

Лекція 9

Ріст рослин як інтегральний процес

Ріст – незворотне збільшення розмірів клітин (або їх органів), що зумовлене новоутворенням органів, клітин або окремих їх елементів за рахунок біосинтетичних процесів

За проф. Сабініним,

Ріст – це процес новоутворення елементів структури організму (*органів, тканин, клітин, органел, субмікроскопічних компонентів протоплазматичних структур до макромолекул включно*)

Розвиток – це сукупність якісних морфологічних та фізіологічних змін рослини на окремих етапах її життєвого циклу (онтогенезу), які зумовлені генотипом і фенотипом.

Ріст – інтегральний процес, який підсумовує протікання всіх життєвих процесів у рослині

- **Ріст – провідний процес у реалізації спадкової програми організму**
- **Ріст забезпечує морфо- і органогенез рослинного організму**
- **Цілісність організму забезпечується ростом - теоретичне значення проблеми росту рослин**

Практичне значення проблеми росту:

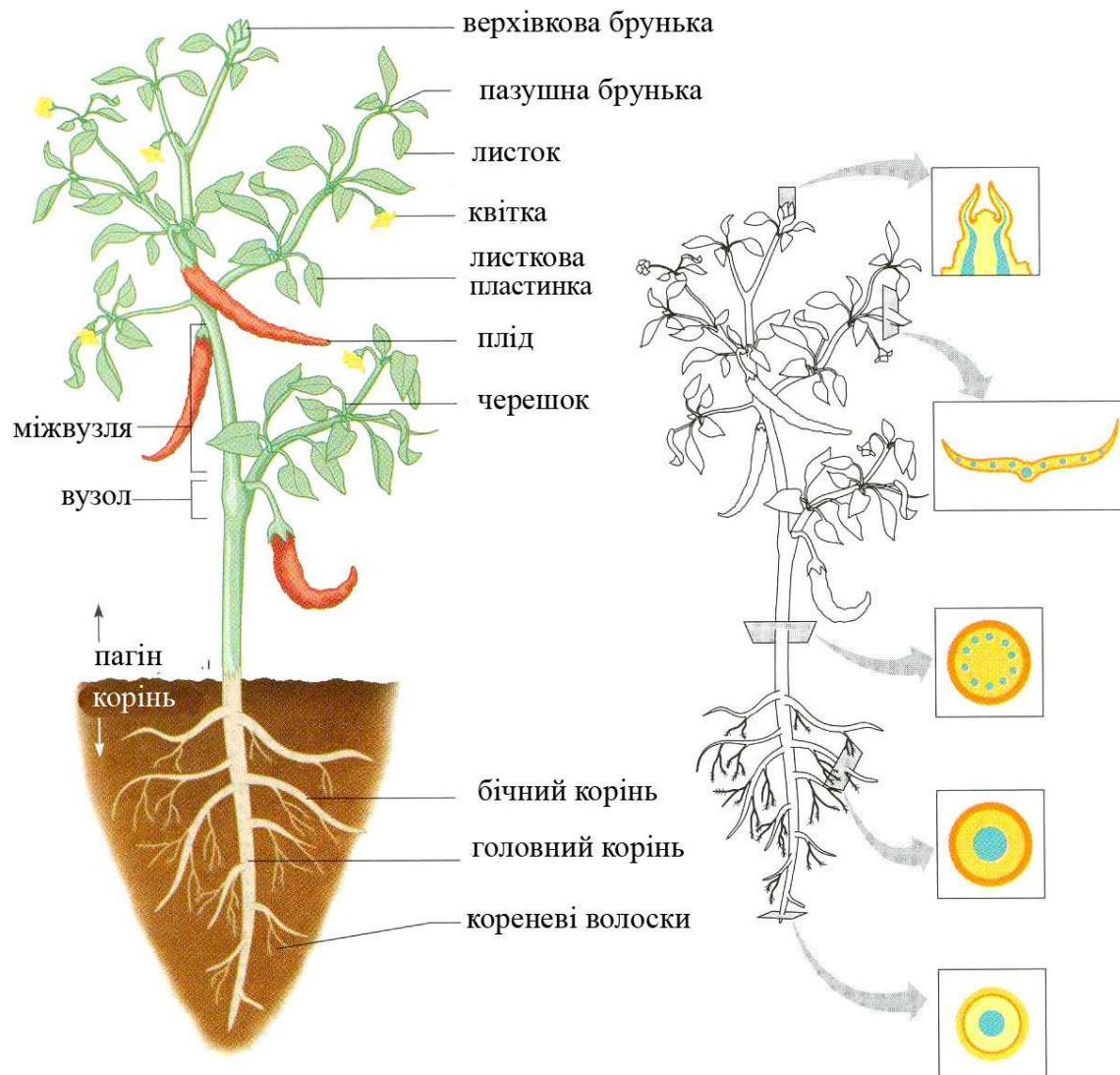
- **Вивчення закономірностей росту – основа рослинництва.**
- **Ріст ембріональних тканин і біотехнологія рослин** (отримання генетично однорідного матеріалу)
- **Вивчення пухлинного росту рослин**

Досягнення українських вчених у вивченні росту і розвитку рослин

- **М.Г.Холодний** (гормональна теорія рухів рослин), Інститут ботаніки ім. Холодного;
- **К.М. Ситник** (фізіолого-біохімічні основи росту), Інститут ботаніки ім. Холодного;
- **Ф.Л. Калінін** (регуляція клітинного росту), Інститут фізіології рослин НАНУ

Перспективи

- культура клітин, тканин, біотехнологія рослин;
- трансгенні рослини;
- культурні рослини, стійкі до посухи;
- збереження рідкісних та зникаючих видів рослин;
- селекція і вирощування лікарських рослин - продуцентів біологічно-активних речовин



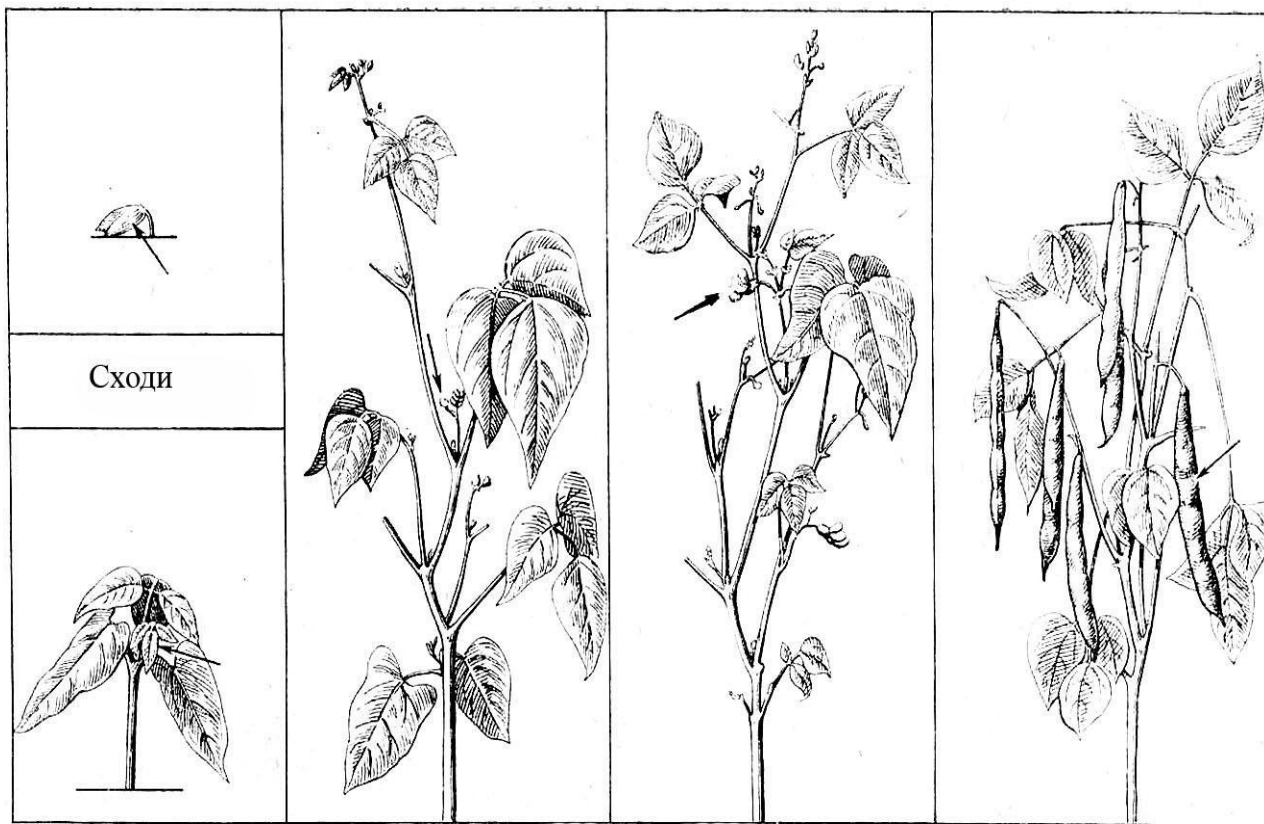
Органи квіткової рослини

Загальні положення

- Ріст рослини охоплює послідовне утворення нових органів і низку надзвичайно координованих біохімічних перетворень.
- Кінцева форма рослини визначається як генетичною програмою, так і дією зовнішніх факторів.

Генотип програмує межі мінливості рослинного організму, а від середовища залежить, яким буде його розвиток у даних умовах.

Характерна особливість росту рослин –
ріст на всіх етапах онтогенезу.



Сходи

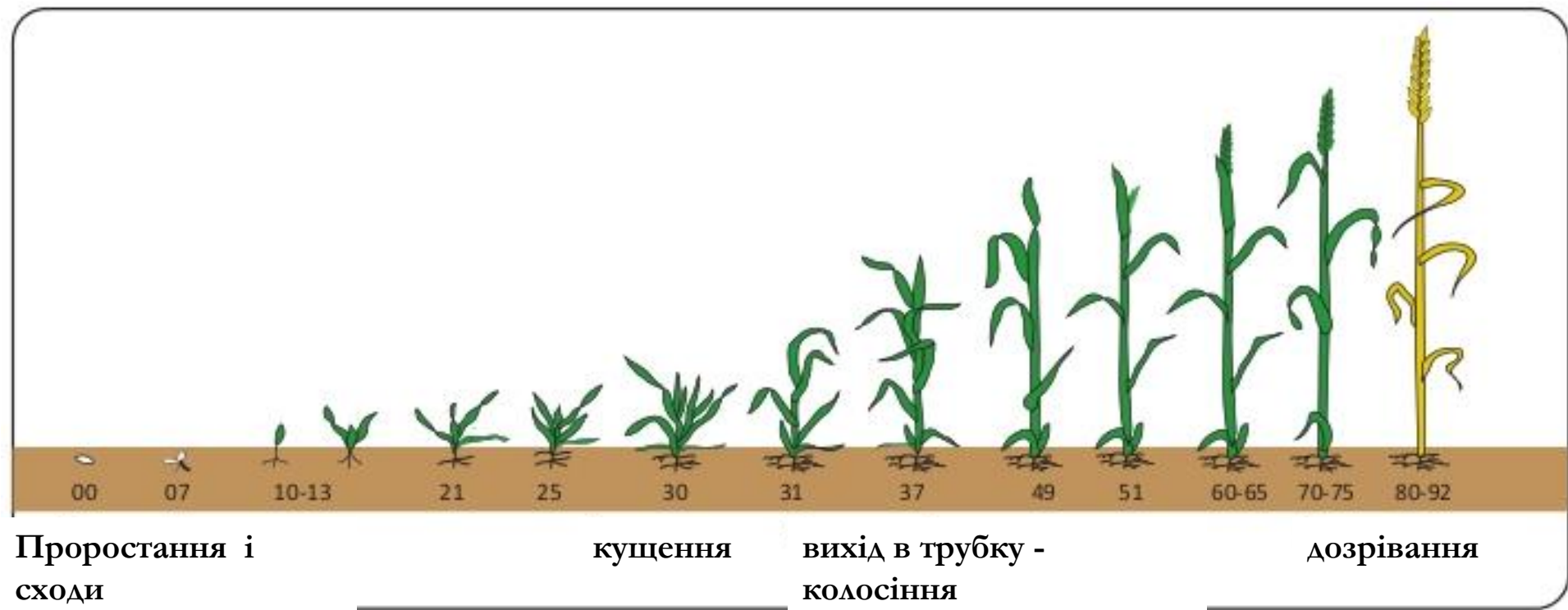
2-й справжній листок

Утворення суцвіть

Цвітіння

Дозрівання

Ріст рослин квасолі по фазах росту і розвитку

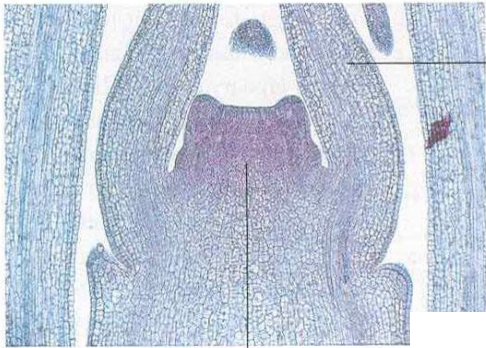


Ріст рослин ярої пшениці по фазах росту і розвитку

Ріст рослин на всіх етапах розвитку
забезпечується діяльністю твірних
тканин – меристем

