

A SZÁR VASTAGODÁSA

A FASZCIKULÁRIS ÉS/VAGY
INTERFASZCIKULÁRIS KAMBIUM MŰKÖDÉSE

Kambium

Két csoportja:

- Fuziform iniciális: nem jellemzők rá a tipikus merisztéma sejt sajátosságok, jóval differenciáltabb

Megnyúlt (akár mm-es hosszú is), kicsúcsosodó véggel, radiális irányban sokkal keskenyebb, mint tangenciális irányban

Osztódási időszakban a tangenciális fal egész vékony, míg nyugalmi fázisban megvastagszik

- Bélsugár iniciális: ellentétben a fuziform iniciállissal, nem egyedi sejt, hanem sejtcsoport, mindig annyi sejtből áll, ahány utódsejt jellemzi az adott faj bélsugarát

Lehet uniseriate, biseriate vagy multiseriate, attól függően, hány (1, 2 vagy sok) hosszanti sejtsorból áll

Többé-kevésbé kocka alakú sejtek

SZÁRVASTAGODÁSI TÍPUSOK

Tilia-típus (Hárs)	Helianthus-típus (Napraforgó)	Aristolochia-típus (Farkasalma)	Ricinus típus (Ricinus)
Zárt kambiumhenger az 1. vastagodási fo- lyamatban (vf)	A nyalábok között tág tér benne bélsugár. Az 1. vf során kis nyalábközi nyalábok, a 2. vf-ben egyesülése	A nyalábok között tág tér benne bélsugár. Sok osztódás után is megmarad bélsugár. Összeolvadás csak idős korban	Kezdetben nyalábok, az elsődleges fa és hancs idős korban is megmarad „bélkorona”, „hancskorona”
Zárt xilém gyűrű Zárt floém gyűrű Fás növényeink többsége	Zárt xilém gyűrű Zárt floém gyűrű A legtöbb lágyszárú, kétszikű	Zárt xilém gyűrű Zárt floém gyűrű Liánok	

AZ EGYSZIKŰKBEN ELŐFORDULÓ SZÁRVASTAGODÁS

- Az elsődleges periferiális vastagodási merisztéma (PPTM) kiterjedésével jön létre
- A PPTM lefelé kiterjed, és vékony kambiumréteget alkot az elsődleges nyalábokon kívül
- Periklináris osztódásokkal másodlagos szövetet termel **FŐLEG BEFELE**
- Csak kevés, és csak parenchima képződik **KIFELE**
- A befelé létrehozott parenchima („konjunktív szövet”) radiális kötegeket alkot
- Ebbe beleágyazva collaterális és amfivazális nyalábok keletkeznek
- Kevés floém van bennük
- A xilémekben nincs gyűrűs vagy helikális vastagodású tracheida, főleg lépcsős és gödörkés tracheidák találhatók benne,
- Cordyline*, *Dracaena*, *Yucca*

Egyszikűek védőszövete

Nem hoznak létre a kétszikűekre jellemző tipikus peridermát

- Kis termetű, lágyszárú fajoknál: egész életük folyamán megőrzik epidermiszüket + külső cortex sejtek fala szuberinizálódik, lignifikálódik



Együttesen védőréteg

- Másodlagos vastagodású egyszikűeknél: specializáltabb védőréteg

külső cortex régió**n** belül a parenchimasejtek merisztematikussá válnak és periklinális osztódással radiális sejtsorokat fűznek le → ezek fellom-szerűvé válnak (parásodnak)

Másodlagos bőrszövet

Gyarapodó fatest az epidermiszt, és később akár az elsődleges kérget is szétfeszíti. Állandósult epidermisz sejtek csak egy bizonyos határig képesek ellenállni a kerület növekedésének.

Kivételek

- Fél-élősködő fehér fagyöngy (*Viscum album*) epidermisze a növény egész élete (több év) folyamán épségben megmarad



Epidermisz sejtjei képesek a térfogatváltozást nyúlásos növekedésükkel ellensúlyozni

- Ritkán az epidermisz valamelyik sejtsora

(pl. ha az epidermisz többrétegű)

válik újra osztódóvá

A fellogén sejtek erősen vakuolizáltak, vékony falúak, nagyméretűek és csupán egyféle sejttípusból állnak

Periklinális falakkal osztódva kifelé fellom-ot, befelé fellodermát hoznak létre → dipleurikus.

