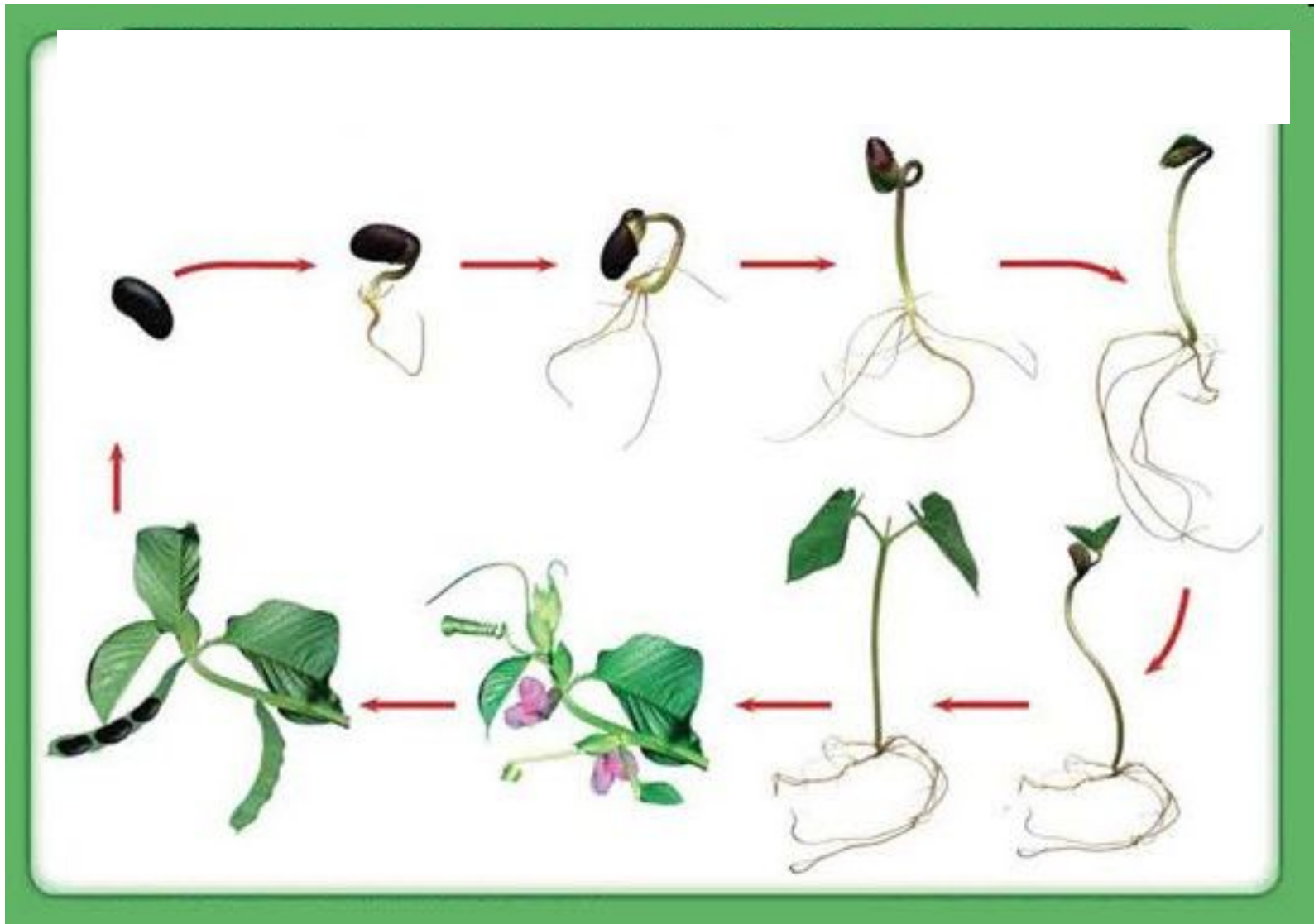


## Лекція 2

# Формування життєво важливих функцій в ході онтогенезу рослин

**Онтогенез (індивідуальний розвиток) –**  
комплекс незворотних індивідуальних змін  
життєдіяльності і структури рослини від її  
виникнення з заплідненої яйцеклітини або  
зародкової бруньки до природної смерті  
(*Чайлахян, Кефелі*).