Типи меристем

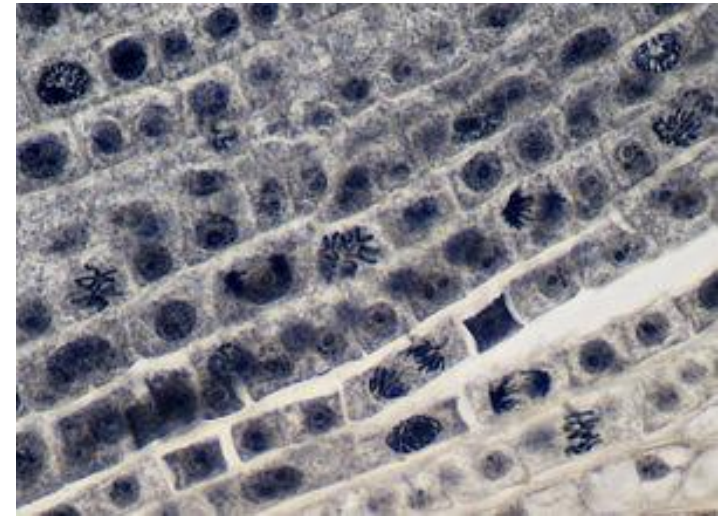
- **Апікальні** – містяться в кінчиках коренів і пагонів, забезпечують **первинний ріст у довжину**.
- **Латеральні** – містяться у більш старих частинах рослин (камбій), забезпечують **вторинний ріст, тобто потовщення**.
- **Інтеркалярні** – розташовані поміж постійними тканинами, наприклад у міжвузлях злаків, забезпечують **ріст у довжину на проміжних ділянках**.



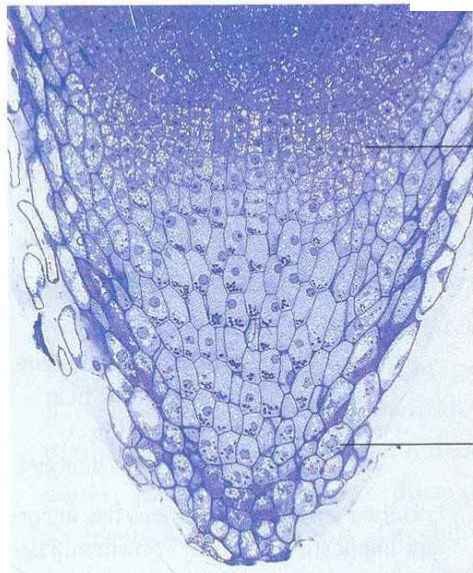
Молодий
листок

Апікальна меристема паго

Апікальна меристема пагона



Мікрофотографія зрізу кореневої
апикальної меристеми цибулі, з
мітозами у різних фазах

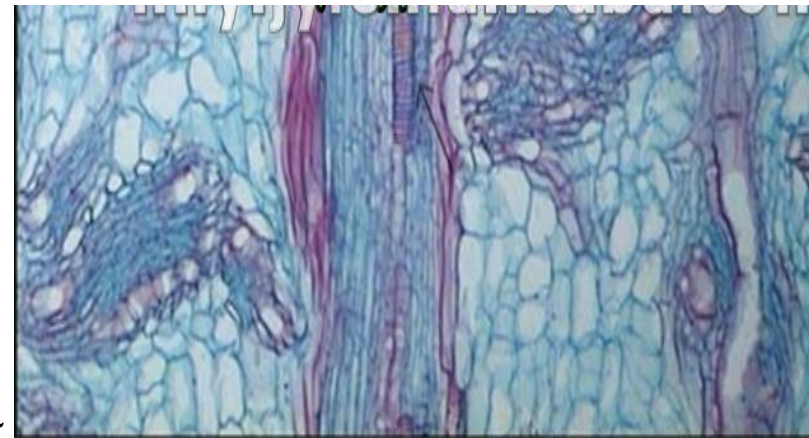


Апікальна меристема
кореня

Кореневий
чохлик

Апікальні меристеми пагонів
(забезпечують первинний ріст

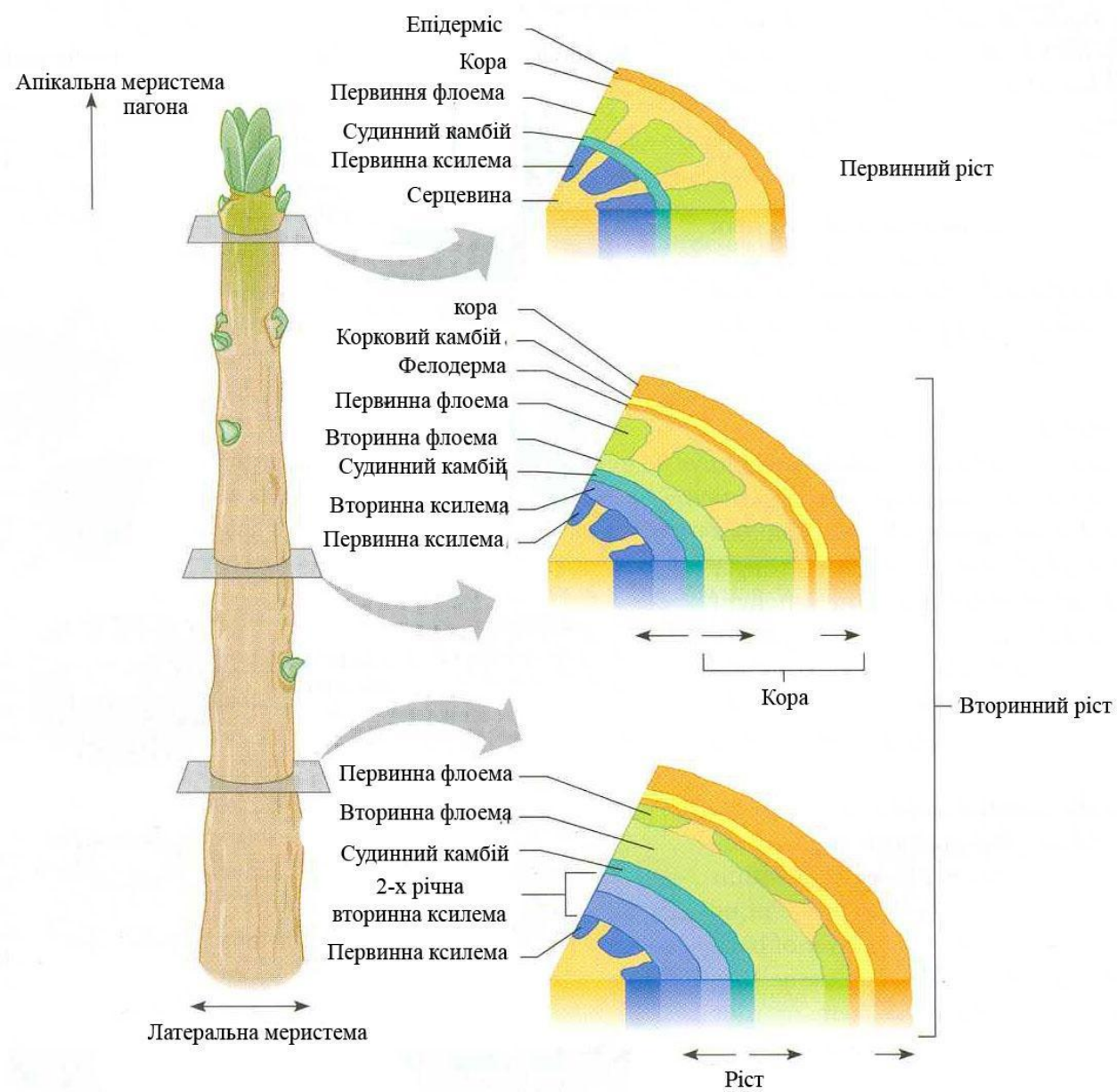
Апікальна меристема кореня



Інтеркалярна меристема в основі
листка кукурудзи

Типи росту

- Апікальний або верхівковий
- Інтеркалярний
- Базальний
- Рівномірний



Первинний і вторинний ріст рослин



Вторинний ріст рослин

Більшість рослин ростуть із швидкістю (V)

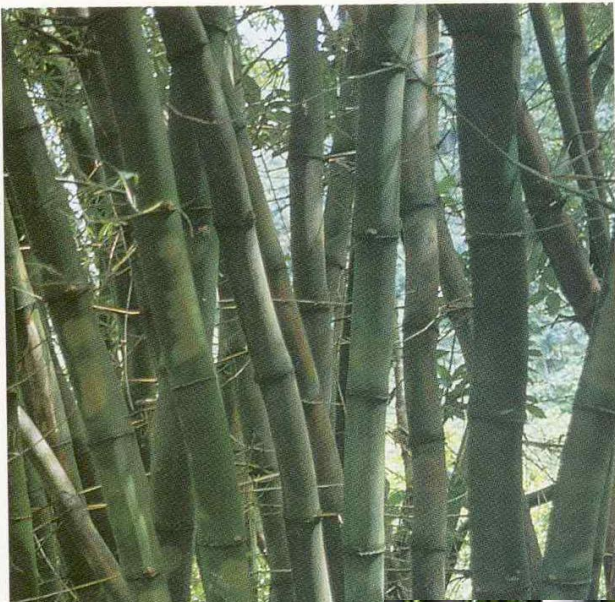
$V = 0,005$ мм/хв, що за добу складає 0,7 см

$V_{\text{квітконосу гіацинта}} - 3$ см/добу

$V_{\text{пагонів бамбука}} \quad 0,6$ мм/хв

3,6 см/год

86,4 см/добу



**Швидкий ріст рослин
бамбука забезпечується
інтеркалярними меристемами**

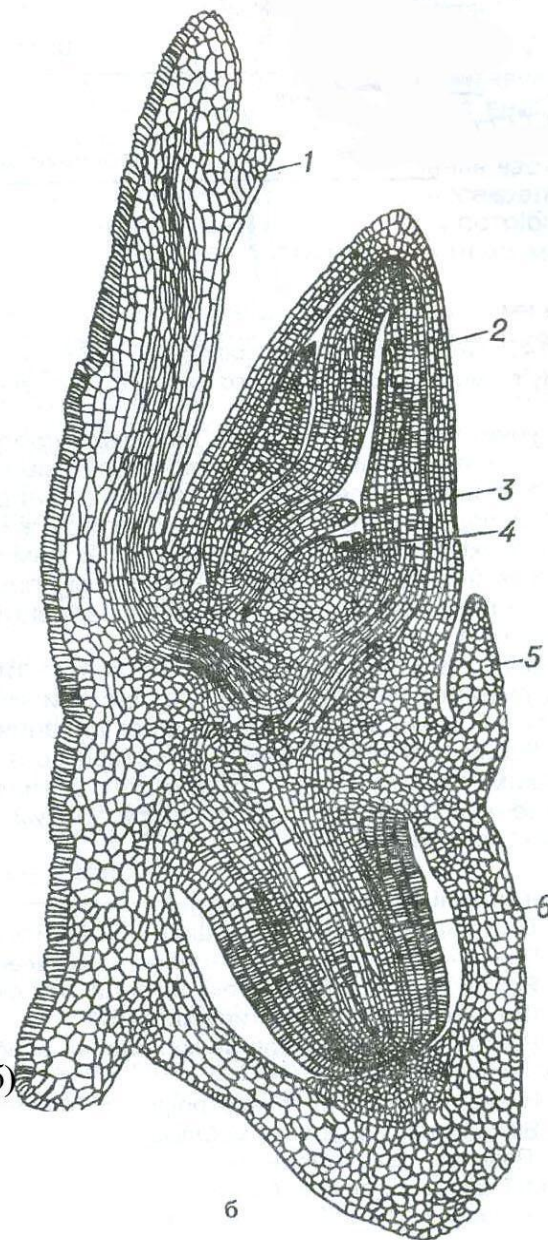
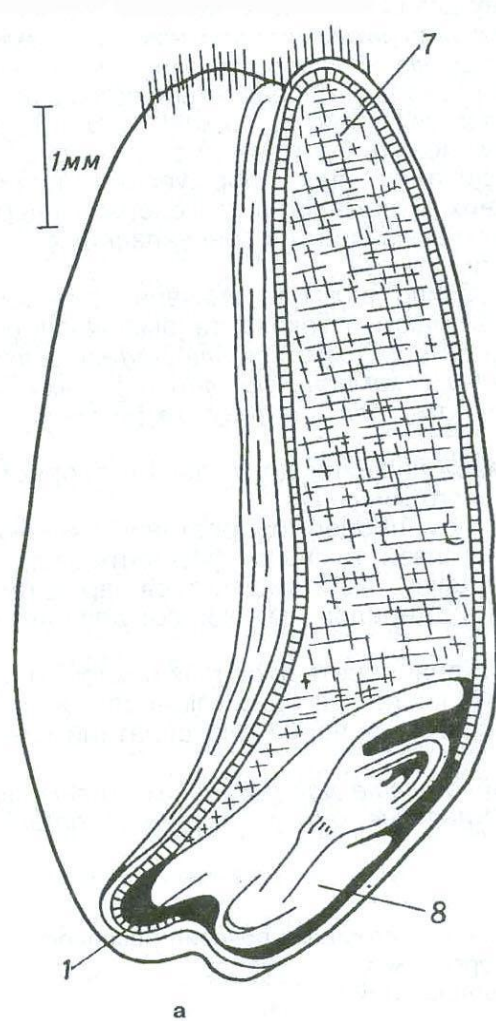