Monopleurikus fellogén: csak kifelé fűződnek le para sejtek. A fellogén kifelé több sejtet produkál, mint befelé. A fellom + fellogén + felloderma = periderma.

Para réteg kialakulása után élelenné válik → cellulózfaiba szuberin, zsírszerű anyag rakódik be.

Ez „szigetelés” :a vizet, gázokat nem, vagy csak kismértékben engedi át.

Felloderma: az elsődleges kéreghez hasonló, plazmát tartalmazó parenchimasejtekből áll

Szár vastagodásával a peridermában szakadások jelennének meg, ha csak periklinális osztódások lennének, mivel az csak radiális sejtsorokat fűz le

Ezért antiklinális osztódások is lesznek, ez növeli a radiális sejtsorok számát → követni tudja a növekvő átmérőt

Harmadlagos bőrszövet

Ritidóma vagy héjkéreg

Több évig élő fás növényeknél a periderma sem marad fenn örökké → dilatáció tovább folytatódik, aminek eredményeként szétszakad

Ezért a parakambium egyre mélyebb és mélyebb szövetrétegekben alakul újra



Lassan elfogy az elsődleges kéreg parenchimaszövege és már csak a háncs élő elemeiből (háncsparenchima) jöhet létre. Ilyenkor már a háncs elhalt elemei is belekeverednek a kialakuló új bőrszövetbe.

Ritidómában anyagcsere-melléktermékek halmozódnak fel, pl. glikozidok, cserzőanyagok, kristályok, alkaloidok, gyanta stb → védekezés, az ember számára pedig gyógyszer-és fűszeralapanyagok lehetnek

Lenticellák

Peridermán kiemelkedések

Lazán kapcsolódó sejtekből áll (parenchima – élő!)



Átjárhatóságot biztosít a párologtatás és a gázcsere számára.

A mérsékelt égövön a fellogén csak a vegetációs időszakban fűzi le a laza parenchima sejteket, ősszel egy kompaktabb és parásodott falú sejtekből álló záróréteget hoz létre.

Két típus:

- 1.) csak homogén, viszonylag szorosan kapcsolódó töltősejtek alkotják (bodza)
- 2.) A töltősejtek nagyon lazán kapcsolódnak egymáshoz, így helybentartásukra a parakambium időnként egy kompakt, de a gázcserét biztosító intercellulárisokat tartalmazó záróréteget hoz létre (Gleditsia)

Mikroszkópi képen jól elkülönülnek a laza, porszerű töltősejtekből és a vastagodott falú sejtekből álló rétegek

Ahogy az újonnan keletkező töltősejtek feszítik a felettük lévő rétegeket, a külső zárórétegek felszakadnak, és az általuk bezárt töltősejtek kihullanak.

Egyszikűek védőszövede

Nem hoznak létre a kétszikűekre jellemző tipikus peridermát

- Kis termetű, lágyszárú fajoknál: egész életük folyamán megőrzik epidermiszüket + külső cortex sejtek fala szuberinizálódik, lignifikálódik



Együttesen védőréteg

- Másodlagos vastagodású egyszikűeknél: specializáltabb védőréteg

külső cortex régió belül a parenchimasejtek merisztematikussá válnak és periklinális osztódással rövid radiális sejtsorokat fűznek le → ezek fellom-szerűvé válnak (parásodnak)

- Több egyszikűnél az előzőhöz hasonló módon, de több egymást követő zóna alakul ki befelé, parásodott, radiális sejtsorokból

Hajtásmódosulatok

1.) Föld feletti hajtások: környezethez való alkalmazkodás, speciális feladatokra

