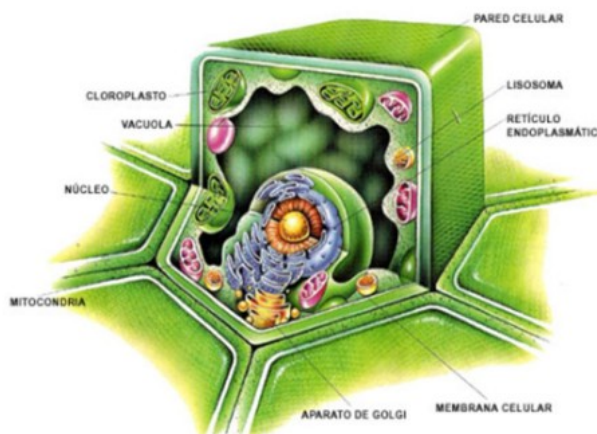


1.SARRERA: PARETA ZELULARRA

Funtzioak. Osagaiak. Biogenesia. Pareta motak.

Pareta zelularra, landare zelula guztien inguruan ageri den egitura zurruna da, besteak beste, babesa eta forma ematen diona. Landare zelula mota ugari existitzen direnez, pareta zelular mota asko ere aurki daitezke naturan, egitura ezberdinekin, eta ondorioz, funtzio ezberdinekin. Zelularen osagaiak ezagutzeak abantaila asko ekar ditzake, eta hona hemen adibide bat: lignina paretaren osagaietako bat da, zelulari zurruntasuna ematen diona baina aldi berean, papera egiteko industrietan prozesua zailagotzen duena. Lignina kantitatea ezagutuz, lignina gutxien daukan landarea hautatu daiteke papera egiteko. Pareta zelularra, zelularen produktuez dago eratua, zelulak berak jariatzen dituen produktuez, baina egitura bera hila da.



Gai honen barruan, pareta zelularren funtzioak, osagaiak, biogenesia eta esan bezala, pareta motak aztertuko dira.

FUNTZIOAK.

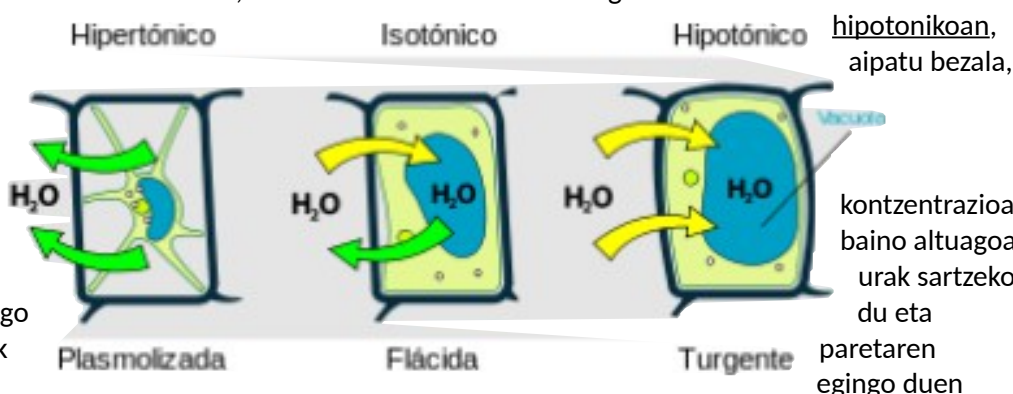
Funtzio garrantzitsuenen artean, **zurruntasuna (1)** dago. Beharrezkoa al da pareta zelularra? Egon daiteke pareta zelularrik ez duen landare zelularrik? Honi erantzuna emateko, oreka osmotikoaren inguruan egin behar da hausnarketa:

Jakina den bezala, landare zelula guztiek dute bakuoloa, zelularen gehiengoa okupatzen duena eta biltegitratze funtzioa daukana. Mantenugaiak edo erreserba sustantziak metatu arren, ura da proportzio handienez gordetzen duen molekula. Bakuoloa urez betea dagoenean, paretaren aurka egiten duen indarra oso potentea da, eta paretaren funtzioa egoera horretan, barrutik datorkion indarra eutsi eta konpentsatzea da. Euste prozesu horretan ematen dio paretak forma zelulari, eta forma bera mantenduko du bakuoloak urarekin egiten dion indarrak dirauen bitartean. Honekin lotuta, paretak landarearengan betetzen duen beste funtzio bat ur mugimenduaren erregulazioa (2) da.

Ingurune hipertoniko batean, zeinetan kanpoko kontzentrazioa barnekoa baino altuagoa den, ura bakuolotik irteten da eta urak sortzen duen indarrak ez dagoenez, paretak ez du inongo indarrak jasan edo eutsi behar, eta ez dio zelulari forma emango.