**Переріз стебла з
розміщеною в
ньому
інтеркалярною
меристемою**

Ріст рослини починається з проростання насіння

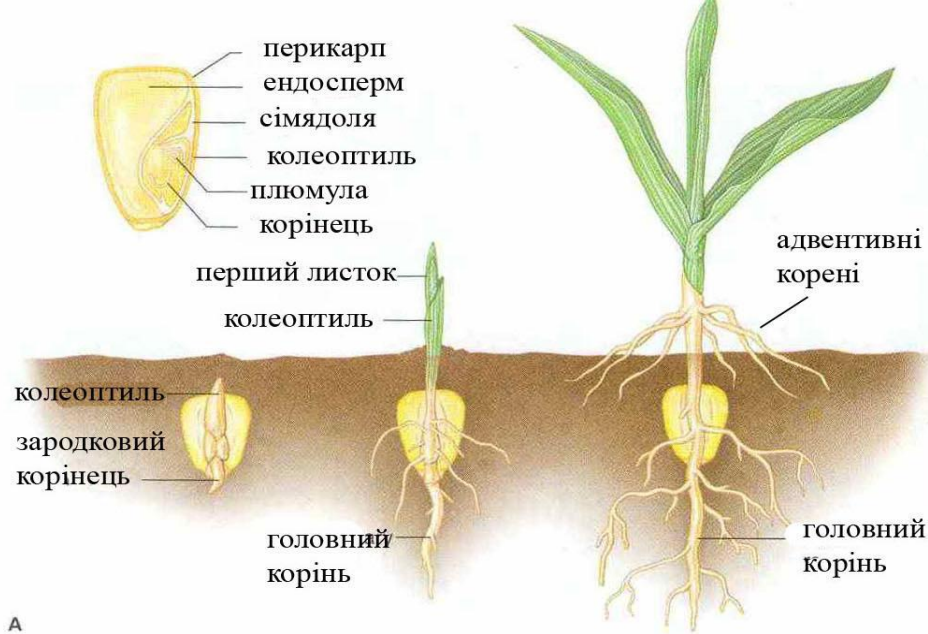
З фізіологічної точки зору розрізняють насіння :

- з невеликим зародком і великим ендоспермом (*у злаків*)
- з добре розвиненим зародком, без ендосперму, запасні речовини містяться у сім'ядолях (*у бобових, хрестоцвітних*).

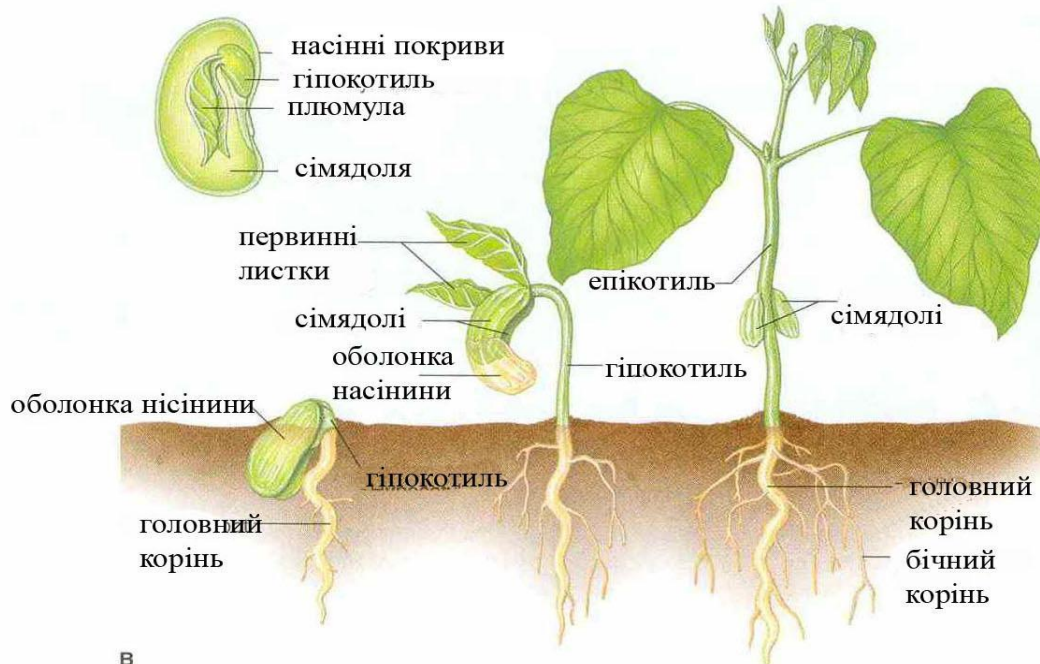


Поздовжній зріз через зернівку (а) і зародок (б) злакової рослини:

1-щиток, 2 - колеоптель, 3-зародковий листок,4-конус наростання, 5-епібласт, 6-зародковий корінець, 7-ендосперм, 8-зародок



А



В

Розвиток проростка однодольної (А) та дводольної (В) рослини

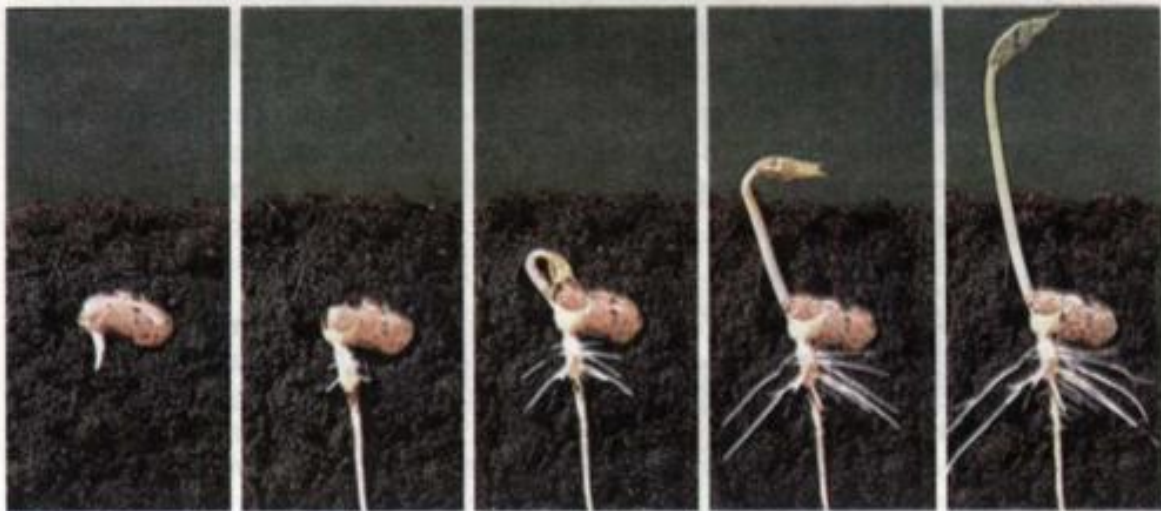
Для проростання насіння необхідно :

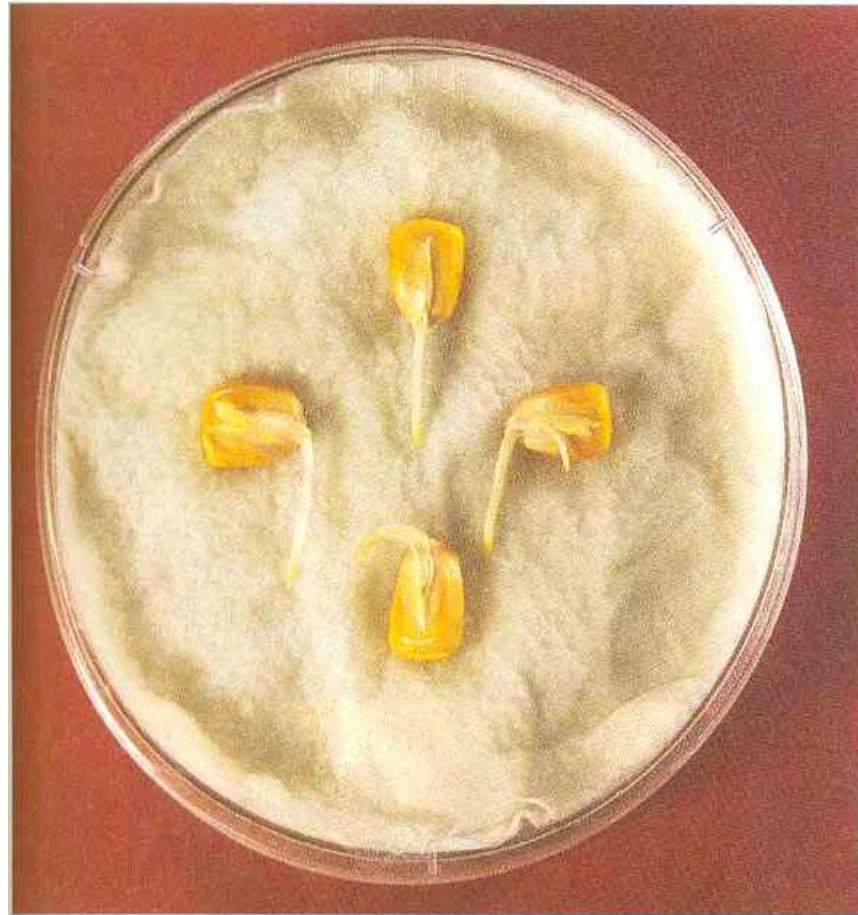
- **вода**
- **тепло** (оптимальна температура 20-30⁰C)
- **кисень.**

Для проростання насіння деяких рослин необхідне **світло** (крес-салат)

Ріст зародка в насінні відбувається *шляхом поділу клітин, їх розтягуванням і диференціюванням.*

Перша ознака росту – це поява зародкового корінця, який характеризується позитивним геотропізмом, тому росте вниз і закріплює насінину в ґрунті. Після кореня з'являється пагін – брунечка, яка має від'ємний геотропізм і тому росте вгору.