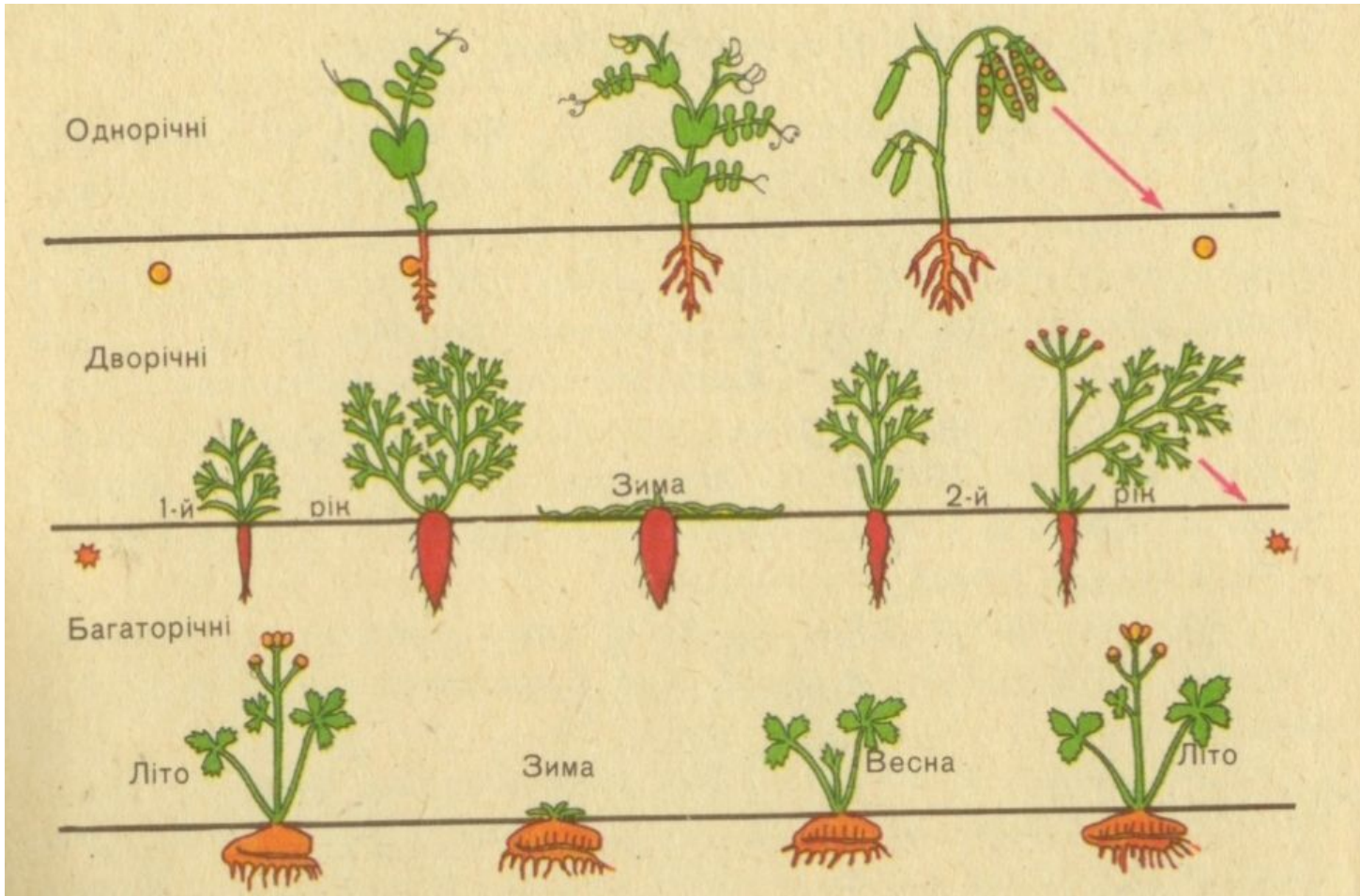


Онтогенез рослини квасолі

Онтогенез у різних видів рослин значно відрізняється загальною тривалістю життя.

За цією ознакою рослини поділяють на три групи:

- **однорічники** — онтогенез яких завершується за один вегетаційний період;
- **дворічники** — повний онтогенез яких (від насіння до насіння) потребує двох вегетаційних періодів;
- **багаторічники** — онтогенез яких охоплює більше трьох років, іноді десятки й сотні років.



За здатністю до генеративного розвитку рослини поділяють на дві великі групи:

- *монокарпіки* – здатні до розмноження тільки один раз у житті незалежно від тривалості онтогенезу. До них належать усі однорічники, дворічники та деякі багаторічники, які здатні рости протягом багатьох років, але цвітуть і плодоносять один раз і відразу після цього відмирають (мексиканська агава, деякі багаторічні пальми);