Ingurune
lehenago
barneko

kanpoko
denez,
joera izango
bakuoloak
kontra



indarra handia izango denez, paretak, indar hori eusten duen bitartean forma emango dio zelulari.

Ingurune isotonikoan, ordea, barne eta kanpo kontzentrazioak orekatuta daudenez, uraren fluxu netoa emango da eta bakuoloak ez duenez indarrrik eragingo paretaren aurka, honek ez du bere forma emateko funtzioa beteko, oreka egongo delako. Oreka egoera honetan, pareta zelularrak ez dionez formari eusten, esan genezake pareta beharrezkoa ez dela.

Soilik egoera honetan posiblea da pareta zelularrik gabeko landare zelulak, PROTOPLASTOAK, bizirautea, bakar-bakarrik egoera isosmotikoak dirauen bitartean.

Beti ulertu behar dugu paretaren "forma ematearen" propietate hau inguruneke oreka osmotikoa eta kontzentrazioak kontuan hartuta.

Zurruntasunarekin erlazionatuta, esan genezake pareta zelularrak **exoeskeleto (3)** gisa jokatzeko duela, kanpotik zelula eutsiz eta forma emanez. Pareta zelularren erdiko lamelak, ehun mailan zelulak elkarrekin itsatsita mantentzea baimentzen du. Paretaren propietate oso garrantzitsua, zurruntasuna emateaz gain, **malgutasun eta elastikotasun (4)** puntu bat eskaintzea ere bada, eta honi esker zelulak elkarri lotuak mantendu daitezke. Elastikotasun maila, paretaren konposizioaren arabera izango da.



Garrantzia handia ere badauka **garraio (5)** ehunetan, xileman eta floeman alegia. Xilemaren funtzioa sustraietatik xurgaturiko mantenugai mineralak eta ura landare osoan zehar hostoetaraino garraiatzea da, eta prozesu horretan ura grabitatearen aurka mugitzen da, izugarritzko tentsioa sortuz xilemako paretetan. Xilemako zelulak oso erresistenteak izan behar dira halako indarra jasateko, eta horregatik dute zelula hauek pareta zelular oso garatua. Floeman ere pareta espezializatua ageri da, funtzioa modu egokian betetzeko.

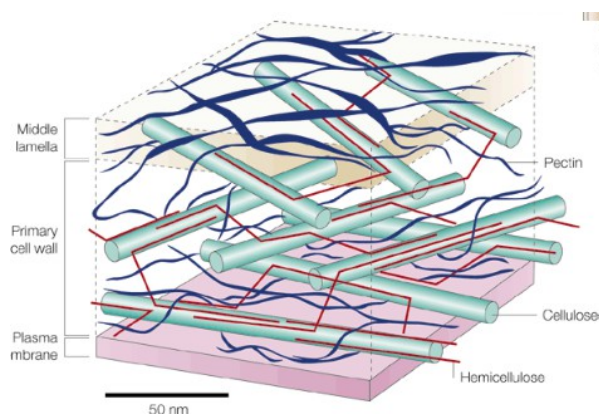
Pareta zelularrak ere **babesa (6)** eskaintzen dio zelulari, batez ere patogenoen aurka, bai birus, bakterio zein onddoen aurka. Horrez gain, makromolekula handien sarrera ekiditen du, barreiadurarako hesi bezala jardunez.

OSAGAIAK.

Pareta zelularren konposizioa asko aldatzen da funtzioaren eta garaiaren arabera; zelularen garapenean zehar bi pareta mota ager daitezke (zelula batzuetan soilik bat), **pareta primarioa** eta **sekundarioa**. Bakoitzak bere propietateak ditu eta funtzioaren arabera daude espezializatuak.

Organismoaren arabera ere, konposizio hau alda daiteke, adibidez, alga baten eta onddo baten pareta zelularrak ez du egitura ezta konposizio bera izango.

Hala ere, pareta zelularren konposizioan eskema orokor bat egitekotan, bi osagai nagusi daudela esan daiteke: **karbohidratoak** eta **proteinak**.

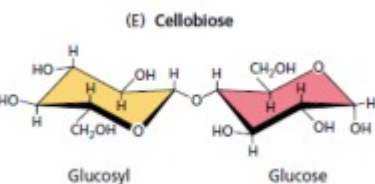


Karbohidratoen barnean, hiru makromolekula nagusi agertzen dira: zelulosa, hemizelulosa eta pektinak. Proteinen barnean, bi azpitalde bereiz daitezke: jarduera entzimatikoa duten proteinak eta egitura funtzioa duten proteinak.

Karbohidrato eta proteinez gain, pareta zelular batzuetan lignina topa dezakegu, konposatu fenoliko bat, zuraren agerpenean inplikatur dagoena. Proportzio baxuagoan ere, beste motatako konposatuak ager daitezke, hala nola, ezkoak, suberina eta kutina.