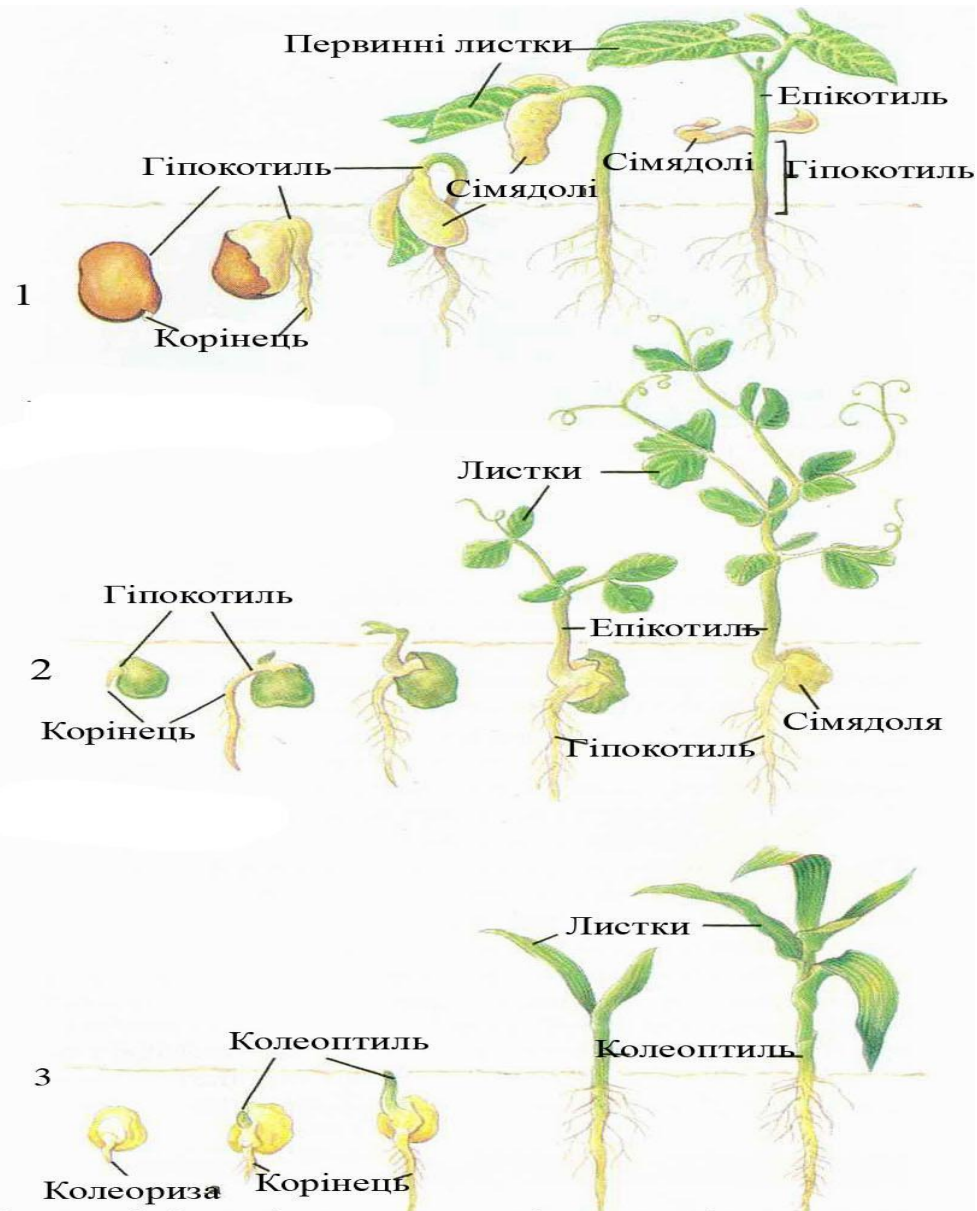
Гравітація



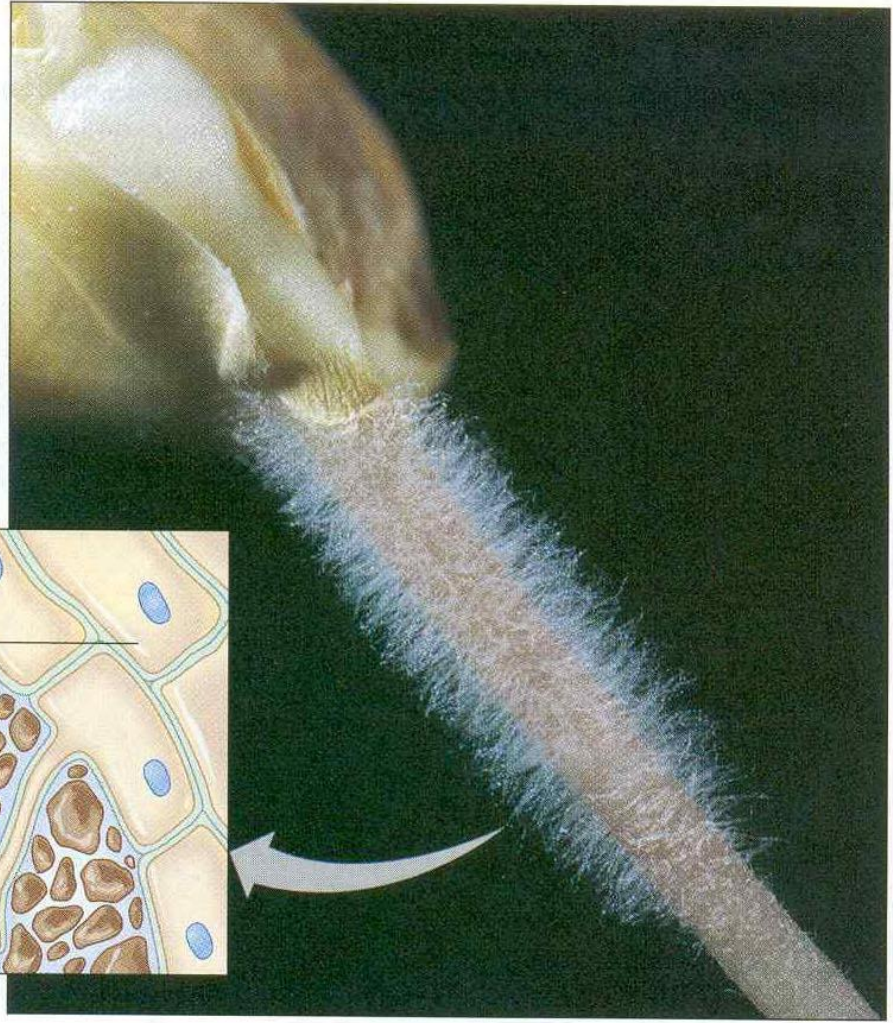
Проростання насіння кукурудзи

Розрізняють два типи проростання:

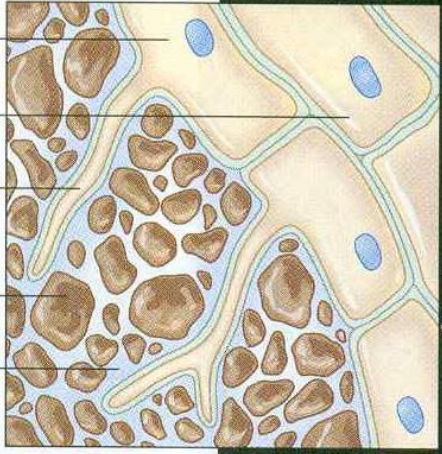
1. **епігенальне** (квасоля) - коли у дводольних в процесі витягування гіпокотилля (міжвузля під сім'ядолями) сім'ядолі виносяться на поверхню
2. **гіпогенальне** (горох) - коли перше міжвузля стебла, що міститься над сім'ядолями (епікотиль) витягується, то сім'ядолі залишаються під землею.



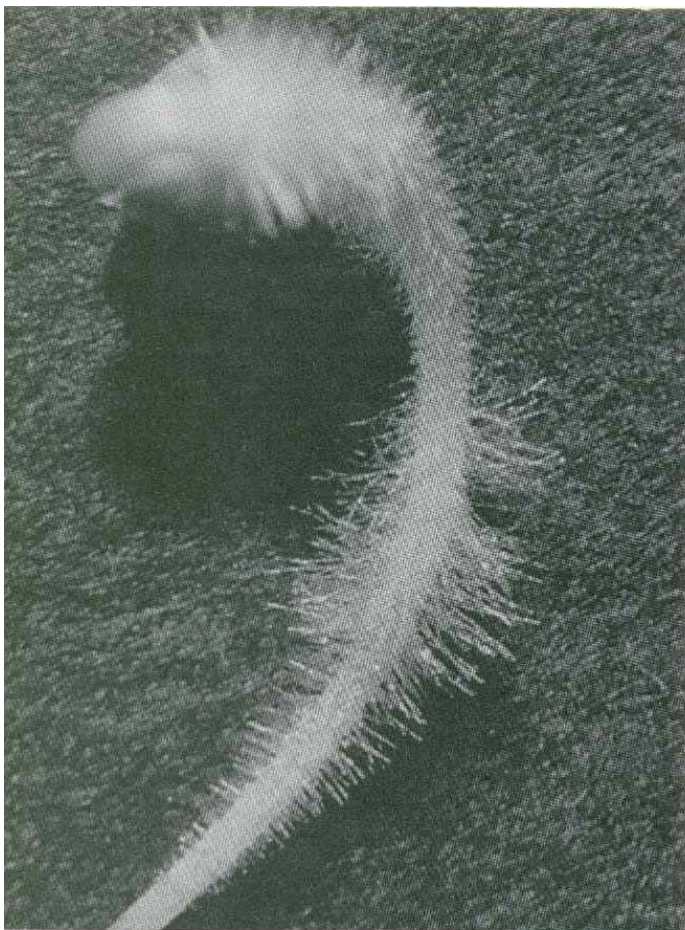
Етіюльовані підземні проростки й зміни їхньої форми індуковані світлом при переході до надземного способу життя:
 1-дводольні з епігенальним проростанням;
 2-дводольні з гіпогенальним проростанням;
 3-злаки



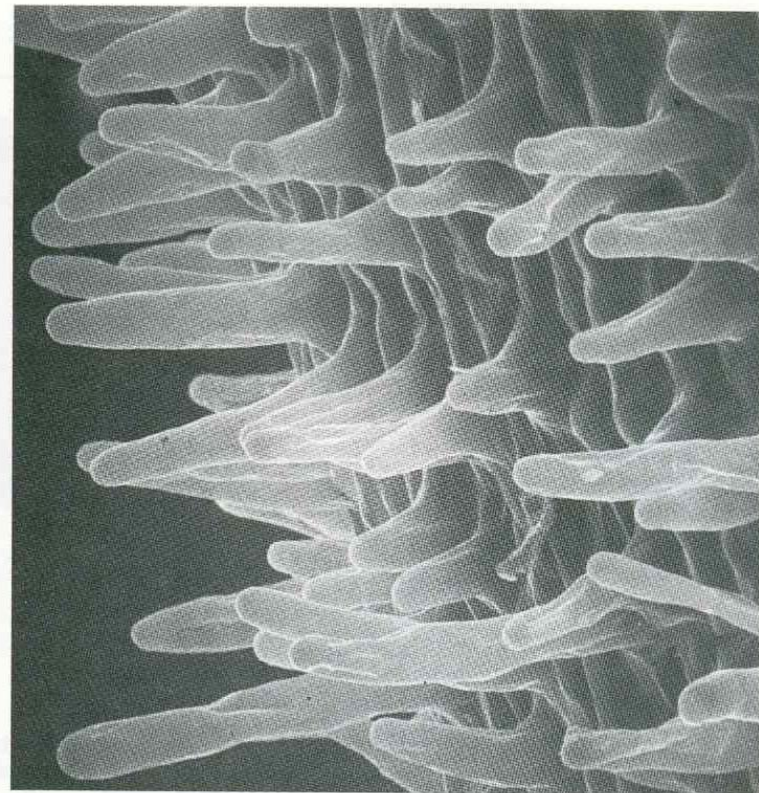
клітини
епідерми
клітини кори
кореневі
волоски
грунт
вода



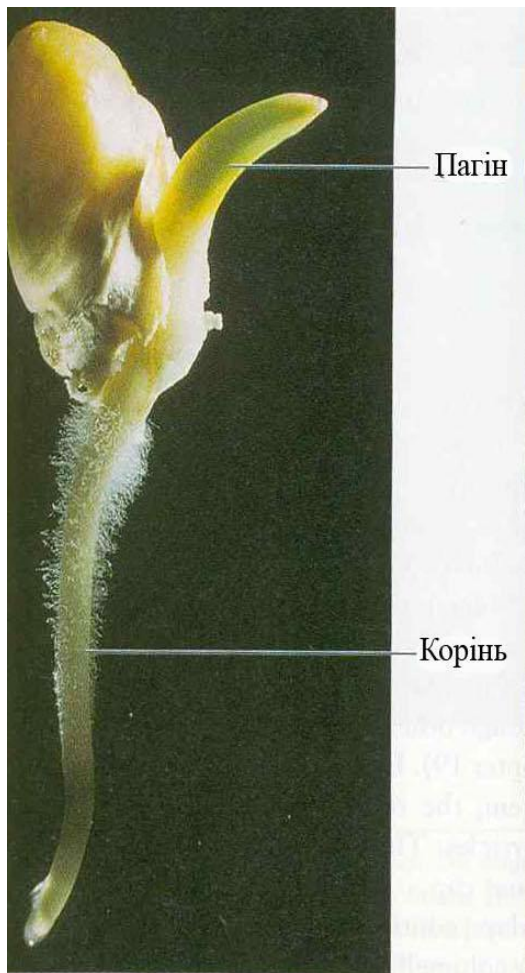
Проросле насіння кукурудзи



Кореневі волоски первинного кореня редиски



Скануюча електронна фотографія корневих волосків, X 840



Розвиток стрижневої(А) і мичкуватої (Б) кореневої системи

Біохімічні процеси при проростанні насіння

Відбуваються у 2-х напрямках:

- **гідроліз запасних речовин**
- **синтез структурних елементів нових клітин у зародку**

Продукти гідролізу транспортуються до зони росту зародка, де відбуваються синтетичні процеси за рахунок енергії дихання.

