

14. PERETELE CELULEI VEGETALE

În funcție de compoziția proteinelor și proteoglicidelor matricea extracelulară animală poate:

- facilita legarea, adeziunea celulă-celulă (ca în epitelii),
- forma o rețea de susținere (de ex. membrana bazală din epitelii) pe care celulele se pot divide
- determina rigiditatea și plasticitatea țesuturilor, în special țesuturile care au rol de legătură, (ca în tendon sau oase unde sunt puține celule).

Peretele celular al plantelor poate avea multe asemenea roluri, chiar dacă sunt alcătuite, în întregime din molecule diferite de acelea din matricea extracelulară animală.

Diviziunea celulelor în plante este limitată în regiuni specifice meristeme, incluzând vârful rădăcinii și a vârfului tulpiniței. Celulele tinere sunt legate prin pereți celulari primari subțiri care pot permite creșterea celulei în volum, elongarea celulei. După încetarea întinderii, creșterii peretele celular este generat de plasmalemă și îngroșat prin secreție și adăugarea de macromolecule la peretele celular primar, sau de obicei prin formarea peretelui celular secundar compus din câteva straturi.

În țesutul matur, ca și în xilem-vase ce conduc apa și sărurile minerale de la rădăcini prin tulpină spre frunze, corpul celulelor degenerază lăsând numai peretele celular.

Proprietățile unice ale lemnului și fibrelor vegetale ca și ale bumbacului se datoresc proprietăților moleculare ale pereților celulari în țesuturile de origine.

14.1. Structura pereților celulari

Pereții celulari sunt alcătuiți din puține tipuri de macromolecule. Toți pereții celulei vegetale conțin celuloză, un polizaharid din unități de glucoză. Ca și colagenul din tendoane, celuloza susține tensiunea peretelui. Fibrele celulozice sunt fixate și legate de o matrice ce conține alte două tipuri de polizaharide: hemiceluloză și pectină și, de asemenea, un grup de hidroxiprolin bogate în fibre glicoproteice. Compoziția și structura pereților celulari variază în diferite părți ale plantei și la diferite specii de plante. Noi vom trata structura peretelui celular cu celuloză ca moleculă predominantă.

Molecula de celuloză –

Moleculele de celuloză sunt polimeri liniari de glucoză legați prin legături glicozidice beta (1-4) ce determină polizaharidului o conformație complet extinsă; Aceasta este asociată de legarea moleculelor de glucoză într-un unghi de 180 grade cu molecula de glucoză anterioară. În contrast cu

glicogenul și amidonul unde legăturile glicozidice sunt de tip alfa (1- 4) ce determină un lanț răsucit helicoidal.

Moleculele de glucoză legate în fibre, numite microfibrile pot avea mulți um în lungime.

Legăturile de hidrogen multiple prin care moleculele celulozice și moleculele adiacente realizează microfibrile, formează un agregat aproape cristalin-

Alte molecule de polizaharide leagă celuloza pentru a forma complexul matriceal al peretelui celular multi stratificat. Studii biochimice ale polizaharidelor sunt dificile, deoarece ele sunt heterogene și frecvent insolubile, fiind strâns legate, fie perpendicular, fie în cruce cu poliglucidele.

Cele mai bune studii sunt cele asupra peretelui celular primar produs de celule de smochin în culturi de celule.

molecule de celuloză

mai multe molecule de celuloză
în micle

Micle

Microfibrilă

Fig.52.Structura celulozei în peretele celular (după Dornell și colab.,1991)

Hemicelulozele sunt strâns legate de polizaharide cu legături rigide în jur de 50 de tip beta (1 – 4) de zahăr de un singur tip. Hemicelulozele sunt legate prin legăturide hidrogen de suprafața microfibrilelor celulozice.

molecule de hemiceluloză

microfibrile de celuloză

Fig.53. Structura și conexiunile principalilor polimeri din peretele celuler primar (după Dornell și colab.,1991)

Microfibrilele de hemiceluloze prin ramificații leagă alți componenți ai matricei **pectinele**. Pectinele formează microfibrile care sunt formate din lanțuri scurte de beta (1 - 4) acid galacturonic. De aceste microfibrile se leagă lanțuri scurte de acid galacturonic care la capătul lor are leagă lanțuri scurte de ramnoză și acid galacturonic.

Pectinele ca acidul hialuronic conține zaharide multiple încărcate negativ. Ele leagă cationi de Ca^{++} sunt puternic hidrosolubile. Când sunt purificate ele leagă apa și formează gel, ce se utilizează în alimentație. Pectinele sunt adesea legate perpendicular pe hemiceluloze, astfel participă la formarea complexului de rețea al tuturor componenților pereților primari ai celulei. Această rețea formează stratul mijlociu al peretelui și asigură o legare strânsă a celulelor. Tratarea țesutului cu pectinază sau alte enzime ce degradează pectina determină separarea celulelor prinperetii celulari.