1.KARBOHIDRATOAK

- **ZELULOSA:** funtsezko karbohidratoa da, eta glukosazko monomeroak beta(1-4) loturaren bidez daude itsatsirik. Bi glukosen artean, lotura mota horrekin, zelobiosa izeneko disakaridoa eratzen da eta molekula honen kateek eratzen dituzte zelulosa kateak. Zelulosa kateak bata bestearen gainean kokatzen dira, hidrogeno loturen bidez lotuak, eta modu honetan mikrozuntzak eratzen dira, oso estuki



loturiko zelulosa kateak. Mikrozuntz paketatuek zuntzak eratzen dituzte, egitura askoz konpaktuagoak sortuz. Zelulosa kateek ez dute adarkadurarik sortzen, kateak linealak dira.

Oso egitura zurrunik eratzen dituzte, eta paketaio maila altuaren ondorioz, guk ez dugu entzimarik zuntz

horiek apurtu eta digeritu ahal izateko

(gure urdailean ez dago zelulasarik).

Elikagaietan jaten ditugun "fibrak" zelulosazko zuntzak

dira, eta dena kanporatzen dugu, ez dugulako digeritzeko modurik.

Munduan finkatzen den karbonoaren %50a zelulosaren sintesirako da. Hala ere, landare pareta mota asko dago. Onddoek adibidez, kitinazko pareta zelularra dute, ez zelulosazkoa. Kitina N-azetil glukosaminaren polimeroz dagoenez osatuta, nitrogenoa errazago finkatzen dute.

Landareen pareta soilik karbonoz dagoenez osatuta, haientzat zailagoa da nitrogenoa finkatzea eta laguntza behar dute (noduluak, esaterako).

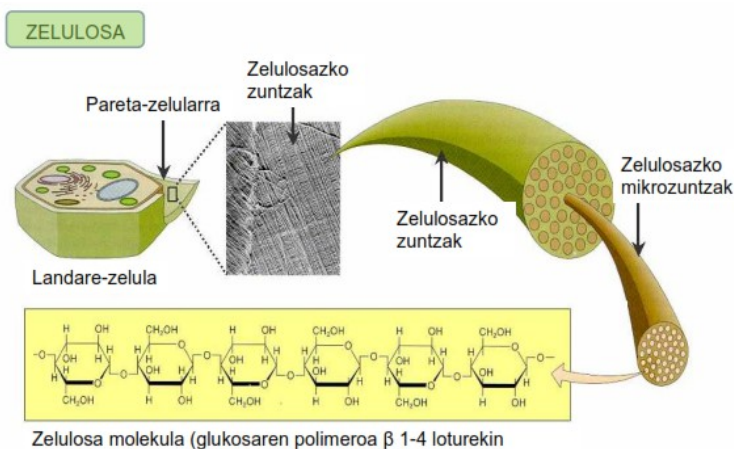
Landareen pareta soilik karbonoz dagoenez osatuta, haientzat zailagoa da nitrogenoa finkatzea eta laguntza behar dute (noduluak, esaterako).

Landareen pareta soilik karbonoz dagoenez osatuta, haientzat zailagoa da nitrogenoa finkatzea eta laguntza behar dute (noduluak, esaterako).

- **HEMIZELULOSA:** oinarritzko katean glukosak, manosak eta xilosak ageri ohi dira monomero gisa, pentosak eta hexosak, alegia. Konposatu adarkatua da, eta alde lineala eta alde adarkatua ezberdintzen dira.

Hemizelulosa konposatuaren funtzio nagusia zelulosa zuntzak elkarren artea lotzea da. Alde linealean, monomeroak beta(1-4) loturaren bidez daude lotuta, eta adarkadurak beta(1-6) loturaren bidez.

Adarkaduretan eta alde linealean agertzen diren monomeroak ez dira zertan berdinak izan behar, eta monomero batez baino gehiagoz egon daitezke osatuak, adibidez:



xiloglukanoan, atal linealean glukosa monomeroak beta(1-4) loturaren bidez agertuko dira eta atal adarkatuan, xilosak beta(1-6) loturaz. Patroi hau hemizelulosa molekula osoan zehar errepikatuko da.

Beste adibide bat

glukanoarabinoxilanoa da:

oinarrizko kate linealean, xilanoa beta(1-4) loturen bidez ageri dira.