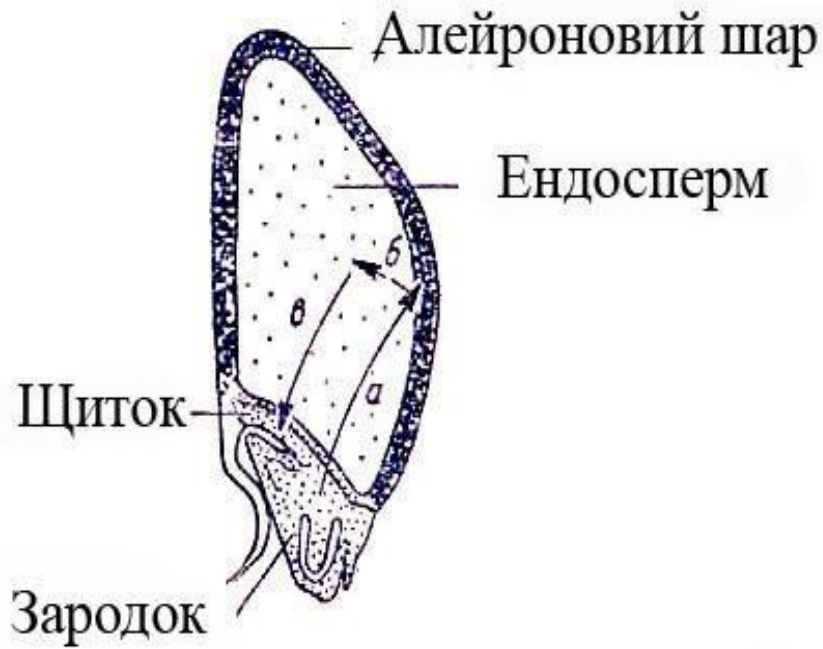
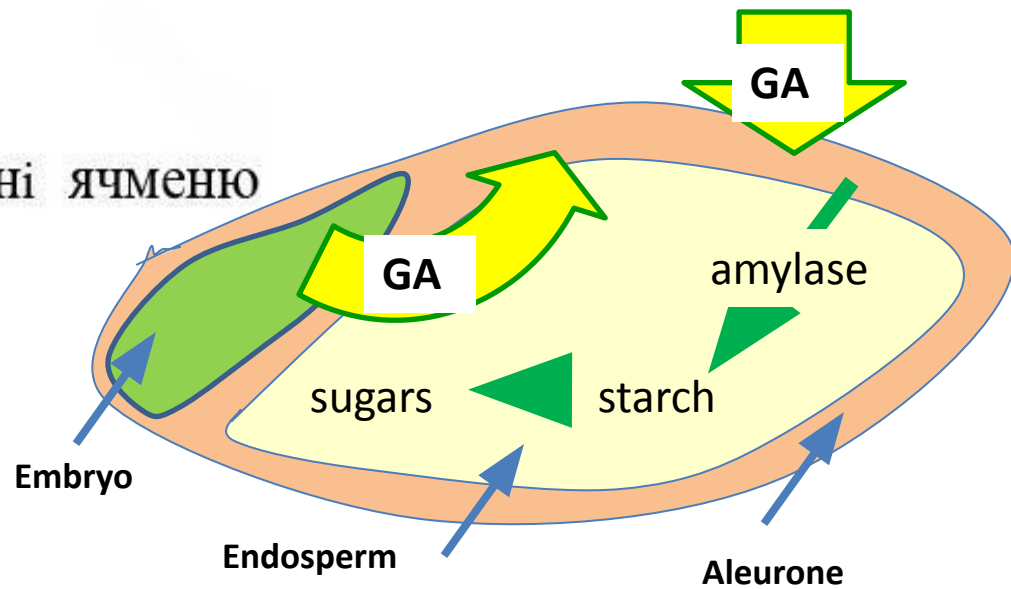
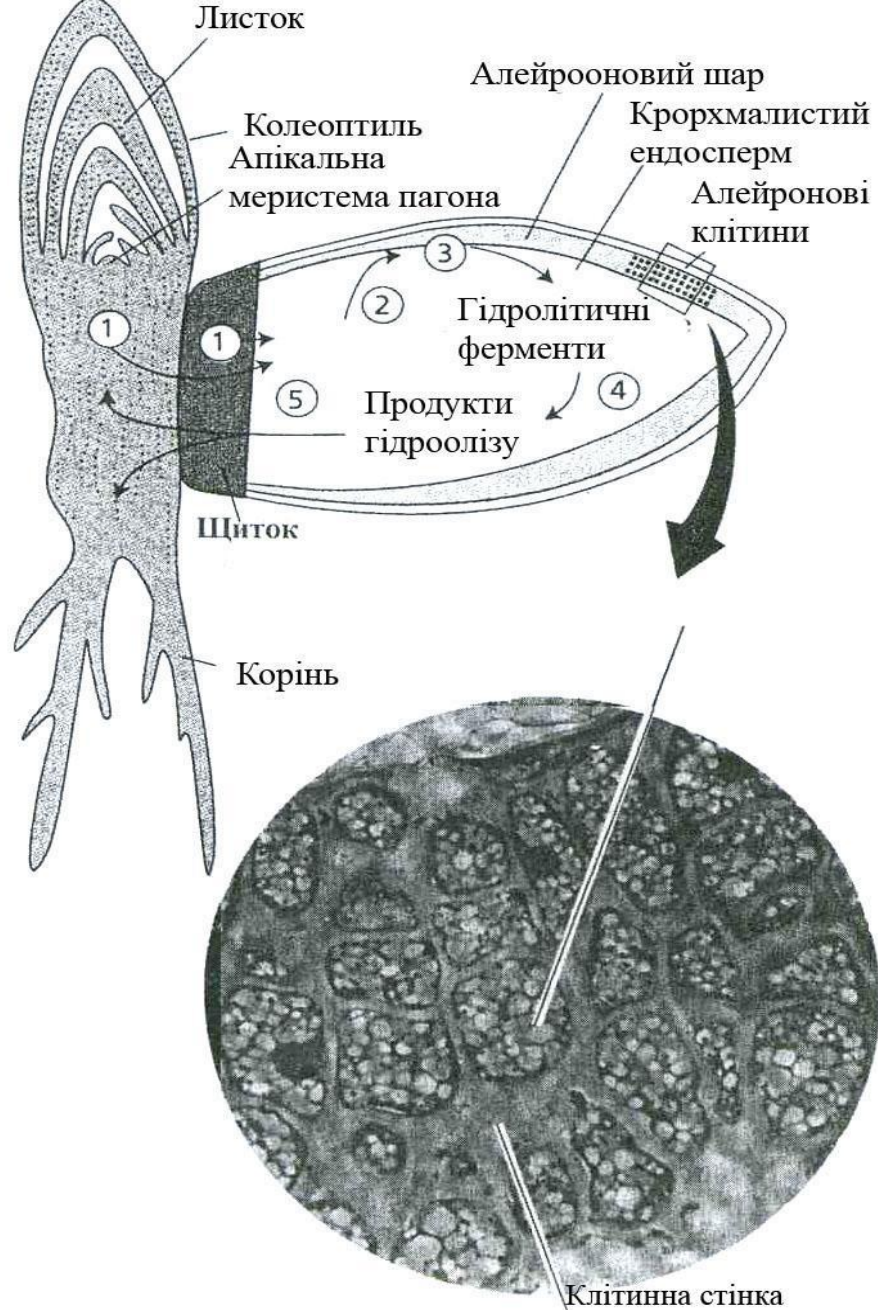


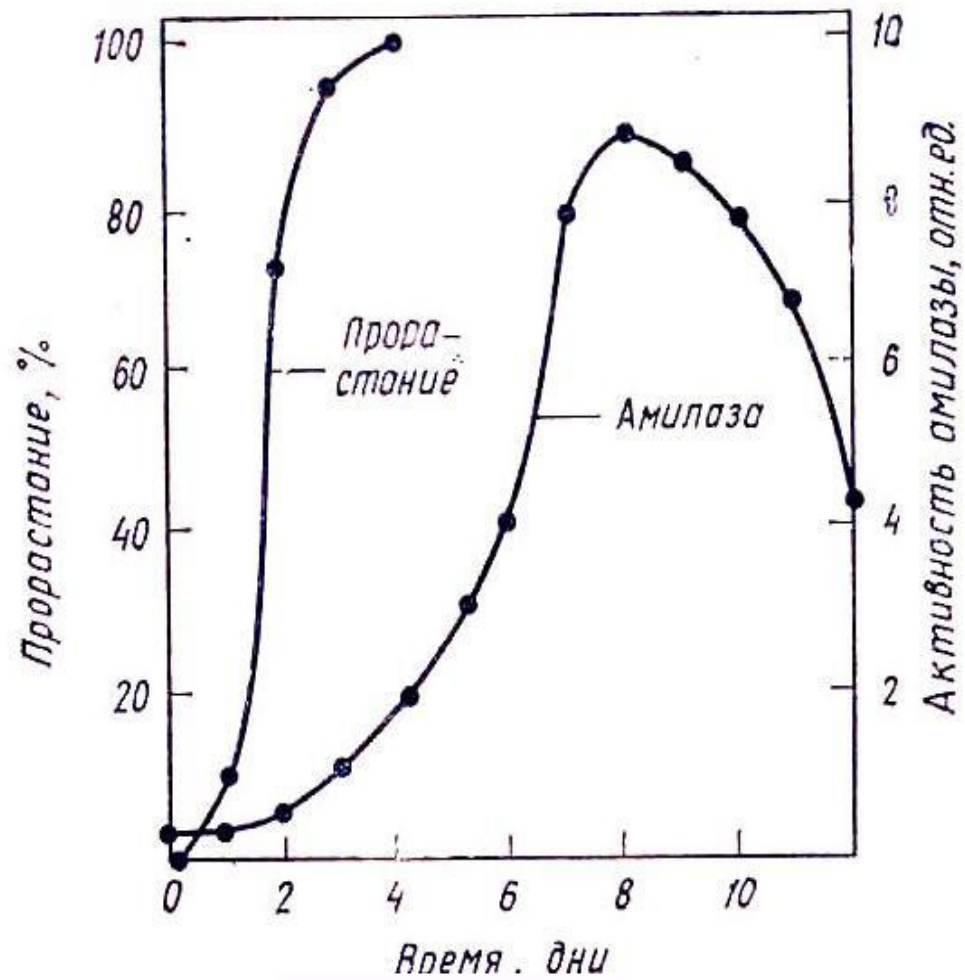
Схема дії гібереліну при проростанні ячменю





Послідовність процесів, що регулюються гібереліном, при проростанні зернівки ячменю (Jones, MacMilan, 1984)

На фотографії показані клітини алейронового шару, які містять білок і оточені товстою клітинною стінкою



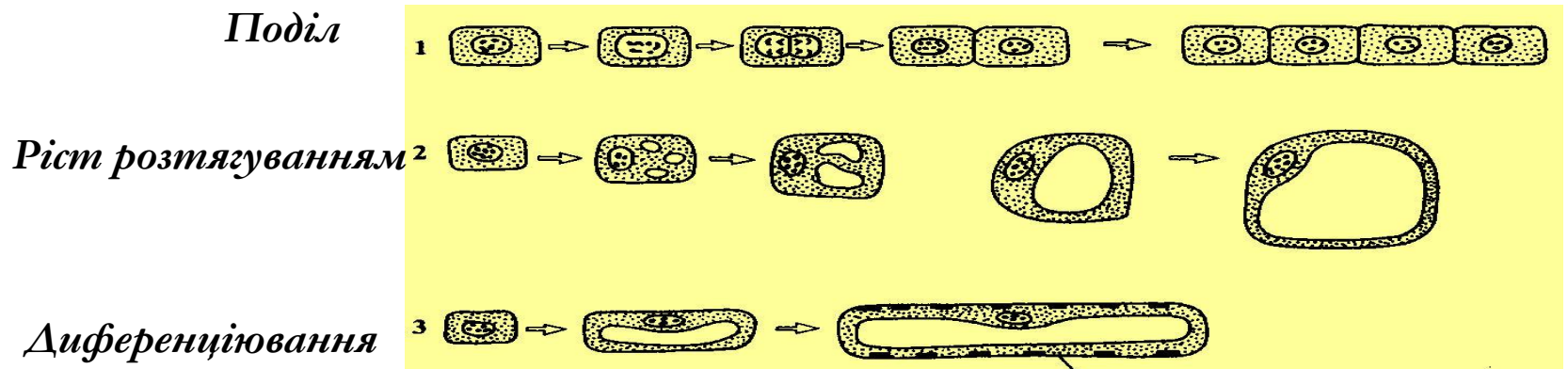
Зростання активності амілази в проростаючому насінні ячменю