- *полікарпіки* – цвітуть і плодоносять багато разів і всі є багаторічниками (дерева, кущі).



Типові монокарпіки – агава мексиканська з розвинутим квітконосом та рослини родини бромелієвих

Ріст у ході онтогенезу рослини відбувається на всіх етапах.

**Періодичність онтогенезу ґрунтується на послідовній у часі реалізації генетичної інформації, на поступовому і поетапному розгортанню спадкової програми розвитку.**



Виділяють різні періоди онтогенезу:

- Ембріональний
- Ювенільний
- Генеративний
- Сенільний

**Ембріональний період** онтогенезу починається від моменту запліднення яйцеклітини (утворення зиготи) і завершується фізіологічним дозріванням насіння, включаючи його спокій.

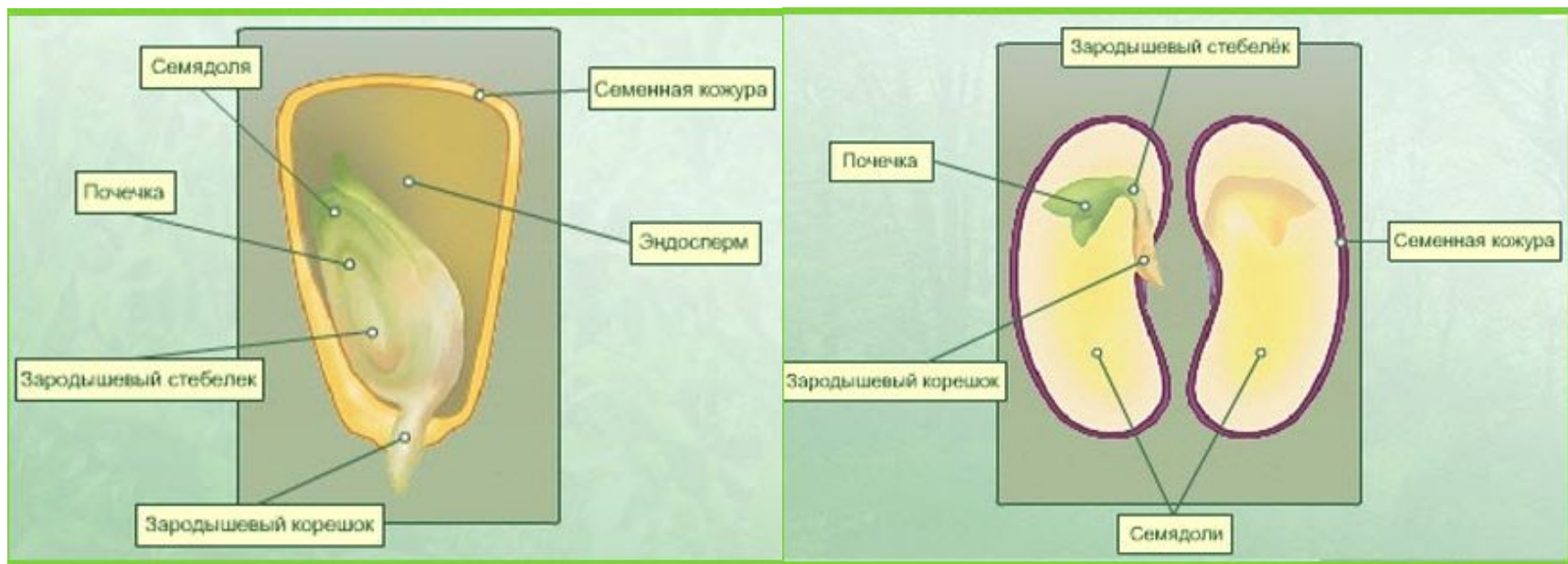
У рослин, які розмножуються вегетативно, — це період формування бруньок в органах вегетативного розмноження від їхнього виникнення до початку проростання.

