластери (5 генів різних гістонів, що розділені спейсерними ділянками, інтрони відсутні). Кластери в геномі повторюються багато разів, наприклад, в геномі людини – 35 разів. Чому необхідна така організація гістонових генів?

- A. Для формування ядерця
- B. Для швидкого утворення нуклеосом
- C. Для утворення мембран ядра
- D. Для утворення субодиниць рибосом
- E. Для утворення апарату поділу клітини

17. В ядерцевому організаторі у великій кількості представлені гени рРНК. Вони утворюють кластери і мають багато копій (у людини – приблизно 100 копій). Для чого необхідна така організація генів рРНК в геномі?

- A. Для забезпечення реплікації
- B. Для швидкого утворення субодиниць рибосом
- C. Для активації генів в ДНК
- D. Для швидкого синтезу білків-тубулінів
- E. Для швидкого синтезу білків-гістонів

18. При регенерації епітелію слизової оболонки порожнини рота (розмноження клітин) відбулася реплікація (авторепродукція) ДНК за напівконсервативним механізмом. При цьому нуклеотиди нової нитки ДНК є комплементарними до:

- A. Змістовних кодонів
- B. Материнської нитки
- C. Інтронних ділянок гену
- D. Ферменту ДНК-полімерази
- E. Ферменту РНК-полімерази

19. Мітохондрії – органели клітини, що мають власну ДНК (мітохондріальний геном). На відміну від ядерних генів мітохондріальні не мають:

- А. термінальних ділянок
 В. промоторів
 С. структурної частини
 D. екзон-інтронної організації
 Е. енхансерів
20. Експериментально була встановлена кількість та послідовність амінокислот у молекулі гормону інсуліну. Ця послідовність кодується:
- А. Послідовністю структурних генів
 В. Кількістю та послідовністю нуклеотидів у екзонних частинах гена
 С. Кількістю та послідовністю азотистих основ ДНК
 D. Певним чергуванням екзонних та інтронних ділянок.
 Е. Кількістю та послідовністю нуклеотидів у інтронних ділянках гена
21. При лікуванні хворого на спадкову форму імунodefіциту було застосовано метод генотерапії: ген фермента був внесений у клітини пацієнта за допомогою ретровірусу. Яка властивість генетичного коду дозволяє використовувати ретровіруси у якості векторів функціональних генів?
- А. Специфічність
 В. Надмірність
 С. Колінеарність
 D. Універсальність
 Е. Безперервність
22. Деякі триплети і-РНК (УАА, УАГ, УГА) не кодують жодної амінокислоти, але є термінаторами в процесі зчитування інформації, тобто здатні припинити трансляцію. Як називаються ці триплети?
- А. Антикодони
 В. Оператори
 С. Стоп-кодони
 D. Екзони
 Е. Інтрони.
23. Встановлено, що до складу білків людини входить амінокислота селеноцистеїн. Як ця амінокислота потрапляє до рибосом?
- А. Транспортним білком
 В. Специфічною тРНК
 С. мРНК
 D. Внаслідок хаотичного руху
 Е. По мембранах ЕПС
24. В цитоплазмі для синтезу білків використовується не менше як 31 вид тРНК, а у мітохондріях – всього 22 різні тРНК. Завдяки чому в мітохондріях максимально зменшена кількість видів тРНК?
- А. Особливостями генетичного коду мітохондрій
 В. Антикодони мтРНК визначають всі кодони-синоніми
 С. Генетичний код мітохондрій інший
 D. Кількість видів амінокислот в матриксі мітохондрій менша
 Е. тРНК мітохондрій мають іншу будову
25. В геномі людини встановлені гени, які гомологічні геному мухи на 61%, геному черв'я – на 43%, геному дріжджів – на 46%. Що визначають ці гени?
- А. визначають реплікацію, репарацію, транскрипцію, трансляцію
 В. Визначають мембранні білки
 С. Визначають обмін речовин
 D. Визначають мітохондріальні білки
 Е. Визначають рецепторні білки
26. Під дією мутагену в гені змінився склад кількох триплетів, але незважаючи на це, клітина продовжувала синтезувати той самий білок. З якою властивістю генетичного коду це може бути пов'язано?
- А. Триплетністю
 В. Універсальністю
 С. Виродженістю
 D. Специфічністю
 Е. Колінеарністю.
27. З молекули ДНК виділено екзонні ділянки. Що це за ділянки?
- А. Незмістовні ділянки
 В. Змістовні ділянки, що кодують первинну структуру білкових молекул
 С. Енхансери
 D. Тандемні гени
 Е. Регуляторні ділянки гена.
28. Під час опитування студентів з теми «Молекулярна біологія» викладачем було поставлене питання: «Чому генетичний код є універсальним?» Правильною повинна бути відповідь: «Тому, що він.»
- А. Єдиний для більшості організмів
 В. Має інформацію про будову білка
 С. Є триплетним
 D. Кодує амінокислоти
 Е. Колінеарний
29. Встановлено, що не всі точкові мутації типу заміни пари азотистих основ спричиняють заміну амінокислоти у складі поліпептиду. Завдяки якій властивості генетичного коду це можливо?
- А. Виродженості
 В. Колінеарності
 С. Універсальності
 D. Неперервності
 Е. Триплетності
30. В процесі еволюції утворилися різноманітні форми життя. Що в першу чергу доводить про єдність всього живого?
- А. Генетичний матеріал всіх форм життя – ДНК
 В. Однаковий ферментативний комплекс
 С. Універсальний генетичний код
 D. Однакова організація спадкового матеріалу
 Е. Клітинна організація живого
31. Відомо, що інформацію про послідовність амінокислот у молекулі білка записано у вигляді послідовності чотирьох видів нуклеотидів у молекулі ДНК, причому різні амінокислоти кодуються різною кількістю триплетів – від одного до шести. Як називається така особливість генетичного коду?
- А. Виродженість
 В. Неперекривність
 С. Триплетність
 D. Універсальність
 Е. Специфічність
32. Останнім часом встановлено у еукаріотів наявність у молекулі ДНК нуклеотидних послідовностей, що збільшують швидкість транскрипції. Як називаються ці активатори транскрипції?
- А. Екзони
 В. Транспозони
 С. Енхансери
 D. Інтрони
 Е. Кодони
33. При вивченні особливостей генетичного коду студенти з'ясували, що трапляються амінокислоти, яким відповідають

6 кодонів, 4 кодони, 3 кодони, 2 кодони. З якою властивістю генетичного коду це пов'язано?

- A. Виродженість
- B. Універсальність
- C. Колінеарність
- D. Специфічність
- E. Триплетність.

34. Відомо, що інформацію про послідовність амінокислот у молекулі білка записано у вигляді послідовності нуклеотидів у молекулі ДНК. Причому є амінокислоти, які кодуються кількома різними триплетами. Як називається така властивість генетичного коду?

- A. Специфічність
- B. Універсальність
- C. Колінеарність
- D. Триплетність
- E. Виродженість.

35. Відомо, що генетичний код є триплетним і виродженим. Заміна якого нуклеотида в кодуючому триплеті може не порушувати його зміст?

- A. Другого
- B. Першого
- C. Третього
- D. Другого або третього
- E. Першого або другого.

36. Поліпептид, синтезований на рибосомі, складається з 54 амінокислот. Яку кількість кодонів мала і-РНК, що була матрицею під час його синтезу?

- A. 44
- B. 27
- C. 108
- D. 162
- E. 54.

37. Встановлено, що послідовність триплетів нуклеотидів і-РНК точно відповідає послідовності амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюгу. Як називається така властивість генетичного коду?

- A. Універсальність
- B. Триплетність
- C. Специфічність
- D. Виродженість
- E. Колінеарність.

38. Як називаються фрагменти ДНК, в яких розміщені функціонально споріднені гени, що мають схожу структуру та спільне походження?

- A. Кластери генів.
- B. Псевдогени.
- C. Регуляторні гени.
- D. Структурні гени.
- E. Спейсерні гени.

39. Які триплети генетичного коду називають кодонами-синонімами?

- A. Триплети які не кодують амінокислоти.
- B. Стоп-кодони.
- C. Кілька триплетів, що кодують одну амінокислоту.
- D. Антикодони.
- E. Кодони-термінатори.

40. Інверсія в структурі гена – це:

- A. Переміщення азотистих основ з одного полінуклеотида в інший.
- B. Заміна однієї комплементарної пари нуклеотидів іншою.
- C. Подвоєння ділянки.
- D. Повернення ділянки гена на 180°.
- E. Збільшення довжини ділянки у кратному відношенні.

41. Як називаються фрагменти ДНК, що кодують синтез регуляторних білків?

- A. Кластери генів.
- B. Регуляторні гени.
- C. Спейсери.
- D. Структурні гени.
- E. Сателіти.

42. У забезпеченні процесу трансляції важлива роль належить тРНК. Вони здійснюють транспортування:

- A. Нуклеотидів.
- B. Нуклеозидів.
- C. Інформаційної РНК.
- D. Амінокислот.
- E. Рибосомальної РНК.

43. Під час трансляції до кожної іРНК приєднується одночасно декілька рибосом, які розташовуються вздовж її молекули на певній відстані. Як називається такий трансляційний комплекс?

- A. Лізосома.
- B. Пероксисома.
- C. Нуклеосома.
- D. Полісома.
- E. Десмосома.

Тести другого рівня складності (кілька правильних відповідей)

1. Генетичний код має властивості:

- A. Колінеарний
- B. Специфічний
- C. Саморегулюючий
- D. Вироджений
- E. Одну амінокислоту кодує тільки один антикодон

2. Що таке ген:

- A. Ділянка молекули ДНК з певною організацією
- B. Матеріальний субстрат живої матерії
- C. Структурно-функціональна одиниця спадковості
- D. Ділянка ДНК, яка визначає фенотип
- E. Ділянка ДНК, яка забезпечує синтез РНК або поліпептида

3. Ген прокариот – оперон має:

- A. Інтрони
- B. Промотор
- C. Енхансери
- D. Структурну частину
- E. Оператор

4. Які властивості генетичного коду забезпечують збереження генетичної інформації:

- A. Універсальність
- B. Колінеарність
- C. Комплементарність
- D. Виродженість
- E. Одну амінокислоту кодує тільки один антикодон

5. Ген еукариот має:

- A. Поліцистронну організацію
- B. Промотор

- | | | |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------|
| C. Акцепторні локуси | D. Структурну частину | E. Оператор |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------|
6. Які основні структурно-функціональні відмінності організації генів еукаріот від генів прокаріот?
- | | |
|--|---|
| A. Мають екзон-інтронну організацію | D. Регуляцію забезпечують тільки білки-репресори |
| B. Поліцистронні | E. Можливий альтернативний сплайсінг |
| C. Моноцистронні | закодованої інформації. |

ЗАДАЧІ

1. До складу білка входить 800 амінокислот. Яка довжина гена, що контролює синтез цього білка?
2. Структурний ген включає 990 нуклеотидів (один ланцюг ДНК), з них 30% припадає на інтрони. Визначити кількість амінокислот, які кодує цей ген.
3. Ген еукаріот (два ланцюга ДНК) містить 30000 нуклеотидів. Функціональна ділянка – 25%. Структурна ділянка гена включає 40% екзонів. Яку кількість амінокислот включає білок, що кодує даний ген?
4. Фрагмент кортикотропіну (адренокортикотропного гормону – АКТГ) людини, який виробляється передньою долею гіпофізу, має структуру *сер – тир – сер – мет – про – ала – іле*. Визначте антикодони т-РНК, які приймають участь у біосинтезі фрагмента АКТГ.
5. Яку довжину мають гени, що визначають молекулу нормального гемоглобіну, який у своєму складі має 287 амінокислот?
6. Білковий ланцюг складається з таких амінокислот: *валін – лейцин – гістидин – серин – ізолейцин – аланін – аргінін – пролін – тирозин*. Яка послідовність гена, що кодує даний білок?
7. Лейцин кодується такими нуклеотидами іРНК : *ЦУУ, ЦУЦ, ЦУА, ЦУГ*. Які кодони ДНК будуть кодувати цю амінокислоту? Яка властивість генетичного коду при цьому проявляється?

ТЕМА: Організація потоку інформації у клітині. Регуляція експресії генів. Молекулярні механізми мінливості в людини.

Організація потоку інформації у клітині. Транскрипція. Процесинг, сплайсінг. Трансляція (ініціація, елонгація, термінація). Посттрансляційна модифікація білків. Регуляція експресії генів у прокаріотів. Екзонно-інтронна організація генома еукаріотів. Молекулярні механізми мінливості у людини.

Генна експресія - це складний молекулярний механізм реалізації спадкової інформації в конкретну фенотипову ознаку.

Процес експресії гена включає такі етапи :

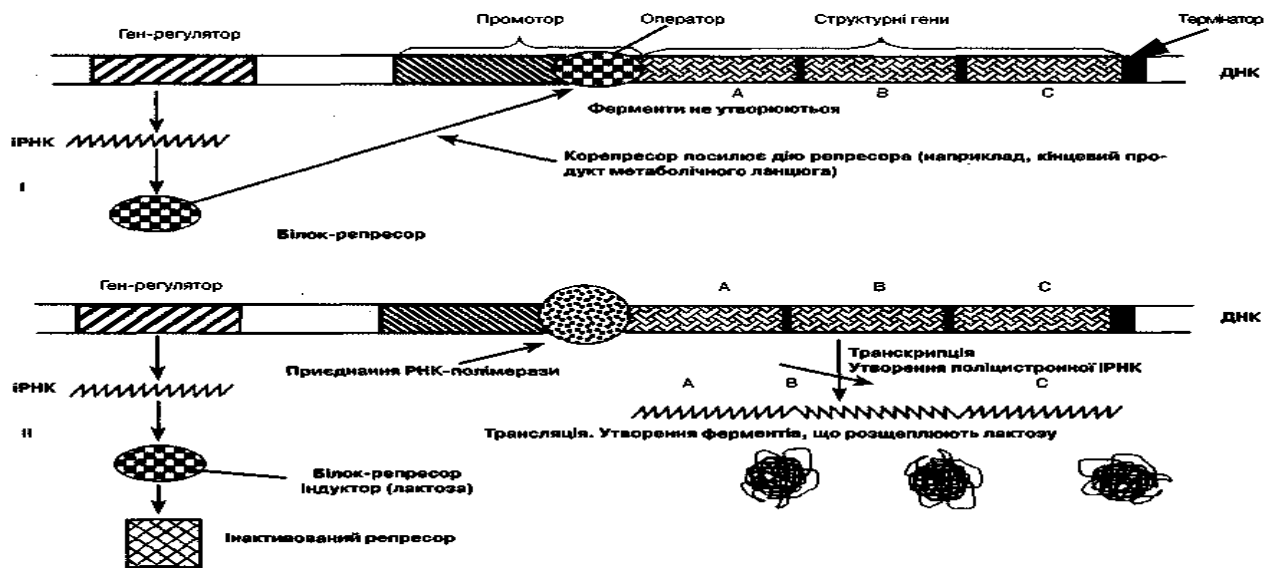
1. Транскрипція – складний біологічний процес реакцій матричного синтезу, який забезпечує передачу інформації з послідовності нуклеотидів ДНК на послідовність нуклеотидів РНК.
2. Процесинг – процес дозрівання матричної РНК (або тРНК). Про-іРНК зазнає модифікації та сплайсінгу, що забезпечує стабільність іРНК та здатність до поєднання з рибосомами.
3. Трансляція - складний біологічний процес реакцій матричного синтезу, який забезпечує передачу інформації з послідовності нуклеотидів РНК на послідовність амінокислот у поліпептидах.
4. Фолдінг та модифікація поліпептидів в клітині (в цитоплазмі та вакуолярній системі), що приводить до структурної організації білків та набуття ними функціональної активності.
5. Експресія в ознаку. Утворений білок виконує свою функцію, що на морфологічному рівні визначає конкретну ознаку (фен) або фенотип (при взаємодії з іншими генами). Всі етапи експресії генів відбуваються з використанням енергії під впливом десятків ферментів. Основою експресії генів є молекулярні процеси транскрипції, процесингу, трансляції і модифікації.

У процесі транскрипції бере участь не тільки інформативна частина гена, але й інші регуляторні і структурні ділянки. Про-іРНК містить багато елементів, які характерні для ДНК. Процесинг істотно модифікує про-іРНК, яка перетворюється на іРНК і містить значно менше структурно-функціональних елементів. Внаслідок трансляції на основі іРНК утворюються молекули цілком іншої природи - білки, що не мають нічого спільного з нуклеїновими кислотами, мають інші властивості та організацію. Фолдінг – процес, який приводить до набуття білком типової для нього структури. Модифікація поліпептиду призводить до формування молекули білка складної просторової організації. До складу білків можуть входити кілька поліпептидів та небілкові компоненти (наприклад, атоми металів).

Регуляція експресії генів.

Генетичний апарат - це тонко регульована система. Відомо, що гени не проявляють постійної активності. Ген перебуває в неактивному стані, але коли є необхідність, він активується, а це, зумовлює синтез відповідного білка. Таким чином, клітинам властивий механізм, що контролює кількість будь-якого ферменту в певний проміжок часу. Синтез білків регулюється генетичним апаратом і факторами внутрішнього і зовнішнього середовища.

У 1961 р. Французькі біологи Ф.Жакоб і Ж.Моно запропонували механізм регуляції генів, який було названо гіпотезою оперона. Вони виявили, що додавання лактози до культури *E.coli* індукує утворення відразу трьох ферментів: галактозидази, перміази і трансацетилази, необхідних клітині для розщеплення лактози до глюкози і галактози. Гени, що кодують ці

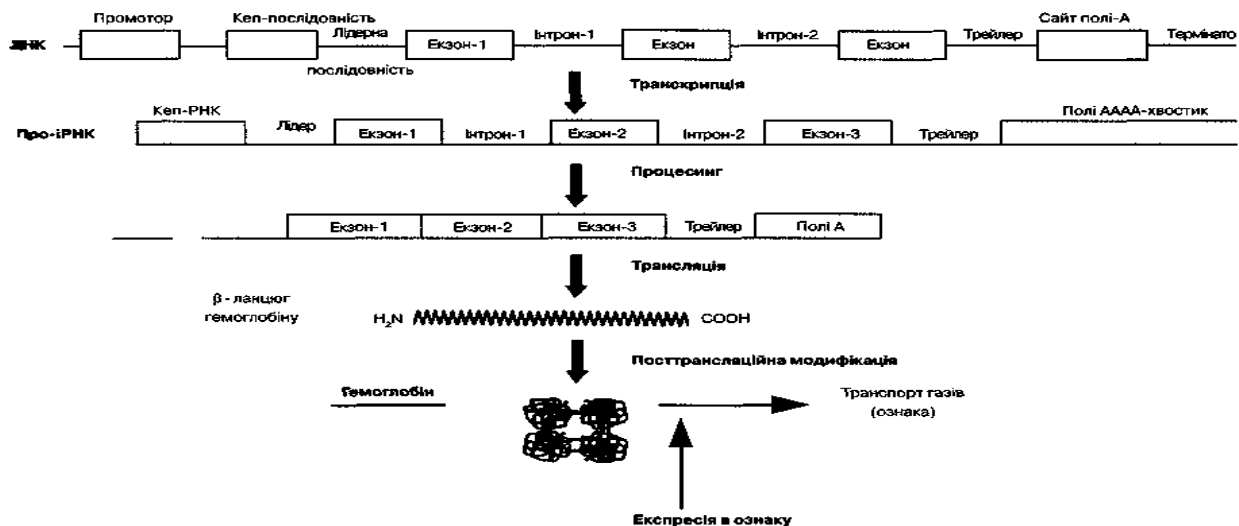


ферменти, межують один з одним у хромосомі. Їх назвали структурними генами, або цистронами. Вони транскрибуються РНК-полімеразою в одну поліцистронну іРНК, що має кодони для всіх трьох ферментів.

