

ЛЕКЦІЯ 2

Тема: Цитологія. Протопласт клітини

План лекції

1. Завдання цитології.
2. Методи дослідження клітин.
3. Різноманітність рослинних клітин. Форма та розміри клітин.
4. Протопласт і його компоненти. Цитоплазма, її фізичні властивості, хімічний склад і функції.
5. Ендоплазматична сітка. Мітохондрії, рибосоми, апарат Гольджі, сферосоми, лізосоми.
6. Пластиди.
7. Ядро.

Література:

1. Хржановський В.Г., Пономаренко С.П. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995.- с.10-25.
2. Тихомиров Ф.К., Навроцький А.А., Григора І.М. Ботаніка. – К.: Урожай, 1996. – с.14-39.
3. С.П.Романщак .Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995 .- с.6-35.

1. Завдання цитології.

Цитологія — наука про мікроскопічну і субмікроскопічну структуру клітини та її життєдіяльність.

Клітина — це елементарна структурна і функціональна одиниця тіла рослин і тварин, що здатна до самовідтворення.

Тепер цитологія — одна з біологічних наук, що розвивається дуже інтенсивно. Перед нею поставлене завдання вивчити деталі структури компонентів клітини, її спадковості, захисних пристосувань (імунітету); змін під дією факторів навколишнього середовища тощо. Розвиток нових галузей цитології — фізіології, біохімії, фізикохімії компонентів клітини - дасть змогу розгадати одну з таємниць природи - суть самого життя.

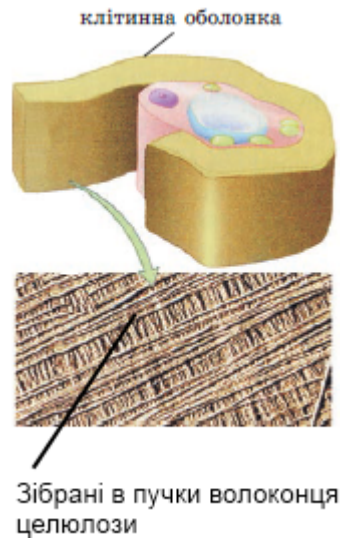
Рослинна клітина складається з целюлозної оболонки, клітинної мембрани, цитоплазми з клітинними включеннями, ядра, пластид, вакуолів з клітинним соком, мітохондрій, рибосом, ендоплазматичної сітки з діктіосомами.



Органели - це постійні структури клітини, які виконують відповідні функції (ядро, рибосоми, мітохондрії, пластиди, вакуолі, ендоплазматична сітка тощо).

Клітинні включення – тимчасові утвори з різноманітними речовинами, що відкладаються у вигляді кристалів солей, краплин жиру, зерен крохмалю тощо, які то виникають унаслідок процесів життєдіяльності клітини, то зникають.

КЛІТИННА ОБОЛОНКА – зовнішня оболонка рослинної клітини.



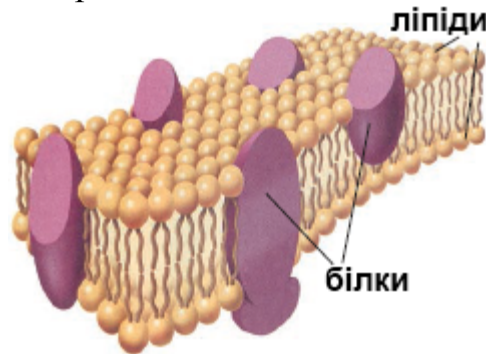
Будова клітинної оболонки:

До складу щільної і пружної оболонки входять волокна вуглеводу целюлози, зібрані в пучки, оболонка у 20-1000 разів товща за клітинну мембрану, і тому добре помітна в світловий оптичний мікроскоп.

Значення клітинної оболонки: підтримує форму клітини.

КЛІТИННА МЕМБРАНА – постійна структура, що оточує будь-яку клітину, дуже тонка і непомітна у світловий мікроскоп.

Мембрани є і в цитоплазмі: вони оточують різні органели, зокрема вакуолі, пластиди. Усі клітинні мембрани складаються із білків та ліпідів.