На цьому етапі ростові процеси перебувають у прихованій фазі, або фазі підготовки. У цей час синтезуються головні метаболіти ядра та утворюються ростові гормони

Ембріогенез рослин відрізняється від ембріогенезу тварин тим, що в ході ембріонального розвитку не формуються органи, а лише закладається загальний план майбутньої рослини у так званій ембріональній осі.

Рослина складається з трьох головних елементів, на базі яких надалі будується рослинний організм:

- *апікально-базальна вісь симетрії* – це основа загального плану будови рослини;
- *радіальна вісь симетрії* – основа для розвитку рослин у радіальному напрямі;
- *первинні меристеми* – основа для формування органів протягом наступних етапів онтогенезу рослин.



Зародок однодольної та дводольної рослини

# Ювенільний період

Ювенільний етап онтогенезу починається з проростання насіння або органів вегетативного розмноження, супроводжується швидким нагромадженням вегетативної маси і триває до появи здатності утворювати репродуктивні органи.

На цьому етапі домінують ростові процеси, утворюються нові окремі елементи рослини (клітини, тканини, органи), і рослини суттєво збільшуються у розмірах.

У цей період вони не здатні до розмноження.



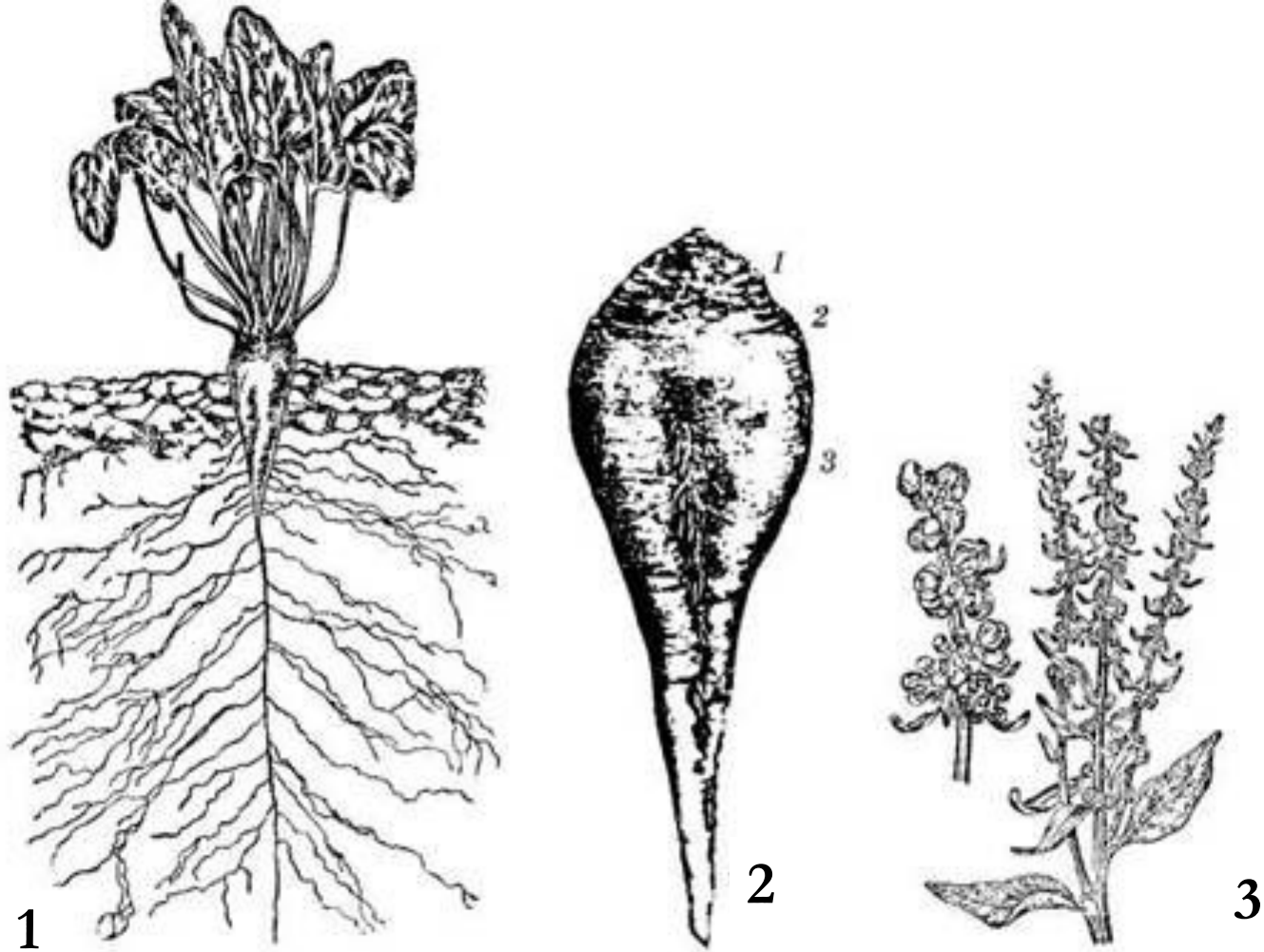
**Поперечний перетин зернівки пшениці**



Відсутність цвітіння само по собі не є показником ювенільності, оскільки деякі рослини, перебуваючи у зрілому стані, довго не зацвітають без потрібних для цього умов.

## Критеріями ювенільності є

- морфологічні особливості, зокрема, форма листків
- різний характер росту. Наприклад, пющ у ювенільному стані стелиться по землі, а в разі переходу до етапу зрілості утворює вертикальний кущ.
- відмінності у внутрішній будові, зокрема, у проростків провідна система організована простіше, ніж у дорослих рослин.
- більша здатність до коренеутворення, що використовують у практиці садівництва.