Етапи експресії ланцюга β -глобіну

Інформаційна РНК, що транскрибується з кількох генів, називається поліцистронною. Функція цих цистронів контролюється ділянкою молекули ДНК, яка називається оператором. Операторний локус - це певна ділянка послідовності нуклеотидів довжиною 27 пар основ. Даний сегмент ДНК розташований між промотором, до якого перед початком транскрипції приєднується РНК-полімераза, і початком першого структурного гена β -галактозидази.

Цистрон синтезує іРНК, якщо оператор увімкнений, і припиняє синтез, коли він вимкнений. Оператор вмикається або



вимикається білком, який назвали репресором, за синтез якого відповідає ген-регулятор. Репресор або зв'язується з оператором і пригнічує його активність, або не зв'язується з ним і дозволяє виявляти активність структурним генам. Таким чином, репресор є негативним регулятором. Усі названі елементи функціонування генів входять до складу оперона.

Рис. Функціонування лактозного оперону *E.coli*

Білок-репресор не є обов'язковим для функціонування оперона, але він необхідний для регуляції його роботи. Отже, оперон - це послідовність нуклеотидів ДНК, структурних генів, які кодують синтез певної групи білків одного метаболічного ланцюга.

Регульована одиниця транскрипції складається з наступних структурних частин:

- 1) ген-регулятор, який контролює утворення білка-репресора;
- 2) промотор - ділянка ДНК, до якої приєднується РНК-полімераза і з якої розпочинається транскрипція;

- 3) оператор - ділянка промотора, яка може зв'язувати репресор; 4) структурні гени - ділянки ДНК, які кодують іРНК конкретних білків;
5) термінаторна ділянка ДНК, яка припиняє транскрипцію.

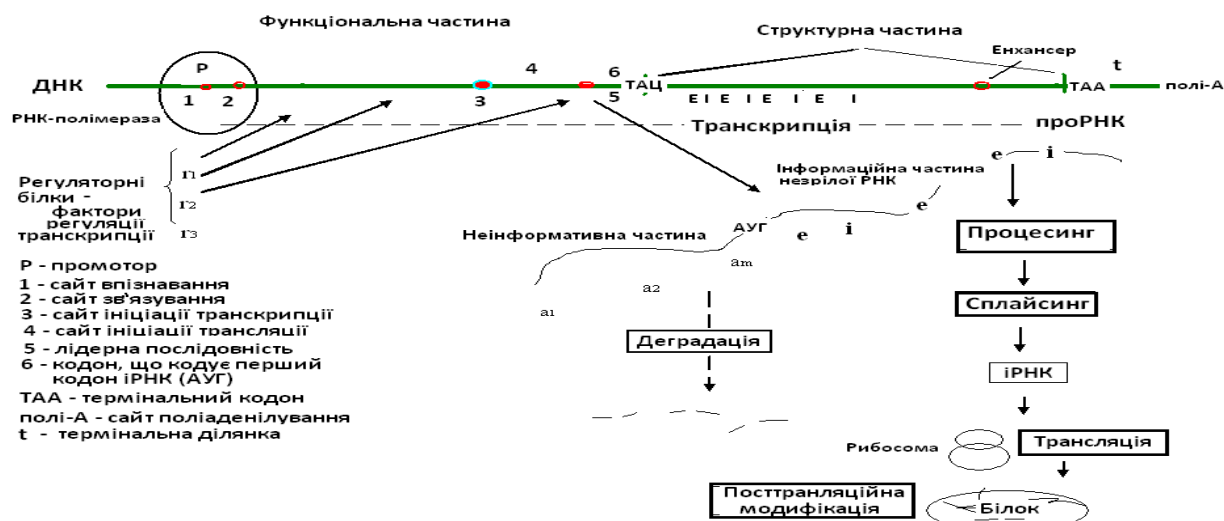


Схема регуляції генів еукаріотів.

Особливості експресії генів у еукаріотів.

Принцип експресії та її регуляції однаковий як у прокаріотів, так і у еукаріотів. Однак останні, особливо багатоклітинні, більш складні організми, тому експресія їх генів значно складніша і відрізняється деталями. Зокрема, можна відзначити наступні особливості експресії в еукаріотів.

Регуляція генів еукаріотів складна – комбінативна. РНК-полімераза приєднується до промотора, який має декілька сайтів. Сайт впізнання, що включає певні послідовності, сайт зв'язування, до якого прикріплюється РНК-полімераза. Регуляторні білки зв'язуються з акцепторними локусами і при наявності стимулюючих сигналів активують РНК-полімеразу. РНК-полімераза починає свій рух вздовж ДНК. З сайту ініціації транскрипції починається зчитування інформації. В генах, або за їх межами, знаходяться енхансери – ділянки ДНК, які прискорюють транскрипцію в десятки разів. В наслідок транскрипції утворюється незріла РНК (проРНК), яка включає неінформативні ділянки та інформативні ділянки (які визначатимуть поліпептид). Ділянки на початку проРНК деградують, тут залишається лідерна послідовність, КЕП і початковий кодон РНК-АУГ. До кінця РНК прикріплюється нуклеотидний хвіст (полі-А), який стабілізує молекулу РНК. Далі в каріоплазмі відбувається процес дозрівання РНК – процесинг, який включає вирізання інтронів та зшивку (сплайсинг) екзонів. Результатом таких модифікацій буде утворення зрілої іРНК. В деяких випадках можливе порушення процесингу та сплайсингу – деякі інтрони не вирізаються, а залишаються в РНК, і як наслідок утворюються мутантні РНК з більшою кількістю нуклеотидів. Можливі інші варіанти – останній екзон не приєднується і утворюється іРНК з меншою кількістю нуклеотидів. Такі РНК або деградують в цитоплазмі (руйнуються), або утворюють мутантний білок.

Таким чином, регуляція генів еукаріотів набагато складніша, комбінативна. В регуляції можуть приймати участь не тільки регуляторні білки, а й гормони, регуляторні одноланцюгові РНК та інші фактори.

Основні особливості регуляції генів еукаріотів.

1. Геном вищих еукаріотів значно складніший (наприклад, гаплоїдний геном людини має приблизно 30000 - 35000 генів, розташованих у 23 хромосомах, а у прокаріотів є тільки одна хромосома і близько тисячі генів).

2. У клітинах еукаріотів ядерна оболонка просторово розділяє процеси транскрипції і трансляції, хромосоми знаходяться в ядрі, а рибосоми в цитоплазмі. Експресія генів у еукаріотів включає набагато більше етапів. Тому в них є такі механізми регуляції, які відсутні в клітинах прокаріотів, наприклад, процесинг.

3. На експресію еукаріотичних генів впливає ампліфікація генів - багатократне збільшення числа копій однакових генів з метою інтенсифікації синтезу молекул, необхідних на певний момент часу (наприклад, послідовності ДНК, що повторюються, забезпечують сотні копій генів рРНК і тРНК).

4. У представників еукаріотів не встановлено повної оперонної організації генетичного матеріалу. Гени ферментів певного метаболічного ланцюга можуть бути розташовані в різних хромосомах. Вони, зазвичай, не мають системи регуляції у вигляді гена-регулятора, оператора і промотора, тому синтезовані в ядрах еукаріотів іРНК моноцистронні. Регуляція активності генів в еукаріотів комбінативна. В цьому процесі беруть участь відразу декілька генів-регуляторів.

5. Особливість геному еукаріотів - наявність спеціальних "підсилювальних" сегментів ДНК - енхансерів. Вони можуть розташовуватися на великій відстані від промотора. їх функція - участь в регуляції активності структурних генів. Препромоторний елемент і енхансер регулюються відповідними регуляторними білками. Деякі білки-регулятори виконують координуючий вплив на активність багатьох генів, тобто вони мають плейотропну дію.

6. Геном еукаріотів зазнає регуляторного впливу з боку ендокринної системи організму. Багато гормонів є індукторами транскрипції. Зокрема, це стосується стероїдних гормонів, які зворотно зв'язуються з білками-рецепторами, що переносять їх у ядро. Такий комплекс зв'язується зі специфічною ділянкою хроматину, відповідальною за регуляцію генів (наприклад, тестостерон активує гени, що визначають розвиток організму за чоловічим типом).

7. Відомо, що регуляція активності генів еукаріотів пов'язана з утворенням комплексу ДНК з білками хроматину. У такому вигляді гени нуклеосом не здатні до транскрипції. Тому необхідною умовою є часткова декомпактизація хроматину й ослаблення зв'язків з гістоновими білками. Однак повна нуклеосомна організація хроматину в процесі транскрипції не втрачається.

8. Контроль експресії генів в еукаріотів здійснюється також на стадії трансляції (наприклад, шляхом впливу на фактор ініціації трансляції, тому, навіть за наявності в цитоплазмі іРНК, синтезу на ній може не відбуватися).

9. Деякі гени еукаріотів декілька раз повторюються, а певні ділянки ДНК взагалі не відіграють генетичної ролі, наприклад, сателітна ДНК. Геном еукаріотів "надлишковий". Унікальні послідовності геному еукаріотів у різних видів складають 15-98 %. У людини унікальні послідовності нуклеотидів складають 56 %. Крім цього, у геномах еукаріотів містяться послідовності, що повторюються кілька десятків, сотень і навіть мільйонів разів. Вони знаходяться серед унікальної ДНК.

9. До таких послідовностей належать елементи з непостійною локалізацією, їх називають транспозонами, або мобільними елементами. Гени, що повторюються, виконують різноманітну біологічну роль: регулюють відтворення ДНК, приймають участь у кросингові, позначають межі між екзонами й інтронами, тощо. Унікальна ДНК входить до складу структурних генів, але більше половини її неактивна.

10. Регуляція експресії генів еукаріотів може здійснюватися на стадії посттрансляційних змін (наприклад, для утворення активної форми білкового гормону інсуліну, із молекули проінсуліну вирізаються два ланцюжки, що згодом зшиваються дисульфідними зв'язками).

Етапи регуляції активності генів еукаріотів

- 1 – регуляція під час транскрипції;
- 2 – регуляція процесинга;
- 3 – регуляція під час транспорту іРНК через ядерні пори;
- 4 – регуляція під час трансляції;
- 5 – руйнування РНК в цитоплазмі;
- 6 – регуляція фолдинга та модифікації білків в цитоплазмі та мембранах вакуольної системи.

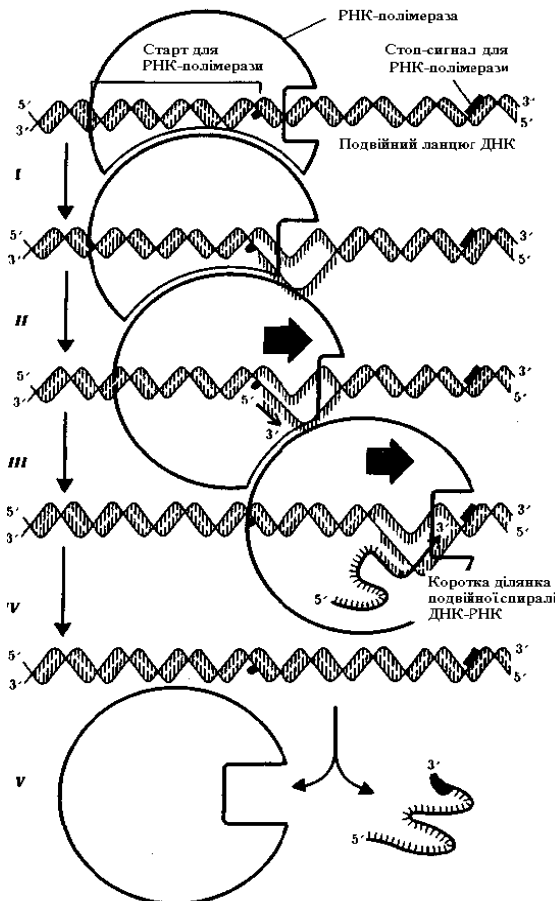
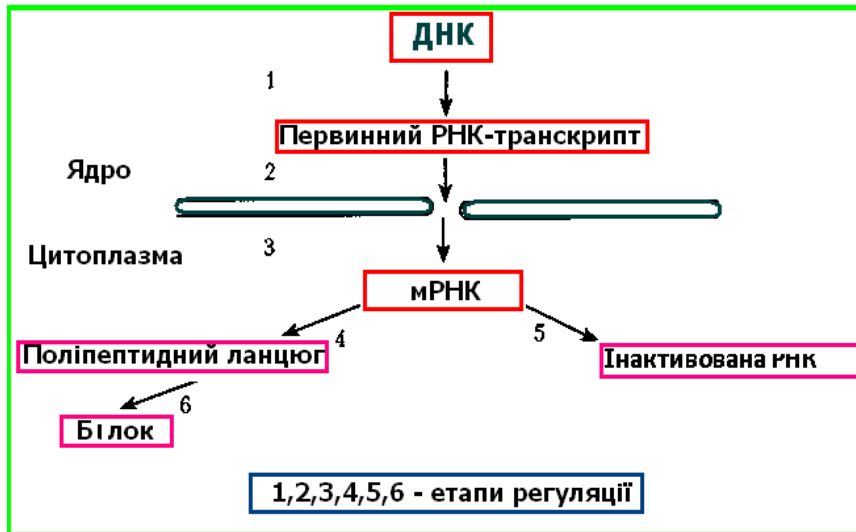


Схема транскрипції.

Транскрипція включає 3 етапи:

1. Ініціацію
2. Елонгацію
3. Термінацію

У прокаріотів утворюється, як правило, поліцистронна РНК, яка безпосередньо приймає участь в трансляції. У еукаріотів утворюється моноцистронна незріла РНК, яка дозріває під час процесингу.

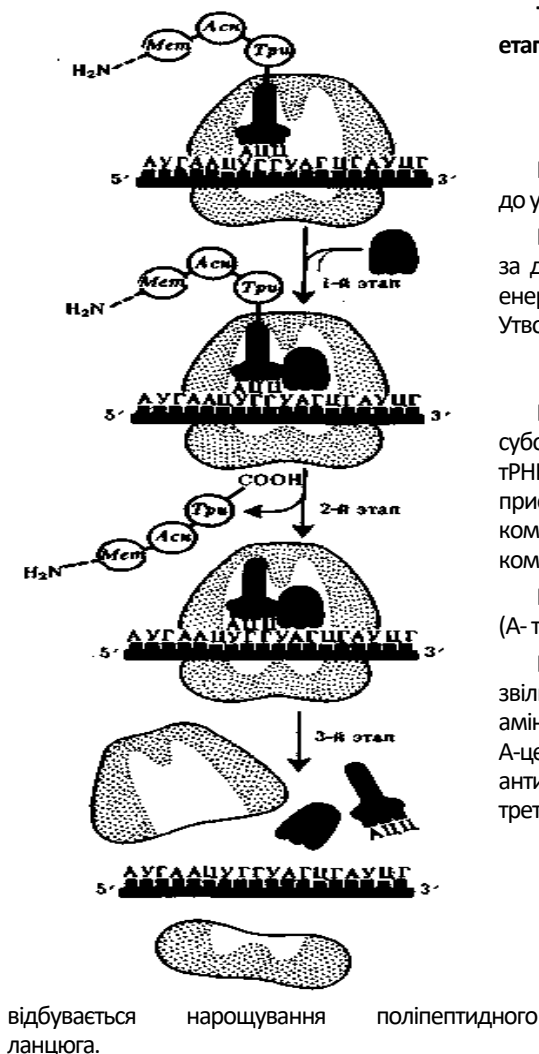
Ініціація – за сигналами з цитоплазми відбувається ферментативне розщеплення подвійної спіралі ДНК на два ланцюги. РНК-полімераза з'єднується з промотором в певній ділянці і починає комплементарний синтез ланцюга РНК за матрицею –кодуючим ланцюгом ДНК. Утворюється невеличкий гібридний фрагмент ДНК-РНК.

Елонгація – процес нарощування ланцюга РНК. РНК-полімераза із певною швидкістю (за 1 сек до 30 нуклеотидів) рухається вздовж кодуючого ланцюга ДНК і синтезує РНК.

Термінація – завершення транскрипції. РНК-полімераза досягає певної ділянки гена –термінальної ділянки, до складу якої входить термінальний кодон. Транскрипційний комплекс розпадається. Утворена РНК звільнюється, РНК-полімераза від'єднується, ДНК відновлює подвійну будову спіралі. Далі РНК зазнає процесингу і забезпечує синтез поліпептида на рибосомах (трансляцію).

У прокаріотів утворена РНК -поліцистронна і безпосередньо з'єднується з рибосомами. У еукаріотів утворена РНК (незріла РНК, проРНК) в каріоплазмі набуває модифікації – процесинг, який включає приєднання до РНК певних послідовностей, що стабілізують молекулу РНК, вирізання інтронів та сплайсинг – зшивку екзонів.

Зріла іРНК з каріоплазми через ядерні пори надходить в цитоплазму де об'єднується з субодинамиціями рибосом.



Білок-синтезуючий комплекс

Синтез поліпептидного ланцюга відбувається з великою швидкістю: у еукаріотів - 2 амінокислоти за 1 сек., у прокаріотів - 10-15 амінокислот.

Термінація синтезу поліпептидного ланцюга (завершення синтезу поліпептида) пов'язана із надходженням в А-центр термінального кодону (наприклад, АГЦ). До термінального стоп-кодону приєднується специфічний рибосомальний білок. До останньої амінокислоти приєднується вода і поліпептид відділяється від т-РНК, як наслідок пептидний ланцюг втрачає зв'язки з рибосомою, яка розкладається на 2 субодинамиці.

Білок-синтезуючий комплекс розпадається, поліпептид звільняється та зазнає посттрансляційних змін.

Посттрансляційні перетворення білків.

На рибосомі, в процесі трансляції, синтезуються поліпептидні ланцюги білкової молекули, що відповідають первинній структурі білка. Далі формуються вторинні і третинні структури білка. Залежно від того, які функції білка (фермент, антитіло, будівельний і т.д.) він бере участь у забезпеченні морфофункціональних особливостей клітини (організму), тобто в формуванні окремих складних ознак. Це кінцевий етап процесу реалізації генетичної інформації – експресія в ознаку.

Посттрансляційні перетворення білків починаються одразу після звільнення. По перше, відбувається фолдинг поліпептидів, завдяки якому поліпептиди за допомогою білків шаперонів набувають специфічної просторової організації типової тільки для цього білка.

Далі на мембранах вакуолярної системи відбуваються модифікаційні процеси: білкові молекули об'єднуються в комплекси, агрегати. Наприклад, білок гемоглобін утворюється з 4-х глобінів: 2-х альфа-глобінів та 2-х бета-глобінів. Крім того їх об'єднує небілкова молекула, до складу якої входить залізо (гем).

Трансляція – процес синтезу поліпептидного ланцюга. Включає три етапи:

1. Ініціацію;
2. Елонгацію;
3. Термінацію.

Після трансляції відбуваються посттрансляційні процеси, які призводять до утворення функціонально активних білків.

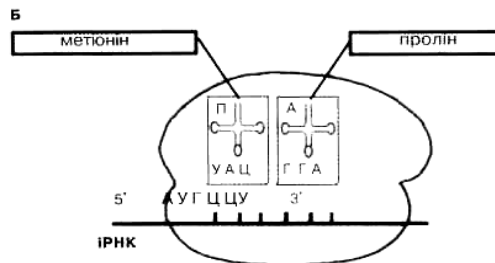
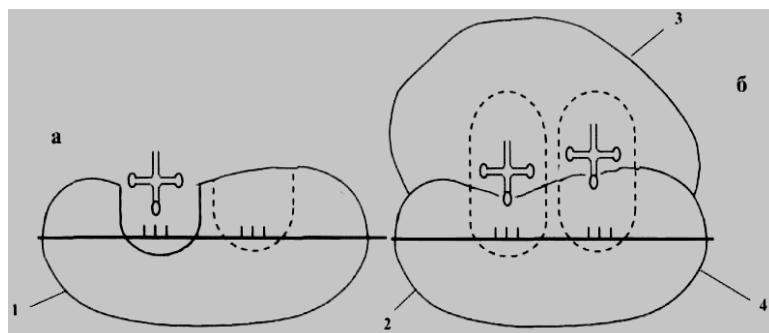
В цитоплазмі присутні тРНК, вони постійно з'єднуються з амінокислотами за допомогою специфічних ферментів – аміноацил-синтетаз та за рахунок енергії АТФ. тРНК можуть з'єднуватися тільки з своєю амінокислотою. Утворюється комплекс аміноацил-тРНК.

