

13. SENESZENTZIA ETA ABSZISIOA

Zelulen heriotz programatua. Seneszentzia prozesua. Erregulatzaileak. Abszizio prozesua.

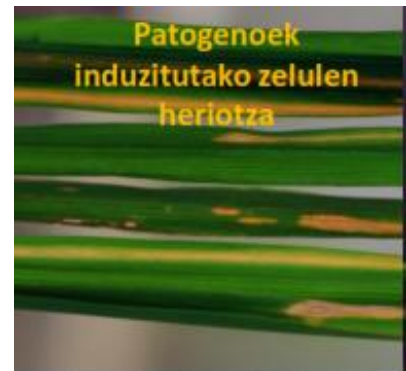
Seneszentzia eta zelulen heriotz programatua kontzeptu ezberdinak dira, eta ez dira nahasi behar.

Zelulen heriotz programatua, prozesu oso lokalizatua da, eta bertan zelula gutxi batzuk heriotzara bideratzen dira. Nahiko prozesu arina izaten da. Hala ere, landarearen biziraupenerako prozesu beharrezkoa da; modu honetara sortzen dira aerenkima edo xilema. Faktore ezberdinek eragin dezakete zelula baten apoptosia: patogenoak, ingurumen estresak eta garapen prozesuak.

Garapenean zeharreko heriotza



Zelulen heriotz programatua, adibidez, patogenoen inbasio baten aurrean jar daiteke martxan. Birus edo bakterio batek landarea infektatzean, landareak patogenoaren inguruko zelulak apoptosira bideratzen ditu, patogenoa isolatuz. Modu honetara, leku konkretu horietan heriotza programatuz, patogenoa hiltzea lortzen da eta gainontzeko organoek bizirik jarraitzeko aukera dute.



Seneszentzia prozesuak ere zelula batzuen heriotza dakarren arren, ez du inolako zerikusirik. Landarearen bizi zikloko hurrengo pausu bat da, birziklapen prozesu bat. Prozesu geldo eta sistemikoa da, eta bertan, nutrienteen mobilizazioa eta birziklapena ematen da, beste leku batzuetara bideratuz eta bertan metatuz. Zahartzaroan ere seneszentzia eman daitekeen arren, ez da seneszentzia emateko arrazoi bakarra.



Izugarri erregulatua dagoen prozesua da, ehunka gene inplikaturik baitaude erregulazioan. Prozesu ordenatu eta sekuentziala da, eta ez da azken fasea bezala interpretatu behar, bizi zikloko beste fase baten moduan baizik.

Seneszentziaren mugatzaileak:

- **Adina** seneszentziaren erantzulea izan daiteke, baina kontuan hartu behar da ez dela arrazoi bakarra. Hala ere, zahartzaroarengatik ematen denean seneszentzia prozesua, **seneszentzia sekuentziala** deitzen zaio.



- Urteko landare batean, **ugalketa** ematen denean, seneszentzia hasi daiteke eta landare osoa hiltzen bada horren ostean, **seneszentzia monokarpikoa** (irudikoa) deitzen zaio.

Landare biurtekarietan, behin ugalketa ematen denean, udazkena edo negua hastean, hostoak galtzen dira eta landareak bizirauten du. Honi **seneszentzia polikarpikoa** deitzen zaio.

- Gerta daiteke faktorea exogenoa izatea, **klimatikoa** adibidez, edo tenperatura baxuak, argi falta... Prozesu honi **urteko sasoiaren arabera seneszentzia** da.

SENESZENTZIA PROZESUA

Seneszentzia ez da (beti) zahartzaroarekin loturiko prozesu bat, **birziklapen** prozesua da. Laburbilduz, esan genezake seneszentzia prozesuan hostoetako karbohidratoak, mineralak eta proteinak birziklatu egiten direla beste organoetara eramateko. Zelulosa da birziklatzen ez den osagai bakarra, eta zelulak soilik paretarekin geratzen dira.

Landarea urtekoa baldin bada, hostoetatik birziklaturiko osagai guztiak hazira bideratzen dira; landarea iraunkorra bada, mantenugaiak sustrai edo zurtoinera bideratzen dira. Guztia zelulosa izan ezik errekuuperatzen da, eta aurretik esan bezala, genetikoki erregulaturiko prozesu oso garrantzitsua da.

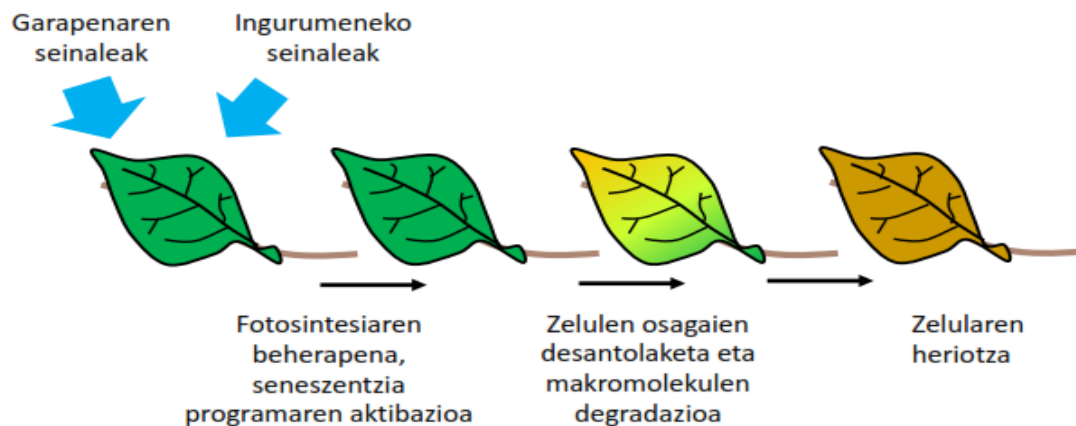
Orden konkretu batean eta era sekuentzial batean ematen da seneszentzia.