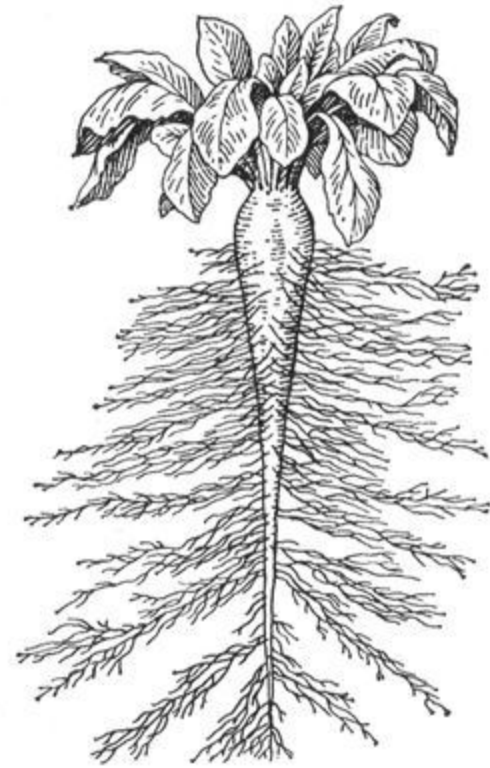
### Рослини цукрового буряка:

- 1 – рослина 1-го року життя,
- 2 – коренеплід,
- 3 – рослина 2 року життя





1



2

### Рослини цукрового буряка:

1 – суцвіття,

2 – рослина 1 року життя



Рослини капусти різних видів 1 року вегетації та її суцвіття, яке утворюється на 2-й рік



Різна форма рослин плюща у ювенільному (А)  
та генеративному (Б) періоді онтогенезу

Спільною рисою ювенільних рослин є спрямованість усіх ресурсів організму на побудову вегетативних органів – листків, коренів, стебла та росту всіх важливих вегетативних органів рослини.

Тривалість ювенільного періоду в різних видів рослин неоднакова: від декількох тижнів (однорічні трави) до десятків років (дерева).

Період молодості у рослин перед генеративним (або віргінільним) періодом підтримується специфічним співвідношенням гормонів.

Молоді рослини ростуть і розвиваються, утворюючи могутню вегетативну масу і запас поживних речовин, щоб перейти до наступного етапу – зрілості і розмноження, для чого потрібні органи розмноження, які живляться гетеротрофно.

**Перехід зі стану ювенільності до стану зрілості є найважливішим у житті рослин.**

# Генеративний період

*Репродуктивний (генеративний)* період охоплює етап зрілості та розмноження – це здатність до цвітіння і плодоношення в насінних або утворення органів вегетативного розмноження у тих рослин, які розмножуються вегетативно.

Цей період супроводжується не тільки здатністю до репродукції, а й зміною характеру метаболізму зі спрямуванням головних ресурсів рослини на формування і розвиток генеративних органів (квіток, плодів і насіння).

Поряд з ростом вегетативних органів у рослини відбувається **детермінація генеративних органів**, що свідчить про **готовність організму до реалізації спадкових властивостей**, тобто до розвитку за визначеним напрямом.

Процес розмноження забезпечує безперервність існування виду і полягає у відтворенні подібних організмів та поширенні їх у різних екологічних нішах.

У рослинних організмів виділяють **три типи розмноження:**

- *статевий;*
- *безстатевий;*
- *вегетативний.*



Під час етапу **розмноження домінують процеси росту генеративних органів**, збільшуються розміри насіння або інших органів розмноження. Ці процеси **супроводжуються змінами в балансі фітогормонів**, зокрема поряд з гормонами–стимуляторами (ауксини, гібереліни, цитокініни) виявлені й переважають природні інгібітори росту (АБК, фенольні сполуки).

Отже, між вегетативним ростом і репродукцією існує **негативний корелятивний зв'язок**.



На перехід до генеративного періоду впливають внутрішні та зовнішні чинники:

внутрішні, регульовані ендогенними речовинами гормональної природи:

- певний розмір,
- календарний вік рослини
- стан меристематичних тканин

**зовнішні чинники (найважливіші):**

- температурний режим і
- тривалість денного освітлення.

Індукцію цвітіння рослин цими чинниками називають, відповідно, *термоперіодизм* (наприклад, *яровизація* за дії низьких позитивних температур) і *фотоперіодизм*.

Обидва ці явища виробились у процесі еволюції як пристосування, що забезпечують перехід рослин до цвітіння в найоптимальніший час, тобто за допомогою цих пристосувань рослинний організм визначає час цвітіння.