Активація рибосом.

В цитоплазмі іРНК з'єднується стартовим кодоном з малими субодинамиціями рибосом (1а), до комплексу приєднуються перша аміноацил-тРНК з антикодоном комплементарним першому кодону (АУГ). До комплексу приєднується велика субодинамиця (3) та друга аміноацил-тРНК з антикодоном комплементарним другому кодону іРНК – утворюється білок синтезуючий комплекс.

Між амінокислотами, що знаходяться у двох активних центрах рибосом (А- та П-центрі) утворюється пептидний зв'язок (Б)

Елонгація – нарощування поліпептидного ланцюга. Перша тРНК звільняється від амінокислоти та залишає П-центр. Друга тРНК з двома амінокислотами робить крок (на один кодон) та переміщується в П-центр (В). А-центр рибосоми звільняється. До А-центру підходить аміноацил-тРНК з антикодоном комплементарним третьому кодону (Г). Між дипептидом та третьою амінокислотою утворюється пептидний зв'язок. Так крок за кроком



Молекулярні механізми мінливості.

Мінливість – властивість організмів набувати нові варіанти ознак. Мінливість буває спадковою (генотиповою) та неспадковою (фенотиповою). Спадкова мінливість пов'язана із змінами генотипу. Суттєве значення мають молекулярні механізми, що приводять до порушень на молекулярно-генетичному рівні - мутацій. Причини таких мутацій:

- помилки реплікації,
- помилки рекомбінації,
- генні мутації, що виникають спонтанно або індуковано під впливом хімічних, фізичних та біологічних мутагенів.

Механізми генних мутацій різноманітні: заміна нуклеотидів, випадіння нуклеотидів (мікрodelеції), вставки (інсерції), інверсії, дуплікації.

Порушення на молекулярно-генетичному рівні приводять до мутацій, які на організмовому рівні можуть бути нейтральними, соматичними або генеративними. Фенотипово вони проявляються моно- генними хворобами, залежно від типу успадкування та зиготності. Так, аутосомно-рецесивні захворювання проявляються тільки в гомозиготному стані, аутосомно-домінантні – в гомо- та гетерозиготному стані. Певна група захворювань пов'язана з молекулярно-генетичними порушеннями спадкового матеріалу в мітохондріях (порушення цитоплазматичні), такі порушення передаються за материнською лінією та викликають мітохондріальні хвороби – порушення обміну речовин (відомо близько 50 таких захворювань).

Термінація трансляції.

Таким чином, порушення спадкового матеріалу на молекулярному рівні можуть значно впливати на розвиток організму та фенотип.

Тести першого рівня складності

(одна правильна відповідь)

1. Які функції гена-регулятора?

- A.** Контроль за утворенням білка-регулятора (репресора)
- B.** Кодування м-РНК конкретного білка
- C.** Кодування т-РНК
- D.** Зупинка транскрипції
- E.** Зупинка трансляції.

2. Після транскрипції відбувається процесинг РНК-попередника, що включає видалення інтронів та зшивання екзонів (сплайсинг). До чого можуть привести порушення процесу сплайсингу?

- A.** Утворення мутантної і-РНК
- B.** Руйнування (деградація) і-РНК
- C.** Генетичний код не змінюється
- D.** Перестановки кодонів
- E.** Заміни нуклеотидів у і-РНК.

3. У здоровій клітині слинної залози людини досліджують процеси біосинтезу ферментів. Основним напрямком потоку інформації в цій клітині буде:

- A.** т-РНК - і-РНК - ДНК - поліпептид
- B.** і-РНК - поліпептид - ДНК
- C.** ДНК - і-РНК - поліпептид
- D.** ДНК - поліпептид - і-РНК
- E.** Поліпептид - і-РНК - ДНК.

4. У клітині людини відбувається транскрипція. Фермент РНК-полімераза, яка переміщується вздовж молекули ДНК, дійшла до визначеної послідовності нуклеотидів. Після цього транскрипція припинилась. Ця ділянка ДНК:

- A.** Оператор
- B.** Промотор
- C.** Репресор
- D.** Термінатор
- E.** Регулятор.

5. За гіпотезою лактозного оперону (Жакоб, Моно, 1961), в *Escherichia coli* індуктором є лактоза, яка потрапляє в клітину з навколишнього середовища. Як саме лактоза індукуює синтез ферментів, що її розщеплюють, тобто включає оперон?

- A.** Сполучається з геном-регулятором.
- B.** Сполучається з геном-оператором.
- C.** Сполучається з білком-репресором.

D. Сполучається з промотором.

E. Сполучається із структурним геном.

6. У клітині виявлено білок-репресор. Який ген кодує амінокислотну послідовність цього білка?

- A.** Промотор
- B.** Термінатор
- C.** Регулятор
- D.** Модифікатор
- E.** Оператор.

7. Вивчається робота оперона бактерії. Відбулося звільнення гена-оператора від білка-репресора. Який процес після цього розпочинається?

- A.** Активація амінокислот
- B.** Трансляція
- C.** Реплікація
- D.** Процесинг
- E.** Транскрипція

8. Відомо, що спеціальна ділянка ДНК — промотор, відповідає за приєднання ферменту ДНК-залежної РНК-полімерази та ініціацію транскрипції. У цій ділянці відбулося видалення (делеція) двох пар нуклеотидів. До якого наслідку це призведе?

- A.** Повної відсутності синтезу білка.
- B.** Утворення аномального білка.
- C.** Синтезу білка в необмеженій кількості.
- D.** Утворення нормального білка.
- E.** Передчасного припинення синтезу білка.

9. Клітини, що належать одній людині, здатні одночасно синтезувати різні білки. Це можливо тому що:

- A.** У клітинах постійно відбуваються різні мутації.
- B.** Клітини одного організму мають різну ДНК.
- C.** У клітинах одного організму по-різному відбувається біосинтез білка.
- D.** Одночасно у клітинах транскрибуються різні ділянки ДНК.
- E.** Синтезовані білки набувають різну структуру.

10. У хворого виявлено зниження іонів магнію, які потрібні для прикріплення рибосом до гранулярної ендоплазматичної сітки. Відомо, що це призводить до порушення біосинтезу білка. Порушення відбувається на етапі:

- A.** Реплікація
B. Транскрипція
C. Трансляція
D. Транспозиція
E. Трансгенація
11. Для вивчення локалізації біосинтезу білка в клітині мишам ввели мічені амінокислоти аланін і триптофан. Біля яких органел спостерігається накопичення мічених амінокислот:
A. Апарат Гольджі.
B. Гладенька ЕПС
C. Клітинний центр
D. Лізосоми
E. Рибосоми
12. Лімфоцит уражений ретровірусом ВІЛ (СНІД). В цьому випадку напрямок потоку інформації в клітині буде:
A. РНК - ДНК - і-РНК - поліпептид
B. ДНК - і-РНК - поліпептид - ДНК
C. ДНК - поліпептид - і-РНК
D. і-РНК - поліпептид - ДНК
E. Поліпептид - РНК - ДНК - і-РНК.
13. У загальному вигляді генетичний апарат еукаріот являється таким: екзон – інтрон – екзон. Така структурно-функціональна організація гена зумовлює особливості транскрипції. Вкажіть, якою буде про-і-РНК відповідно до згаданої схеми?
A. Екзон-екзон
B. Екзон –екзон - інтрон
C. Екзон – інтрон - екзон
D. Інтрон - екзон
E. Екзон - інтрон.
14. З молекули ДНК виділено екзонні ділянки. Що це за ділянки?
A. Незмістовні ділянки
B. Змістовні ділянки, що кодують первинну структуру білкових молекул
C. Енхансери
D. Тандемні гени
E. Регуляторні ділянки гена.
15. Відомо, що деякі хімічні елементи (препарати бром, профлавін та ін.) здатні викликати мутації типу делецій. До чого приведуть такі мутагени, якщо порушення відбудуться в структурній ділянці гена?
A. Генетичний код не зміниться
B. Заміни декількох нуклеотидів
C. Інверсії ділянки ДНК
D. Порушення рамки зчитування
E. Заміни нуклеотидів ДНК
16. Більшість мутацій за типом вставок відбувається внаслідок включення в структурні гени мобільних генетичних елементів (досить великі послідовності ДНК, які можуть міняти своє положення в хромосомі). До чого приведе включення мобільного елемента з 90 пар нуклеотидів?
A. Включення 30 додаткових амінокислот в поліпептид.
B. Мутантний ген не буде забезпечувати транскрипцію.
C. Включення додаткових амінокислот не відбудеться.
D. Відбудеться мутація без зсуву рамки зчитування.
E. Включення 90 додаткових амінокислот в поліпептид.
17. Деякі триплети і-РНК (УАА, УАГ, УГА) не кодують жодної амінокислоти, але є термінаторами в процесі зчитування інформації, тобто здатні припинити трансляцію. Як називаються ці триплети?
A. Антикодони
B. Оператори
C. Стоп-кодони
D. Екзони
E. Інтрони.
18. Під дією мутагену в гені змінився склад кількох триплетів, але незважаючи на це, клітина продовжувала синтезувати той самий білок. З якою властивістю генетичного коду це може бути пов'язано?
A. Триплетністю
B. Універсальністю
C. Виродженістю
D. Специфічністю
E. Колінеарністю.
19. Під дією деяких хімічних речовин у клітині порушено формування субодиниць рибосом. Внаслідок цього безпосередньо, буде припинено синтез:
A. Вуглеводів
B. Білків
C. Ліпідів
D. ДНК
E. РНК.
20. В і-РНК закодована інформація про послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюгу. Чому дорівнюватиме кількість типів т-РНК, що транспортують амінокислоти до рибосоми під час синтезу цього поліпептидного ланцюга?
A. Кількості білків, синтезованих у клітині.
B. Кількості нуклеотидів.
C. Кількості амінокислот.
D. Кількості триплетів, що кодують амінокислоти.
E. Кількості різних типів і-РНК.
21. Відомо, що ДНК не приймає участі в синтезі білка (не може переміщуватися до місця синтезу білка в цитоплазмі). Які молекули НК визначають синтез поліпептиду на рибосомах?
A. про-і-РНК
B. т-РНК
C. мя-РНК
D. р-РНК.
E. іРНК
22. Який фермент забезпечує процес транскрипції?
A. Топоізомераза
B. РНК-полімераза
C. ДНК-полімераза
D. Ендонуклеаза
E. Геліказа.
23. Процес синтезу білків починається з активації амінокислот яка здійснюється специфічними ферментами. Яку назву мають ці ферменти?
A. Нуклеази
B. Аміноацил-т-РНК-синтетази
C. ДНК-полімерази
D. Полінуклеотиддигази
E. Лігази
24. Відомо, що на одній молекулі і-РНК проходить трансляція не однією, а одночасно кількома десятками рибосом. Це в значній мірі підвищує «продуктивність» трансляції за одиницю часу. Як називається такий комплекс рибосом?
A. Комплекс Гольджі
B. Велика субодиниця
C. Мала субодиниця

- D.** Агранулярний ендоплазматичний ретикулум
E. Полісома
25. Спадкова інформація зберігається у ДНК, але безпосередньої участі у синтезі білків у клітині ДНК не приймає. Який процес забезпечує реалізацію спадкової інформації у поліпептидний ланцюг?
- A.** Трансляція
B. Утворення р-РНК
C. Утворення т-РНК
D. Утворення і-РНК
E. Реплікація.
26. У клітині бактерії, що викликає захворювання відбувається процес транскрипції. Матрицею для синтезу однієї молекули і-РНК при цьому буде:
- A.** Ділянка одного з ланцюгів ДНК
B. Молекула ДНК
C. Один з ланцюгів молекули ДНК
D. Ланцюг молекули ДНК, з відсутніми інтронами
E. Ланцюг молекули ДНК, з відсутніми екзонами
27. В клітинах людини на гранулярну ЕПС до рибосом надійшла і-РНК, яка має екзонні і інтронні ділянки. Це пояснюється відсутністю:
- A.** Процесингу
B. Реплікації
C. Транскрипції
D. Трансляції
E. Пролонгації.
28. В наслідок трансляції утворилася лінійна молекула білка, яка відповідає його первинній структурі. Який зв'язок виникає між амінокислотними залишками в цій молекулі?
- A.** Пептидний
B. Водневий
C. Дисульфідний
D. Гідрофобний
E. Іонний.
29. Ген, що кодує ланцюг поліпептида, містить 4 екзони і 3 інтрони. Після закінчення процесинга зріла і-РНК складається з послідовностей нуклеотидів, ком-плементарних до:
- A.** Усіх інтронів
B. Двох екзонів і одного інтрону
C. Одного екзону і одного інтрону
D. Чотирьох екзонів
E. Чотирьох екзонів і трьох інтронів.
30. Більшість структурних генів еукаріот (фрагмент ДНК) є функціонально неоднаковими. Вони мають екзони (інформативні ділянки) та інтрони (неінформативні ділянки). Яка молекула РНК синтезується спочатку на цій ДНК?
- A.** про-і-РНК
B. і-РНК
C. т-РНК
D. р-РНК
E. м-РНК
31. Синтез білка складається з кількох послідовних етапів. Йому передуює синтез незрілої і-РНК. Як називається цей процес?
- A.** Термінація
B. Реплікація
C. Елонгація
D. Трансляція
E. Транскрипція
32. У ядрі клітини з молекули незрілої іРНК утворилася молекула зрілої іРНК, яка значно коротша, за незрілу. Як називається сукупність етапів цього перетворення?
- A.** Реплікація
B. Процесинг
C. Рекогніція
D. Трансляція
E. Термінація.
33. У дитини, що одужує після грипу, виявлено збільшення утворення імунoglobulinів внаслідок збільшення синтезу відповідних іРНК. Який процес з перелічених приводить до збільшення кількості захисних білків?
- A.** Транскрипція
B. Мутація ДНК
C. Репарація ДНК
D. Реплікація ДНК
E. Трансляція
34. Хворому необхідне збільшення кількості білків у організмі. Який препарат необхідно застосувати?
- A.** Препарат, що збільшує трансляцію
B. Препарат, що знижує трансляцію
C. Препарат, що зменшує транскрипцію
D. Препарат, що збільшує реплікацію
E. Препарат, що зменшує реплікацію
35. Відомо, що структурна частина генів еукаріот характеризується чергуванням змістовних і незмістовних ділянок. Які ділянки не містять інформацію про послідовність амінокислот у поліпептиді?
- A.** Інтрони
B. Екзони
C. Мутони
D. Рекони
E. Сайти
36. Швидкість трансляції у бактерій становить 12-17 амінокислот за секунду, а для еукаріотичних клітин тільки в приєднанні 2 амінокислот за секунду. З чим пов'язане таке зменшення швидкості трансляції у еукаріотичній клітині?
- A.** Просторовим роз'єднанням транскрипції і трансляції у еукаріот.
B. Особливостями рибосом прокариот.
C. Більшими розмірами рибосом еукаріот.
D. Відсутністю процесингу у прокариот.
E. Помилками транскрипції.
37. На рибосомі утворилася прямолінійна структура білка, яка не має метаболічної активності. У процесі "дозрівання" вона може втратити кінцеві амінокислоти, створити третинну і четвертинну структури, з'єднатися з вуглеводними або ліпідними молекулами. Як називаються процеси перетворення початкової структури поліпептида і формування метаболічно активних білків?
- A.** Поліпептидна елонгація
B. Посттрансляційна модифікація
C. Індукована трансляція
D. Білкова термінація
E. Дипептидна транслокація
38. Дослідженнями, які проводилися у межах програми «Геном людини», було встановлено, що 35% генів людини можуть зчитуватися з різних рамок, а 40% РНК піддається альтернативному сплайсингу. Яке це має значення?
- A.** 1 ген кодує 1 білок
B. 1 ген може кодувати декілька видів мРНК
C. 1 ген кодує 1 іРНК
D. 1 ген кодує 1 поліпептид
E. Не має значення
39. Пріоновий білок (PrP) кодується геном PRNP, який знаходиться у 20 хромосомі і має 2 ізоформи – нормальну клітинну та інфекційну. Які умови сприяють виникненню пріонового захворювання?
- A.** Делеція гена PRNP

- B.** Мутація гена PRNP
C. Підвищення експресії гена PRNP
D. Зниження експресії гена PRNP
E. Деградація білка PrP
40. Одна з форм фенілкетонурії виникає внаслідок мутації, що відбувається в 12-му інтроні. Внаслідок мутації останній екзон не приєднується. Який процес порушується?
A. Термінація транскрипції
B. Приєднання полі-А
C. Транскрипція
D. Трансляція
E. Сплайсинг
41. Швидкість біосинтезу білка у прокариот на порядок вища ніж у еукаріот. Це визначається:
A. Високим рівнем обміну речовин
B. Транскрипція і трансляція не розділені простором та часом
C. Наявністю енхансерів
D. Будовою РНК-полімераз прокариотів
E. Високою активністю ферментів транскрипції та трансляції
42. У клітині, на гранулярній ЕПС відбувається етап трансляції, під час якого спостерігається просування і-РНК щодо рибосом. Амінокислоти з'єднуються пептидними зв'язками в певній послідовності - тобто відбувається біосинтез поліпептиду. Послідовність амінокислот у поліпептиді буде відповідати послідовності:
A. Антикодонів т-РНК
B. Нуклеотидів т-РНК
C. Кодонів і-РНК
D. Антикодонів р-РНК
E. Нуклеотидів р-РНК
43. Елонгація транскрипції – процес нарощування полінуклеотидного ланцюга. Це процес ферментативний, енергозалежний. Які ще умови необхідні для транскрипції?
A. ДНК-хеліаза
B. ДНК-полімераза
C. Іони селену
D. Іони Na⁺
E. Іони Mg²⁺, Mn²⁺
44. Одна з форм фенілкетонурії виникає внаслідок мутації, що порушує один кодон. Внаслідок такої мутації одна амінокислота замінюється на іншу. Яка це генна мутація?
A. Заміна одного нуклеотида
B. Зміна кількості нуклеотидів
C. Інверсія
D. Делеція
E. Трансгенація
45. В клітині на гранулярній ЕПС відбувається трансляція - біосинтез поліпептиду. Основними органелами в цьому процесі виступають рибосоми. Транспортні РНК доставляють до рибосом:
A. Амінокислоти
B. Нуклеотиди
C. Певні білки
D. Ліпіди
E. Вуглеводи
46. В генній інженерії отримують необхідні гени за допомогою ферментативного синтезу. Матричну РНК виділяють з клітин або тканин, в яких експресується потрібний ген. За допомогою ферменту утворюють комплементарну нитку ДНК, а потім дволанцюгову ДНК-копію (кДНК). Який фермент забезпечує утворення кДНК?
A. ДНК-синтетаза
B. ДНК-топоізомераза
C. РНК-полімераза
D. ДНК-полімераза
E. Зворотна транскриптаза
47. Після транскрипції молекули зрілої і-РНК в клітині передають генетичну інформацію про первинну структуру білка від ДНК до рибосом. Це означає, що в молекулах і-РНК закодована послідовність з'єднання між собою певних:
A. Нуклеотидів
B. Поліпептидів
C. Вуглеводів
D. Амінокислот
E. Ліпідів
48. Встановлено, що до складу білків людини входить амінокислота селеноцистеїн. Як ця амінокислота потрапляє до рибосом?
A. Транспортним білком
B. Специфічною тРНК
C. мРНК
D. Внаслідок хаотичного руху
E. По мембранах ЕПС
49. Будова м-РНК еукаріот специфічна: у їх складі є інформативні (матриці для синтезу білка) та неінформативні ділянки. Інформативна ділянка включає екзони. Але для багатьох генів встановлено, що деякі інтрони включаються у м-РНК. Яке це має значення?
A. Змінені м-РНК не забезпечують трансляцію
B. Не має значення
C. Такі м-РНК швидко деградують
D. З одного гена може утворюватися декілька поліпептидів
E. Змінені м-РНК не потрапляють у цитоплазму
50. В цитоплазмі для синтезу білків використовується не менше як 31 вид т-РНК, а у мітохондріях – всього 22 різні тРНК. Завдяки чому в мітохондріях максимально зменшена кількість видів т-РНК?
A. Особливостями генетичного коду мітохондрій
B. Антикодони мтРНК визначають всі кодони-синоніми
C. Генетичний код мітохондрій інший
D. Кількість видів амінокислот в матриксі мітохондрій менша
E. тРНК мітохондрій мають іншу будову
51. В геномі людини встановлені гени, які гомологічні геному мухи на 61%, геному черв'я – на 43%, геному дріжджів – на 46%. Що визначають ці гени?
A. Визначають реплікацію, репарацію, транскрипцію, трансляцію
B. Визначають мембранні білки
C. Визначають обмін речовин
D. Визначають мітохондріальні білки
E. Визначають рецепторні білки
52. Внаслідок дії випромінювання на послідовність нуклеотидів ДНК втрачено 2 нуклеотиди. Яка з перелічених видів мутацій відбулася в ланцюзі ДНК:
A. Інверсія
B. Дуплікація
C. Делеція
D. Транслокація
E. Реплікація
53. Вірус СНІДу, що містить РНК, проник всередину лейкоцита і за допомогою фермента ревертази примусив клітину синтезувати вірусну ДНК. В основі цього процесу лежить:
A. Зворотна трансляція
B. Конваріантна реплікація