2.) Föld alatti hajtások: lágyszárú növények



Vegetációs időszak végén a növénynek csak ez a föld alatti része marad életben

Tavasszal a rügyeiből kihajt



Szaporítóképlet, raktároz

1.) Föld feletti módosulatok

▪ Inda:

Vékony, hosszú szártagú hajtás

Kezdetben felfelé nő, mint egy oldalhajtás, majd lefelé hajlik

Vegetatív szaporítóképlet

Szamóca: náduszain lévő rügyekből hajtás fejlődik, legyökerezve új növény

Repkény is ilyen

▪ Kacs:

Kapaszkodásra módosult hajtás csavarodó hajtástengellyel

- Szárkacs: csúcsrügyből fejlődik (szőlő: szimpodialis elágazás csúcsrügyéből, mindig a levéllel ellentétes oldalon)

- Ágkacs: oldalrügyből (komló, golgotavirág)

▪ Tövis:

Védelemre módosult hajtás, leveleket, sőt virágokat is viselhet, el is ágazhat

-Szártövis: a hajtás csúcsrügyéből fejlődik (pl. vadvadkörte)

-Ágtövis: hónalj-rügyből alakul ki (kökény)

Nem tévesztendő össze a tüskével (pl. rózsa), ami csak bőrszöveti képlet (emergencia)

▪ Fillokládium

Levélszerű szár

Korlátozott növekedésű, fotoszintézisre módosult

Rajta levél és virág fejlődhet, elágazásokat nem tartalmaz

Csodabogyó (Ruscus)

▪ Kladódium: Asparagus

Egyes kaktuszokra jellemző (Opuntia)

Korlátlan növekedésű, ellaposodott szár, elágazhat. Nagy mennyiségű vizet tárol.

Jellemző rá a tömegéhez viszonyított kis felület.

▪ Sarjhagyma:

Oldalrügyekből kialakuló, megduzzadt szaporítóképlet

Lehullva meggyökeresedik → új növényé fejlődik

Kialakulhat:

- levélhóonaljban (hagymás fogasír – *Dentaria bulbifera*)
- virágzatban (hagyma, fokhagyma – *Allium*)
- Bizonyos esetekben a gyökér és a hajtás kifejlődése még a növényen megkezdődik (elevenzülés – vivipária)

Különleges módosulatok

Raktározó törzs (baobab vagy majomkenyérfa): vizet és tápanyagot

(Hamar szétkorhad → sok benne a parenchima)

Vastagságát tekintve a leghatalmasabb fa

2) Föld alatti módosulatok

▪ Gyöktörzs (rhizóma):

Felszín közelében növő hajtás

Intermódiumai rövidek levelei pikkelylevelek

Általában járulékos gyökereket visel és tápanyagot raktároz



Áttelelő képlet (mint a földalatti hajtások általában)

Növekedésük (elhelyezkedésük):

- vízszintes (plagiotrop)

Pl. Iris, Convallaria, páfrányok

- függőleges (ortotrop) (pitypang, lucerna) → ezek többnyire főgyökérben folytatódnak
- néha ferde (üröm, utifű)

- A rizóma növekedése lehet korlátlan (monopodiális elágazás):

A csúcsrügy biztosítja a növekedést, és a földfeletti hajtások az oldalrügyekből fejlődnek

Alig elágazó (pl. gyöngyvirág)

- korlátozott növekedésű (szimpodiális elágazás): a csúcsrügy hozza létre a földfeletti hajtást, a rizóma növekedését az oldalrügyek biztosítják

Földfeletti hajtás elpusztulásával a következő évben az új oldalág csúcsrügye hozza létre az új földfeletti hajtást

Szimpodiális elágazás nagyon bonyolult, szétágazó rizómát hoz létre (jól látható ez például a gyömbéren)

■ Tarack:

Hosszú szártagú, vékony, hajtás, elágazhat

Indához hasonlóan náduszain új hajtások és járulékos gyökerek fejlődnek

1 anyanövényből minden irányba futnak

Feldarabolva is életképes (kihajt)

Agresszíven terjeszkedhet, szaporodhat (vegetatív szaporítóképlet (pl. *Agropyron* – tarackbúza)

■ Hajtásgumó:

Megvastagodott, rövidszártagú földalatti, ritkábban közvetlen földfeletti (pl. karalábé) hajtás. Felületét periderma (fellom) borítja.