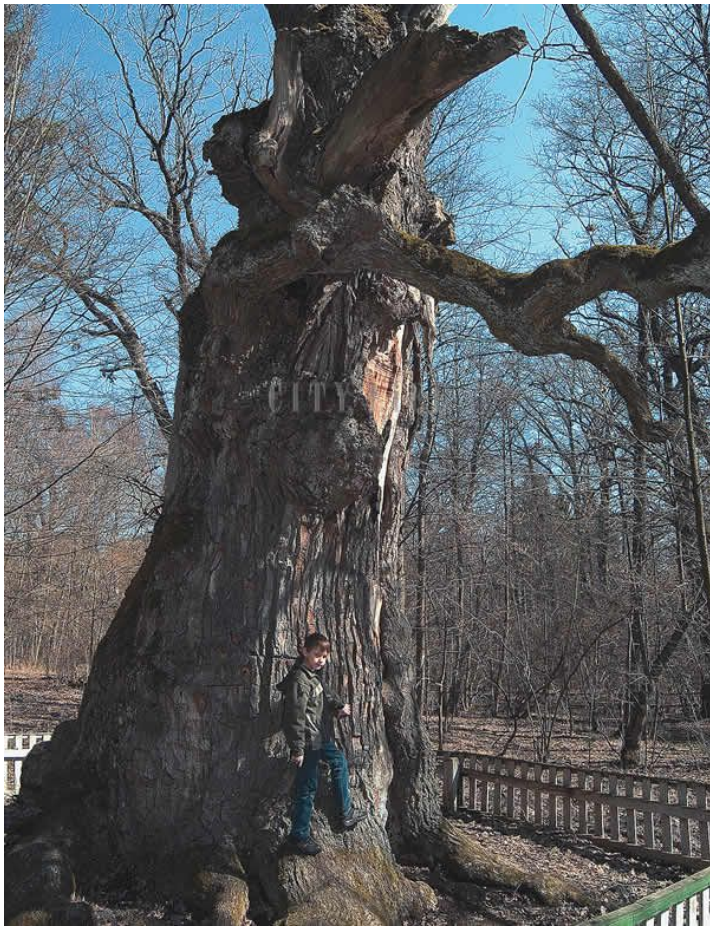
# Сенільний період

Останній етап онтогенезу – *сенільний (старіння)*, закінчується відмиранням – це час від повного припинення плодоношення до природної смерті організму.

Тривалість життя рослин варіює у дуже широких межах:

секвоя – 5000 років,  
каштан – 2000,  
дуб – 1500,  
липа – 1200,  
сосна – 500,  
яблуня – 200,  
виноград – 80–100,  
люцерна – 2–5 років,  
ефемери – 2–4 тижні.

**Це свідчить про генетичну детермінованість тривалості життя кожного виду.**



Найстарішим деревом України вважається **1350-річний дуб**, що росте в урочищі «Юзефинська дача» у Рівненській області.



6 серпня 1964 року було зрізано ймовірно найстарше на той час дерево на Землі – сосну остисту *Pinus longaeva*, що росла в горах Уілер Пік в штаті Невада. Її називали Прометей, його вік 4862 роки. Дерево виявилось старше за попереднього рекордсмена того ж виду, названого Мафусаїлом в честь біблійного довгожителя, на 58 років.



Учені стверджують, що знайшли найстаріше дерево на планеті. Це ялина, яка росте високо в горах на заході Швеції. Радіовуглецевий аналіз у лабораторії в штаті Флорида (США) засвідчив, що її вік налічує 8 тис років.

Поблизу дерева ростуть ще дві величезних ялини. Учені вважають, що їм від 4,8 тис до 5,5 тис років.

На думку дослідників, ці три ялини стали першими деревами, що вирости після льодовикового періоду.