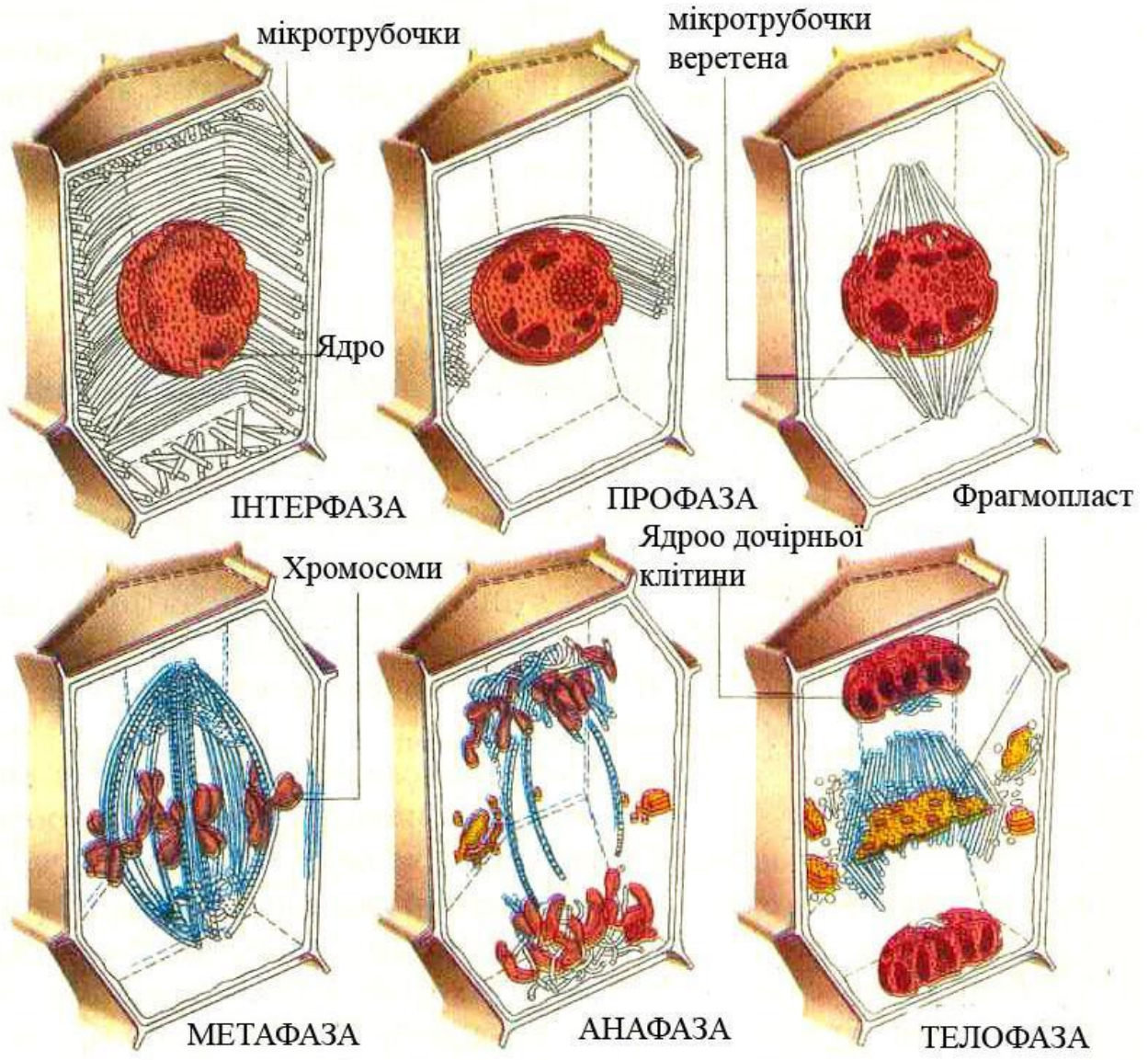


Будова промоторної зони гена амілази (Jacobsen et al., 1995)

Етапи онтогенезу рослинної клітини

1. Поділ
2. Ріст розтягуванням
3. Диференціювання
4. Старіння і відмирання

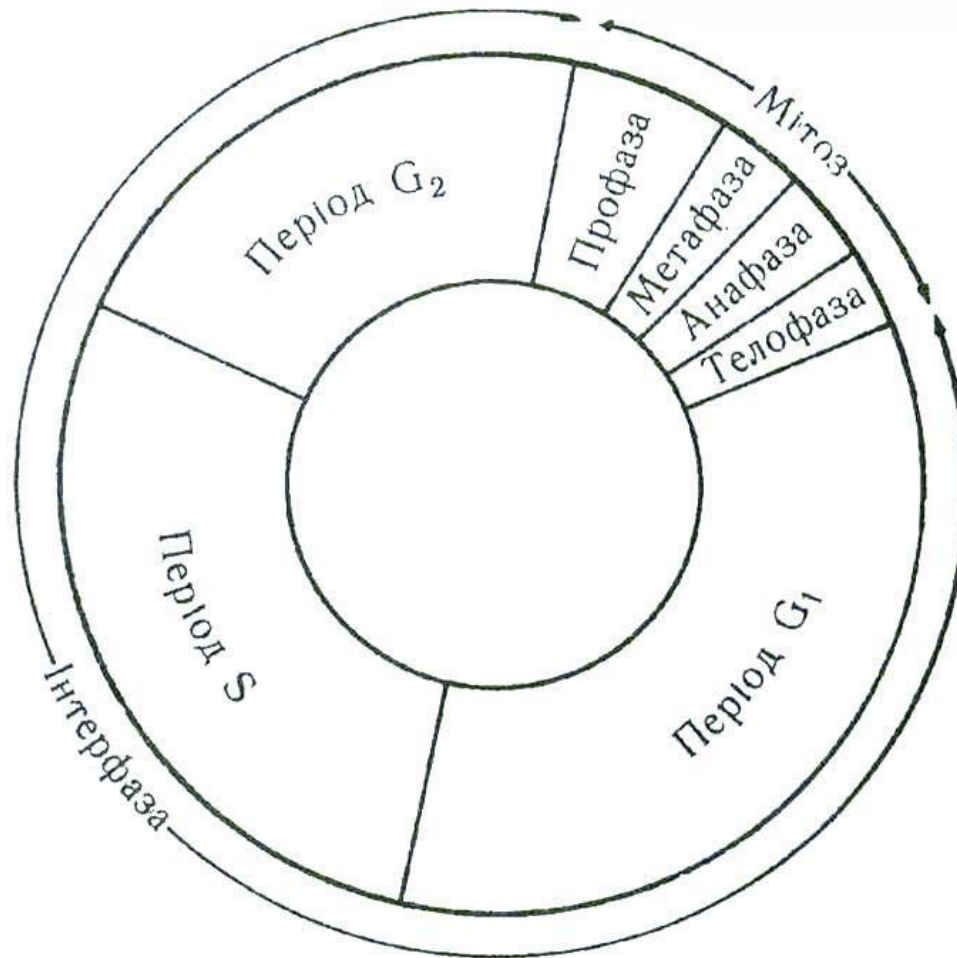




Фази мітозу у рослинних клітин

Фаза поділу клітин

- **Стимулятори поділу:** фітогормони цитокініни і ауксини, 6-БАП, травматинова кислота, вітаміни групи В, тіамін
- **Інгібітори поділу:** фенольні сполуки, алкалоїди, УФ-промені призводять до аномалії, поліплоїдії
- Тривалість мітозу 2-3 години, а інтерфази 15-20 годин
- Етапи мітотичного циклу контролюються фітогормонами, G1 і G2 (до і постсинтетичні періоди) – ауксинами, а власне поділ – цитокінінами

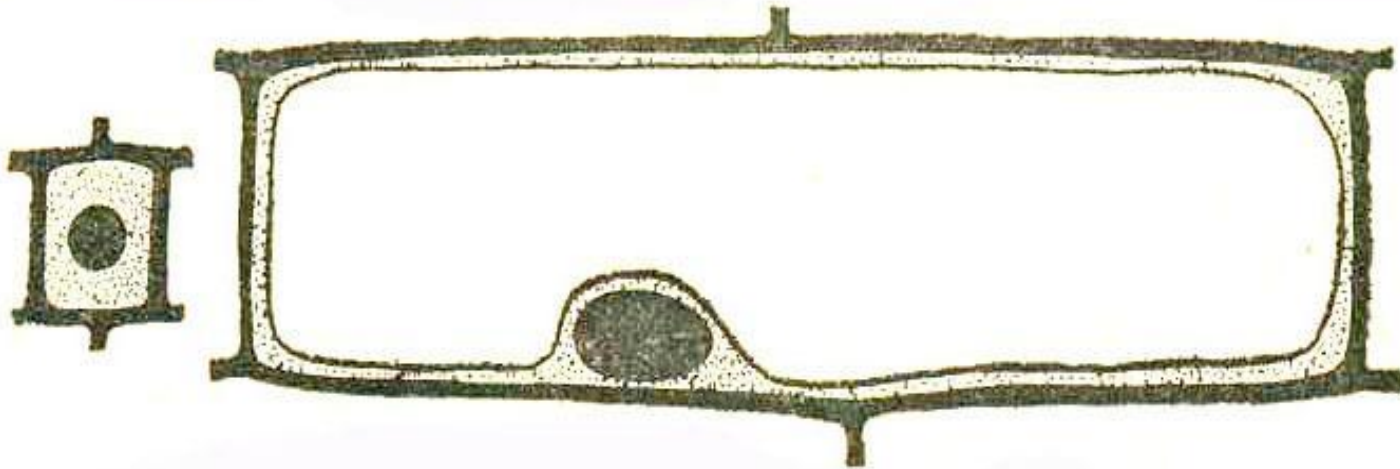


Клітинний цикл

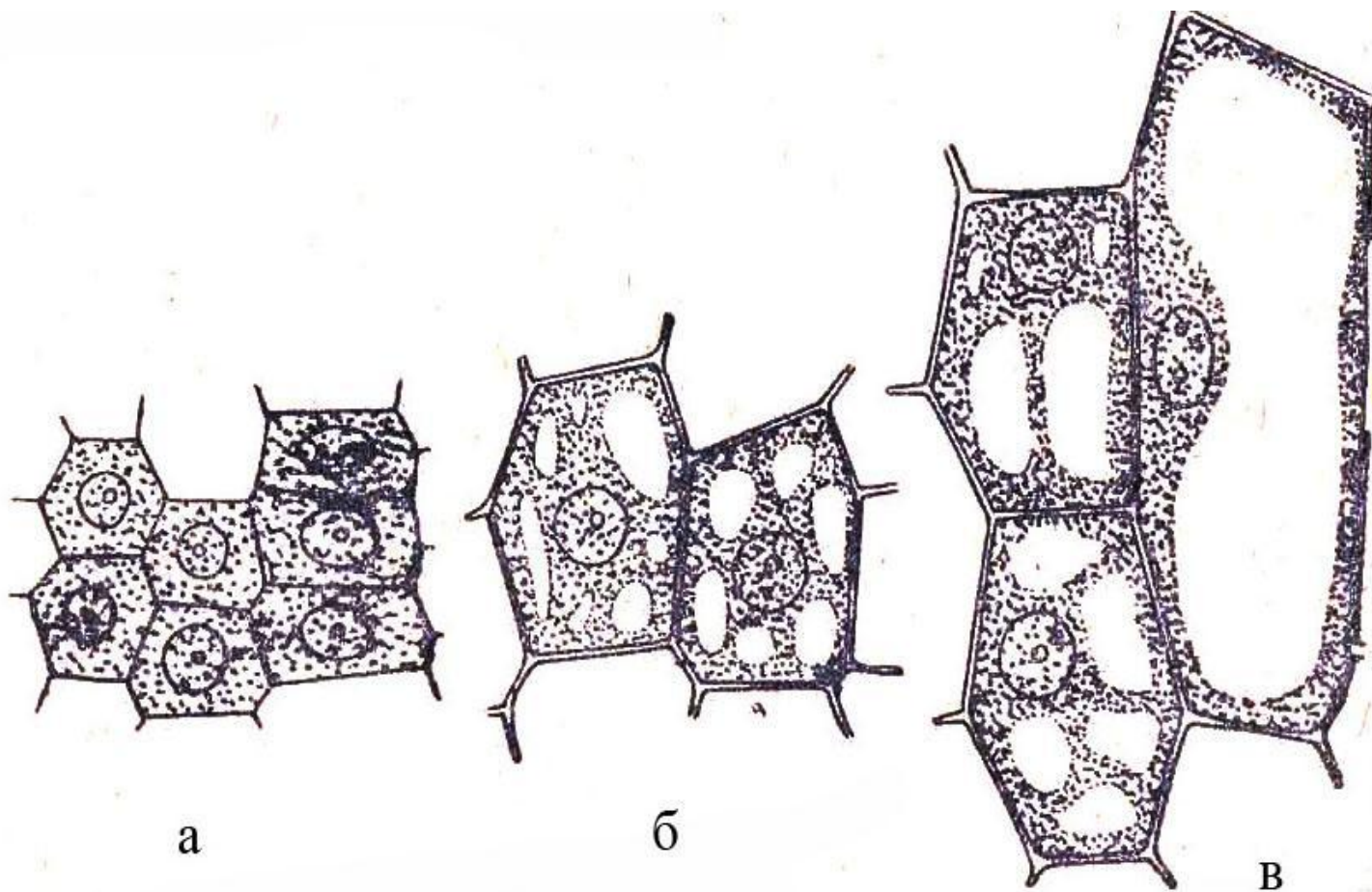
Клітинний цикл можна розділити на мітоз та інтерфазу — період між двома послідовними мітотичними поділами