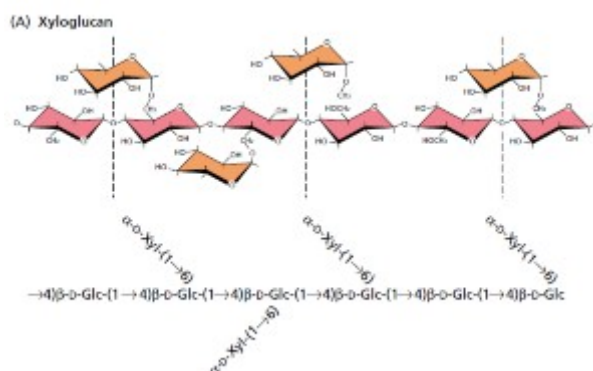
Adarkaduretan ordea, beta(1-6)

loturen bidez glukanoak eta

arabinosak agertuko dira.

Hemizelulosaren konposizioaren

arabera, ezaugarri ezberdinak eskeiniko dizkio paretara zelularrari, malguago edo zurrunago bihurtuz.



Ikerketa asko ari dira egiten hemizelulosen egitura eraldatu ahal izateko. Hemizelulosak ez badaude hain adarkatuak, zelulosen artean ez da horrenbesteko zurruntasunik egongo, eta zelulosaren deskonposaketa errazago eta arinago egingo da. Modu honetara, erregai fosilak bizkorrago lortu daitezke, deskonposizio prozesua arinago eman daitekeelako.

- **PEKTINAK:** pektinen funtzioa zelulosa eta hemizelulosa zuntzak gel moduan batu eta lotzea da. Pektina

heteropolisakarido mota bat da.

Karbohidrato molekulak dira, baina

hidroxilo taldearen ordez karboxilo

taldea aurkezten dute. Modu

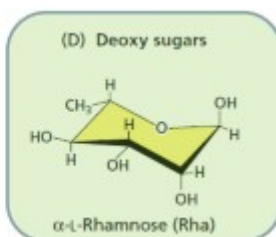
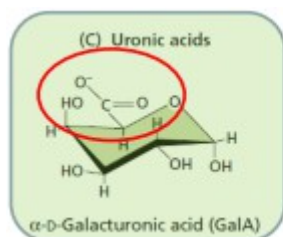
honetara azido uronikoak sortzen

dira. Pektinaren oinarritzko azido

uronikoa azido galakturonikoa da,

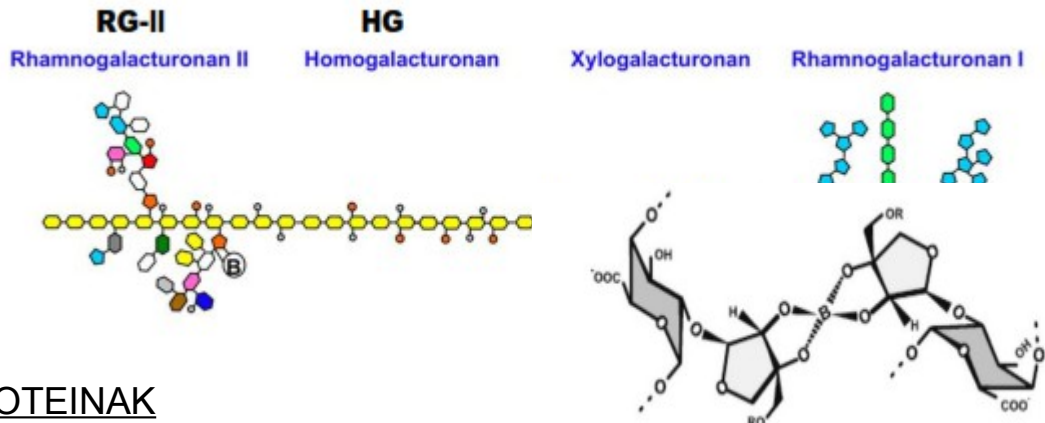
galaktosa karbohidratoa baina karboxilo molekularekin. Azido uronikoez gain,

desoxiazukreak ere sor daitezke (hidroxilo taldea galdu dutenak, ramnosak, adibidez).



Pektina moten artean honakoak ikusi ditugu klasean:

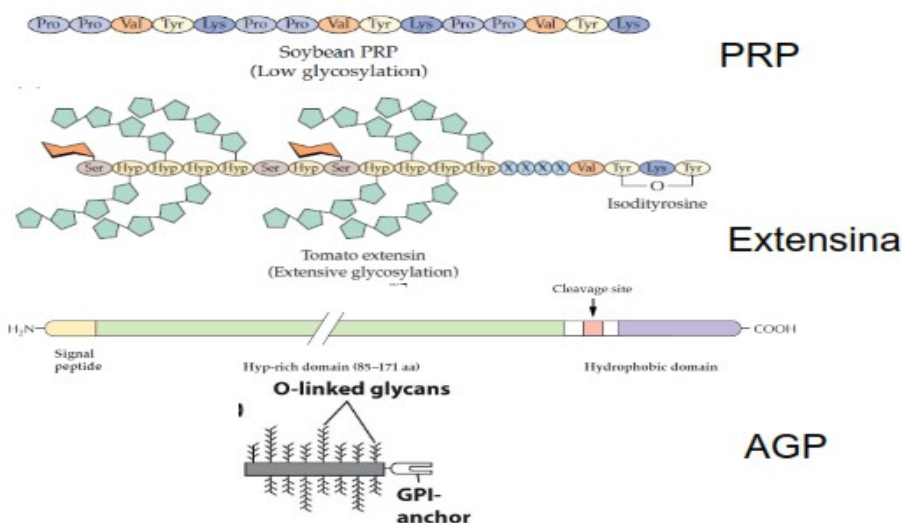
- **Homogalakturonanoa (HG):** soilik azido galakturonikoz osaturiko katea da, elkarren artean alfa(1-4) loturekin lotua. Azido taldeak, libre baldin badago, aukera ematen dio katioiekin loturak eratzeke, kaltzio do boroarekin adibidez, edo metilo taldeekin. Lotura jakin hauek momentu jakin batean, pHa jaisten denean, apurtu daitezke. loien eta azido galakturonikoen arteko lotura apurketa honek konsistentzia galera suposatzen du paretarentzat, gel egitura galtzen da, eta honek aukera ematen dio paretari hazkuntza emateko (honekin erlazionatuta daude **auxina** hormonak: ATPasak aktibatzean eta protoiak zelulatik paretara kanporatzean, pharen murrizketa hori ematen da, hazkuntza estimulatuz). Xilogalakturonanoa ere sor daiteke, xilosa monosakaridoa tartekatzen denean azido galakturonikoekin batera.
- **Ramnogalakturonanoa (RGI II):** azido galakturonikoa alfa(1-4) loturekin batua eta tarteka ramnosa eta arabinosa monosakaridoak agertzen dira, besteak beste. Boratoarekin loturak eta zubiak eratu ditzake, eta paretari zurruntasuna eskaintzen dio.



2.PROTEINAK

Aurretik esan bezala, bi proteina mota bereiz daitezke paretan zelularrean: entzima funtzioa duten proteinak eta egitura funtzioa daukaten proteinak.

- EGITURA PROTEINAK: egitura proteinen artean beste bi mota bereiz daitezke: **GRPak** (Glysin Rich Proteins) edo glizinan aberatsak direnak, eta **HRGPak** (Hydroxiprolin Rich GlycoProteins) edo hidroxiprolinan aberatsak direnak. Azken talde honetan sartzen diren proteinak, hidroxiprolinaz gain beste konposatu batzuetan ere dira aberatsak:
 - PRPak** (Proline Rich Proteins): prolinan aberatsak diren egiturazko proteinak.
 - AGPak** (Arabinogalacton Proteins): arabinogalaktanoan aberatsak diren proteinak.
 - Extensina**, hidroxiprolinan bereziki aberatsa dena.



Proteina hauen funtzioa paretan zelularrean egitura ematea da eta modu ez-zuzenean hazkuntzaz ere arduratzen dira. Paretaren proteina motaren arabera, hazteko gaitasun maila ezberdina izango du. Adibidez, zelula helduetan extensina proteinaren kontzentrazio altuek murriztu egiten dute paretan horren hazteko ahalmena.

- PROTEINA ENTZIMATIKOAK:** orokorrean, hazkuntzarekin erlazionaturik daude. Proteina hauen artean bi entzima nagusi bereizten dira:
 - XET** (Xiloglukano Endotrans Glikosilasa): xiloglukanoaren katea luzatzea eragiten du, eta honek zelulosazko zuntzak banatzea bultzatzen du.
 - Expansina:** luzapenaren arduraduna da. pHa murrizten denean, expansinak lotura ez kobalenteak apurtzen ditu eta hazkuntzan parte hartzen du.