Peretele celular poate fi considerat o matrice, un gel, în care sunt fixate microfibrilele de celuloză.

Deoarece apa și ionii difuzează liber prin pereții celulelor, difuziunea particulelor cu un diametru mai mare de aprox.4 nm, incluzând și proteinele de aprox.20000 masă moleculară este redusă. Astfel se explică dimensiunile reduse ale moleculelor hormonilor vegetali și solubilitatea lor în apă.

Creșterea celulei la plantele superioare are loc, de multe ori prin creșterea în volum a citosolului. Intrarea apei în vacuole generează o presiune a turgescenței spre exterior și o parte localizată a peretelui primar va permite extinderea celulei într-o direcție anumită.

14.2. Formarea peretelui celular secundar

Peretele celular secundar al celulelor vegetale mature poate avea câteva straturi-filme, fiecare alcătuit din fibrile de celuloză paralele între ele, însă orientarea diferă de cea a filmelor adiacente. Alăturat peretelui primar ca un placaj de furnir se asigură rigiditatea peretelui.

plasmodesmă

citoplasmă

perete primar

lamela mijloc

membrana plasmatică

perete secundar multistratificat

lamela mijlocie

membrana plasmatică

perete primar

Fig. 54. Structura peretelui celular secundar (după Dornell și colab.1991)

Pereții celulari conțin **lignină** și o extensină **-hidroprolină** care este bogată în . glicoproteină. Cam 15% din pereții primari celulari pot avea extensină, o glicoproteină compusă din 300 de aminoacizi. Extensina conține o mare cantitate de hidroxiprolină (HYP) și aproape din lungimea ei o reprezintă variații a unei secvențe de patru aminoacizi. Ser-Hyp-Hyp-Hyp. Cele mai multe din hidroxiprolinone sunt glicozilate cu lanțuri a trei patru resturi de arabinoză și galactoză legate de serină. Astfel extensina, aprox. 65% glucidă și proteine ei formează un helix extins cu glucide orientate, atârinate spre exterior. Extensinele sunt secretate ca proteine solubile de către celule în perete unde sunt încorporate în rețeaua de polizaharide insolubile. Astfel crește rezistența peretelui celular.

Remodelarea peretelui celular pentru formarea structurilor specializate

La celulele la care procesul de diviziune a luat sfârșit, pe fața internă a peretelui celulozic primar se depun prin procesul de apozitie straturi noi de microfibrile celulozice și lignice care vor da naștere peretelui celular secundar. Peretele celular secundar are următoarele substanțe de constituție: celuloză, hemiceluloză, lignină, hexozani, substanțe pectice, proteine, lipide, substanțe minerale.

Pe lângă acești compuși, în cazuri particulare au loc modificări secundare ale peretelui celular:

- **cerificarea**, prin care se depun ceruri pe fața externă a peretelui celular, sintetizate de citoplasma celulelor epidermice. Astfel se diminuează pierderile de apă prin transpirație.
- **cutinizarea**, prin care se depune cutina pe fața externă a celulelor epidermice, care are permeabilitate scăzută pentru apă și gaze.
- **suberificarea**, depunerea de suberină pe peretele celular exterior sau a celulelor din vecinătatea celor lezate. Astfel se protejează țesuturile externe la lovituri mecanice și se izolează țesuturi atacate de microorganisme.
- **lignificarea** înseamnă impregnarea peretelui celular cu lignină, printre microfibrile de celuloză.
- **gelificarea**, producerea în exces a substanțelor pectice, care în contact cu apa formează mucilagii.
- **mineralizarea**, impregnarea peretelui celular cu SiO_2 și săruri de calciu asigurându-se rezistența mecanică a țesuturilor.

14. 2. 1. Remodelarea pentru formarea structurilor specializate: floemul și xilemul.

Chiar după ce peretele celulelor este format poate avea loc modificarea lui prin adăugarea, distrugerea sau reorganizarea moleculelor. Astfel de procese au loc în formarea vaselor lemnoase și liberiene..

În formarea xilemului cea mai remarcabilă modificare este distrugerea pereților de la capetele celulelor permițând formarea unui tub continuu. Apoi este depozitată lignină în pereții celulari, determinând rezistență și elasticitate.

Pereții vaselor de xilem sunt frecvent perforate permițând lichidelor să intre și să părăsească vasele.

În procesul de formare a floemului, plasmodesmele pereților de la capetele celulelor cu care sunt învecinate, se măresc formând pori mari ce permite mișcarea lichidului. Celulele floemului pierd nucleii și cele mai multe organele celulare și depind de nutrienții celulelor care le însoțesc cu care se leagă prin plasmodesme.

