

# **A SZÁR VASTAGODÁSA**

A FASZCIKULÁRIS ÉS/VAGY  
INTERFASZCIKULÁRIS KAMBIUM MŰKÖDÉSE

# Kambium

Különleges működés: osztódáskor az egyik leánysejt osztódó sejt marad, a másik alternálva vagy xilémet vagy floém elemet hoz létre. A xilém/floém arány is meghatározott, általában többször keletkezik xilém, mint floém.

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 folyamatban (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”, „hancs korona”
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 találhatóak benne,
- Cordyline*, *Dracaena*, *Yucca*

## **Az egyszikűek vastagodásában a „Másodlagos Vastagodási Merisztéma” (Secondary Thickening Meristem (STM)) is részt vesz.**

Általában periklinárisan osztódik, az új sejtek a szár középpontja felé fűződnek le. Szállítószöveti és parenchima elemek is differenciálódnak az STM leánysejtekből. A leánysejtek méretének növekedése vastagítja a szarat.

**A szállítóelemek koncentrikus, leptocentrikus nyalábokba rendeződnek, ez a Liliomféléknél gyakori (lásd pl. gyöngyvirág rizómája).**

**A pálmák hajtáscsúcsi merisztémája körül gyűrűszerűen helyezkedik el az elsődleges vastagodási merisztéma, ami parenchima szövetet és szállítónyalábokat hoz létre.** Lefelé a pálmatörzs periferiáján differenciálódik, ahol is a fentiekhez hasonlóan „másodlagos vastagodási merisztémának nevezik. Az újonnan képződött parenchima szövet és a nyalábok vastagítják a pálmatörzset. A merisztéma sejtek eloszlása és aktivitása oszlopszerű struktúrát eredményez.

A banán és néhány pálma törzsének vastagodásában a megmaradó és **elfásodó (szárölelő) levélalap** vesz részt.

**A bambusz szárának vastagsága fajra jellemző. A csúcsmerisztéma alatt található egy aktívan osztódó és differenciálódó zóna, amelynek aktivitása meghatározza a bambuszhajtás méreteit.**

**Amikor a bambuszhajtás kibújik a talajból (mint a rizóma oldalhajtása), több rétegű védőlevelek borítják. Ezek körbeveszik a fejlődő noduszokat és internodiumokat**

**Mindegyik levelet fejlesztő nodusz predeterminált a szárban, és teleszkóposan nő ki belőle az internodiumok növekedése révén.**

# Egyszikűek védőszöve

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 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 védőszövege

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



Szaporító szerv, 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. vadkörte)

-Ágtövis: hónalj-rügyből alakul ki (kökény)

Nem tévesztendő össze a tüskével (pl. rózsza), 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

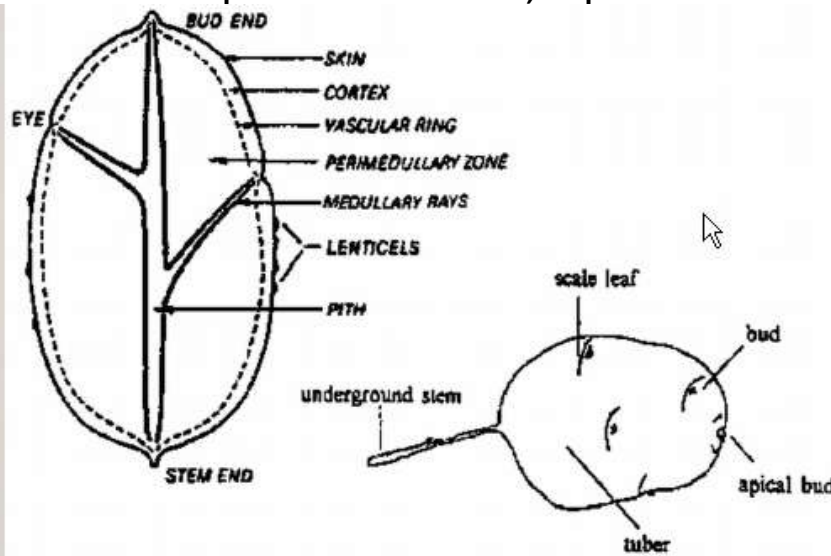
Kívülről befelé: periderma lenticellákkal: ez a hipodermális fellogén sejtrétegéből lesz

Alatta csak 1-2 sejtsor 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



Szárgumó: a főtenyél tövének megvastagodása, rajta gyökerek fejlődnek

Mindig magánosan fordul elő (ciklámen, karalábé)

## ▪ Hagyma:

Módosult rügynek tekinthető, rövidszártagú hajtás

Nem egyszerűen húsos allevelek alkotják!!

Csíránövénnyből 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 oldalrügyeiből 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