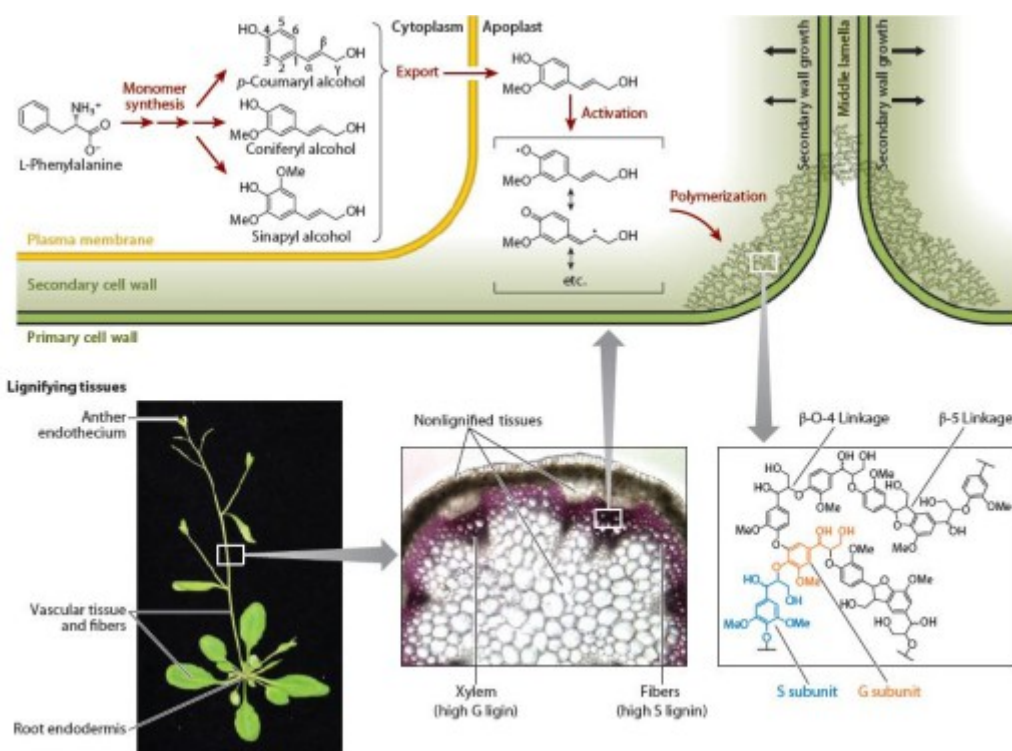
3.LIGNINA

Konposatu fenoliko bat da, aromatikoa. Landareetan, polisakaridoen ostean gehien agertzen den molekula da. Mundu mailan finkatzen den karbonoaren zati handi bat ligninaren sintesira bideratuta dago. Azido shikimikoaren bidezidorraren bidez sintetizatzen da, PEP (Fosfoenolpirubato) eta eritrosa 4-fosfatotik abiatuta.

Paretak daukan zurruntasuna, besteak beste, ligninari esker da.

Ligninaren monomero nagusiak honakoak dira: **kumarinikoa** edo H lignina, **koniferikoa** edo G lignina, eta **sinafilikoa** edo S lignina.

Monomeroak zelula barnean sintetizatzen dira eta ondoren kanporatu egiten dira paretarantz. Kanpoan daudela, aktibatu egiten dira deshidrogenazio erreakzio baten bidez, eta -OH taldeak hidrogenoa galtzen du. Behin deshidrogenatuak, 3 monomeroak zoriz polimerizatzen hasten dira.



Zorizko polimerizazio honek, landare zelula batetik bestera ligninaren egitura ezberdina izatea sortzen du. Monomero ezberdinek, lignina egitura ezberdinak sortuko dituzte eta honek liseriketaren egitura ezberdina izatea ere sortzen du.

Lignina pareta sekundarioan eratzen hasten denean, pareta primarioan urak daukan lekua hartzen du. Zelulosazko zuntzei lotzen hasten da, eta oso geruza hidrofobiko eta liserigaitza sortzen du.

4.BESTE KONPOSATU BATZUK

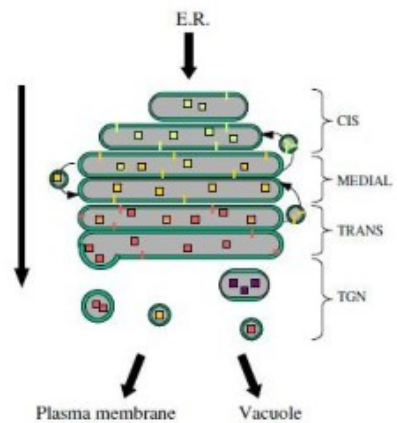
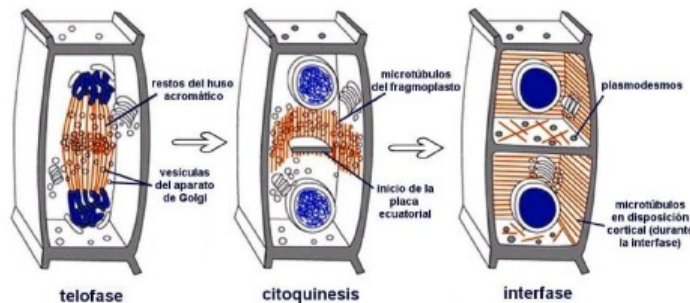
Kate luzeko gantz azidoak dira, oso hidrofobikoak, eta kanpo ingurunearekin kontaktuan daude. **Ezkoak**, **suberinak** eta **kutinak** bakarrik agertzen dira kanpo ingurunearekin kontaktuan dauden ehunetako zeluletan.