Функції клітинної мембрани:

- оточує та відмежовує клітину від зовнішнього середовища;
- захищає внутрішній вміст від несприятливих зовнішніх впливів, від проникнення хвороботворних мікроорганізмів, вірусів;
- у багатоклітинних організмах в мембранах є ділянки, що забезпечують зв'язок між клітинами, через ці ділянки проходять так звані цитоплазматичні містки.
- забезпечує транспорт різних речовин крізь неї (розпізнає та за допомогою дифузії пропускає в клітину сировину для її роботи, забезпечуючи процес живлення клітини, та видаляє з клітини непотрібні речовини).

ВІДМІННОСТІ МІЖ КЛІТИННОЮ ОБОЛОНКОЮ ТА КЛІТИННОЮ МЕМБРАНОЮ:

Клітинна оболонка	Клітинна мембрана
Клітинну оболонку мають клітини рослин Каркас утворює складний вуглевод – целюлоза Міцна й пружна Не пропускає у клітину молекули органічних речовин	Клітинну мембрану мають усі клітини Утворена плівкою жироподібних молекул Дуже тонка Забезпечує крізь неї транспорт молекул органічних речовин

2. Методи дослідження клітин.

Методи, що застосовують для вивчення клітини, дуже різноманітні. Головний з них **мікроскопічний**. Цей метод передбачає розгляд цитологічних препаратів під мікроскопом (світлова мікроскопія)

Електронна мікроскопія дає збільшення в 200—300 тис. разів і більше. В ньому замість пучка світла використовується потік електронів, що летять з великою швидкістю.

Цей метод відкрив цитологам ті структури клітини, які мають розміри, менші від довжини світлової хвилі

Методом культури тканин вивчають структуру та життєдіяльність живих клітин поза організмом.

Цитохімічним методом можна виявити наявність і визначити кількість різних речовин у клітині — білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, гормонів, вітамінів тощо.

Розділити компоненти клітини, що мають різну густину, з метою ізолюваного вивчення їх можна за допомогою методу **центрифугування**. Метод передбачає руйнування клітини, а потім виділення клітинної структури.

Добути з клітини певні компоненти (ядро, мітохондрії тощо) можна методом **мікроскопічної хірургії**.

Метод мічених атомів (авторадіографія) - Використовують сполуки, що містять радіоактивні атоми. Це дозволяє вивчати процеси які відбуваються в клітині з цими речовинами.

3. Різноманітність рослинних клітин. Форма та розміри клітин.

Форма та розміри клітин дуже різноманітні і залежать від місця розташування їх та функції, яку вони виконують. Найчастіше клітини мають

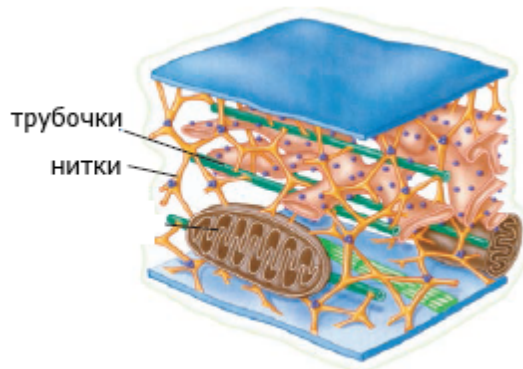
форму многокутників, що визначається їхнім взаємним тиском. Форма клітин, що вільно ростуть, може бути кулеподібною, зірчастою, циліндричною тощо. Всі клітини за формою можна об'єднати у дві групи: *паренхімні* — довжина дорівнює ширині або перевищує її не більш як у 2—3 рази; *прозенхімні*—довжина перевищує ширину у багато разів.

4. Протопласт і його компоненти. Цитоплазма, її фізичні властивості, хімічний склад і функції.

Ядро і цитоплазма- живі частини клітини, сукупність їх навівають *протопластом*. *Стінка і вакуолі* — неживі частини клітини, *похідні протопласта*, продукти його життєдіяльності.