Apró, pikkelyszerű allevelek hónaljában rügyek → ezekből később földfeletti hajtások (esetleg tarackok fejlődhetnek)

Ággumó: a szár oldalágainak rügyeiből jön létre, gyökereket nem fejleszt (pl. burgonya, csicsóka)

A burgonyagumó felépítése

A peremen nyalábgűrű

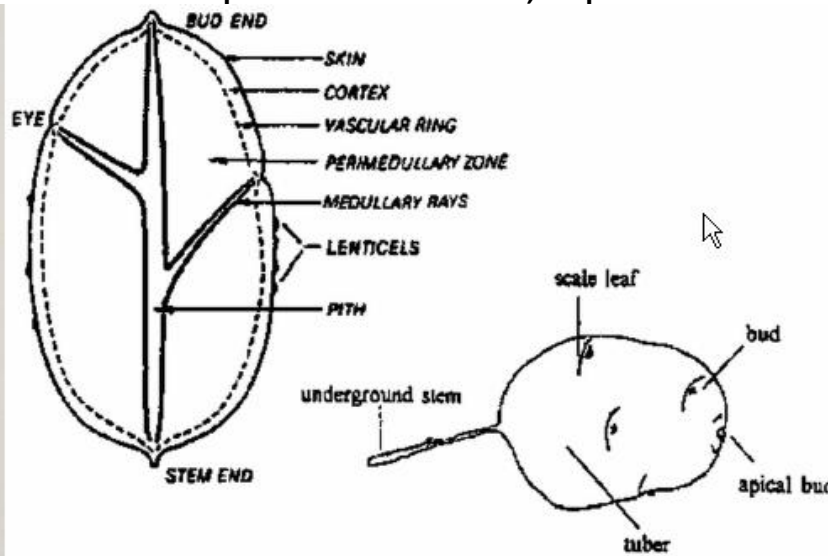
Kívülről befelé: periderma lenticellákkal: ez a hipodermális fellogén sejtrétegéből lesz

Alatta csak 1-2 sejt sor hasonló a tarack kollenchimatikus szövetére

Alatta kéregparenchima, majd nyalábok, premedulláris régió (ez adja a gumó nagy részét) és belül a bél

A bélszövet bár kezdetben gyorsan gyarapodik, később alárendelt szerepű lesz: kevesebb keményítőt, több vizet tartalmaz a környező szöveteknél

A keményítő főleg a bél körüli parenchimában, a premedulláris zónában halmozódik fel



A burgonyagumó kialakulása

Tarack csúcsából indul ki, több internódiumot is magába foglal

Csak sötétben (fényben zöld hajtás fejlődik belőle)

Kb 8 nódusz kell a vastagodás elindulásához → csúcstól távolabbi, leghosszabb internódium (8., ábrán 1.) kezd vastagodni (először tehát a tarack megnyúlása)

Mire eléri a végleges méretét, a csúcs felé egyre rövidülő internódiumok zöme a gumó csúcsi 2/3-án lesznek, az alapi 1/3 részen csak 2-3 marad
Ezt mutatja a „szemek” eloszlása is a gumón

Szórt állásúak, a gumók csúcsi részén csoportosulnak sűrűn

Kezdetben a tarack normál szerkezetű, összefüggő nyalábokkal a hossz tengely mentén. A gumóképzés a bélparenchima osztódásával kezdődik. Korán leáll a bél osztódása (kb 1 cm-s gumónál), ezután főleg a premedulláris régió osztódás vastagítja. A kortex vastagodása nem számottevő

A premedulláris régió intenzív osztódása miatt a szállítónyalábok szétszórt xilém és floém csoportokra válnak

Sejtosztódási folyamatok:

- Tarack megnyúlását antiklinális osztódások biztosítják
- Gumóképződés kezdetén (szubapikális régióban) periklinális osztódás
- Kb 1 cm átmérőt elérve leáll, főként sejtnyúlással (premedulláris régióban) éri el végleges méretét a gumó

Szárgumó: a főtengely tövének megvastagodása, rajta gyökerek fejlődnek

Mindig magánosan fordul elő (ciklámen, karalábé)

▪ Hagyma:

Módosult rügynek tekinthető, rövidszártagú hajtás

Nem egyszerűen húsos allevelek alkotják!!