Ekisetetan eta gramineoen talde batzuetan, **silizeoa** agertzen da paretetan, eta honek kristalak eratzen ditu, gero moztan dutenak (horregatik gramineo batzuk hartzean moztan gara).

BIOGENESIA.

Pareta zelularren biogenesia beharrezkoa da lehenik mintza agertzea, gero pareta sortzeko. Pareta zelularra zatiketa zelularrean hasten da.

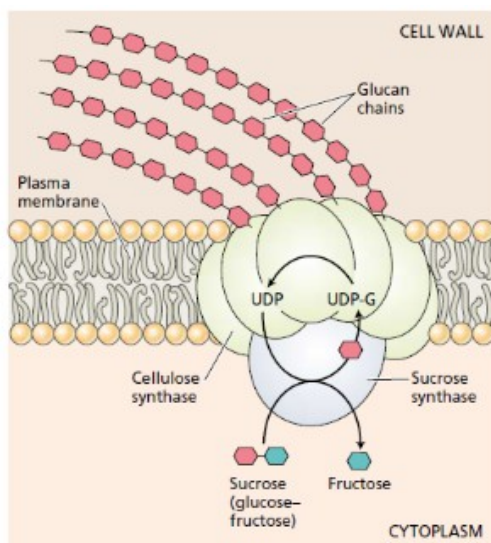
Proteinak Erretikulu Endoplasmatikotik lortzen dira, eta Golgi aparatura garraiatzen dira. Telofasean, zelula alaben bi nukleoak nahiko banatuak daude dagoeneko eta Golgitik datozen besikulak (proteina eta zenbait polisakaridorekin) fusionatzen hasten dira eta bi nukleoaren artean metatzen dira, zatiketan parte hartzen duten mikrotubuluaren laguntzaz. Besikula fusionatuek osatzen duten egiturari **fragmoplasto** deitzen zaio, eta zelularen erditik periferiarantz hedatzen da horizontalki, zelularen ertzetara heldu arte.



Esan bezala, proteinak eta zenbait polisakarido EE-tik eta GA-tik datoz, baina zelulosak ez du bide bera jarraitzen. Mintz plasmatikoa zenbait lekutan

konplexu entzimatikoa bat agertzen da, zelulosa sintetasa deitua. Zelulosa sintetasa mintzean txertaturiko proteina integrala da, erroseta formakoa eta mintzean zehar mugitzeko gaitasuna dauka.

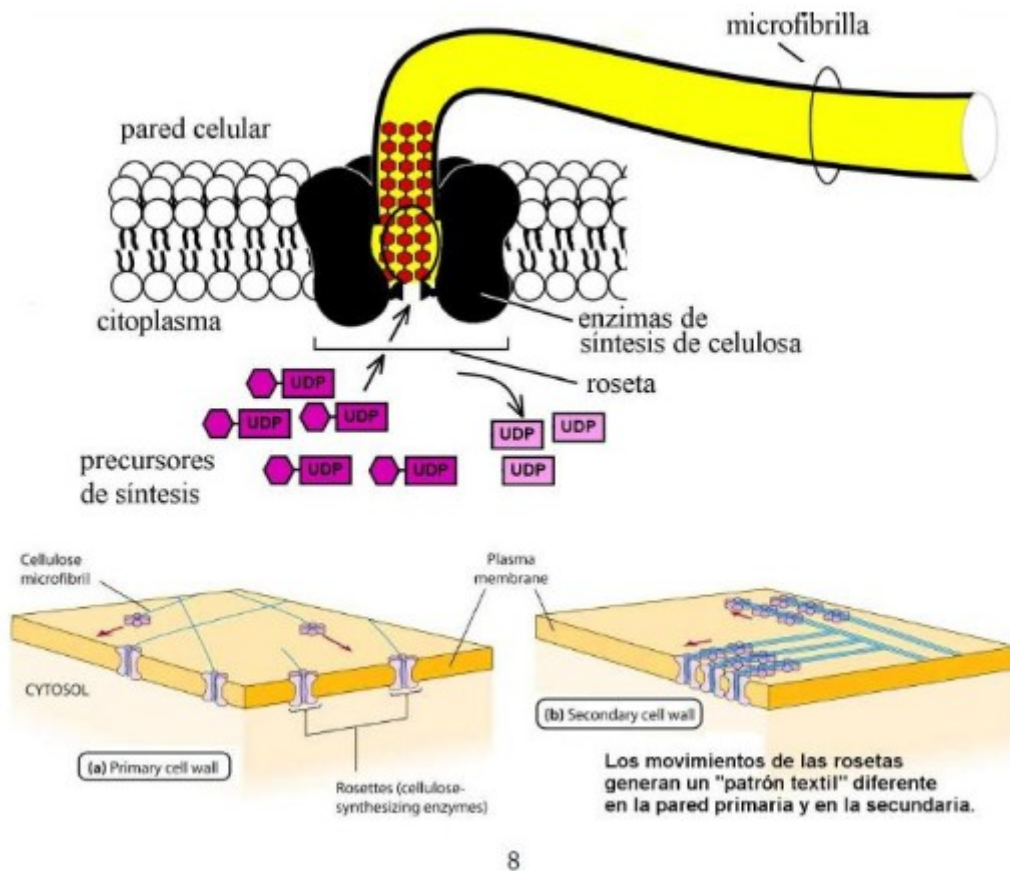
Zelulosa sintasarekin asoziatuta sakarosa sintetasa dago. Sakarosa bere konplexura iristean, honek hidrolizatu fruktosa eta glukosa lortzen dira. Glukosa hau zelulosa sintasari esker aktibatu egiten da UDP (Uridina difosfato) molekulari lotzean, eta behin aktibatuta, zelulosa kateak sortzen hasten da. Zelulosa hau mintzetik kanpoalderantz eratzen da. Konplexu honek, erroseta forma du eta bertatik ez da kate bakarra ateratzen, kate asko baizik.