ЦИТОПЛАЗМА (від грец. цитос, або цито - клітина і плазма - оформлене) — внутрішнє середовище у клітині, яке перебуває в постійному русі.

За хімічним складом цитоплазма - це розчин неорганічних (вода, гази, мінеральні солі) та простих органічних речовин (білки, вуглеводи, жири).



Скелет цитоплазми — це система мікроскопічних тоненьких білкових волокон: трубочок і ниток, його видно лише за допомогою електронного мікроскопа

Функції цитоплазми.

- як внутрішнє середовище клітини об'єднує в одне ціле всі клітинні структури і забезпечує їхню взаємодію;
- відбувається транспорт різних речовин, обмін, при якому розпадаються одні речовини і створюються інші.

ВКЛЮЧЕННЯ В ЦИТОПЛАЗМІ.

- Відкладені про запас білки, вуглеводи і ліпіди, які відкладаються у великій кількості і використовуються клітиною не відразу, наприклад, білкові зерна в клітинах насіння пшениці, зерна крохмалю в клітинах бульб картоплі, краплини ліпідів у клітинах насіння соняшнику;
- Утворюють непостійні структури клітини (то з'являються, то зникають у процесі життєдіяльності клітини)

- Накопичуються в розчиненому або твердому стані (можуть мати вигляд зерен, краплин).

Плазмалема і тонопласт. Плазмалема — це мембрана, яка відмежовує цитоплазму від стінки клітини і звичайно щільно прилягає до неї (див. рис. 2). Іноді плазмалема буває хвилястою або утворює глибокі складки. Вона регулює обмін речовин клітини з навколишнім середовищем, а також бере участь у синтезі речовин.

Тонопласт відмежовує цитоплазму від вакуолі. Виконує ту саму функцію, що й плазмалема.

Гіалоплазма. Це рідке неперервне середовище, в яке занурені органели (див. рис. 2). Гіалоплазма містить ферменти і нуклеїнові кислоти. Вона здатна активно рухатися, рух буває *обертальним* — уздовж стінки клітини, якщо у центрі міститься одна велика вакуоля (рис. 4), *струменистим* — по тяжах, які перетинають центральну вакуолю, у різних напрямках. Швидкість руху залежить від температури, інтенсивності світла, забезпечення киснем та інших факторій. Під час руху гіалоплазма захоплює з собою органели. Роль гіалоплазми велика, в ній відбувається взаємозв'язок між органелами, вона бере участь в обміні і транспортуванні речовин, передачі подразнення тощо.

5. Ендоплазматична сітка. Мітохондрії, рибосоми, апарат Гольджі, сферосоми, лізосоми.

Ендоплазматичний ретикулум (ендоплазматична сітка). Являє собою відмежовану мембранами систему взаємозв'язаних субмікроскопічних каналів і цистерн, які пронизують гіалоплазму (рис. 5). Є дві форми ретикулума — гранулярний (шорсткуватий) і агранулярний (гладенький).

Гранулярний ендоплазматичний ретикулум має на поверхні дрібні гранули — рибосоми. Він виконує важливі функції — синтез ферментів, транспортування речовин, зв'язок із суміжними клітинами (крізь плазмодесми*), утворення нових мембран, вакуоль та деяких органел.

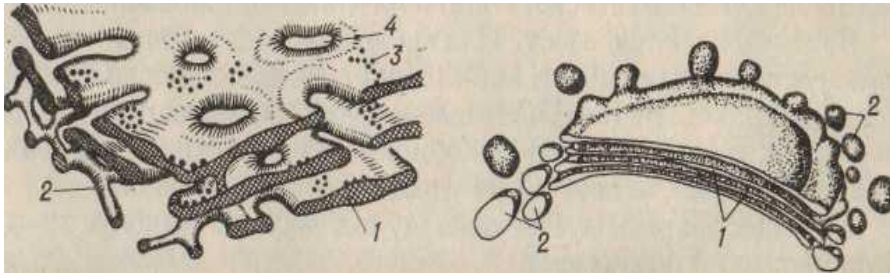
Агранулярний ендоплазматичний ретикулум складається з розгалужених трубочок, які відходять від цистерн гранулярного ретикулума, не має рибосом. Звичайно він розвинутий гірше, ніж гранулярний. Бере участь у синтезі і транспортуванні ефірних олій, смол, каучуку.