Csíránövényből eredő levelek a föld fölé nyúlnak, idővel az alsó, földalatti részükben tápanyagot halmoznak fel



ez a rész elhúsosodik, a földfeletti rész fokozatosan elszárad → így a kialakult hagymában a nagyon rövid szártagú hajtást húsos pikkelylevelek veszik körül

Kívülről száraz, hártyás buroklevelek borítják (szintén levelek alsó részének maradványai)

A szár (tönk) alsó részén járulékos gyökerek erednek

A csúcsrügyből általában tőkocsány fejlődik → virág (pl.tulipán) vagy virágzat (pl vöröshagyma). A hagymában oldalrügyekből fiókhagymák alakulnak ki → szaporodás

Olyan levelek is vannak, amelyeket tényleges alleveleknek tekinthetünk, mert nem normál levelek alapi részének a maradványai, hanem a rügy belsejében már eleve megvastagodó, raktározó levélként fejlődnek ki.

Nem minden hagymában koncentrikusak a húsos pikkelylevelek



Liliom hagyma pl: nem koncentrikusak, lazább elhelyezkedésűek, átfedően helyezkednek el

Egész hagyma nem olyan kompakt, tömör

Nem borítja kívülről száraz buroklevél

■ Hagymagumó:

Raktározás nem a levelekben, hanem a vastag, húsos szárrészben történik

Kívül hártyaszerű buroklevelek

Közelebb áll a gumóhoz, de a buroklevelek miatt inkább a hagymához hasonlít

Új hajtásokhoz tartalékanyagait felhasználja, majd nyár végére új hagymagumókat hoz létre az eredeti mellett, míg az elpusztul.

Következő évben az új hagymagumóból fejlődik ki a növény.

Pl: kikerics (*Colchicum*), gladiólusz. *Crocus*

A geofiton életforma

Hosszú, száraz időszakokhoz és rövid vegetációs időszakhoz adaptálódtak

Kihhasználhatják a tavaszi időszakot vagy az őszit

Mivel már a talajban elindul fejlődésük, ehhez tápanyag raktározásra rendezkedtek be (nincsenek asszimiláló szerveik)

Gyakran először virágot hoznak, korábban, mint a többi tavaszi növény (ehhez ad elegendő tápanyagot a raktározó szerv), utána fejlesztenek leveleket, hogy visszapótolják a tápanyagot vagy új pl. fiókhagymát neveljenek

Teratómák

Növények szára elszalagosodik vagy a hajtáscsúcs rendellenes fejlődése miatt megcsavarodik

Öröklődhet is (pl akác, kőris, gyermekláncfű)

Nem pontosan ismert az oka, előidézhethi vírus, gomba, rovarok, növényvédőszer

MÓDOSULT HAJTÁSOK

FÖLD FELETTI

Inda: ibolya, szamóca, repkény

Szárkacs: szőlő

Ágkacs: komló, Golgotavirág

Szártövis: vadkörte

Ágtövis: kökény, Gleditsia

Fillokládium: Asparagus, csodabogyó

Kladódium: kaktuszok

Sarjhagyma: hagymás fogasír
hagyma virágzatban

Raktározó törzs: baobab
sivatag rózsája

Teratómák

FÖLD ALATTI

Gyöktörzs vízszintes: Iris, páfrányok

függőleges: pitypang, lucerna

korlátlan: gyöngyvirág

korlátozott: ginzeng

Tarack : tarackbúza

Hajtásgumó: burgonya

Szárgumó-hipokotil: gumós zeller

Szárgumó: ciklámen, karalábé

Hagyma(tönk) vöröshagyma

Hagymagumó: Crocus