- С. Зворотна транскрипція
 Д. Репресія оперона
 Е. Дерепресія оперона
54. У процесі транскрипції здійснюється синтез комплементарної молекули РНК на матриці ДНК. Який фермент каталізує цей процес?
 А. ДНК-полімераза
 В. Праймаза
 С. Геліказа
 Д. ДНК-залежна РНК-полімераза
 Е. Топоізомераза
55. Внаслідок впливу гамма-випромінювання ділянка ланцюга ДНК повернулася на 180 градусів. Яка з перелічених видів мутацій відбулася в ланцюзі ДНК?
 А. Реплікація
 В. Транслокація
 С. Дуплікація
 Д. Інверсія
 Е. Делеція
56. Встановлено ураження вірусом ВІЛ Т-лімфоцитів. При цьому фермент вірусу зворотна транскриптаза (РНК-залежна ДНК-полімераза) каталізує синтез:
 А. Вірусної ДНК на матриці ДНК
 В. ДНК на вірусній р-РНК
 С. ДНК на матриці вірусної іРНК
 Д. і-РНК на матриці вірусного білка
 Е. Вірусна і-РНК на матриці ДНК
57. Доведено, що молекула незрілої і-РНК (про-і-РНК) містить більше триплетів, ніж знайдено амінокислот у синтезованому білку. Це пояснюється тим, що трансляції у нормі передують:
 А. Ініціація
 В. Мутація
 С. Процесинг
 Д. Реплікація
 Е. Репарація
58. Встановлено, що деякі сполуки, наприклад, токсини грибів та деякі антибіотики, можуть пригнічувати активність РНК-полімерази. Порушення якого процесу відбувається в клітині у випадку пригнічення даного ферменту?
 А. Репарація
 В. Трансляція
 С. Транскрипція
 Д. Процесинг
 Е. Реплікація

59. В клітині відбувається процес трансляції. Коли рибосома доходить до кодонів УАА, УАГ або УГА, синтез поліпептидного ланцюга закінчується. Ці кодони у процесі біосинтезу поліпептиду не розпізнаються жодною тРНК і тому є сигналом:

- А. Посттрансляційної модифікації
 В. Початку транскрипції
 С. Ініціації
 Д. Елонгації
 Е. Термінації

60. Організація потоку біологічної інформації в еукаріотичній клітині йде в напрямках:

- А. ДНК → РНК → тРНК ↔ білок
 В. РНК ↔ ДНК
 С. РНК → білок
 Д. ДНК → РНК ↔ тРНК → білок
 Е. ДНК ↔ РНК → тРНК → білок

61. У загальному вигляді генетичний апарат еукаріот являється таким: екзон – інтрон – екзон. Така структурно-функціональна організація гена зумовлює особливості транскрипції. Вкажіть, якою буде про-і-РНК відповідно до згаданої схеми?

- А. Екзон-екзон
 В. Екзон –екзон - інтрон
 С. Екзон – інтрон - екзон
 Д. Інтрон - екзон
 Е. Екзон - інтрон.

62. Відомо, що структурна частина генів еукаріот характеризується чергуванням змістовних і незмістовних ділянок. Які ділянки не містять інформацію про послідовність амінокислот у поліпептиді?

- А. Інтрони
 В. Екзони
 С. Мутони
 Д. Рекони
 Е. Сайти

63. Під дією мутагену в гені змінився склад кількох триплетів, але незважаючи на це, клітина продовжувала синтезувати той самий білок. З якою властивістю генетичного коду це може бути пов'язано?

- А. Триплетністю
 В. Універсальністю
 С. Виродженістю
 Д. Специфічністю
 Е. Колінеарністю.

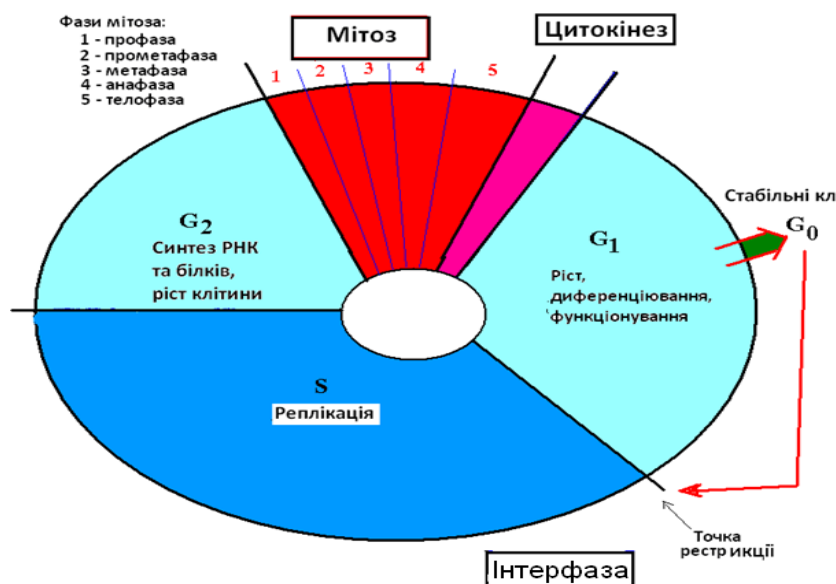
Тести другого рівня складності (кілька правильних відповідей)

1. Які ферменти і процеси характеризують трансляцію:
 А. Рекогніція
 В. РНК – полімераза
 С. Утворення пептидного зв'язку
 Д. Топоізомераза
 Е. Аміноацил т-РНК синтетаза
2. Які з перелічених сполук – біополімери?
 А. Міоглобін.
 В. ДНК.
 С. Рибоза.
 Д. АТФ.
 Е. Інсулі
3. Які ферменти та органели клітини приймають участь у процесі трансляції:
 А. Субодиниці рибосом
 В. і-РНК
 С. РНК-полімераза
 Д. Комплекс Гольджі
 Е. Аміноацил тРНК-синтетаза
4. Регуляцію активності генів прокаріот забезпечують:
 А. Ген-оператор
 В. Ефектори
 С. Репресори
 Д. Ген – регулятор
 Е. Енхансери.
5. Організація потоку біологічної інформації в клітині може відбуватися у напрямках:
 А. ДНК → РНК → тРНК → білок
 В. РНК ↔ ДНК

- C. РНК → білок
 D. ДНК → РНК → поліпептид
6. Назвіть етапи транскрипції:
- A. Елонгація
 B. Детермінація
 C. Рекогніція
7. Які ферменти приймають участь у процесингу:
- A. ДНК – полімераза
 B. РНК – полімераза
 C. РНК – лігаза
8. Назвіть етапи трансляції:
- A. Елонгація
 B. Детермінація
 C. Рекогніція
9. Які ферменти приймають участь у дозріванні іРНК, де відбувається цей процес:
- A. Ядро
 B. Гранулярна ЕПС
 C. РНК – полімераза
10. Де відбувається синтез (трансляція) білків, які не секретуються, а залишаються в цитоплазмі клітини:
- A. На гранулярній ЕПС
 B. На рибосомах цитоплазми
 C. В мітохондріях
- E. ДНК → ДНК.
 D. Ініціація
 E. Термінація
 D. Хеліказа
 E. Рестриктази
 D. Ініціація
 E. Термінація.
 D. РНК – лігаза
 E. Хеліказа
 D. В ядрі (в ядерцях)
 E. В комплексі Гольджі.

ЗАДАЧІ

1. Яка зміна в молекулі ДНК сильніше впливає на будову білка: випадіння одного нуклеотиду з триплету чи цілого триплету? Чому?
2. До складу білка входить 150 амінокислот. Скільки нуклеотидів входить до складу структурного гена, що кодує цей білок, якщо інтронів в ньому 50%.
3. Які зміни відбудуться в будові молекули білка, якщо у кодуючій ділянці ДНК: ТААЦАААГААЦАААА між 7 і 8 нуклеотидами вставити цитозин, між тринадцятим і чотирнадцятим – тимін, а на кінці додати ще 3 Г і 2 Ц?
4. Ділянка поліпептиду вірусу тютюнової мозаїки складається із наступних амінокислот: серин-гліцин-серин-ізолейцин-треонін-пролін-серин. Внаслідок впливу на і-РНК азотистої кислоти цитозин РНК перетворюється на гуанін. Визначити зміни в будові поліпептиду вірусу після впливу на і-РНК азотистої кислоти. При цьому, майте на увазі, що місце положення в ланцюгу серину може визначатися в таблиці генетичного коду не одним триплетом, а шістьма.



ТЕМА. Життєвий цикл клітини. Поділ клітин.

Організація клітини в часі. Клітинний цикл. Способи поділу клітини: амітоз, мітоз. Ендомітоз, політенія. Зміни клітин та їхніх структур під час мітотичного (клітинного) циклу (інтерфази і мітозу). Ріст клітин. Фактори росту. Мітотична активність тканин. Порушення мітозу, соматичні мутації. Життя клітин поза організмом. Клонування клітин.

У житті клітини розрізняють життєвий цикл і клітинний цикл. Життєвий цикл – це період від утворення клітини внаслідок поділу материнської клітини і до наступного поділу, або до загибелі клітини. Клітинний цикл значно коротший. Це власне процес підготовки

до поділу і сам поділ клітини. Тому цей цикл називають ще мітотичним. Така періодизація (на життєвий і клітинний цикл) досить умовна, оскільки життя клітини – безперервний, неподільний процес.

Клітинний цикл

Всі еукаріотичні клітини утворюються в результаті подвоєння, а потім ділення генетичного матеріалу ядра (мітоз, мейоз) і ділення тіла клітини (цитокінез). Одного разу сформовані, клітини живуть і функціонують до тих пір, поки знову не поділяться. Деякі клітини, наприклад еритроцити, нейрони і м'язові клітини серця не здатні до ділення. Проте для

більшості можна говорити про клітинний цикл. Клітинний цикл — це період життя клітини від її появи до наступного ділення. Він характеризується безліччю процесів, що відбуваються в клітині: ріст, диференціювання, функціонування і так далі. Оскільки час життя кожної клітини обмежений, багатоклітинний організм для того, щоб існувати довго, повинен утворювати нові клітини з тією ж швидкістю, з якою гинуть старі. Тому ділення клітин — це ключове явище в житті всіх організмів.

Схема клітинного (мітотичного) циклу.

Ділення клітин. Одне з положень клітинної теорії стверджує, що нові клітини походять тільки з попередніх. Цей процес називають діленням клітин. У одноклітинних організмів ділення приводить до збільшення кількості особин. У багатоклітинних життя починається з утворення зиготи в результаті злиття гамет.

В процесі інтенсивного ділення зиготи утворюються мільярди клітин, які диференціюються, ростуть і формують тканини і органи. З розмноженням клітин, або проліферацією, пов'язаний ріст і оновлення багатьох структур в багатоклітинному організмі. Після повного формування організму диференційовані клітини втрачають здібність до такого інтенсивного розмноження, проте час від часу деякі стовбурові або напівстовбурові діляться, заміщуючи загинулі клітини і підтримуючи цілісність тканин, органів і цілого організму. У основі ділення клітин лежить молекулярно-генетичний механізм — реплікація молекул ДНК.

Розрізняють тривалу інтерфазу, короткий період мітозу і ще короткий період цитокінезу. Інтерфаза складається з періодів G_1 , S , G_2 .

Структура клітинного циклу. Клітинний цикл складається з тривалого періоду інтерфази, а також коротких періодів мітозу і цитокінезу (див. рис.). Наприклад, для лейкоцитів мітоз і цитокінез

тривають 10 хв, а стадія інтерфази майже 24 години. Інтерфаза — це основний період життя клітин. У цьому періоді клітини не діляться, а підтримують свій гомеостаз і виконують певні функції. Вивчення різних груп клітин окремого організму свідчить про те, що більшість з них знаходиться в інтерфазі. Тільки невелика частина клітин може бути залучена в мітоз в даний момент (приблизно 1 %).

Клітинний цикл характерний для більшості різновидів клітин багатоклітинного організму і для всіх одноклітинних. Всі різновиди клітин мають різну тривалість як всього циклу, так і окремих періодів, навіть в різних тканинах одного і того ж організму. Наприклад, у людини тривалість клітинного циклу для клітин епітелію шкіри складає 10-20 днів, для лейкоцитів — 4-5 діб, для клітин кісткового мозку 8-12 годин. Час життя клітин запрограмований генетично і успадковується. На певному етапі життєдіяльності в клітинах виробляються спеціальні білкові молекули, певна концентрація яких сигналізує про необхідність її ділення або загибелі.

Інтерфаза — це період життєвого циклу клітини, під час якого клітина живе, функціонує і потімготується до ділення. Початком інтерфази і всього клітинного циклу можна вважати момент закінчення попереднього цитокінезу (Рис. 2.41). Перший період інтерфази — пресинтетичний, або G_1 (від англ. gap — інтервал). Протягом цього періоду генетична інформація зчитується, реалізується — активно утворюються РНК і білки. У цей період, який є найдовшим, клітини ростуть, диференціюються і виконують свої функції. У ядрах таких клітин диплоїдний набір хромосом, в кожній з яких одна молекула ДНК. Генетична формула клітин в цей період — $2n2c$, де n — гаплоїдний набір хромосом, c — кількість копій ДНК.

Під час наступного синтетичного періоду (S) відбувається синтез і подвоєння ДНК. В результаті кожна хромосома вже складається з двох дочірніх молекул ДНК, сполучених між собою в області центромери. Кількість генів збільшується в 2 рази. Подвоюється і кількість білків хроматину. Генетична формула клітин в цей період — $2n4c$. Реплікація ДНК є найважливішим моментом підготовки клітин до ділення. Саме реплікація лежить в основі як безстатевого, так і статевого розмноження, а значить, забезпечує безперервність життя. Початок синтезу ДНК вважається початком S періоду. Після подвоєння ДНК клітина вже не може повернутися в G_1 період, а повинна обов'язково поділитися. Момент початку фази S називається точкою рестрикції. Синтез ДНК запускається з появою спеціальних сигнальних молекул білків-активаторів S -фази. В кінці S -фази, після повної реплікації ДНК, білок-активатор руйнується і клітина може вступити в наступний період. Клітини, що не мають «дозволу» на ділення, неспроможні пройти точку рестрикції. Такі клітини на певний час зупиняються в стані «спокою» в G_0 -фазі, підтримуючи метаболізм і виконуючи свої функції. У багатоклітинних організмів більшість клітин в результаті диференціювання взагалі втрачають здатність ділитися. Наприклад, нейрони або м'язові клітини, які можуть функціонувати впродовж всього життя організму. А епітеліальні тканини регенерують за рахунок ділення стовбурових і напівстовбурових клітин.

У постсинтетичний період G_2 клітини «готуються» до мітозу. При цьому відбувається поступове руйнування цитоскелета, починається конденсація і спіралізація (ущільнення) хроматину. Посилюється синтез АТФ, білків, РНК, ліпідів і вуглеводів. Формуються нові органели клітини. Клітини істотно збільшуються в розмірах. Синтезуються спеціальні білки-регулятори, що сприяють переходу клітини з періоду G_2 до ділення. Період G_2 переходить в профазу мітозу. Це той момент клітинного циклу, коли хромосоми, що сформувалися з хроматину, вперше стають видимими в мікроскоп.

Регуляція клітинного циклу. Життєвий цикл клітин багатоклітинного організму контролюється навколишніми клітинами і гуморальними чинниками організму. Істотну роль в регуляції грають також спеціальні білки, що утворюються клітиною під дією своєї генетичної програми. Наприклад, перед діленням синтезується особлива група білків, які індукують мітоз (М-стимулюючий чинник). Існує також спеціальна група білків-циклінів, які зумовлюють різну тривалість періодів клітинного циклу. Їх природа встановлена — це регуляторні протеїнінази. Під час мітозу концентрація циклінів в клітині різко падає, а потім наростає впродовж всього циклу. Таким чином, клітинний цикл регулюється на організмовому, клітинному, молекулярно-генетичному рівнях шляхом синтезу білків-регуляторів.

Значення клітинного циклу

1) Під час клітинного циклу відбувається ділення, ріст і диференціювання клітин, які утворюють різні тканини і органи;

- 2) вказаний цикл забезпечує тривалу підтримку цілісності тканин і органів. Тканини і органи можуть тривалий час існувати і виконувати свої функції тільки в тому разі, якщо клітини (що мають обмежений термін життя) постійно оновлюються;
- 3) під час періоду G_0 -інтерфазу клітини підтримують свій метаболізм і виконують функції. Сукупність функцій всіх клітин забезпечує інтегральне функціонування організму;
- 4) під час S-періоду інтерфазу в клітинах подвоюється ДНК. Це ключовий етап підготовки до ділення і розмноження;
- 5) на початку профазу із хроматину утворюються хромосоми — головні структурні одиниці рівномірного розподілу спадкового матеріалу між дочірніми клітинами;
- 6) мітоз є основним механізмом поділу спадкового матеріалу в клітинах, що утворюються;
- 7) цитокінез забезпечує відокремлення однієї дочірньої клітини від іншої;
- 8) клітинний цикл генеративних клітин забезпечує розмноження багатоклітинних організмів. Життєвий цикл гаметогонії включає інтерфазу і мейоз як спосіб ділення генетичного матеріалу. У результаті утворюються гаплоїдні гамети, злиття яких забезпечує безперервність існування виду.

Мітоз

Мітоз — складний біологічний процес поділу ядра клітини (каріокінез) і цитоплазми (цитокінез), який забезпечує точну передачу та розподіл спадкового матеріалу новим клітинним поколінням. Організм дорослої людини складається з десятків трильйонів клітин. Оскільки запліднена яйцеклітина людини (одина клітина є основою розвитку всіх клітин дорослого організму, саме її ядро є джерелом утворення трильйонів ядер, кожне з яких містить ту ж генетичну інформацію, що і запліднена яйцеклітина.

Існує складний механізм, за яким генетичний матеріал в ядрі спочатку подвоюється (реплікація ДНК) і потім розбивається на «порції» так, щоб кожне з двох дочірніх ядер отримало одну точну копію генетичної інформації. Цей механізм перетворення і розподілу генетичного матеріалу ядра називається мітозом (див. рис.). Його біологічне значення полягає в точному і рівномірному розподілі дочірніх молекул ДНК, з генетичною інформацією, що міститься в них, в дочірні клітини, що утворюються. В результаті цього, ядра всіх клітин організму містять однаковий по кількості і якості набір хромосом.