Фаза розтягування клітин

- За 1 год. клітина збільшується в 2 і більше разів
- Збільшення розмірів клітини відбувається за **рахунок осмотичного поглинання води** і утворення великої центральної вакуолі
- Ріст розтягуванням **активується ауксином**, який індукує і активує **H⁺-помпу**, транспортуючи протони водню з цитоплазми у клітинну стінку. Це активує кислі гідролази, і стінка розтягається.
- Одночасно активно синтезуються РНК, білки, поліцукри, целюлоза. Росте клітинна стінка в довжину і товщину.
- На завершальних етапах росту розтягуванням посилюються процеси лігніфікації, накопичуються інгібітори (АБК, феноли), знижується вміст ауксинів, формується вторинна клітинна стінка, ріст розтягом гальмується і настає фаза диференціювання клітин.

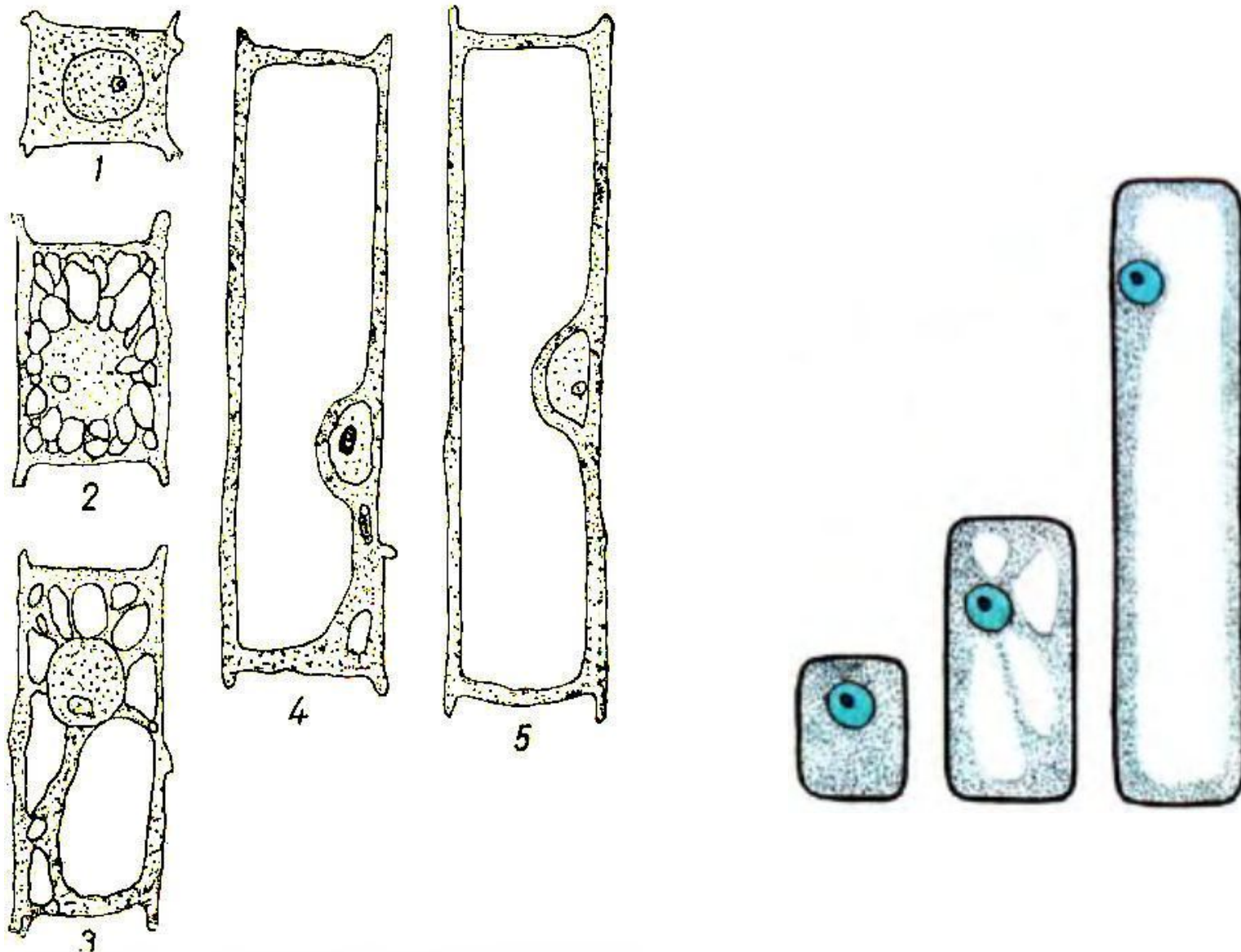


Клітина до (зліва) і після (справа) закінчення
росту розтягуванням



Фази росту рослинних клітин

а - ембріональний ріст, б і в - середина і закінчення фази
росту розтягуванням



Послідовні етапи росту клітин кореня

1 - ембріональна фаза, 2,3,4,5 - фаза розтягування

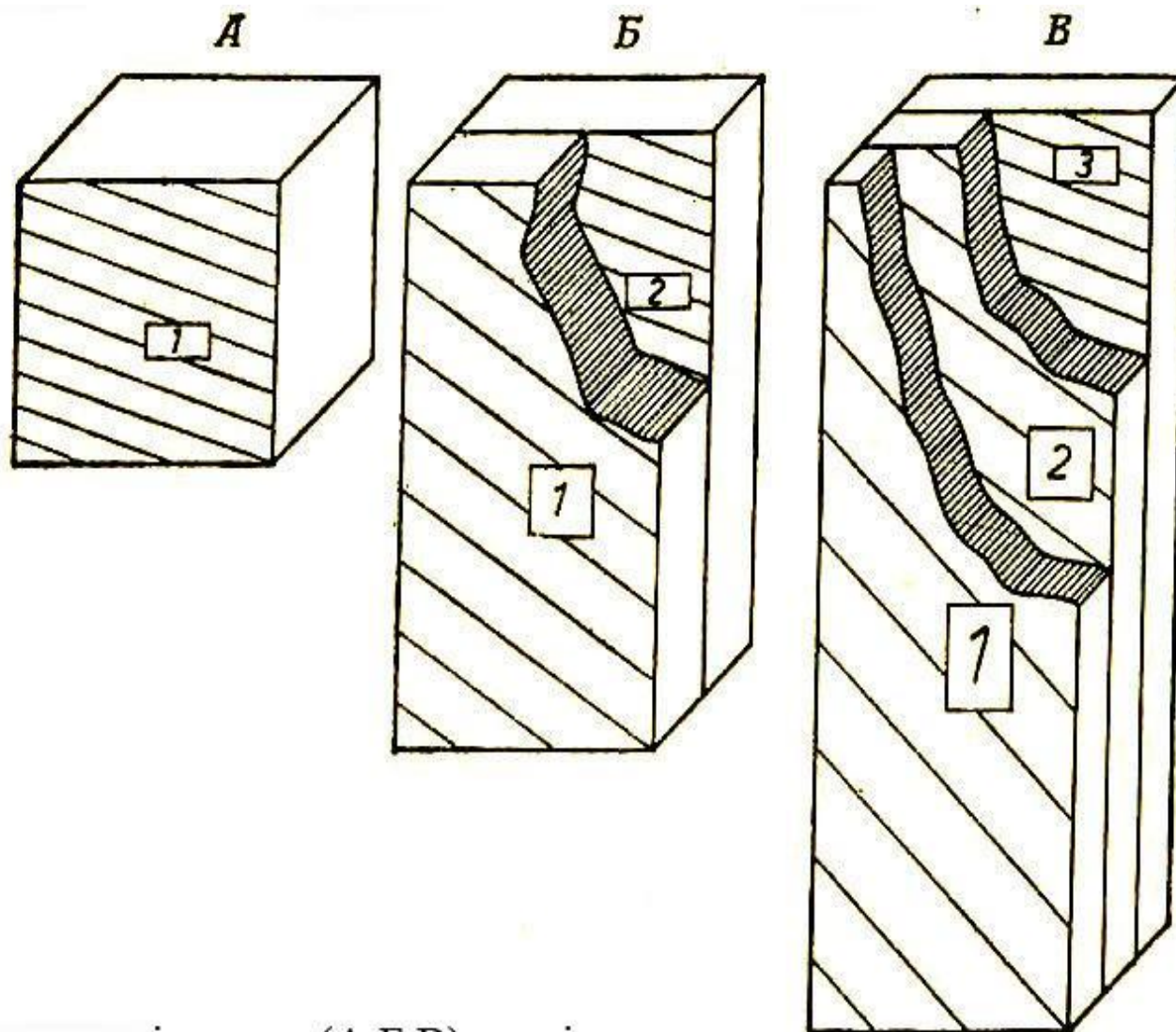
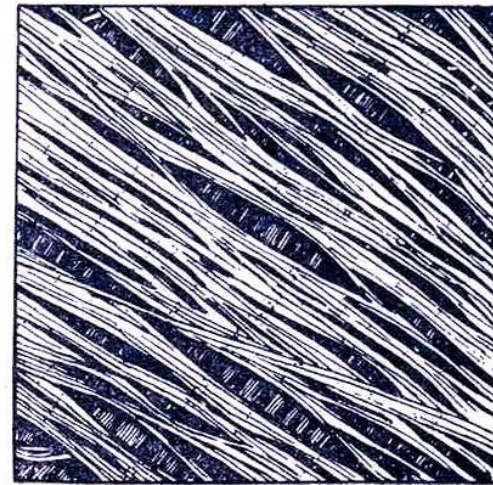


Схема послідовних (А,Б,В) етапів росту розтягуванням

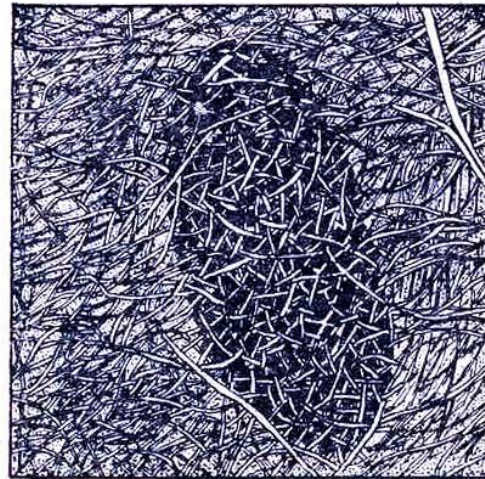
(спереди розміщена зовнішня (найбільш стара) віддалена від цитоплазми первинна пластинка клітинної стінки)