Рибосоми. Це гранули близько 20 нм діаметром, розташовані в гіалоплазмі або прикріплені до поверхні мембран ендоплазматичного ретикулума. Їх виявлено також у мітохондріях і пластидах. Рибосоми складаються з білка та рибонуклеїнової кислоти (РНК) і не мають мембранної структури. Функція рибосом — синтез білка, самовідтворення живої матерії) Цей процес відбувається в рибосомах, розташованих групою і пов'язаних між собою

ниткоподібною молекулою ІРНК**. Такі групи називають *полісомами*. Вважають, що рибосоми формуються в ядрі.

Оскільки у процесі життєдіяльності відбувається постійне оновлення білків цитоплазми і ядра, то без рибосом клітина довго існувати не може.

Апарат Гольджі. Складається з диктіосом і пухирців Гольджі (рис. 6). *Диктіосома* являє собою купку з 5—7 плескатих цистерн,



Ендоплазматичний ретикулум

Апарат Гольджі (схема):

(схема):

1 — цистерна гранулярного ретикулума; 2 — пухирці
трубка агранулярного ретикулума; 3 — рибосоми; 4 — віконце у цистерні

1- цистерни диктіосоми;
Гольджі

відмежованих агранулярною мембраною. Цистерна близько 1 мкм діаметром і 20—40 нм завдовжки. Цистерни не стикаються одна з одною. *Пухирці Гольджі* відчленовуються від країв цистерн і поширюються по всій гіалоплазмі.

У диктіосомі синтезуються, накопичуються і виділяються полісахариди*. Пухирці Гольджі транспортують їх у тій самій кількості і до плазмалемі. Мембрана пухирців вбудовується в плазмалему, а вміст виявляється зовні від плазмалемі і може включатися в стінку. Пухирці Гольджі можуть включатися і в тонопласт.

Походження диктіосом остаточно ще не вивчено. Вважають, що в утворенні їх бере участь ендоплазматичний ретикулум. В деяких клітинах апарата Гольджі немає.

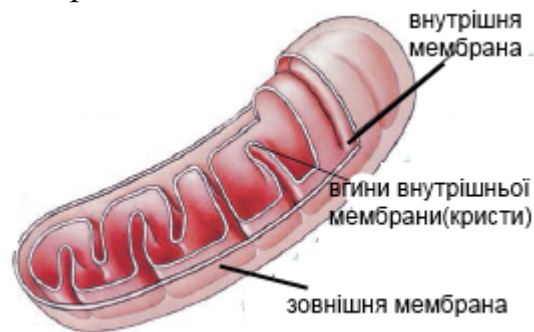
Сферосоми. Округлі блискучі тілця 0,5—1 мкм діаметром, які є Центрами синтезу й накопичення рослинних олій, Вони відшнуровуються від кінців тяжів ендоплазматичного ретикулума. Мембрана, розташована на поверхні сферосоми, у міру того як накопичуються олії, редукується і від неї лишається лише зовнішній шар.

Лізосоми. Це пухирці 0,5—2 мкм діаметром, що мають на поверхні мембрану. Містять ферменти, які можуть розщеплювати білки, ліпіди,

полісахариди та інші органічні речовини. Утворюються так само, як і сферосоми, з тяжів ендоплазматичного ретикулула. Лізосоми виконують функцію руйнування окремих органел або ділянок цитоплазми (локальний автоліз), необхідну для оновлення клітини.

Мітохондрія (від грец. мітос - нитка і хондріон - зернятко) – це органели, які забезпечують клітину енергією, що витрачається на ріст клітини, утворення складних речовин з більш простих, транспорт речовин по клітині тощо (їх ще називають енергетичними станціями клітини).

Кількість мітохондрій у клітині може бути від 1 до 100 000 і більше, помітні лише під електронним мікроскопом.



