Biologia roślin - podstawy
ściana wtórna, modyfikacje ściany, sklerenchyma

Grzegorz Góralski

Zakład Cytologii i Embriologii Roślin
Instytut Botaniki
Uniwersytet Jagielloński

Materiały dostępne pod adresem:

http://ggoralski.pl

Systemy ciągłe: symplast i apoplast

Symplast i apoplast

W organizmie roślinnym można wyróżnić dwa systemy ciągłe, związane m. in. z transportem wody i powietrza.

- **Symplast**:
  - Cytoplazma sąsiadujących ze sobą komórek są ze sobą zwykle połączone dzięki plazmodesmom razem tworząc symplast.
  - Symplast może być podzielony na domeny czyli obszary wspólnej cytoplazmy ograniczonej ciągłą cytoplazmą.
  - W trakcie rozwoju zarodkowego, cały organizm stanowi, jedną domenę, później grupy komórek mogą izolować się od innych tworząc osobne domeny.
  - Izolacja domen może polegać na braku plazmodesm, lub na zablokowaniu ich funkcji integracyjnych.
- **Apoplast**:
  - Obszar rośliny poza symplastem nazywamy apoplastem.
  - Poza cytoplazmą woda znajduje się także w ścianach komórkowych i w przestrzeniach międzykomórkowych, ten system nazywamy apoplastem wodnym.
  - Woda przemieszcza się ścianami powoli.
  - Znacznie szybciej w elementach przewodzących drewna i w przestworach międzykomórkowych wypełnionych wodą (np. w jamach protoksylemowych), które razem tworzą superapoplast.
  - W roślinach występują także ystemy przestworów miedzykomórkowych i komór, wypełnionych powietrzem, który nazywamy apoplastem powietrznym

Ściana pierwotna a ściana wtórna

Ściana pierwotna

- powstaje podczas wzrostu komórki (lub jej części)
- odporna na rozciąganie
- przy słabszym rozciąganiu elastyczna → odwracalne odkształcenie
- przy większym naprężeniu zdolna do plastycznego rozciągania → nieodwracalne odkształcenie
- wiotka - mało odporna na ściskanie
- celuloza < 10% świeżej masy
- mikrofibryle położone równolegle do powierzchni – w pozostałych wymiarach w różnych kierunkach
- w trakcie wzrostu komórki pierwotne ułożenie mikrofibryli ulega zmianie
- dwa rodzaje ułożenia fibryli:
  - **siatkowaty** – nowe fibryle są układane poprzecznie do kierunku wzrostu komórki, później są rozciągane tak, że tworzą siatkę
  - **helikoidalny** – nowo tworzona warstwa mikrofibryli tworzy pewien kąt w stosunku do mikrofibryli poprzedniej warstewki, mikrofibryle są więc ułożone helikoidalnie, wzrost komórki powoduje zmniejszenie kąta nachylenia helisy względem osi komórki

Ściana wtórna

- powstaje po zakończeniu wzrostu komórki (lub jej części)
- celulozy jest więcej niż w ścianie pierwotnej
- układ mikrofibryli bardziej regularny niż w ścianie pierwotnej
- zwykle nierównomiernie wykształcona na całej powierzchni, powstają:
  - **jamki** – małe pola niezajęte ścianą wtórną
  - **listwy** – wydłużone zgrubienia wtórnej ściany (gdy są duże pola bez ściany wtórnej)
- mikrofibryle ułożone w obrębie warstw równolegle względem siebie – helikalnie w odniesieniu do osi komórek wydłużonych

Struktura ściany pierwotnej i wtórnej

Wyróżnia się trzy warstwy:

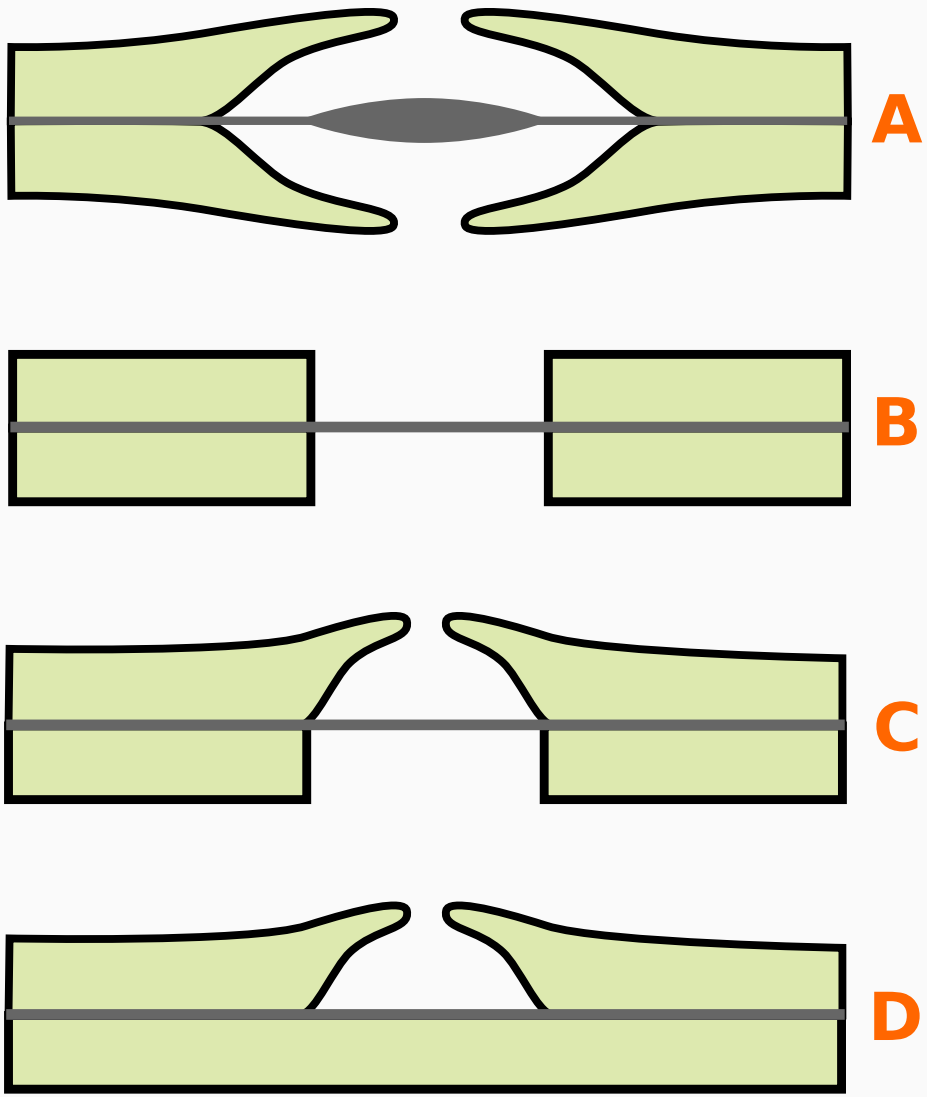
- zewnętrzną S_1 – cienka, mikrofibryle w kolejnych warstwach krzyżują się
- środkową S_2 – najgrubsza, we wszystkich lamellach układ mikrofibryli taki sam
- wewnętrzną S_3 – cienka, mniej stromy, często przeciwny, układ mikrofibryli niż w S_2

Pierwotne pole jamkowe

Pierwotne pole jamkowe to obszar pierwotnej ściany komórkowej, na którym znajduje się zagłębienie ze skupieniami plazmodesm. W tych miejscach nie odkłada się wtórna ściana komórkowa, w rezultacie powstają jamki.