G_1 - хромосоми представлені хроматиновими нитками (генетична формула — $2n2c$); S - після подвоєння ДНК кожна гомологічна хромосома складається з 2-х хроматинових ниток ($2n4c$); G_2 — подвоюються центріолі. Мітоз: профазу — ущільнення хроматину і утворення видимих під світловим мікроскопом хромосом; прометафаза — дезінтеграція оболонки ядра, формування веретена ділення; метафаза — переміщення і локалізація хромосом в центрі клітини; анафаза — розходження хроматид до різних полюсів клітини; телофаза — деспіралізація хроматину хромосом, утворення ниток хроматину і формування навколо них оболонки; утворення борозни ділення материнської клітини. Цитокінез — розділення материнської клітини на дві дочірні ($2n2c$).

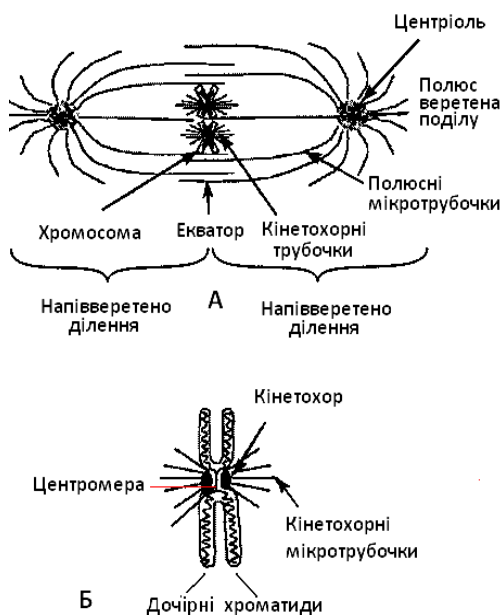


Схема організації мітотичного веретена поділу.

А - комплекс складається з 2-х напівверетен ділення, які містять полюсні і кінетохорні мікротрубочки. Полюсні створюють штовхаючі сили, а кінетохорні — сили що тягнуть. Їх взаємодія спричиняє рух хромосом. Полюсні мікротрубочки утворені центріолями, а кінетохорні відходять від кінетохорів хромосом.

Б - схема будови метафазної хромосоми під час ділення. Кожна хромосома складається з 2-х хроматид, сполучених в області центромери. У цій же області знаходяться білкові структури — кінетохори, від яких відходять кінетохорні мікротрубочки.

Процес мітозу є частиною життєвого циклу клітини. Він умовно поділяється на п'ять послідовних фаз: профазу, прометафаза, метафаза, анафаза і телофаза. Тривалість кожної фази мітозу може бути різною — від декількох хвилин до сотень годин, що залежить від типу клітин, тканин, активності органів, фізіологічного стану організму. Залежить

також від зовнішніх чинників (температура, світло, хімічні речовини) і внутрішніх чинників (гормони і нейромедіатори).

Профаза. Коли клітина входить в стадію профазу, матеріал ядра зазнає істотних змін (Рис.). Довгі волокна хроматину згортаються, ущільнюються, утворюють петлі і спіралі. Їх добре видно під світловим мікроскопом як окремі хромосоми. На цій стадії кожна хромосома складається з двох хроматид. Генетична формула клітини в цей період — $2n4c$, кожна хроматида складається з однієї молекули ДНК, пов'язаної з гістонами. В області щільного контакту хроматид існує особлива загальна послідовність ДНК - центромера, яка пізніше стане пов'язаною з веретеном ділення. Поступово зникають ядерця.

Пари центріолей віддаляються одна від одної у напрямку до протилежних кінців клітин і утворюють два полюси ділення (мітотичний центр). Ці структури залучені в організацію мікротрубочок веретена ділення, які утворюються з білків цитоскелету. Встановлено, що мітоз запускається спеціальними сигнальними білками цитоплазми — «М-стимулюючим чинником». Цей чинник виявлений в багатьох еукаріотичних клітинах, він є універсальним за своєю структурою і функціям. Його активність регулюється процесом фосфорилування. **Прометафаза.** Прометафаза починається раптовою (20-30 сек) дезінтеграцією ядерної оболонки на дрібні везикули, подібні до везикул ЕПС. Тепер мікротрубочки веретена ділення можуть проникати в область ядра, каріоплазма і цитоплазма змішуються, утворюючи мікоплазму. Хромосоми ще більш

ущільнюються, потім на центромерах хромосом утворюються кінетохори — спеціальні білки, від яких відходять мікротрубочки. Групи мікротрубочок веретена ділення взаємодіють з кінетохорними мікротрубочками, що забезпечує рух хромосом (Рис.). Полюсні мікротрубочки, що лежать зовні веретена ділення, називаються астральними. Кінетохорні мікротрубочки направлені в різні боки від двох сестринських хроматид і тягнуть їх в різні боки, що приводить до впорядкованого руху хромосом.

Метафаза. Зосередження хромосом в екваторіальній площині означає, що клітина досягла метафази. Згруповані таким чином хромосоми називають метафазною пластинкою, де вони утримуються натягненням мікротрубочок. Далі мікротрубочки, прикріплені до кінетохорів, починають розтягувати хромосому в різні боки так, що дочірні хроматиди починають відділятися одна від одної. Під час метафази хромосоми знаходяться у впорядкованому стані, мають чітку структуру і добре видні під мікроскопом. Тому вивчення каріотипів (підрахунок числа, вивчення форми і структури хромосом) проводиться саме на цій стадії. У цей період кожна хромосома складається з двох хроматид, які вже дещо розійшлися на кінцях, і тому хромосоми мають Х-подібну форму. До кінця фази завершується реплікація центромерної

ділянки ДНК, і хроматиди повністю відокремлюються. Метафаза зазвичай займає короткий проміжок часу і закінчується розділенням всіх хромосом на хроматиди.

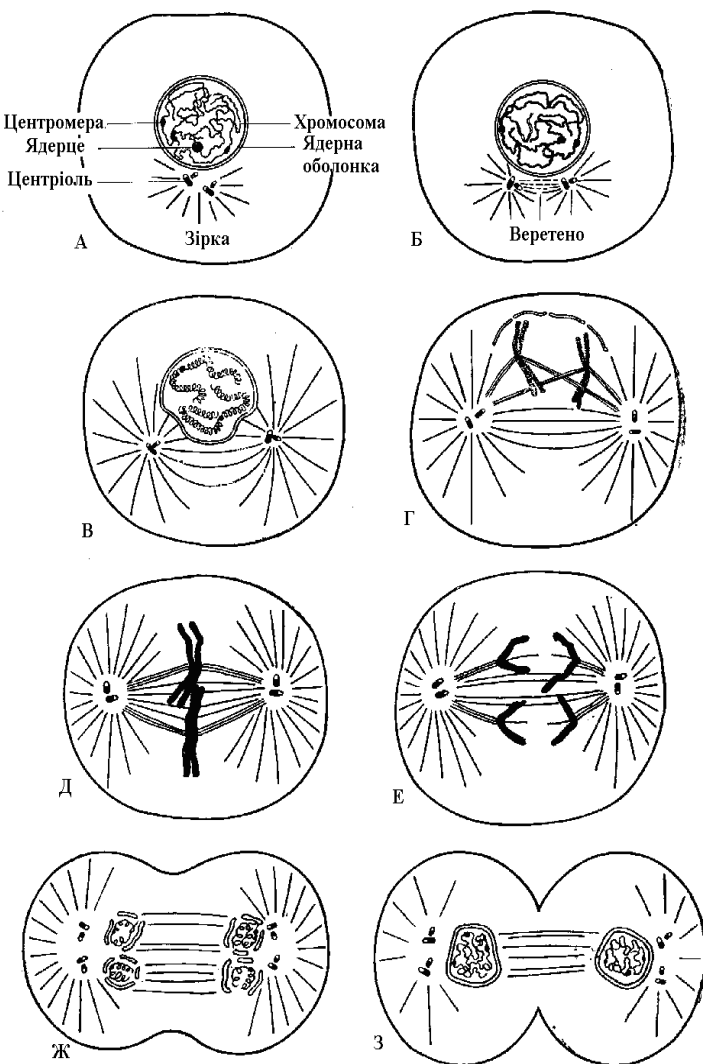
Анафаза. Під час анафази хроматиди кожної хромосоми відокремлюються мікротрубочками веретена поділу одна від одної і рухаються до протилежних кінців клітини. Всі хроматиди рухаються з однаковою швидкістю ~ 1 мкм/хв. Дочірні анафазні хромосоми (колишні хроматиди метафазної хромосоми) містять по одній молекулі ДНК. Вони мають паличкоподібну форму, зігнуту в області центромери. Їх розходження здійснюється одночасно і швидко. По завершенню анафази в різних частинах клітини збираються два рівноцінних набори хромосом. Генетична формула — $2n2c + 2n2c$.

Телофаза. Наступна стадія мітозу називається телофаза (від греч. telos — кінець). Два ідентичні набори хромосом ($2n2c$) знаходяться на протилежних кінцях веретена, яке починає розпадатися. Навколо кожної з двох груп хромосом утворюються нові ядерні оболонки, які збираються шляхом злиття везикул, формуються типові ядра. Спадковий матеріал хромосом починає розгортатися до стану хроматину, характерного для інтерфази.

Знов з'являються ядерця. Коли ці зміни завершені, мітоз добігає кінця, і кожне з дочірніх ядер знов входить в початок наступного циклу.

Фази мітозу

Результат мітозу — утворення двох генетично ідентичних ядер, що, мають повний набір молекул ДНК ($2n2c$), необхідний для реалізації всієї генетичної інформації. Біологічний сенс мітозу — точний і рівномірний розподіл генетичного спадкового матеріалу між дочірніми клітинами. Молекулярною основою мітозу є процес реплікації



ДНК — попереднє подвоєння генетичного матеріалу, що дозволяє, потім, рівномірно розподіляти його між дочірніми клітинами. При цьому впродовж багатьох тисячоліть спостерігається дивовижна, абсолютна точність розподілу генетичного матеріалу, повне збереження структури і індивідуальності кожної хромосоми в складному клітинному циклі, а також у всіх подальших процесах.

Патології мітозу. Різні зовнішні і внутрішні чинники можуть приводити до порушення перебігу мітозу, що веде до різних патологій клітин. Наприклад, якщо порушується процес спіралізації, то хромосоми можуть набухати і злипатися. При відриві ділянки хромосоми, ця ділянка не бере участь в анафазному переміщенні і втрачається. При порушеннях руху окремих хромосом спостерігається утворення незбалансованих хромосомних наборів. Пошкодження веретена ділення приводить до зупинки мітозу в метафазі і розсіювання хромосом.

Порушення процесу цитокінезу приводить до появи багатоядерних клітин. На основі мітоза існують механізми, за допомогою яких в тканинах може збільшитися кількість спадкового матеріалу без зміни числа клітин. Таке буває у разі потреби посилення обміну речовин. При цьому подвоєння кількості ДНК не завжди супроводжується її діленням. Прикладом є ендомітоз, під час якого після репродукції хромосом ділення клітини не відбувається. Це приводить до збільшення числа хромосом у декілька разів, порівняно з диплоїдним набором, тобто виникнення поліплоїдних клітин.

Ендомітоз зустрічається в інтенсивно функціонуючих клітинах різних тканин, наприклад, в клітинах печінки. Схожий результат спостерігається при кратному збільшенні кількості ДНК в хромосомах але збереженні їх диплоїдної кількості - політенії. При цьому утворюються величезні політенні хромосоми - комплекс однакових нерозділених хроматид. Функціональна активність такого комплексу значно вища.

Значення мітозу

1. Розподіл генетичного матеріалу шляхом мітозу лежить в основі безстатевого розмноження.
2. Всі клітини багатоклітинного організму утворюються в результаті мітотичного ділення первинної материнської клітини — зиготи.
3. З цієї клітини завдяки мітозу відбувається ріст, диференціювання і розвиток багатоклітинного організму.
4. Після формування організму, механізм мітозу підтримує його цілісність протягом тривалого часу шляхом оновлення пошкоджених або зношених клітин.
5. Цей процес забезпечує фізіологічну регенерацію тканин і органів, забезпечує тривале їх функціонування.

Цитокінез

Наступний етап клітинного циклу — ділення тіла клітини. Він називається цитокінезом. При цьому на екваторі клітини утворюється борозна ділення (перетяжка) (Рис). Ця структура утворюється ще в кінці телофази. Борозна ділення формується з мікрофіламентів цитоскелету, створюючи скоротливе кільце. Кільце поступово скорочується і борозна все більш заглиблюється вздовж всього периметра. Через деякий час материнська клітина поділяється на дві дочірні. В утворенні перетяжки і її поглибленні, а також в повному розділенні дочірніх клітин активну участь бере цитоскелет. Після цитокінезу обидві дочірні клітини містять всі необхідні компоненти.

Якщо після мітозу цитокінезу не відбувається, то це приводить до утворення багатоядерних клітин. Наприклад, таке спостерігається при розмноженні одноклітинних шляхом шизогонії. Так утворюється синцитій, тобто структурно-функціональне утворення, в якому відсутні межі між клітинами. Такими є волокна скелетних м'язів ссавців, а також тканини і тегумент плоских червів.

Великі мембранні органели (апарат Гольджі, ЕПС, ядерна оболонка) під час мітозу розділяються на дрібні фрагменти і везикули. Це забезпечує їх рівномірний розподіл між дочірніми клітинами. В деяких випадках при цитокінезі може відбуватися запрограмований нерівномірний розподіл компонентів цитоплазми. Зокрема, клітина може ділитися з утворенням неоднакових за розмірами дочірніх клітин (яйцеклітина і полярні тільця). Або перед цитокінезом якийсь компонент цитоплазми може скупчуватися в певній частині клітини і передаватися тільки одній з двох дочірніх клітин.

Тести першого рівня складності

(одна правильна відповідь)

1. Яке біологічне значення мітозу:
 - A. з однієї материнської клітини утворюються 2 дочірні з подвійним набором хромосом
 - B. з однієї материнської клітини утворюються 2 дочірні з гаплоїдним набором хромосом
 - C. з однієї материнської клітини утворюються 2 дочірні з триплоїдним набором хромосом
 - D. з однієї материнської клітини утворюються 2 дочірні, генетично ідентичні материнській
 - E. з однієї материнської клітини утворюються 2 дочірні з різним набором хромосом
2. Під час якого періоду клітинного циклу відбувається реплікація ДНК?
 - A. Интерфаза.
 - B. Профаза.
 - C. Метафаза.
 - D. Анафаза.
 - E. Телофаза
3. Постсинтетичний період — це:
 - A. G1-період
 - B. немає правильної відповіді
 - C. S-період
 - D. G-період
 - E. P-період
4. Скільки клітин утворюється в результаті блокування цитотомії в кінці телофази?
 - A. Одна однаядерна.
 - B. Одна двоядерна.
 - C. Дві.
 - D. Три.
 - E. Чотири
5. Порушення функцій яких внутрішньоклітинних структур призводить до виникнення багатополіусних мітозів?
 - A. Хромосом.
 - B. Кінетохорів.
 - C. Плазмолем.
 - D. Каріолем
 - E. Центріолей.
6. При амітозі не відбувається:
 - A. Не подвоюються центріолі
 - B. Прямий поділ ядра клітини шляхом перетяжки простою перетинкою
 - C. Нерівномірний розподіл спадкового матеріалу
 - D. Фрагментація клітинного ядра
 - E. Точний і рівномірний розподіл спадкового матеріалу
7. Дочірні хроматиди починають розходитися до полюсів клітини на стадії:
 - A. Анафази
 - B. Метафази
 - C. Телофази
 - D. Профази
 - E. Интерфази
8. У клітин, які здатні до поділу, відбуваються процеси росту, формування органел, їх накопичення, завдяки активному синтезу білків, РНК, ліпідів, вуглеводів. Як називається період мітотичного циклу, в якому відбуваються вказані процеси, але не синтезується ДНК:
 - A. Пресинтетичний
 - B. Синтетичний
 - C. Премітотичний
 - D. Телофаза
 - E. Анафаза.

9. Мітотичний цикл є основним клітинним механізмом, який забезпечує розвиток організмів, регенерацію та розмноження. Це можливо тому, що при цьому механізмі забезпечується:

- A. Рівномірний розподіл хромосом
- B. Подвоєння хромосом
- C. Утворення диплоїдних клітин
- D. Нерівномірний розподіл хромосом
- E. Зміна генетичної інформації.

10. У ядрі клітини є непостійні структури, які зникають на початку поділу клітини і наприкінці поділу знову з'являються. Вони містять білок і РНК, їх утворення пов'язане з хромосомами. Їх функція дуже важлива для утворення субодиниць рибосом. Назвіть ці структури:

- A. Ядерця
- B. Нуклеосоми
- C. Гістони
- D. Мікрофібрили
- E. Гетерохроматин.

11. У мітозі розрізняють кілька фаз. В якій фазі клітина людини має 92 однохроматидні хромосоми?

- A. Анафаза
- B. Телофаза
- C. Метафаза
- D. Профаза
- E. Интерфаза

12. Соматичні клітини людини – диплоїдні (2n хромосом). Проте поліплоїдні клітини червоного кісткового мозку (мегакаріоцити) можуть мати до 64n набір хромосом. Який механізм їх виникнення?

- A. Ендомітоз
- B. Політенія
- C. Мітоз
- D. Амітоз
- E. Мейоз.

13. У деяких клітинах організму дорослої людини на протязі життя не спостерігається мітоз і кількісний вміст ДНК лишається постійним. Це клітини:

- A. Нейрони
- B. Ендотелію
- C. М'язові (гладенькі)
- D. Епідермісу
- E. Кровотворні

14. Під дією радіоактивного опромінення відбулись значні порушення ДНК в клітинах, які знаходились в S-періоді інтерфази. Що буде відбуватися далі в цих клітинах?

- A. Блокування реплікації й мітозу
- B. Відбудеться дореплікаційна ексцизійна репарація
- C. Відбудеться постреплікативна репарація
- D. Реплікація продовжиться, клітина перейде до мітозу
- E. Відбудеться SOS - репарація.

15. У культурі лейкоцитів периферичної крові ліквідаторів аварії на Чорнобильській АЕС було знайдено клітини з 44 і 48 хромосомами, що може свідчити про порушення мітотичного циклу. На якій стадії мітотичного циклу виникли ці порушення?

- A. Анафази
- B. Синтетичного періоду інтерфази
- C. Телофази
- D. Профази
- E. Пресинтетичного періоду.

16. Під час проведення експерименту на культуру клітин, що діляться шляхом мітозу, подіяли речовиною, яка руйнує

веретено поділу. Назвіть речовину, яка була використана в цьому експерименті?

- A. Пеніцилін
- B. Колхіцин
- C. Гістамін
- D. Метанол
- E. Йод.

17. Визначити фазу мітозу, в якій відновлює свою структуру ядерна оболонка:

- A. Интерфаза
- B. Профаза
- C. Прометафаза
- D. Анафаза
- E. Телофаза.

18. Період між двома поділами клітини має назву:

- A. Интерфаза
- B. Прометафаза
- C. Телофаза
- D. Цитокінез
- E. Реплікація.

19. Реплікація ДНК відбувається у:

- A. Телофазі
- B. S-періоді
- C. Пресинтетичному періоді
- D. Прометафазі
- E. Постсинтетичному періоді.

20. Несамостійна частина ядра – ядерце під час поділу клітини зникає, а після її поділу відновлює свою структуру. Назвіть фазу поділу клітини в яку зникає ядерце:

- A. Интерфаза
- B. Постсинтетичний період
- C. Профаза
- D. Телофаза
- E. Метафаза

21. Назвіть події, які відбуваються у пресинтетичному періоді мітотичного циклу:

- A. Реплікація ДНК
- B. Синтез білка і поділ центріолей
- C. Синтез ДНК, РНК, білка, ріст клітини, накопичення енергії
- D. Реплікація ДНК і накопичення енергії
- E. Транскрипція

22. Назвіть події, які відбуваються у синтетичному періоді мітотичного циклу:

- A. Реплікація ДНК
- B. Синтез білка і поділ центріолей
- C. Синтез ДНК, РНК, білка, ріст клітини, накопичення енергії
- D. Реплікація ДНК і накопичення енергії
- E. Транскрипція

23. Назвіть події, які відбуваються у постсинтетичному періоді мітотичного циклу:

- A. Реплікація ДНК
- B. Репарація ДНК
- C. Процесинг
- D. Подвоєння центріолей
- E. Синтез білків ахроматинового веретина

24. Визначити, яка кількість генетичної інформації в клітині на початок синтетичного періоду:

- A. 1n 1c
- B. 2n 2c
- C. 2n 4c
- D. 4n 4c
- E. 4n 2c.