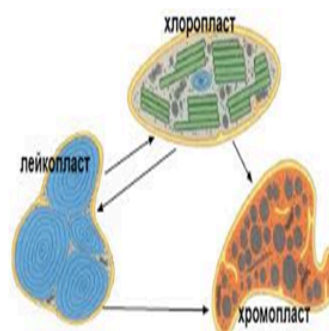
Мітохондрія (схема)

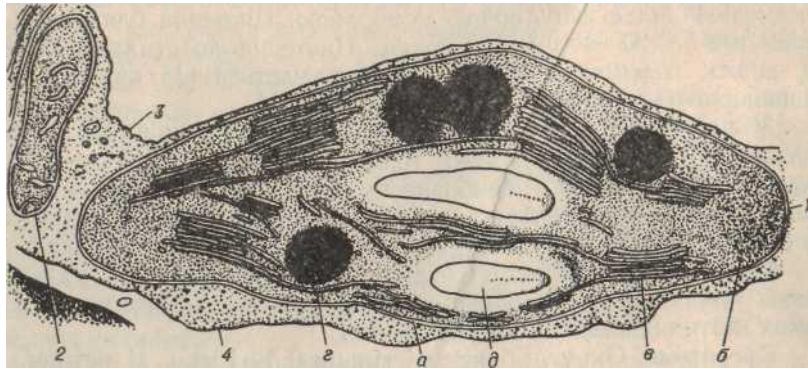
Значення мітохондрій: виробляють енергію для забезпечення клітинних процесів.

Процес дихання в мітохондрії: глюкоза взаємодіє з киснем з утворенням води та вуглекислого газу (цей процес називають внутрішнім диханням), частина енергії, що виділяється при цьому, акумулюється в особливих молекулах АТФ, залишок хімічної енергії розсіюється у вигляді тепла.

6.Пластиди.

Пластиди





Частина клітини мезофілу листка:

1 — хлоропласт (є — мембрана оболонки; б — строма; в — грана; г — пластоглобула; 5^{тм}. крохмальне зерно); 2 — мітохондрія; 3 — плазмалема; 4 — тонопласт

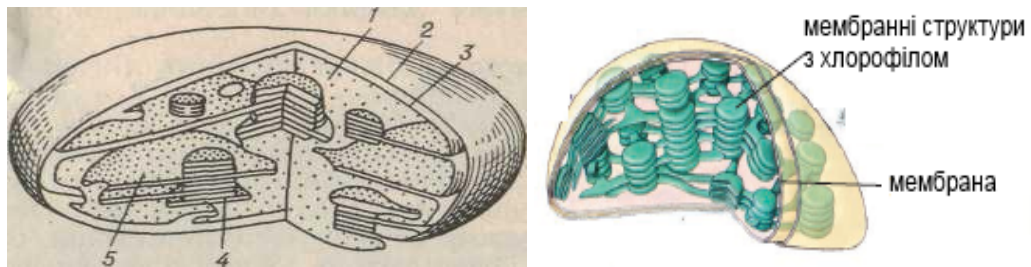
Бувають лише у рослин. Ці органели мають на поверхні дві мембрани. Залежно від забарвлення розрізняють три типи пластиді хлоропласти — зеленого кольору; хромопласти - жовтого, оранжевого, червоного; лейкопласти - безбарвні.

Хлоропласти містять зелений пігмент *хлорофіл*, а також пігменти з групи каротиноїдів — *каротин* (оранжевий) і *ксантофіл* (жовтий). Саме з хлорофілом пов'язана основна функція хлоропластів — синтез органічних речовин з неорганічних під дією енергії світла (*фотосинтез*). Тому хлоропласти є лише в клітинах надземних органів, на які падає сонячне світло. Завдяки хлоропластам рослини забарвлені у зелений колір.



Усередині хлоропластів міститься однорідна речовина— *строма*, пронизана системою паралельно розташованих мембран (рис. 10). Мембрани мають вигляд плоских мішків, їх називають *тилако-їдами*, або *ламелами*. У більшості вищих рослин частина тилако-їдів має дископодібну форму. Ці тилакоїди зібрані у купки, які називають *гранами*. Хлорофіл і каротиноїди

містяться в кожній з двох мембран тилакоїда грани. Грани зв'язані між собою тилако-їдами строми.