**Старіння – це природний процес, який розвивається поступово на рівні клітин, органів і організму й супроводжується взаємопов'язаними змінами на молекулярному, клітинному рівнях, рівні органа й організмовому рівнях та призводить до загасання росту, цвітіння, плодоношення.**

За рахунок безперервного утворення і росту нових клітин, тканин та органів у ході онтогенезу, що забезпечується функціонуванням меристем у дорослих особин у кожний момент часу існують зовсім молоді і відмираючі клітини й органи.

Тому на рівні цілої рослини ріст триває до глибокої старості (зокрема, у вигляді паростків, що виникають зі сплячих бруньок), однак швидкість його поступово припиняється.



**Етапи старіння квітки іпомеї та листків лавровишні**

Старіння ізольованих листків можна затримати, якщо обробити їх цитокінінами, які стимулюють синтез РНК і білків та атрагувальну активність клітин. У деяких рослин затримка старіння відбувається за дії екзогенних ауксину і гібереліну.

Абсцизова кислота й етилен, навпаки, пришвидшують настання процесів старіння.



Існування і розвиток цілісного рослинного організму пов'язаний з постійною загибеллю частини клітин, які є в його складі.

### *Гіпотези старіння рослин:*

- старіння монокарпічних рослин зумовлене відтоком великої кількості поживних речовин до репродуктивних органів, що призводить до відмирання внаслідок виснаження.
- гормональний баланс у тканинах і органах рослин та їхні конкурентні корелятивні відношення є в основі процесів старіння як їх самих, так і цілої рослини.
- старіння запускається згідно з програмою, що передбачена в генетичному коді, і зумовлене порушеннями структури та функціонування клітинних мембран

*Запрограмована загибель клітин* – явище, яке у тварин називають *апоптозом*, є і в рослин. Цей процес перебуває під контролем генома й особливо важливий під час морфогенезу та різних пошкоджень.

Старіння цілісного рослинного організму зумовлене старінням його складових частин та їхньою корелятивною взаємозалежністю. Процес старіння супроводжується порушенням співвідношення фітогормонів, що виникає за дії як внутрішніх, так і зовнішніх чинників.

Вікові зміни охоплюють як *процес старіння*, пов'язаний з поступовим зниженням життєдіяльності, так і *процес омолодження*.

У рослин, на відміну від тварин, **процес старіння не є рівномірним і супроводжується протилежним процесом – омолодженням.**

Омолодження пов'язане з тим, що на рослині до кінця її життя з'являються нові органи – молоді листки, пагони, корені, які уповільнюють процес старіння і, омолоджуючи, впливають на весь рослинний організм.

**Старіння має важливе біологічне значення, оскільки є одним зі способів адаптації рослин до несприятливих чинників довкілля.**

За допомогою програмованого старіння рослина уникає загибелі, зберігаючи стійкі структури (насіння, сплячі бруньки) навіть у важких стресових ситуаціях. Наявність процесів старіння пришвидшує оборотність генетичного матеріалу, тобто зміну покоління, що сприяє еволюційному процесу.

Періоди онтогенезу рослин не є ізольованими один від одного етапами розвитку, на яких відбуваються фізіолого-біохімічні та морфологічні зміни. Наступний етап настає у структурах, які утворились на попередньому етапі розвитку організму.

Процес розвитку – перехід від одного етапу до іншого – зумовлений геномом, у якому зашифрована загальна програма. Для її реалізації потрібні індуктори, що приводять до репресії одних генів й одночасно дерепресії інших генів, які відповідають за розгортання процесів метаболізму, необхідних для проходження наступного етапу. Такими індукторами є, імовірно, гормони.

Отже, процес росту є частиною індивідуального розвитку (онтогенезу) рослин. Він супроводжується збільшенням розмірів і маси тіла завдяки утворенню нових клітин, тканин і органів, а координованість ростового процесу забезпечується внутрішніми фізіолого-біохімічними реакціями.