25. Визначити, яка кількість генетичної інформації в клітині буде наприкінці синтетичного періоду:

- A. $1n$ $1c$
- B. $2n$ $2c$
- C. $2n$ $4c$
- D. $4n$ $4c$
- E. $4n$ $2c$.

26. Назвіть фазу мітозу, в якій хромосоми є однохроматидними:

- A. Профаза
- B. Прометафаза
- C. Метафаза
- D. Анафаза
- E. Пропрофаза

27. У анафазі мітозу до полюсів клітини розходяться однохроматидні хромосоми. Скільки хромосом і молекул ДНК має клітина людини в анафазі мітозу?

- A. 92 хромосоми і 92 молекули ДНК
- B. 92 хромосоми і 46 молекул ДНК.
- C. 46 хромосом і 46 молекул ДНК.
- D. 23 хромосоми і 23 молекули ДНК.
- E. 46 хромосом і 92 молекули ДНК

28. Каріотип людини вивчають, коли клітина перебуває у стадії метафази. Як називається речовина, за допомогою якої можна зупинити процес поділу клітин на цій стадії?

- A. Колхіцин
- B. Етанол
- C. Калію хлорид.
- D. Йод
- E. Метанол

29. У клітині, яка мітотично ділиться, спостерігається розходження сестринських хроматид до полюсів клітини. На якій стадії мітотичного циклу знаходиться клітина?

- A. Анафази
- B. Інтерфази
- C. Профази
- D. Метафази
- E. Телофази

30. Під час обстеження новонародженого хлопчика педіатр звернув увагу, що його плач схожий на котячий крик, крім того в дитини мікроцефалія і вада розвитку серця. За допомогою цитогенетичного методу було встановлено каріотип хлопчика $46, XY, 5p-$. На якій стадії мітозу досліджували каріотип хворого?

- A. Метафази
- B. Телофази
- C. Анафази
- D. Профази
- E. Прометафази

31. У синтетичний період мітотичного циклу в клітині подвоїлася кількість ДНК. Цей процес відбувся внаслідок:

- A. Реплікації ДНК
- B. Коагуляції ДНК
- C. Репарації ДНК
- D. Дисоціації ДНК
- E. Денатурації ДНК

32. На якій стадії клітинного циклу розпадається мітотичне веретено?

- A. В телофазі мітозу.
- B. В профазі мітозу.
- C. В пресинтетичному періоді.
- D. В синтетичному періоді.
- E. В постсинтетичному періоді

33. Відомо, що білки тубуліни входять до складу мікротрубочок і беруть участь у формуванні веретена

поділу. В якому періоді мітотичного циклу вони синтезуються?

- A. Постсинтетичний період інтерфази
- B. Пресинтетичний період інтерфази
- C. Синтетичний період інтерфази
- D. Мітоз
- E. Постмітотичний період інтерфази

34. У процесі життєвого циклу клітини відбувається закономірна зміна кількості спадкового матеріалу. На якому етапі онтогенезу клітини відбувається подвоєння молекули ДНК?

- A. Інтерфази
- B. Телофази
- C. Метафази
- D. Профази
- E. Анафази

35. Кратне збільшення хромосомних наборів у соматичних клітинах позначають терміном:

- A. Поліплоїдія.
- B. Плоїдність.
- C. Анеуплоїдія.
- D. Гаплоїдія.
- E. Диплоїдія

36. Експериментальне вивчення нового медичного препарату виявило блокуючий ефект на процес скорочення білків - тубулінів, які є основою веретена поділу в клітинах. Які з зазначених нижче етапів клітинного циклу порушуються цим препаратом?

- A. Постмітотичний період інтерфази
- B. Синтетичний період
- C. Телофаза мітозу
- D. Анафаза мітозу
- E. Премітотичний період інтерфази

37. За допомогою шпателя зроблено зішкріб зі слизової рота людини. У незруйнованих епітеліальних клітинах забарвленого мазка добре видно овальні ядра, неоднакові за розмірами. Яким шляхом відбувався поділ цих клітин:

- A. Шизогонія
- B. Амітоз
- C. Мітоз
- D. Мейоз
- E. Бінарний поділ

38. Прокаріотичні та еукаріотичні клітини характеризуються здатністю до поділу. Поділ прокаріотичних клітин відрізняється від поділу еукаріотичних. Як називають поділ прокаріотичних клітин?

- A. Мітоз
- B. Мейоз
- C. Дробіння
- D. Каріокінез
- E. Амітоз

39. Генетичний матеріал в інтерфазному ядрі знаходиться у вигляді хроматинових ниток, які утворюють хроматинову сітку. Яка буде кількість хромосомних ниток та ДНК в G_1 -період інтерфази?

- A. $2n2c$
- B. $1n1c$
- C. $1n2c$
- D. $2n4c$
- E. $2n3c$

40. Мітотичний цикл характеризується почерговою зміною періодів циклу, і зокрема, фаз мітозу. Які речовини відіграють ключову роль у почергових змінах протягом клітинного циклу?

- A. Циклінзалежні кінази (C-Cdk)

- B. Циклін А
- C. Мітоз-стимулюючий фактор (MPF)
- D. Інтегрини і кадгерини
- E. Фактори росту

41. Клітинний поділ контролюється різними механізмами. Нормальні клітини діляться, утворюючи суцільний шар, а коли не залишається вільного місця – ділення припиняється. Пухлинні клітини не припиняють ділення та утворюють багатoshаровий пласт. Який регуляторний механізм проліферації не діє при утворенні пухлин?

- A. Регуляція білками p15 і p21
- B. Регуляція факторами росту
- C. Регуляція циклінзалежними кіназами
- D. Контактне гальмування
- E. Дія фактора некрозу пухлин

42. Відомо, що клітинний цикл складається з кількох послідовних етапів. На одному з етапів відбувається синтез ДНК. Як називається цей період життєвого циклу клітини?

- A. Пресинтетичний період інтерфази
- B. Синтетичний період інтерфази
- C. Мітоз
- D. Премітотичний період інтерфази
- E. Постсинтетичний період інтерфази

43. У пресинтетичний період мітотичного циклу синтез ДНК не відбувається, тому молекул ДНК стільки ж, скільки й хромосом. Скільки молекул ДНК має соматична клітина людини в пресинтетичний період?

- A. 23
- B. 92
- C. 46
- D. 69
- E. 48

44. Під час вивчення фаз мітозу в клітинах корінця цибулі виявлено клітину, в якій спіралізовані хромосоми лежать в екваторіальній площині. На якому етапі мітотичного циклу перебуває клітина?

- A. Інтерфаза
- B. Профаза
- C. Анафаза
- D. Телофаза
- E. Метафаза

45. Під час постсинтетичного періоду мітотичного циклу був порушений синтез білків тубулінів, які приймають участь у формуванні веретена поділу. Це може привести до порушення:

- A. Розходження хромосом
- B. Спіралізації хромосом
- C. Цитокінезу
- D. Деспіралізації хромосом
- E. Мітозу

46. На якій стадії мітотичного циклу проводиться вивчення максимально конденсованих хромосом клітини, яка ділиться?

- A. Метафаза
- B. Профаза
- C. Інтерфаза
- D. Анафаза
- E. Телофаза

47. Під час мітозу забезпечується точна та ідентична передача спадкового матеріалу – безперервність хромосом та хромосомного набору. Які процеси до цього приводять?

- A. Реплікація та розходження гомологічних хромосом до різних клітин
- B. Незалежне розходження хромосом і хроматид під час анафази

- C. Кросинговер та розходження дочірніх хроматид до різних клітин
- D. Ампліфікація генів та незалежне розходження хромосом
- E. Реплікація та розходження дочірніх хроматид до різних клітин

48. Довжина клітинного циклу для різних клітин людини неоднакова: для клітин епітелію шкіри – 10-20 діб, для лейкоцитів – 4-5 діб, кісткового мозку – 8-12 год. Як регулюється довжина мітотичного циклу на клітинному рівні?

- A. Синтезом білків – активаторів S-фази
- B. Інтенсивністю синтезу білків-циклінів
- C. Швидкістю S-періоду
- D. Швидкістю синтезу білків-тубулінів
- E. Не регулюється

49. Прокаріотичні та еукаріотичні клітини характеризуються здатністю до поділу. Поділ прокаріотичних клітин відрізняється від поділу еукаріотичних, але існує молекулярний процес, який лежить в основі цих поділів. Який це процес?

- A. Репарація
- B. Транскрипція
- C. Реплікація
- D. Каріокінез
- E. Ампліфікація генів

50. Генетичний матеріал в інтерфазному ядрі знаходиться у вигляді хроматинових ниток, які утворюють хроматинову сітку. Кількість ДНК в хромосомах ядра в S-період інтерфази відповідає:

- A. 4c (тетраплоїдна)
- B. 1c (гаплоїдна)
- C. 2c (диплоїдна)
- D. Від 2c до 4c
- E. Від 1c до 2c

51. Генетичний матеріал в інтерфазному ядрі знаходиться у вигляді хроматинових ниток, які утворюють хроматинову сітку. Яка буде кількість хромосомних ниток та ДНК в G₁-період інтерфази?

- A. 2n2c
- B. 1n1c
- C. 1n2c
- D. 2n4c
- E. 2n3c

52. У мітозі розрізняють п'ять фаз. В якій фазі клітина людини має 46 однохроматидних хромосом?

- A. Анафаза
- B. Телофаза
- C. Метафаза
- D. Профаза
- E. Прометафаза

53. Під час мітотичного поділу диплоїдної соматичної клітини на неї подіяли колхіцином. Хід мітозу порушився і утворилась однаядерна поліплоїдна клітина. Мітоз було призупинено на стадії:

- A. Телофаза
- B. Профаза
- C. Метафаза
- D. Анафаза
- E. Цитокінез

54. На клітину подіяли колхіцином, що блокує “збирання” ахроматинового веретена. Які етапи мітотичного циклу будуть порушені?

- A. Цитокінез
- B. Профаза

- C. Анафаза
- D. Предсинтетичний період інтерфази
- E. Постсинтетичний період інтерфази

55. Під час поділу клітини досліднику вдалося спостерігати фазу, на якій були відсутні мембрана ядра, ядерце, центріолі знаходились на полюсах клітини. Хромосоми мали вигляд клубка ниток, які вільно розташовані у цитоплазмі. Для якої фази це характерно?

- A. Інтерфази
- B. Метафази
- C. Анафази

- D. Профази
- E. Телофази

56. У постсинтетичний період інтерфази мітотичного циклу синтез ДНК вже закінчився. Скільки молекул ДНК має соматична клітина людини у постсинтетичний період?

- A. 92
- B. 46
- C. 23
- D. 48
- E. 24

Тести другого рівня складності
(кілька правильних відповідей)

1. Клітинний цикл це:

- A. Комплекс взаємопов'язаних часових подій, які відбуваються під час підготовки та поділу клітин.
- B. Період існування клітин від моменту утворення шляхом поділу до власного мітотичного поділу або загибелі.
- C. Період виконання клітиною власних специфічних функцій.
- D. Інтерфаза+мітоз.
- E. Життєвий цикл клітини.

2. Біологічне значення мітотичного циклу:

- A. Забезпечує спадкоємність генетичного матеріалу в ряду клітинних поколінь.
- B. Забезпечує утворення нових поколінь клітин рівноцінних за кількістю та вмістом спадкової інформації.
- C. Універсальний механізм відтворення еукаріотичної клітини під час індивідуального розвитку.
- D. Механізм, який визначає збереження, передачу та зчитування спадкової інформації.
- E. Забезпечує утворення статевих клітин.

3. Які виділяють фази мітотичного циклу:

- | | | |
|-------------------|--------------------|---------------|
| A. Репродуктивна. | C. Фаза розподілу. | E. Цитокінез. |
| B. Інтерфаза. | D. Мітоз. | |

4. В який період клітинного циклу відбуваються:

- | | |
|--|---|
| A. Підвищений синтез білків-тубулінів. | D. Цитокінез. |
| B. Реплікація ДНК. | E. Синтез РНК, білків, накопичення енергії, ріст клітини. |
| C. Каріокінез. | |

5. Введенням хімічної речовини тимчасово блоковані синтетичні процеси у пресинтетичному періоді клітинного циклу. В які періоди клітинного циклу клітина вступить із запізненням:

- | | | |
|---------------------|--------------------|---------------|
| A. Постсинтетичний. | C. Синтетичний. | E. Інтерфаза. |
| B. Мітоз. | D. Пресинтетичний. | |

6. У клітину введено хімічну речовину, що блокує роботу ферментів, які беруть участь у деспіралізації ДНК. Які порушуються процеси і в який період мітотичного циклу клітини?

- | | | |
|--------------------|-----------------|--------------|
| A. Репродуктивний. | C. Синтетичний. | E. Телофаза. |
| B. Мітоз. | D. Реплікація. | |

7. На клітину подіяли колхіцином, що блокує збирання білків ахроматинового веретена. Які етапи мітотичного циклу будуть порушені?

- | | | |
|---------------|--------------|--------------|
| A. Інтерфаза. | C. Метафаза. | E. Телофаза. |
| B. Мітоз. | D. Анафаза. | |

8. На якому етапі мітотичного циклу відбувається реплікація ДНК:

- | | | |
|--------------------|---------------------|--------------|
| A. Інтерфаза. | C. Постсинтетичний. | E. S-період. |
| B. Пресинтетичний. | D. Синтетичний. | |

9. Який поділ характерний для соматичних клітин людини:

- | | | |
|------------|---------------|------------------|
| A. Амітоз. | C. Мейоз. | E. Брунькування. |
| B. Мітоз. | D. Ендомітоз. | |

10. Мітоз має важливе біологічне значення тому, що:
- Лежить в основі механізму утворення гамет.
 - Забезпечує збереження вихідного хромосомного набору.
 - Забезпечує генетичну однорідність дочірніх клітин.
 - Забезпечує редукцію хромосомного набору.
 - Лежить в основі безстатевого розмноження.
11. Вкажіть співвідношення кількості хромосом і ДНК у:
- Телофазі мітозу.
 - Метафазі мітозу.
 - Синтетичному періоді інтерфази
 - У телофазі мейозу.
 - Анафазі мейозу.
12. У клітину введено хімічну речовину, що блокує роботу ферментів, які беруть участь у реплікації ДНК. Які процеси і які періоди мітотичного циклу клітини порушуються:
- Подвоєння ДНК.
 - Репарація ДНК.
 - Постмітотичний період.
 - Біосинтез білків ахроматинового веретена.
 - Синтетичний період.
13. Соматична диплоїдна клітина вступила до мітозу, нормальний хід якого був порушений колхіцином. На якому етапі буде перервано процес мітозу та який хромосомний набір буде мати утворене ядро:
- Анафаза -4n.
 - Метафаза – 2n.
 - Метафаза – 4n.
 - Анафаза – 2n.
 - Телофаза - 1n.
14. За якими з указаних нижче ознак відрізняється мітоз від амітозу:
- Відбувається без утворення веретена поділу.
 - Спіралізацією хромосом на період поділу ядра.
 - Утворенням двох ядер з одного ядра материнської клітини.
 - Утворення багатьох дрібних ядер
 - Подвоєнням хромосом на основі редуплікації молекул ДНК.
15. Розмістіть перелічені нижче процеси мітозу в хронологічному порядку:
- Хромосоми вишиковуються по екватору клітини.
 - Хромосоми прямують до протилежних полюсів веретена.
 - Утворюється веретено поділу.
 - Хромосоми подвоюються.
 - Хромосоми конденсуються, ядерна оболонка зникає.

ЗАДАЧІ

- В різних групах клітин всі початкові материнські клітини мали диплоїдний набір хромосом (2n), а кількість ДНК (2c). Після ділення в період інтерфази знову визначили кількість ДНК. Виявилось, що в одній частині дочірніх клітин кількість ДНК зберіглася (2 c), в другій стало 1c, в третій – 4c, а в четвертій – коливалось від диплоїдної кількості в бік збільшення або зменшення, але ці коливання не були кратні гаплоїдному набору ДНК. Який спосіб ділення клітин можна передбачити при утворенні кожної частини клітин, відповідно?
- У культуру клітин ввели хімічну речовину, яка тимчасово заблокувала процеси в синтетичний період мітотичного циклу. Чи здатні такі клітини поділитися шляхом мітозу?
- Нервові клітини ембріона після кількох мітотичних циклів втрачають здатність розмножуватись, диференціюватись. Назвіть той період життєвого циклу клітин у якому зрілі високоспеціалізовані клітини функціонують, чим може завершитись життєвий цикл цих клітин?
- Аналіз кількості ДНК в ядрах культури ембріональних фібробластів, які розмножуються мітотично, показав, що клітин з кількістю ДНК, які відповідали диплоїдному набору хромосом, було 46 %, тетраплоїдному - 12%, останні клітини були з проміжною кількістю ДНК. Як пояснити таке явище?

ТЕМА. Біологічні особливості репродукції людини.

Гаметогенез. Мейоз. Запліднення.

Особливості репродукції людини в зв'язку з її біосоціальною суттю. Розмноження як механізм забезпечення генетичної безперервності в ряді поколінь. Гаметогенез. Мейоз. Запліднення в людини – відновлення диплоїдного набору хромосом, збільшення різноманітності генів у нащадків.

Розмноження (репродукція) — це одна із основних властивостей живого, яка забезпечує збереження чисельності організмів та матеріальну неперервність в ряді поколінь. Розмноження (репродукція) — здатність організмів із покоління в покоління забезпечувати матеріальну та функціональну спадкоємність.

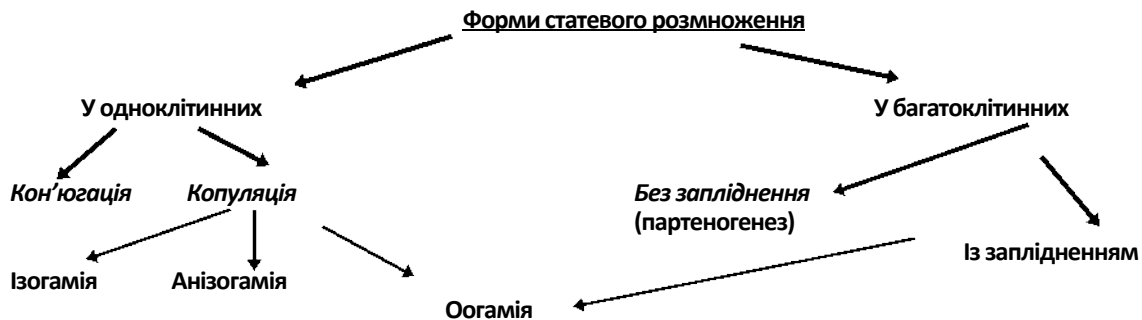
Способи розмноження

	Безстатеве	Статеве
1. Джерела спадкового матеріалу та інформації для розвитку нащадків.	Одна або декілька соматичних клітин батьківського організму	Спеціалізовані статеві клітини (гамети), які утворюють батьківські особини.
2. Батьки	Одна особина	Одна (гермафродитизм), дві батьківські особини.
3. Нащадки (потомки)	При відсутності соматичних мутацій точна копія батька	Генетично відрізняються внаслідок комбінативної мінливості
4. Головний клітинний механізм	Мітоз	Мейоз
5. Еволюційне значення	Забезпечує збереження ознак виду, пристосування до існуючих незмінних умов,	За рахунок генетичної різноманітності забезпечується комбінативна мінливість, створюються еволюційні та екологічні

	сприяє стабілізуючому добору.	перспективи, сприяє творчій дії природного добору.
--	-------------------------------	--

Форми безстатевого розмноження

Моноцитогенне	Поліцитогенне (вегетативне)
1. Діленням клітини	1. Вегетативне
2. Ендогонія	2. Ділення організму на частини (стробіляція, фрагментація)
3. Брунькування або нерівномірний поділ	3. Поліембріонія
4. Шизогонія	4. Пупкування
5. Спороутворення	5. Спороутворення



Гаметогенез — процес утворення та формування статевих клітин. Виділяють сперматогенез — процес утворення чоловічих статевих клітин та овогенез — процес утворення жіночих статевих клітин. У тварин ще на ранніх етапах ембріонального розвитку відбувається диференціація клітин на соматичні та первинні статеві клітини — генеративні клітини (гоноцити), які мають деякі морфологічні особливості та здатність до міграції (вважається, що ці клітини на відміну від соматичних клітин потенційно безсмертні).