Хлоропласт (схема):

1 — зовнішня мембрана; 2 — внутрішня мембрана; 3 — строма; 4 — тилакоїд грани; 5 — тилакоїд строми

Внутрішня мембрана оболонки хлоропласта іноді утворює складки і переходить у тилакоїди строми. У стромі містяться молекули ДНК, рибосоми краплин ліпідів, які називають пластоглобулами, крохмальні зерна та інші включення.

Крохмаль утворюється в хлоропластах з продуктів фотосинтезу, його називають *фотосинтетичним*, або *первинним*. Під дією ферментів фотосинтетичний крохмаль перетворюється на цукор і у вигляді глюкози транспортується з листка на побудову органів або відкладається про запас.

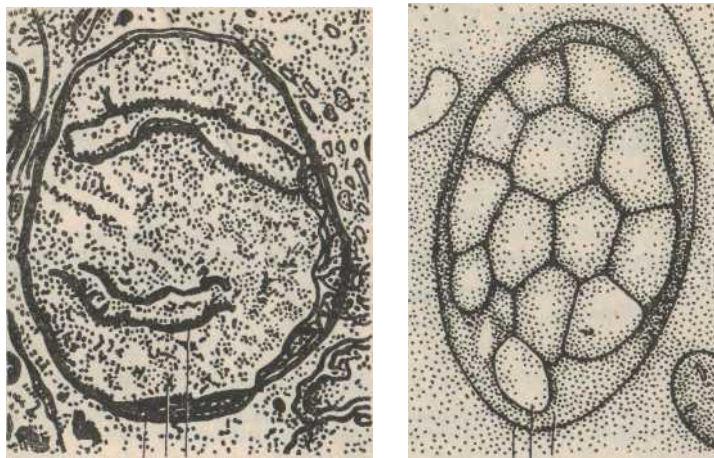
У *лейкопластах* пігментів немає. За розміром вони значно менші, ніж хлоропласти, і не мають певної форми (рис. 11). Лейкопласти найчастіше утворюються в клітинах тканин і органів, на-які не падає сонячне проміння,— у коренях, бульбах, насінні тощо.

Внутрішня мембранна система у лейкопластів розвинена значно слабше, ніж у хлоропластів (рис. 12). У стромі є молекули ДНК. рибосоми, пластоглобули.

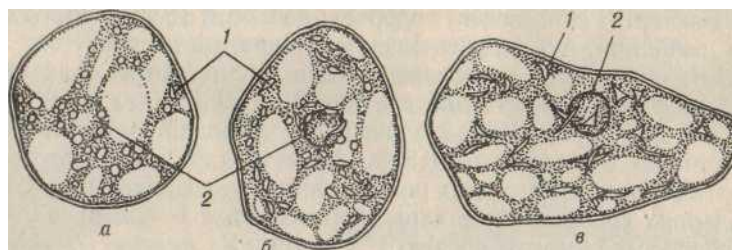
Основна функція лейкопластів — синтез і накопичення запасних поживних речовин, насамперед крохмалю, іноді білків, рідше олії. Лейкопласти, в яких накопичується крохмаль, називають *пластами*. В них із цукрів, які надходять із фотосинтезуючих органів, утворюються крохмальні зерна, різні за розмірами і формою,— *вторинний крохмаль*. Запасний білок може відкладатися у вигляді кристалів або аморфних гранул, олія — у вигляді пластоглобул.

У *хромопластах* містяться червоні, оранжеві, жовті пігменти з групи каротиноїдів. За розміром вони менші, ніж хлоропласти, за формою дуже різноманітні. Внутрішньої мембранної системи у них найчастіше немає.