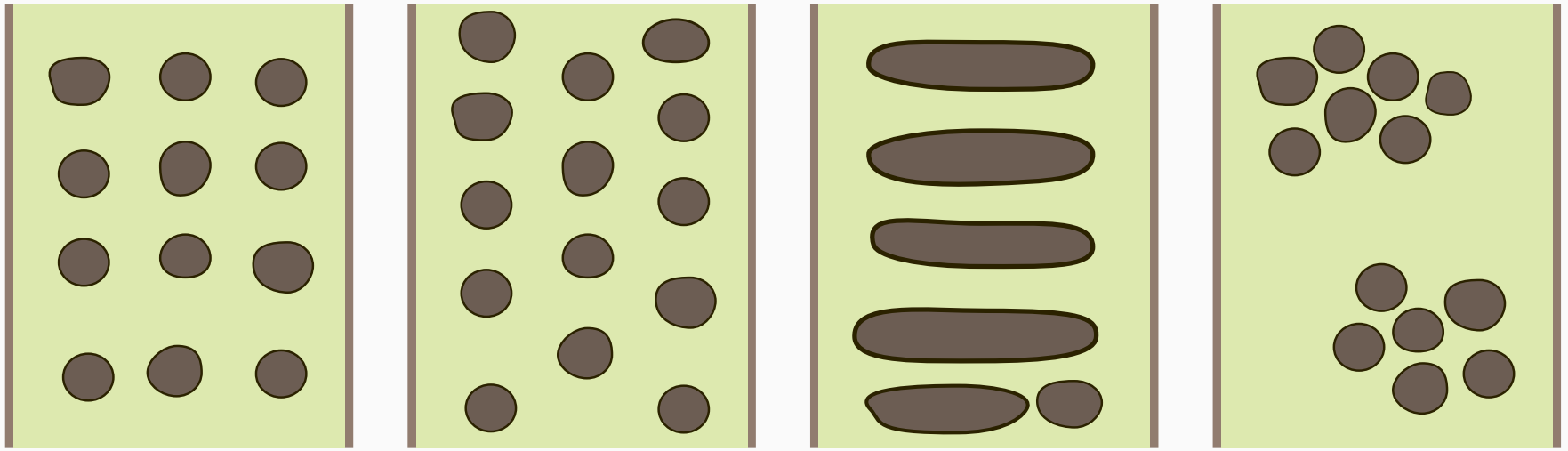
Jamki

Typy jamek



- A. Para jamek lejkowatych
- B. Para jamek prostych
- C. Para jamek półlejkowata (j. lejkowata i prosta)
- D. Jamka ślepa (lejkowata)

Typy jamkowania



- A. naprzeciwległe
- B. naprzemianległe
- C. drabinkowe
- D. sitowe

Modyfikacje ściany komórkowej

Modyfikacje ściany komórkowej

- **Inkrustacja**:
  proces odkładania się nowych substancji wewnątrz istniejącej ściany komórkowej.
  Przykłady substancji inkrustujących: lignina, garbniki, olejki eteryczne, żywice, woski, węglan wapnia, krzemionka.
- **Adkrustacja**:
  odkładanie na wewnętrzną powierzchnię ściany komórkowej substancji bezszkieletowych.
  Przykłady substancji adkrustujących: związki lipofilne (np. suberyna, kutyna, woski), związki hydrofilne typu wielocukrów (np. kaloza).

Modyfikacje ściany komórkowej: przykłady

- **korkowacenie ściany** – adkrustacja suberyną komórek korka
- **metakutynizacja** – adkrustacja suberyną komórek innych niż korka.
- **kutykularyzacja** – wytwarzanie warstwy kutyny
- **kutynizacja** – odkładanie warstewek kutyny wewnątrz ściany komórek skórki między warstwami zawierającymi celulozę.
- **drewnienie** - inkrustacja ligniną

Barwienie podwójne (przykład)

Karmin ałunowy + zieleń jodowa

- karmin ałunowy: Barwi na kolor czerwony celulozę → ściany komórkowe niezdrewniałe.
  Na przykład barwi tkanki:
  - miękiszowe
  - merystematyczne
  - kolenchymę
  - elementy przewodzące floemu
  - epidermę
- zieleń jodowa: Barwi na kolor zielony ligninę → ściany komórkowe zdrewniałe
  Na przykład barwi tkanki:
  - sklerenchymę
  - elementy przewodzące ksylemu

Sklerenchyma

Sklerenchyma

Podstawowe cechy sklerenchymy:

- Sklerenchyma jest tkanką wzmacniającą o wtórnych, zgrubiałych, zwykle zdrewniałych ścianach.
- Komórki sklerenchymy są zwykle martwe - obumierają po wytworzeniu grubych ścian wtórnych.
- Odporna na rozciąganie, ściskanie, zginanie, skręcanie, ścinanie - wytrzymałość nadają jej zgrubiałe ściany wtórne inkrustowane ligniną (zdrewniałe)

Rodzaje sklerenchymy

Wyróżnia się dwa podstawowe typy sklerenchymy: włókna i sklereidy

Włókna:

- silnie wydłużone komórki, zwykle zdrewniałe i posiadające zaostrzone końce.
- duża zawartość celulozy, ok. 50% ale nawet, u słabo lub niezdrewniałych nawet do 90%, np. u lnu(*Linum*)
- w niektórych przypadkach włókna mogą pozostać żywe, np. u tamaryszku bezlistnego (*Tamarix aphylla*)
- w ścianach występują jamki szczelinowe - lejkowate lub proste
- ze względu na miejsce występowania, można wyróżnić włókna:
  - **drzewne** - występujące w drewnie (ksylemie), ewolucyjnie pochodzące z cewek.
  - **łykowe** - występujące w łyku (floemie)
  - **kory pierwotnej** - występujące w korze pierwotnej roślin
  - **perywaskularne** - występują po wewnętrznej stronie granicy kory pierwotnej łodygi ale nie stykają się z łykiem wiązek przewodzących.
  - **liściowe** - występują w liściach: w ogonkach, towarzyszą wiązkom przewodzącym.
  - **typu włosków** - występują na niektórych nasionach, np. bawełny (*Gossypium*) lub po wewnętrznej stronie torebki u niektórych *Bombacadeae*.

Rodzaje sklerenchymy

Sklereidy:

- Posiadają zdrewniałe, zgrubiałe wtórne ściany komórkowe
- W ścianach występują jamki proste
- Komórki martwe lub żywe, gdy znajdują się w otoczeniu żywej tkanki miękiszowej.
- Mogą występować w formie gniazd, łupin (np. nasion, owoców), warstw, pojedynczo (**idioblasty**) lub tworzyć luźne struktury.
- Mają różnorodne kształty, na podstawie których wyróżnia się:
  - **brachysklereidy** (**komórki kamienne**) - w przybliżeniu kuliste (izodiametryczne)
  - **asterosklereidy** - rozgałęzione
  - **trichosklereidy** - rozgałęzione, nitkowate.
  - **osteosklereidy** - walcowate, rozszerzone na końcach
  - **makrosklereidy** - walcowate, ale bez rozszerzeń na końcach

Nymphea sp. - sklereidy

Pirus communis - sklereidy

Pirus communis - sklereidy

Przygotowanie preparatu

1. Przygotować szkiełko podstawowe.
2. Zdrapać nieco miąższu na szkiełko, rozdrobnić.
3. Dodać kroplę roztworu siarczanu aniliny - w razie kontaktu roztworu ze skórą, niezwłocznie zmyć.
4. Przykryć szkiełkiem nakrywkowym, obserwować zabarwione na żółto (barwienie ligniny) ściany komórkowe sklereidów.

Vinca minor - włókna

Vinca minor - włókna

Przygotowanie preparatu

1. Przygotować szkiełko podstawowe.
2. Uzyskać włókna w zademonstrowany sposób.
3. Położyć na szkiełko.
4. Dodać roztwór $ZnCl_2$
5. Z boku płynu dodać niewielką kroplę roztworu KI +I_2 - w razie kontaktu ze skórą roztworów, niezwłocznie spłukać.
6. Przykryć szkiełkiem nakrywkowym, obserwować zabarwione na niebiesko (ściana celulozowa, niezdrewniała) włókna.

Sambucus nigra - komórki korka

Sambucus nigra - komórki korka

Przygotowanie preparatu

1. Przygotować szkiełko podstawowe.
2. Położyć skrawki na szkiełko.
3. Dodać kroplę barwnika sudan III - w razie kontaktu ze skórą niezwłocznie zmyć.
4. Przykryć szkiełkiem nakrywkowym, obserwować zabarwione na czerwono (barwienie suberyny) ściany komórkowe korka.

Do przygotowania...

Do przygotowania na następne ćwiczenia

Tematyka: Budowa pędu w przekroju poprzecznym. Koncepcja stelarna, rodzaje stel. Budowa i rodzaje wiązek przewodzących. Wierzchołki wzrostu pędu, korpus i tunika.

- Budowa pędu w przekroju poprzecznym. Koncepcja stelarna, rodzaje stel. Budowa i rodzaje wiązek przewodzących:
  - Botanika – Morfologia (A. Szwejkowska...) str: 175 – 183
  - Anatomia i histogeneza... (Z. Hejnowicz) str: 98 – 100
- Wierzchołki wzrostu pędu, korpus i tunika.
  - Botanika – Morfologia (A. Szwejkowska...) str: 172 – 175
  - Anatomia i histogeneza... (Z. Hejnowicz) str: 507 – 522