У людини диференціація гоноцитів відбувається на 5 тижні ембріогенезу, далі клітини мігрують до зачатків брижі кишки, а потім до зачатків статевих залоз. Їх локалізація в статевих залозах визначається генетично і це стимулює утворення чоловічих чи жіночих статевих залоз (первинна морфологічна диференціація статі). У ♀ зародків гоноцити мігрують у поверхневі шари, що стимулює утворення яєчників, у ♂ зародків — у середину зачатків, що призводить до розвитку сім'яників. Гоноцити в статевих залозах втрачають рухливість, становляться гаметогоніями (овогоніями та сперматогоніями).

Овогенез — розвиток жіночих статевих клітин.

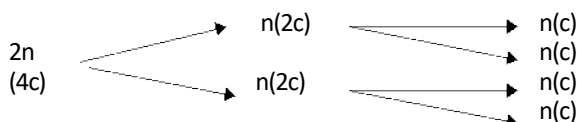
Овогенез включає 3 періоди (див. схему овогенезу): Розмноження. Ріст. Дозрівання.

Період *розмноження* починається і закінчується ще до народження дитини (в пренатальний період) і відбувається в ембріональних яєчниках. Овогонії (диплоїдні клітини) мітотично діляться і утворюють велику кількість овоцитів (приблизно 7 млн. клітин). В цей час в овоцитах синтезується ДНК. Після сьомого місяця розвитку жіночого плоду у нього починається поступова елімінація цих клітин (апоптоз) і під час народження в яєчниках залишається близько 1 млн. овоцитів. Запрограмована загибель клітин відбувається до часу, коли дівчинці стає (10-12 років). В цей час залишається тільки 300-400 овоцитів, які вступають в період росту.

Ріст овоцитів характеризується збільшенням цитоплазми та накопиченням різних речовин, необхідних вже для забезпечення бластогенезу. Збільшується в об'ємі як ядро, так і овоплазма за рахунок синтезу речовин або їх надходження з тканинних компонентів фолікула.

Синтез та накопичення необхідних для подальшого розвитку речовин відбувається також під час профазі першого ділення мейозу.

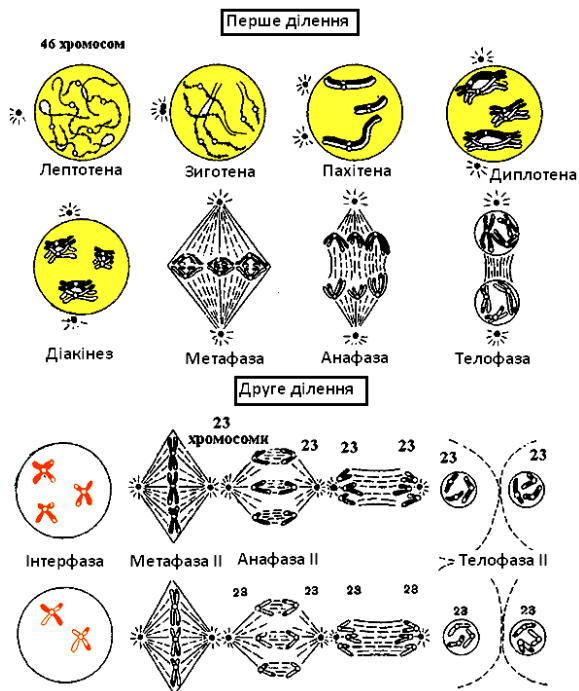
В період *дозрівання* відбувається особливий поділ гаметоцитів — мейоз. Мейоз — поділ диплоїдних клітин з утворенням клітин з гаплоїдною кількістю хромосом. Він включає 2 ділення:



Перше ділення мейозу — редукційне, яке приводить до зменшення кількості хромосом удвічі, друге ділення — екваційне, нагадує мітоз, але характеризується новими особливостями.

В залежності від того, на якій стадії життєвого циклу відбувається мейоз виділяють три типи мейозу: зиготний, гаметний, проміжний. Зиготний тип мейозу відбувається після утворення зиготи, він характерний в життєвому циклі, наприклад, для споривиків та інших організмів, в яких переважає гаплофаза (n-гаплоїдне покоління).

Схема мейозу.



диплоїдна ($2n$), ДНК — тетраплоїдна ($4c$), внаслідок реплікації, яка відбулася в S-період інтерфази. Характерним для лептотени є поява на тонких хромосомах ділянок конденсованого хроматину — хромомер, при чому розміри, розміщення і кількість хромомер характерні для кожної хромосоми, що дозволяє проводити їх цитогенетичний аналіз.

В лептотені також починається кон'югація гомологічних хромосом.

Зиготена (стадія синапсису) — стадія проходження кон'югації гомологічних хромосом. Подвоєні гомологічні хромосоми наближаються і утворюють біваленти — парні з'єднання гомологічних хромосом, які складаються з чотирьох хроматид. На цій стадії синтезується специфічна ДНК (z ДНК), яка багата Г Σ Ц парами нуклеотидів та визначає початок кон'югації гомологічних хромосом. Далі зв'язки між гомологічними хромосомами буде забезпечувати синантономальний комплекс, який зв'яже хромосоми спочатку в теломерах і центромерах, а далі — як застібка "блискавка" з'єднає хромосоми по всій довжині (зустрічається в усіх еукаріот, які мають статеве розмноження, складається з центрального та бічних компонентів загальною довжиною $\approx 160-240$ нм). Повністю сформований такий комплекс існує на наступній стадії.

Пахітена (стадія товстих ниток). Завдяки кон'югації гомологів профазні хромосоми збільшуються в товщину, їх називають біваленти (хроматид — 4, кількість ДНК — $4c$). На цій стадії відбувається кросинговер — обмін гомологічними ділянками між несестринськими хроматидами гомологічних хромосом. Внаслідок кросинговеру відбувається перекомбінація генів в хромосомах. В пахітені також відбувається синтез незначної кількості ДНК (0,1% від загальної), яка містить послідовності нуклеотидів, що повторюються. Цей синтез ДНК забезпечує репарацію. На стадії пахітени активуються процеси транскрипції, відбувається ампліфікація рибосомних генів, що приводить до утворення додаткових ядерців.

Також активуються деякі хромомерні ділянки і змінюється структура хромосом — вони набувають вигляду "лампових щіток".

Диплотена (стадія подвійних ниток). На цій стадії профазні хромосоми відштовхуються, починаючи з зони центромери, але сестринські хромосоми кожної гомологічної пари залишаються з'єднаними по всій довжині. Гомологічні хромосоми залишаються з'єднаними і помітні хіази — місця зчеплення і перехрестя хромосом, де завершується репарація. В залежності від кількості хіазм хромосоми набувають різного вигляду: одна хіазма — у вигляді хреста, дві — у вигляді петлі (див. рис. Схема мейозу). Під час диплотени добре помітно, що такий комплекс утворений 4-ма хроматидами і хіази створюють тільки дві хроматида від кожної хромосоми (несестринські хроматида). На цій стадії також виявляються хромосоми у вигляді "лампових щіток". Сестринські хроматида утворюють парні петлі різної довжини: непомітні довжиною 20-30 мкм та гігантські до 100 мкм. Тут знаходять велику кількість і-РНК, а це означає, що на петлях відбувається транскрипція. Активізація транскрипції в пахітені, а особливо в диплотені співпадає з ростом статевих клітин, що особливо характерно для овоцитів. В цей час синтезуються та накопичуються білки субодиниць рибосом, необхідні для забезпечення ранніх стадій розвитку зародка (бластогенезу).

Діакінез (стадія переходу до ділення). На цій стадії зменшується кількість хіазм, біваленти вкорочуються та набувають компактної форми, ядра зникають. Хромосоми втрачають зв'язок з ядерною оболонкою. (Поділ відновиться лише в період статевої зрілості у великих фолікулах.) На стадії діакінеза відбувається блокування. Блокування мейозу знімають гормони гіпофіза (фолікулостимулюючий та лютеїнізуючий), а також гормони яєчника, які починають вироблятися в статевозрілий період. У жінок за репродуктивний період утворюється 400-450 яйцеклітин, приблизно, 1 яйцеклітина за місяць. Тому кожен овоцит більше 10-40 років знаходиться під впливом різних факторів (фізичних, хімічних, біологічних), які можуть привести до гаметопатій.

Гаметний тип мейозу відбувається під час утворення гамет (гаметогенезу). Він зустрічається у багатоклітинних організмів. В життєвому циклі таких організмів переважає диплофаза ($2n$ -диплоїдне покоління). Гаметний тип мейозу характерний для ссавців і людини.

При мейотичному діленні жіночої статеві клітини утворюється одна велика яйцеклітина (овоцит) і три дрібні клітини (полоцити), а при мейотичному діленні чоловічих статевих клітин — чотири гаплоїдних сперматозоїди.

Проміжний (споровий) тип мейозу відбувається під час спороутворення та характерний для вищих рослин. Диплоїдне покоління (спорофіт) утворює в органах розмноження гаплоїдні чоловічі (мікроспори) та жіночі (макроспори) статеві клітини, які після цього ще декілька разів діляться і утворюють гаплоїдне покоління (гаметофіт).

Для мейозу характерне те, що під час профазі першого ділення відбувається особлива перебудова та поведінка хромосом в ядрах дозріваючих статевих клітин (гаметоцитах).

Мейоз при овогенезі має певні особливості, які пов'язані з періодичним утворенням однієї яйцеклітини.

Перший поділ мейозу (редукційне ділення). У ньому найбільш тривалою та складною є профазі, яка поділяється на 5 стадій: лептотена, зиготена, пахітена, диплотена та діакінез.

Лептотена (стадія тонких ниток). Хромосоми подвоєні, але сестринські хроматида не визначаються. Кількість хромосом

Метафаза I характеризується утворенням метафазної пластинки (розміщенням бівалентів в екваторіальній площині веретена).



Анафаза I. Відбувається випадкове розходження гомологічних хромосом, які складаються з двох сестринських хроматид, до різних полюсів. Таким чином в анафазі відбувається друга рекомбінація спадкового матеріалу, яка пов'язана з випадковим та незалежним розходженням хромосом (груп зчеплених генів) до різних клітин та утворенням двох гаплоїдних наборів хромосом, але з диплоїдною кількістю ДНК.

Телофаза I. Утворюються дві клітини з гаплоїдною кількістю хромосом (але кожна хромосома утворена з двох хроматид) та диплоїдною кількістю ДНК (див. схему). Утворюються гаметоцити II порядку.

2n (4c) n(2c)

 n(2c)

При овогенезі телофаза I має свої особливості, уся маса овоплазми переходить лише в одну клітину — овоцит II порядку, друга клітина перетворюється на редукційне тільце — первинний полоцит. Після завершення першого поділу дозрівання в яєчниках жінки відбувається овуляція, і проходить другий поділ. За телофазою настає коротка інтерфаза (інтеркінез), в якій не відбувається реплікація, так як хромосоми вже подвоєні.

Мейоз II (другий поділ мейозу, екваторіальний) відбувається

в маткових трубах, він нагадує мітоз. Але профаза визначається руйнуванням ядерної оболонки та формуванням апарату ділення (веретена ділення). В цей час відбувається овуляція — зрілий фолікул лопається і овоцит II порядку надходить у маткові труби.

Яйцеклітина (материнська гамета), К. Бер, 1827 р. Має гаплоїдний набір хромосом (n). У людини 22 аутосоми та одна гетерохромосома X (гоносома). Так як яйцеклітини постійно знаходяться у стані розвитку, то характеризуючи яйцеклітину ссавців мають на увазі овоцити з пухирчастого фолікула яєчника. У людини діаметр таких клітин (овоцит II порядку) 130-150 мкм. Вони мають: ядро, цитоплазму (овоплазму) і систему яйцевих оболонок.

Яйцеклітина оточена системою оболонок, які виконують захисні функції та визначають транспорт і обмін речовин. Розрізняють такі оболонки:

1. Променева оболонка (corona radiata). Зовнішня фолікулярна оболонка, яка утворена з фолікулярних клітин і міжклітинної речовини. Фолікулярні клітини і яйцеклітина утворюють мікроворсинки, тому вона посмугована. На поверхні скупчення фолікулярних клітин утворюють яйценосний горбок (cumulus oophorus), який зникає після запліднення.
2. Блискавча оболонка (zona pellucida). Прозора оболонка, утворена продуктами фолікулярних клітин та овоцита (мукополісахаридами).
3. Жовткова оболонка — тонка прозора оболонка, утворена з глікопротеїнів. Забезпечує видову специфічність та прикріплення сперматозоїда.
4. Цитоплазматична мембрана. Типова клітинна мембрана, яка на поверхні має ворсинки (мікроворсинки). Основна функція — регуляція транспорту речовин.

Овогенез

процес утворення жіночих статевих клітин.

Овоплазма оточена тонкою мембраною (оолемою) з мікроворсинками. Вона містить велику кількість органел: мітохондрії, рибосоми, добре розвинену ендоплазматичну сітку, включення (дрібні ліпідні гранули, кортикальні гранули (сферичні поверхневі тільця 0,3-0,5 мкм у діаметрі) - багаті на глікопротеїни, глікозамінглікани та протеолітичні ферменти. В їх утворенні приймає участь комплекс Гольджі, який знаходиться на периферії овоцита. Виділення цих гранул створює гіаліновий шар, який після запліднення затримує проникнення інших сперматозоїдів. Жовток створюють гранули, які містять різні білки, фосфоліпіди, нейтральні жири. Частина цих компонентів надходить через кров у фолікулярні клітини, а потім до овоцита. Крім жовтка накопичуються речовини необхідні для забезпечення транскрипції, реплікації та трансляції: білки-ферменти, субодиниці рибосом, т-РНК, і-

РНК, регуляторні речовини, фактори цитокінезу. Ядро велике, в нуклеоплазмі знаходяться спіралізовані хромосоми типу "лампових щіток" (23 пари). Ядро зміщене, тому виділяють два полюси: вегетативний та анімальний. Ядерна мембрана нерівна, утворює чисельні вдавлення.

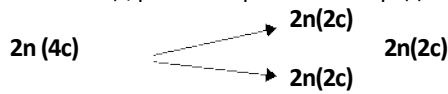
Яйцеклітина — диференційована, спеціалізована жіноча статеві клітина, яка після запліднення забезпечує початок розвитку організму (бластогенез).

Сперматогенез — утворення та формування чоловічих статевих клітин (чоловічих гамет, сперматозоонів). Відбувається у звивистих каналцях яєчок (сім'яниках). Весь цикл розвитку сперматозоона відбувається приблизно за 2,5 місяці. В сім'яних каналцях є декілька шарів клітин, кожен з яких представлений клітинами на певній стадії сперматогенезу. Живлення та розвиток сперматозоонів забезпечують великі клітини, що займають простір від базальної мембрани до

просвіта каналця. Між каналцями знаходяться клітини Аейдига, які продукують чоловічий гормон тестостерон (його виділення регулює лютеїнізуючий гормон гіпофіза з моменту статевої зрілості).

Зовнішній шар утворюють сперматогонії. До репродуктивного періоду ці клітини мітотично діляться — це період розмноження.

Активовані до розвитку сперматогонії діляться утворюючи клон клітин, які розташовані біля базальної мембрани звивистого каналця, решта сперматогоніїв продовжують мітотично ділитись.



Клон клітин рухається ближче до просвіту каналця і вступає у період росту. Сперматогонії ростуть, подвоюється кількість ДНК $2n (4c)$ — їх називають сперматоцитами I порядку. Вони вступають в I ділення мейозу (редукційне) в стадію профазу, в якій виділяють лептотену, зиготену, пахітену, диплотену (стадія діакінезу відсутня). На стадії пахітени відбувається кон'югація гомологічних хромосом (утворення бівалентів) та кросинговер. В диплотені гомологічні хромосоми частково розходяться, але залишаються зчепленими в деяких ділянках (хіази). В період дозрівання сперматоцити вступають без затримки, проходять метафазу, анафазу та телофазу I. При цьому утворюються сперматоцити II порядку — гаплоїдні клітини з диплоїдною кількістю ДНК ($n2c$). Під час короткої інтерфази не відбувається реплікація ДНК (хромосоми спіралізовані та вже подвоєні). Друге ділення мейозу нагадує мітоз. Утворюється 4 сперматиди, які мають гаплоїдну кількість хромосом та ДНК ($1n1c$). ДНК з ядерними білками формує щільний хроматиновий комплекс, який не активний, що приводить до припинення, наприклад, синтезу антигенів гістосумісності.

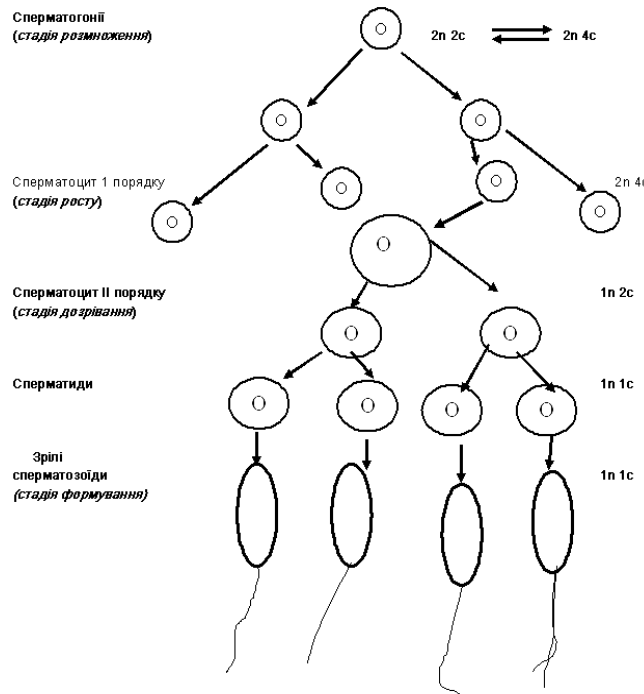
Сперматозоїди (сперматозоони) — диференційовані, спеціалізовані чоловічі статеві клітини, які забезпечують запліднення яйцеклітин.

При мейотичних діленнях цитокінез повністю не завершується — клітини з'єднуються цитоплазматичними містками. Період формування (сперміогенез) — це період формування спеціалізованих рухомих чоловічих клітин — сперматозоонів з нерухомих кулястих клітин. В цей період з клітиною відбуваються певні перебудови:

1) об'єм цитоплазми зменшується; 2) ядро змінює розмір і форму; 3) комплекс Гольджі формує акросому; 4) одна дистальна центріоль формує джгутик; 5) мітохондрії утворюють мітохондріальну спіраль.

Сперматозоони (сперматозоїди тварин) — спеціалізовані, високодиференційовані клітини, які мають голівку, шийку та хвіст, та виконують функції: запліднення та утворення зиготи; передачу геному нащадкам; стимуляції розвитку (ділення) заплідненої яйцеклітини.

Розміри голівки $4 \times 3 \times 2$ мкм, загальна довжина 20-30 мкм. В голівці є акросома, розміщена на передньому кінці голівки, гомологічна комплексу Гольджі сперматиди. В ній містяться літичні ферменти (акрезин, гіалуронідаза), які руйнують оболонки яйцеклітини.