A



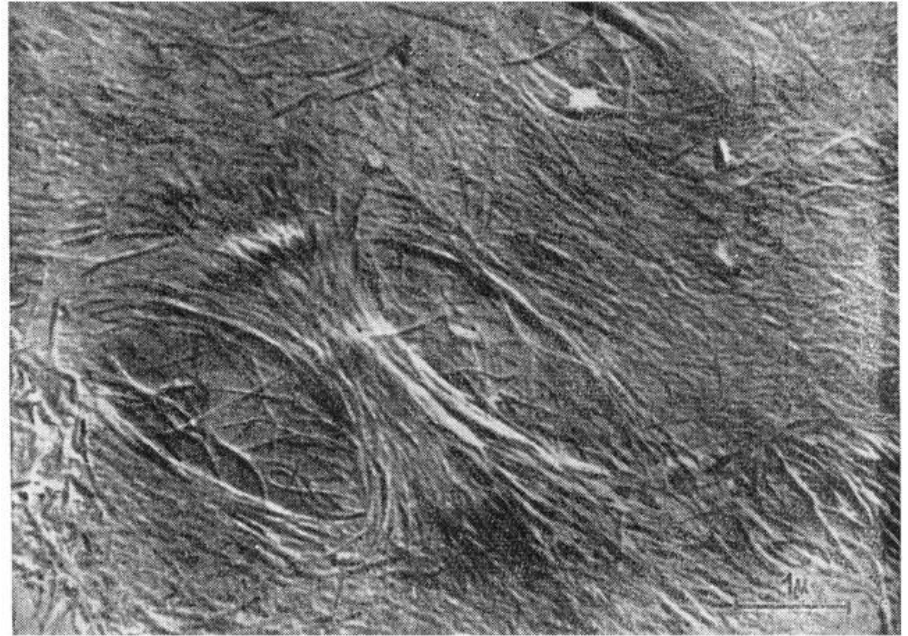
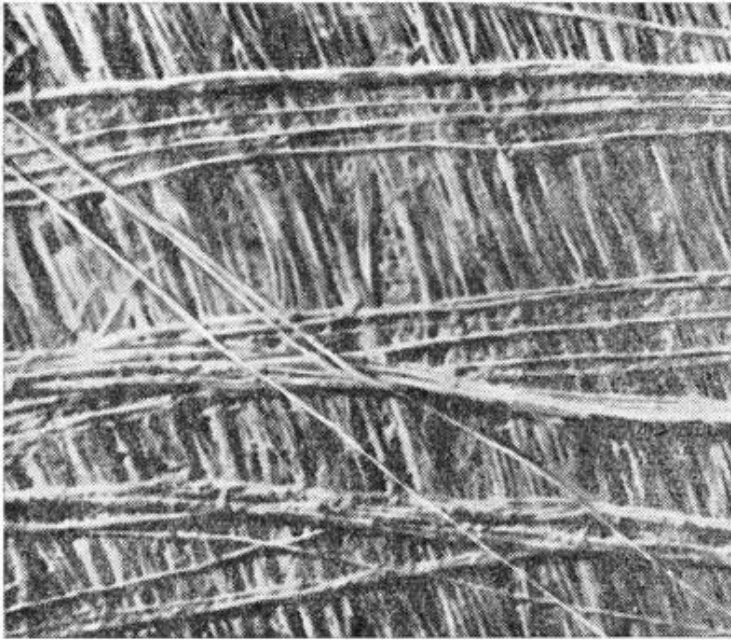
Б



B

Електронні мікрофотографії клітинної стінки

A - первинна стінка, *Б* - вторинна стінка, *B* - поровий канал у первинній стінці



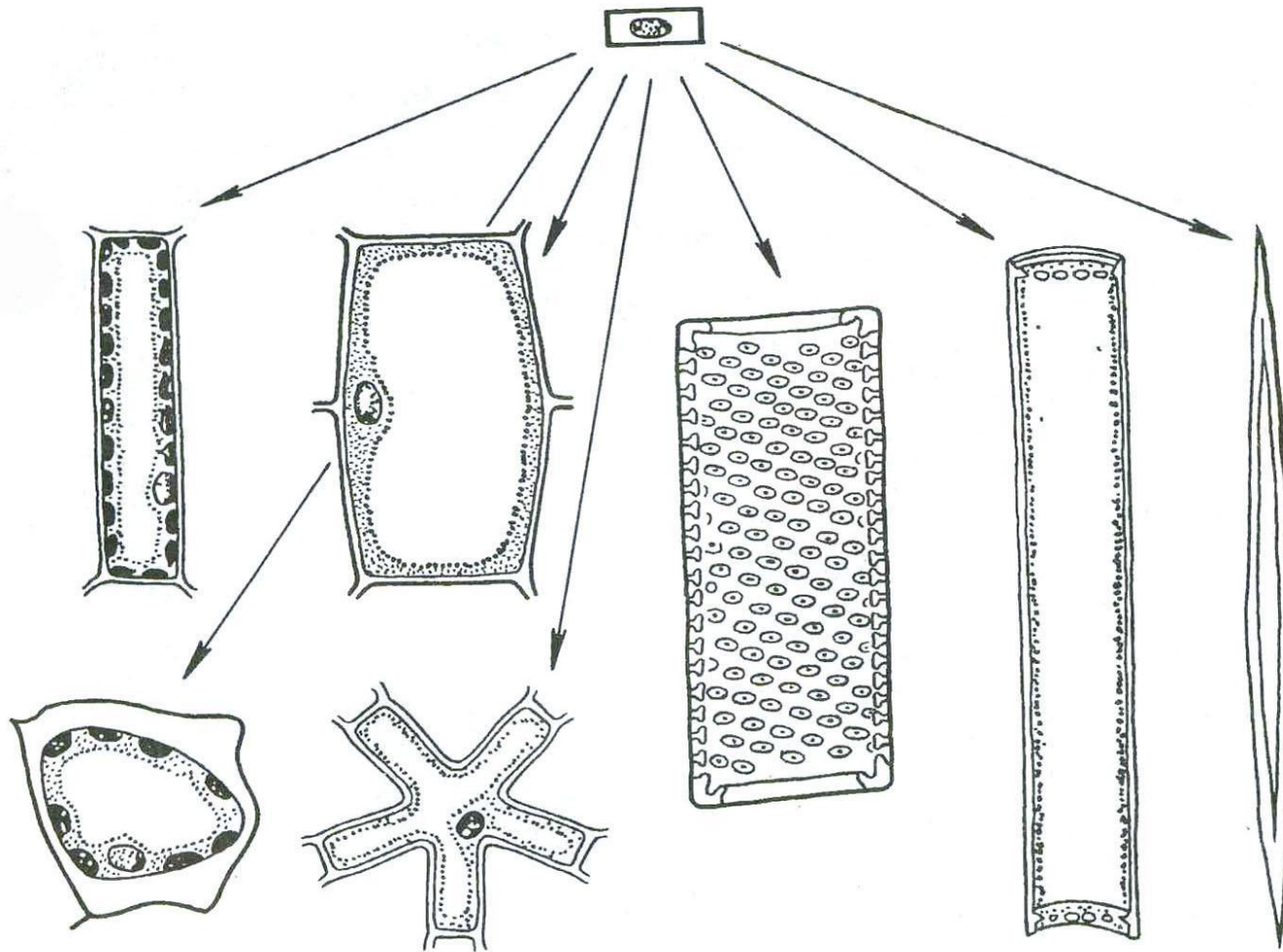
**Мікрофотографія вторинної клітинної стінки
та порового каналу**

Фаза диференціювання клітин

- Формуються якісні відмінності між окремими клітинами в результаті їх спеціалізації для виконання специфічних функцій
- Диференційована клітина, будучи ізольована від цілого організму, здатна відновити свою меристематичну активність і дати початок новому організму, тобто вона є тотипотентна.

Тотипотентність – це здатність реалізувати ту генетично закріплену програму розвитку, яка була заблокована в клітині раніше, коли вона була в складі цілого організму

- В ростучому організмі клітина проходить генетично визначений детермінований шлях розвитку. Одночасно дуже обмежені її можливості розвитку в інших напрямках.

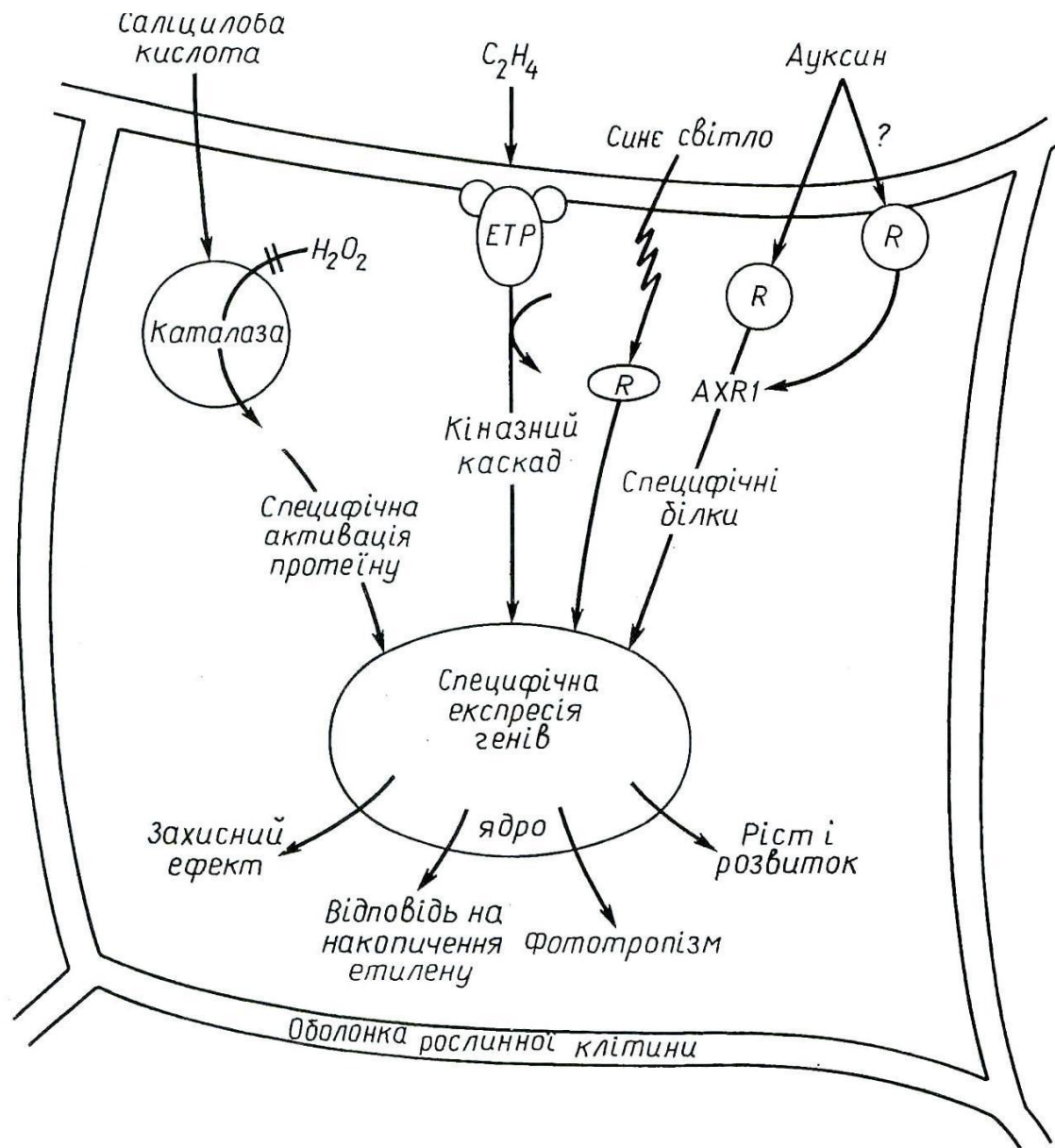


Диференціювання клітин

З однорідних меристематичних клітин (вгорі) утворюються різноманітні клітини постійних тканин (зліва направо): палисадні, замикаючі, паренхімні, "зірчасті" клітини, судини і ситовидні трубки, склеренхімні волокна

Старіння і відмирання клітин

- Розвиваються гідролітичні процеси, окислюються ліпіди мембран, руйнується хлорофіл, вакуолізується ядро, фрагментуються ЕР, АГ.
- Ознака старіння – зміщення рН цитоплазми в кислу сторону
- **Незворотність старіння настає при руйнуванні тонопласту**
- Причини старіння пов'язують із нагромадженням пошкоджень в генетичному апараті та включенням генетичної програми старіння як останнього етапу онтогенезу.



Механізми реалізації позиційної інформації - прийняття клітиною сигналу, формування внутрішнього сигналу, індукція активації потенційно активних генів та перебудова клітини