Perete celular primar

Perete celular perforat

Nucleu

Unitate a vasului
Vacuole

Peretele
de la capătul celulei

perete lignificat

xilem în dezvoltare

xilem matur

celulă însoțitoare

nucleu

vacuolă

perete celular

R.E. asociat cu

porii viitori ai lamei ciuruite

nucleu

vacuolă

Dezvoltarea tubului floemului

lama ciuruită

plasmodesme

celulă însoțitoare

celulă matură a floemului

B

Fig.55. Formarea xilemului (A) și a floemului (B). (după Dornell și colab.,1991)

S-a stabilit că în formarea peretelui celular un rol însemnat îl are aparatul Golgi și reticulul endoplasmic.

Peretele celulozic este mai elastic la celulele tinere și mai rigid la cele bătrâne.

Celuloza conferă peretelui celular rigiditate, iar hemiceluloza, substanțele pectice și proteice îi conferă elasticitate.

Oligozaharidele din pereții celulari acționează ca niște semnalizatori sau receptori.

Plantele sunt expuse continuu la acțiunea patogenă a funghiilor și bacteriilor, însă ele rezistă printr-un mecanism de sinteză a unor molecule organice denumit **fitoalexine**. Cele mai multe din aceste molecule sunt derivați ai fenolului. Plantele sintetizează aceste substanțe din aminoacizi aromatici ca **fenilalanină**. Fitoalexinele sunt foarte toxice pentru ciuperci, însă mai puțin pentru bacterii, în general. Enzimele care sintetizează fitoalexinele sunt active numai după infecție sau după alt stres, ca rănirea sau expunere la lumină ultravioletă. Fragmentele de oligozaharide din pereții celulari ai plantelor și bacteriilor au puterea unor semnalizatori care informează genele care codifică informația pentru sinteza de fitoalexine.

Planta răspunde la infecția ciupercii prin sinteza unei enzime **beta-glucozidază**, care hidrolizează parțial peretele celular al ciupercii care și care, la rândul ei generează alte molecule oligozaharidice cu capacități defensive ale plantelor.

Ca un rezultat al invaziei patogenicilor sau a altor acțiuni de stres, peretele celular poate fi parțial hidrolizat. Unii din produșii de hidroliză ca **acidul poligalacturonic**, derivat din pectina peretelui celular, sunt semnalizatori și inductori potențiali de sinteză de fitoalexine.

Astfel fragmentele de perete celular vegetal și al ciupercii pot acționa sinergic pentru activarea genelor defensive, împiedicând totodată și răspândirea patogenului la alte celule.

Pe lângă sinteza de fitoalexine plantele mai au și alte sisteme de apărare.

14.3. Întrebări

1. Peretele celular este prezent la :

- a. plantele verzi
- b. alge
- c. bacterii
- d. animale unicelulare
- e. alge albastre verzi

2. Peretele celular primar este alcătuit din:

- a. celuloză
- b. hemiceluloză
- c. substanțe pectice
- d. amidon
- e. calciu

3. Celuloza din peretele celulei tinere este dispusă

- a. în molecule fibrilare
- b. în molecule globulare
- c. în microfibrile aflate central
- d. alături de pectine legate prin punți de hidrogen

4. Celuloza în pereții celulari secundari :

- a. are mai multe straturi
- b. este însoțit de alte substanțe
- c. împregnată cu săruri de calciu
- d. are straturi noi de fibrile lignice

5. Prin remodelarea pereților celulari:

- a. se formează vasele conducătoare
- b. vasele lemnoase
- c. vasele liberiene
- d. floemul
- e. xilemul

1. Peretele celular are rol în:

- a. apărare
- b. secreție
- c. susținere
- d. solidarizare a celulelor

7. Celulele vaselor lemnoase:

- a. pierd vacuola centrală
- b. nu au pereți celulari la capătul celulelor învecinate
- c. au multe plasmodesme cu celulele învecinate
- d. provin din celulele meristematice ale xilemului
- e. nici o variantă nu este corectă

8. Celulele vaselor liberiene:

- a. pierd vacuola centrală
- b. la capătul celulelor învecinate peretele nu dispare complet
- c. apare lama ciuruită caracteristică
- d. are relații strânse cu celulele adiacente
- e. nici o variantă nu este corectă

9. Prin suberificare celule epidermice :

- a. devin mai rezistente la acțiunea factorilor infecțioși
- b. pereții exteriori se acoperă cu lignină
- c. evaporarea apei este încetinită
- d. se asigură reținerea apei în țesuturi

10. Care din afirmațiile următoare sunt adevărate:

- a. celuloza asigură elasticitatea pereților celulari
- b. pectinele și hemicelulozele asigură elasticitatea
- c. celuloza asigură rezistența pereților celulari
- d. oligozaharidele au rol de semnalizatori
- e. fitoalexinele sunt sintetizate de peretele celular

2. Fitoalexinele:

- a. apără celulele de acțiunea toxică a bacteriilor
- b. sunt sintetizate în ribozomi
- c. sinteza lor este declanșată de acțiunea bacteriilor

d. declanșează sinteza de oligozaharide