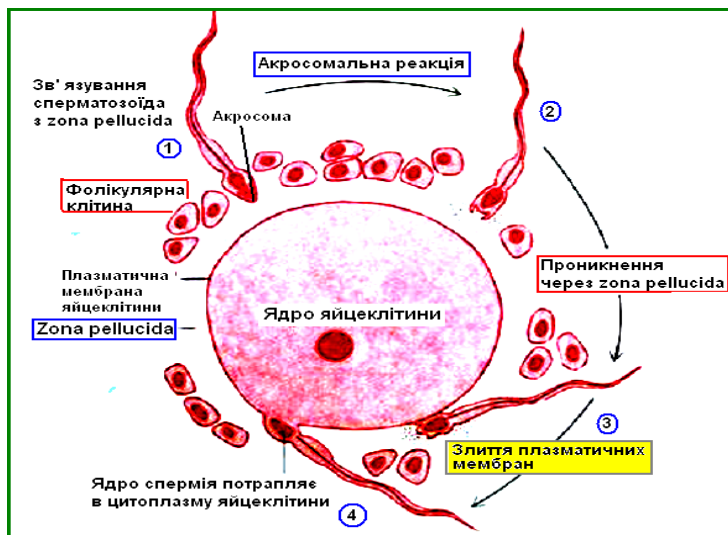
Сперматогенез процес утворення і формування чоловічих статевих клітин

Ядро овальної форми, ДНК і білки утворюють конденсований хроматин. Головка вкрита тонким шаром цитоплазми з мембраною назовні. Шийка — найкоротша частина утворена з двох центріолей. Одна (проксимальна) знаходиться біля ядра, а друга (дистальна) наближається до аксонем хвоста спермія. Хвіст — найдовша частина сперматозоона, в ньому виділяють: середню, центральну та кінцеві частини. Середня частина циліндрична, утворена мітохондріальною спіраллю навколо аксонем (осьової нитки хвоста). Аксонема утворена довгими мікротрубочками, які складаються з білків тубулінів. На поверхні є білок (динейн), який має АТФ-азну активність. Центральна частина хвоста рухома. В середині знаходиться аксонема (осьова нитка), яка зовні вкрита тонким шаром цитоплазми з мембраною. Кінцева частина хвоста представлена тільки аксонемою.

Зберігаючи загальний план будови сперматозоони людини характеризуються поліморфізмом. Зустрічаються клітини з дефектом голівки, грушоподібної форми, подвоєні гамети, безхвості та двохвості. Кількість таких сперматозоонів не перевищує 10-30%.

Запліднення. Процес злиття статевих гамет. При оогамії відбувається злиття двох гамет, які суттєво відрізняються: жіночі (яйцеклітини) та чоловічі (сперматозоїди). У ссавців та людини запліднення внутрішнє, яйцеклітина містить відносно мало запасного поживного матеріалу, розвиток зародка внутрішньоутробний.

Яйцеклітина (овоцит II порядку на стадії метафаза II) після овуляції потрапляє в жіночі статеві шляхи. Вона виділяє в середовище хімічні речовини (гормони), які активізують рух чоловічих статевих клітин. Сперматозоони рухаються за допомогою активного руху хвостика, а також скорочень матки, маткових труб та коливань ворсинок. Гормони також викликають агрегацію (склеювання сперматозоонів).



Під час контакту сперматозоона з оболонкою яйцеклітини відбувається акросомна реакція — акросома при контакті руйнується і протеолітичні ферменти (гіалуронідаза та інші) акросоми розчиняють яйцеві оболонки. Цитоплазматичні мембрани яйцеклітини і сперматозоїда зливаються (об'єднуються) і через цитоплазматичний місток в цитоплазму яйцеклітини переміщується ядро і центріоль сперматозоона. Злиття гамет регулюється специфічними білками — факторами злиття, які знаходяться в голівці сперматозоона. Внаслідок злиття змінюється обмін речовин, мембранний потенціал клітини, розчиняються кортикальні гранули, відбуваються морфологічні та фізіологічні перебудови. Жовткова оболонка відшаровується. Ці процеси називають кортикальною реакцією. Після проникнення ядра сперматозоона в яйцеклітині активується біосинтез білків.

Яйцеклітина, яка знаходиться на стадії метафази II мейозу активується, мейоз завершується. Ядро сперматозоона (чоловічий пронуклеус) змінюється і набуває вигляду спочатку інтерфазного, а потім профазного ядра. В цей час відбувається реплікація і кількість спадкового матеріалу стає - $1n2c$. Ядро яйцеклітини після завершення мейозу також отримує диплоїдну кількість ДНК ($1n2c$) і становить жіночий пронуклеосом (також утворюється одне полярне тільце — полоцит II порядку). Обидва пронуклеоси наближаються та зливаються утворюючи синкаріон та формують загальну метафазну пластинку. Це є остаточним моментом злиття двох гамет — сингамія.

Далі перше ділення приводить до утворення двох бластомерів з диплоїдною кількістю спадкового матеріалу ($2n2c$) — бластогенез продовжується.

Тести першого рівня складності

(одна правильна відповідь)

- У жінки в процесі овогенезу під час мейозу не відбулося розходження двох пар гомологічних хромосом. Скільки хромосом буде мати зріла яйцеклітина?
 - 22 або 24.
 - 22.
 - 21 або 25.
 - 47
 - 45
- Під час овогенезу в клітині людини відбулась елімінація (зникнення) однієї хромосоми. Скільки хромосом буде в яйцеклітині?
 - 21 або 22
 - 22 або 24.
 - 47
 - 22
 - 45
- Поліспермія — це явище, коли:
 - В яйцеклітині проникає зазвичай 1 сперматозоон
 - В яйцеклітині проникає декілька сперматозоонів
 - В результаті сперматогенезу утворюється 1 сперматозоон
 - В результаті сперматогенезу утворюється 4 сперматозоони
 - Немає правильної відповіді
- Поліцитогенне розмноження — це:
 - Поєднання в одній клітині генетичного матеріалу двох різних особин
 - Множинний поділ
 - Шизогонія
 - Розмноження відокремленими від материнського організму багатоклітинними частинами, або вегетативними органами
 - Спороутворення
- Розвиток організму з незапліднених яйцевих клітин — це:
 - Овогенез
 - Сперматогенез
 - Поліцитогенне розмноження
 - Поліембріонія
 - Партеногенез
- Скільки хромосом мають первинні сперматоцити людини?
 - 162
 - 92
 - 48
 - 23
 - 46
- Перший поділ мейозу відбувається в таких клітинах людини:
 - Первинні сперматоцити
 - Овогонії
 - Сперматогонії
 - Сперматиди
 - Полоцити
- Після першого мейотичного поділу незрілі статеві клітини жінки містять хромосом:
 - 23.
 - 2.
 - 69.
 - 92.

- Е. 46.
9. Яку кількість хромосом мають статеві клітини людини на кінець другого мейотичного поділу:
- 46 ($2n2c$)
 - 44 ($4n2c$)
 - 22 ($2n4c$)
 - 23 ($1n1c$)
 - 22 ($1n2c$)
10. Яку кількість хромосом мають статеві клітини людини на кінець першого мейотичного поділу:
- 23 ($1n2c$)
 - 46 ($2n2c$)
 - 44 ($4n2c$)
 - 22 ($2n4c$)
 - 22 ($1n4c$)
11. Який вид статевого розмноження характерний для інфузорій?
- Ендогонія
 - Кон'югація.
 - Спороутворення
 - Копуляція.
 - Поділ.
12. При якому виді розмноження в одноклітинних організмів з однієї материнської клітини утворюється багато дочірних клітин?
- Ендогонія.
 - Вегетативне розмноження.
 - Поділ.
 - Шизогонія.
 - Поліембріонія.
13. Назвіть форму нестатевого розмноження в одноклітинних організмів:
- Множинний поділ.
 - Вегетативне розмноження.
 - Мітоз.
 - Мейоз.
 - Поліембріонія.
14. Мейоз - це:
- Непрямий редукційний поділ ядра клітини, унаслідок чого утворюються генетично ідентичні клітини.
 - Цитокінез.
 - Непрямий поділ ядра клітини, унаслідок чого утворюються генетично ідентичні клітини.
 - Редукційний поділ ядра клітини (зменшення числа хромосом) і утворення клітин з гаплоїдним набором хромосом.
 - Прямий поділ ядра клітини.
15. Кон'югація хромосом відбувається в:
- Анафазі другого мейотичного поділу.
 - Анафазі першого мейотичного поділу.
 - Метафазі другого мейотичного поділу.
 - Профазі першого мейотичного поділу.
 - Профазі другого мейотичного поділу.
16. Гаплоїдний набір хромосом містить:
- Сперматогоній.
 - Зріла статеві клітина, що утворилася внаслідок нормального перебігу мейозу
 - Овогоній.
 - Будь-яка незріла статеві клітина.
 - Будь-яка соматична клітина.
17. Розходження однохроматидних хромосом до протилежних полюсів клітини, що ділиться мейозом, відбувається в:
- Анафазі другого мейотичного поділу.
 - Анафазі першого мейотичного поділу.
 - Метафазі другого мейотичного поділу.
 - Метафазі першого мейотичного поділу.
 - Профазі першого мейотичного поділу.
18. В процесі двох послідовних мейотичних поділів утворюються:
- Соматичні клітини
 - Диплоїдні клітини
 - Гаплоїдні клітини
 - Генетично ідентичні клітини
 - Мутовані клітини
19. У процесі поділу клітини сталося зближення гомологічних хромосом, в результаті якого батьківська і материнська хромосоми обмінялись алейними генами. Як називається процес перекомбінації генетичного матеріалу на генному рівні, що поряд з іншими видами мінливості забезпечує різноманітність органічного світу?
- Кросинговер
 - Кон'югація
 - Копуляція
 - Діакінез
 - Цитокінез
20. Яйцеклітина ссавців і людини містить тисячі молекул іРНК, тРНК, рРНК. Вони утворюються під час профазі I мейозу (стадія дипломеї). Який процес сприяє синтезу в яйцеклітині великої кількості РНК?
- Реплікація ДНК
 - Транскрипція
 - Трансляція
 - Ампліфікація генів
 - Репарація
21. Запліднення – це процес злиття яйцеклітини тільки з одним сперматозоїдом, але до яйцеклітини підходять багато спермів. Який клітинний механізм блокує поліспермію?
- Підсилення обміну речовин яйцеклітини
 - Руйнування видоспецифічних мембранних рецепторів сперматозоїда
 - Утворення видоспецифічних мембранних рецепторів яйцеклітини
 - Руйнування видоспецифічних мембранних рецепторів яйцеклітини
 - Зниження проникності мембрани
22. Явище обміну гомологічними ділянками між гомологічними хромосомами в процесі клітинного поділу називається:
- Епістаз
 - Пенетрантність
 - Експресивність
 - Кодомінування
 - Кросинговер
23. Мейоз складається з двох швидких у часі послідовних поділів клітин: першого і другого, причому подвоєння ДНК відбувається тільки перед першим поділом. Як називається перший мейотичний поділ?
- Еквацийний
 - Редукційний
 - Рівний
 - Репродуктивний
 - Синтетичний
24. Яку назву має заключна стадія профазі першого мейотичного поділу?
- Диплонема
 - Діакінез
 - Зигонема
 - Пахінема

- Е. Лептонема
25. На якій стадії профазі I хромосоми стають помітними у вигляді тонких ниток?
- Диплонема
 - Лептонема
 - Зигонема
 - Діакінез
 - Пахінема
26. Як називається форма статевого розмноження, коли розвиток зародка відбувається без запліднення?
- Мейоз
 - Шизогонія
 - Партеногенез
 - Кон'югація
 - Копуляція
27. Назвіть тип статевого процесу у тварин та багатьох рослин, що полягає у злитті великої нерухливої жіночої статевої клітини (яйцеклітини) з дрібною здебільшого рухливою чоловічою (сперматозоїдом):
- Анізогамія
 - Ізогамія
 - Копуляція
 - Кон'югація
 - Оогамія
28. Поліембріонія це:
- Процес розвитку кількох зародків з однієї заплідненої яйцеклітини
 - Процес розвитку зародків з незаплідненої яйцеклітини
 - Розвиток зародків з однієї яйцеклітини та кількох сперматозоїдів
 - Розвиток зародків з кількох яйцеклітин
 - Розвиток зародків шляхом шизогонії
29. Яйцеклітини різних організмів мають неоднакову кількість жовтка. Ця різниця залежить від того, який спосіб розмноження притаманний цим тваринам. У ссавців формується плацента, яка годує зародок, і яйцеклітини містять мало жовтка. Яку назву мають такі яйцеклітини?
- Оліголецитальні
 - Полілецитальні
 - Телолецитальні
 - Мезолецитальні
 - Центролецитальні
30. Також яйцеклітини поділяють за розподіленням жовтка. У ссавців жовток розподілений рівномірно, у комах жовток розташований посередині, яйцеклітини риб, птахів мають невелика кількість клітини вільну від жовтка. Який тип клітин притаманний людині?
- Полілецитальні
 - Телолецитальні
 - Мезолецитальні
 - Ізолецитальні
 - Центролецитальні
31. Згідно правила сталості числа хромосом кожен вид більшості тварин має визначену і сталу кількість хромосом. Механізмом, що підтримує цю сталість при статевому розмноженні організмів є:
- Амітоз
 - Шизогонія
 - Мейоз
 - Регенерація
 - Брунькування
32. При всіх формах розмноження (статевому та нестатевому) елементарними дискретними одиницями спадковості є:
- Один ген
 - Одна пара нуклеотидів
 - Один ланцюг молекули ДНК
 - Один нуклеотид
 - Два ланцюги молекули ДНК
33. У жінки в процесі мейозу не відбулося розходження однієї пари хромосом. Скільки хромосом буде мати зріла яйцеклітина?
- 23
 - 22 або 24
 - 45 або 47
 - 23 або 25
 - 46
34. Назвіть із якої структури клітини утворюється акросома:
- Ядро
 - Гранулярна ЕПС
 - Апарат Гольджі
 - Центріолі
 - Цитоплазма
35. Перший та другий мейотичні поділи клітини під час гаметогенезу проходять у період:
- Росту
 - Формування
 - Дозрівання
 - Розмноження
 - Синтетичний період
36. Визначити, яку кількість хромосом мають статеві клітини людини на кінець першого мейотичного поділу:
- 23
 - 46
 - 44
 - 92
 - 22
37. Визначити, яку кількість хромосом мають статеві клітини людини на кінець другого мейотичного поділу:
- 92
 - 46
 - 44
 - 23
 - 22
38. Перший поділ мейозу відбувається в таких клітинах людини:
- Овогонії
 - Сперматогонії
 - Сперматиди
 - Первинні сперматоцити
 - Полоцити
39. Назвіть, які клітини мають диплоїдний набір хромосом:
- Овоцити другого порядку
 - Овогонії
 - Яйцеклітини
 - Полоцити
 - Сперматозоїди.
40. В процесі овогенезу утворюються гаплоїдні клітини (1п 1с). Назвіть їх:
- Овогонії
 - Первинні овоцити
 - Первинні полоцити
 - Зиготи
 - Яйцеклітини.
41. В процесі сперматогенезу утворюються гаплоїдні клітини (1п 1с). Назвіть їх:
- Сперматогонії
 - Первинні сперматоцити
 - Сперматозоїди.

- D. Зиготи
E. Вторинні сперматоцити
42. Назвіть фазу мейозу під час якої відбувається кон'югація хромосом:
A. Анафаза першого мейотичного поділу.
B. Анафаза другого мейотичного поділу.
C. Метафаза першого мейотичного поділу.
D. Профаза першого мейотичного поділу.
E. Профаза другого мейотичного поділу.
43. Визначити, на якій стадії профазі першого мейотичного поділу відбувається кросингвер:
A. Лептонема.
B. Зигонема.
C. Пахінема.
D. Диплонема.
E. Діакінез.
44. Назвіть незрілу чоловічу статеву клітину в якій відбувається кросингвер:
A. Сперматогонії.
B. Первинні сперматоцити.
C. Вторинні сперматоцити.
D. Зигота.
- E. Сперматозоїди.
45. Назвіть незрілу жіночу статеву клітину в якій відбувається кросингвер:
A. Овогонії
B. Первинні овоцити
C. Вторинні овоцити
D. Зигота
E. Яйцеклітини.
46. Назвіть стадію гаметогенезу в якій клітини є генетично ідентичними:
A. Стадія росту
B. Стадія формування
C. Стадія дозрівання
D. Стадія розмноження
E. Стадія зиготи
47. У статевих клітинах генетична інформація міститься у:
A. Рибосомах
B. Гранулярній ЕПС
C. Апараті Гольджі
D. Ядрі
E. Центріолях.

Тести другого рівня складності (кілька правильних відповідей)

1. В якій зоні гаметогенезу відбувається мейотичний поділ клітин:
A. розмноження;
B. росту;
C. дозрівання;
D. формування;
E. запліднення
2. На якій фазі мейозу відбувається кон'югація і кросингвер:
A. профаза 1;
B. профаза 2;
C. метафаза 1;
D. пахітена;
E. діакінез.
3. Наслідки першого мейотичного поділу:
A. утворюються нові клітини з таким же самим набором хромосом;
B. утворюються клітини з гаплоїдним набором хромосом та ДНК;
C. утворюються клітини з гаплоїдним набором хромосом та диплоїдною кількістю ДНК;
D. утворюються клітини з перекомбінованою генетичною інформацією внаслідок кросингверу;
E. утворюються клітини з тетраплоїдним набором хромосом.
4. Чим зумовлені особливості передачі видових спадкових ознак в ряді поколінь:
A. поведінкою хромосом в мітозі;
B. поведінкою хромосом в мейозі;
C. особливостями розподілу цитоплазми між дочірніми клітинами в мітозі;
D. особливостями розподілу цитоплазми між дочірніми клітинами в мейозі;
E. обміном гомологічними ділянками хромосом внаслідок кросингверу
5. Який набір хромосом та кількість ДНК містять:
A. сперматогонії;
B. первинні сперматоцити;
C. вторинні сперматоцити;
D. сперматозоїди;
E. первинні статеві клітини (гоноцити).
6. Які механізми забезпечують збереження постійного каріотипу в ряді поколінь клітин:
A. мейоз;
B. мітоз;
C. запліднення;
D. амітоз;
E. шизогонія.
7. Клітини організму мають 22 пари хромосом. Скільки хромосом буде у:
A. сперматозоїді;
B. яйцеклітині;
C. зиготі;
D. соматичних клітинах;
E. оогоніях.
8. Які механізми мейозу забезпечують генетичну різноманітність гамет:
A. нерівномірний розподіл цитоплазми в мейозі при овогенезі;
B. незалежне розходження гомологічних хромосом у I-му мейотичному діленні;
C. кросингвер;
D. кон'югація хромосом;
E. утворення гаплоїдних клітин.
9. Назвіть форми безстатевого розмноження організмів:
A. поліембріонія;
B. шизогонія;
C. кон'югація;
D. партеногенез;
E. стробіляція, фрагментація.
10. Які механізми забезпечують збереження постійного каріотипу у ряді поколінь організмів при статевому розмноженні:
A. мітоз;
B. ендомітоз;
C. мейоз;
D. запліднення;
E. амітоз.
11. Назвіть форми статевого розмноження:

A. оогамія;
B. шизогонія;

C. кон'югація;
D. брунькування;

E. копуляція.

ЗАДАЧІ

1. В яйцеклітину проникли відразу два сперматозоїди. Яка доля кожного з них?
2. При сперматогенезі з однієї сперматогонії утворюється 4 сперматозоїди, а при овогенезі з зародкової клітини (овогонії) — одна яйцеклітина і 3 полярних тільця, які потім відмирають. Яке біологічне значення нерівномірного ділення цитоплазми при овогенезі? Який набір хромосом в яйцеклітині та полярних тільцях?
3. У чоловічій статевій залозі в зоні росту міститься 22000 первинних сперматоцитів. Скільки може утворитися з них сперматоцитів другого порядку та сперматозоїдів?
4. У жіночій статевій залозі в зоні росту міститься близько 400 первинних овоцитів. Скільки може утворитися з них овоцитів другого порядку і полоцитів?
5. У жінки в одній із овогоній у пресинтетичному періоді з'явився один мутантний ген. Назвіть максимальну кількість овоцитів другого порядку, які можуть отримати цей ген.