Залежно від форми накопичення каротиноїдів розрізняють хромопласти глобулярного, фібрилярного (трубчастого) і кристалічного типів (рис. 14). У хромопластів найпоширенішого *глобулярного* типу пігменти розчинені в пластоглобулах. У хромопластів *фібрилярного* типу каротиноїди не лише наявні в пластоглобулах, а й утворюють групи паралельних ниток або трубок, розташованих у стромі. У хлоропластів *кристалічного* типу каротиноїди є в основному у вигляді кристалів різної форми, які визначають форму самої пластиди (серпо-, ромбо-, голкоподібну тощо).



Лейкопласти: / — оболонка мембрани; 2 — строма; 3 — мембрана; 4 — складне крохмальне зерно



Хромопласти у клітинах м'якушина стиглих плодів.

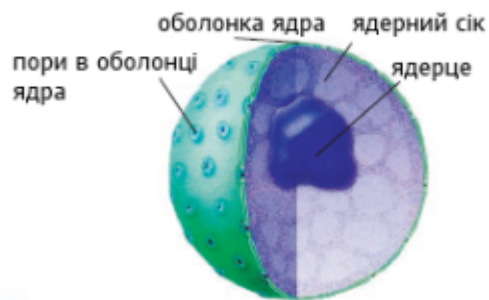
а- конвалія; *б*- шипшина; *в* – горобина ; 1- хлоропласти; 2- ядро

Хромопласти трапляються у клітинах пелюсток деяких рослин, зрілих плодів, осінніх листків. Функцію їх у процесі обміну речовин не з'ясовано. У процесі еволюції першими з пластид з'явилися хлоропласти, з яких під час розчленування тіла на органи утворилися лейкопласти і хромопласти. У процесі онтогенезу майже всі види пластид можуть перетворюватися в

інший. Найчастіше лейкопласти перетворюються на хромопласти (наприклад, під час утворення зародка із заплідненої яйцеклітини) і хлоропласти на хромопласти (наприклад, при осінньому пожовтінні листя). Хромопласти, як правило, не перетворюються на інші види пластид лише у природних умовах. Кількість пластид у клітині збільшується внаслідок поділу їх шляхом перетяжки.

7. Ядро.

ЯДРО — це органела, яка відмежована від цитоплазми ядерною оболонкою з двома мембранами і містить молекули ДНК, його можна роздивитись у світловий мікроскоп.



Функції ядра:

- центр керування процесами життєдіяльності клітини, зокрема, регулює процеси утворення білків;
- зберігає спадкову інформацію щодо будови та функцій як самої клітини, так і всього організму завдяки молекулам ДНК.

Молекула ДНК — це довга молекула, що є носієм інформації про виробництво всіх необхідних клітині білків. При кожному поділі дочірні клітини у спадок отримують копію ДНК материнської клітини,

Ген - ділянка ДНК, яка містить інформацію про один білок, має назву ген.

Форма ядра різноманітна, але звичайно відповідає формі клітини: в паренхімних клітинах найчастіше кулеподібна, в прозенхімних — лінзо- або веретеноподібна. Діаметр ядра клітин вегетативних органів покритонасінних рослин звичайно дорівнює 10—25 мкм. У цвільових грибів діаметр ядра дорівнює лише 1—2 мкм, а у харових водоростей може досягати 2,5 мм. У процесі онтогенезу форма, розмір і місце розташування ядра у клітині можуть змінюватися. Так, у молодих клітин співвідношення між об'ємами ядра і всього протопласта дорівнює від 1 : 4 до 1 : 5, а у зовсім сформованих і у старих — від 1 : 20 до 1 : 200. Порушення цих співвідношень або спричинює поділ клітини, або призводить до загибелі її.

Під світловим мікроскопом ядро видно у вигляді пухирця з 1-3 темними цяточками - ядерцями. Сучасне уявлення про структуру ядра ґрунтується на вивченні його методом фазового контрасту і під електронним мікроскопом.

Загальний план будови ядра однаковий у всіх клітинах (як рослинних, так і тваринних). Воно складається з таких органелі ядерної оболонки, нуклеоплазми, хромосом, ядерець.



Ядерна оболонка відмежовує вміст ядра від цитоплазми. Складається з двох мембран з проміжком між ними, який називають *перинуклеарним простором* .