Zuntzen orientazioa benetan garrantzitsua da. Ez da gauza bera zuntzak paraleloan edo era elkargurutzatuan agertzea, zurruntasunarekin oso lotua baitago. Orientazio hau, zelula barneko mikrotubuluak gidatzen dute. Zelulosa zuntzak mikrotubuluakiko paraleloki eratzen dira, eta esan bezala, oso baldintza garrantzitsua da zurruntasuna eta egitura ondo zehazteko.

Pareta eratzen ari denean, gerta daiteke hutsune edo zuloak sortzea. Hauei plasmodesmo deitzen aie, eta zelularen zitoplasma konektatu egiten dituzte. Pareta eratzen den heinean, mikrotubuluak tartekatuta geratzen dira eta behin pareta eratua dagoenean eta mikrotubuluak desagertzean, zuloak bertan geratzen dira, zelulak

elkar konektatuz. Zitoplasmaren jarraitasunari sinplasto deitzen zaio, eta zitoplasmen kontaktuan ez dagoenari (zelulen kanpoko aldeari) apoplasto.

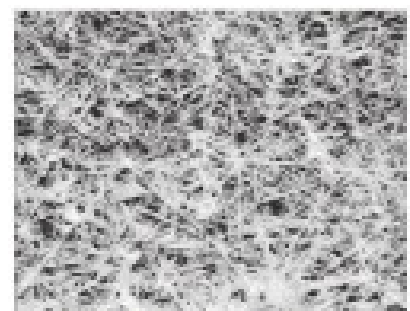


8

PARETA MOTAK.

Pareta primaria eta sekundarioa bereizten dira landare zeluletan, baina ez dute zertan beti biek agertu behar. Hainbat zeluletan, orokorrean funtzioaren arabera, soilik pareta primaria ager daiteke.

- ❖ **Pareta primaria:** zuntzak ez daude orientatuta eta honek elastikotasuna eskaintzen dio. Zelula gazteetan eta zatitzeko zein hazteko gaitasuna duten zelula guztietan pareta primaria agertzen da. Gogoratu hazkuntza emateko beharrezkoak direla pH aldaketak, eta pareta primarioak aldaketa horiek jasan ditzake.
- ❖ **Pareta sekundarioa:** geruza jakin bateko zuntzak modu paraleloan daude orientatuta, eta azpiko zein goiko geruzak paraleloan ere egon arren, aurreko geruzarekiko perpendikularki daude kokatuak. Pareta sekundarioak konpaktazio maila oso altua dauka. Hazteko gaitasuna galdu duten zeluletan eta zelula hiletan agertuko da pareta mota hau, adibidez, xilemako trakeida eta trakeetan. Esklerenkiman ere agertzen da, egitura funtzioa betetzen duten zeluletan.



Pared Primaria

Pareta primarioa da beti lehena sortzen, landare zelula guztiek daukatena. Pareta sekundarioa eratzen denean, mintzetik gertuen geratzen da eta primarioa kanporantz desplazatzen du. Zelulen artean lamela agertzen da, zelulak elkarren artean itsasten dituen.

Xilema eta floemako paretek zurruntasun ezberdina dute. Floeman ez dao ligninarik, ez dira hain gogorrak



eta urte batetik bestera degradatu

egiten dira. Degradatzearen ondorioz, zuhaitz enborren zehartebakiak behatzean, geruza fina ikusi daiteke, floema geruzak kolapsatzen direlako.

Zenbat eta klima hobeagoa izan, eraztun handiagoak behatu daitezke, gehiago hazten direlako baldintza faboragarrietan.

Paretaren osagai ezberdinek mugatu egiten dute ehun baten sendotasuna eta zurruntasuna.



Pared Secundaria