Hiru fasetan banatu daiteke seneszentzia prozesua:

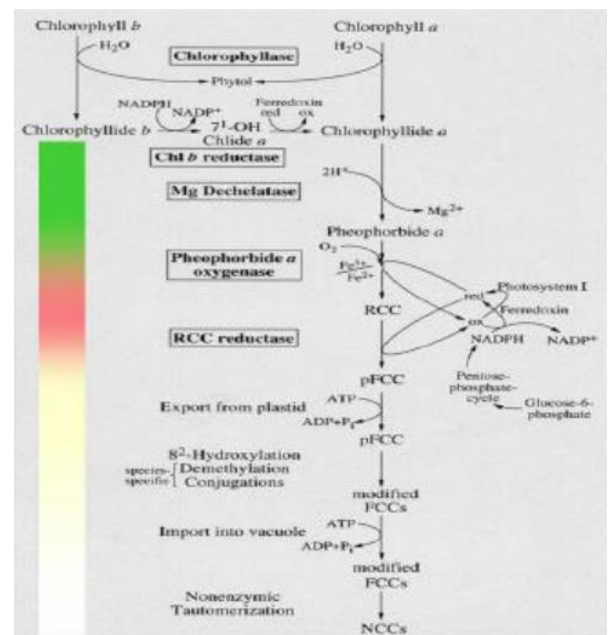
1. Hasiera fasea: fotosintesi tasa murriztu egiten da, eta seneszentzia programa aktibatu egiten da, genetikoki oso erregulatua dagoena (>800 gene).

2. Degenerazio fasea: zelulen osagaien desantolaketa ematen da, makromolekulen degradazioarekin batera.

3. Fase terminala: zelulak "hustearen" ondorioz, zelulak hiltzen dira.



Lehenengo fasean, hostoek aldaketak jasaten dituzte. Ingurunekeo seinale bat (tenperatura ezegokia, argi gehiegi edo gutxiegi, mineralen eskasia,...) edo garapenaren seinale bat (adina, ugalketa,...) jasotzen dutenean, fotosintesi tasa murriztu egiten dute, eta seneszentzia programa aktibatu egiten da, 800 gene ezberdin baino gehiagoz osatua dagoena. Gene gehienak erregulatzaileak dira, transkripzio faktoreen kodetzaileak adibidez. Helduaroan hostoek iturri gisa jokatzaren dute, baina seneszentzian normalean baino iturri garrantzitsuagoa suposatuko dute landarearentzat, ez direlako soilik karbohidratoak garraiatzen, proteina, mineralak eta bestelakoak ere.



Degradatzen diren lehen organuluak kloroplastoak dira, eta nukleoa, mintzak eta mitokondriak izango dira azkenak. Izan ere, nahiz eta degradazio prozesu bat izan, mitokondriek ekoizturiko ATParen beharra dago, molekulak kanporatzen direnez mintzen presentzia beharrezkoa da, eta genetikoki oso prozesu erregulatua izateagatik, nukleok funtzionatzen jarraitu behar du.

Zeluletako proteinen %40a Errubisko entzimak osatzen du, eta hau izango degradatzen den lehen entzima; ondoren, nukleasak hasiko dira degradatzen.

Kloroplastoekin batera klorofilak degradatzen dira. Seneszentzia birziklapen prozesua izanik, landareak pigmentutik ahal duen guztia aprobetxatuko du. Klorofilaren degradazioa, lehen galtzen dena fitol taldea da, klorofilasa entzimaren laguntzaz, eraztun tetrapirrolikoaren eta fitol taldearen arteko lotura apurtzen duena. Fitol talderik gabe, klorofilida egoeran geratzen da, eta magnesio-dekelatasa entzimak eraztunaren erdian dagoen magnesioa askatzen du. Azkenik, oxigenasa entzima batek, geratzen den eraztun tetrapirrolikoa zabaldu eta lineal bihurtzen du.

Eraztunaren hondakin hori bakuolara garraiatzen da, eta bertatik, landare motaren arabera, beste organoetara bideratzen da. Bakuoloa gero eta handiago bihurtzen da klorofilaren hondakinak sartzen diren heinean.

Oso ohikoa da seneszentzian dauden hostoetan beste kolore batzuk agertzea, gorriak edo marroiak, esaterako. Antozianina pigmentuei esker lortzen dira kolore hauek, eta landareak babes-mekanismo gisa sintetizatzen ditu.



Klorofilen degradazioan, elektroiei garraio kateak ez dute ondo funtzionatzen, eta klorofilak kitzikatzen baldin badira, ROSak (Reactive Oxygen Species) sortzen dira. Antozianinak, hostoen gainazalean sortzen dira babesle gisa, eguzki argiak kitzikatzeko, ez dutelako ROSak sortzen.

Seneszentzian, erribosomek ez dute RNA erribosomikoaren beharrik eta proteinek batera degradatu egiten dira. Proteinak aminoazidoetara

degradatzen dira proteasen bitartez, eta aminoazido horiek gero floeman zehar garraiatzen dira behar den lekuetara.

Mintzak eta mitondriak, esan bezala, nukleoarekin batera mantentzen dira prozesuaren amaieraraino. Mintzak gantz azidoz osatuak daude baina karbohidrato gisa garraiatzen dira floeman zehar, eta beren eraldaketa beharrezkoa da. Horretarako, zelulako peroxisomak glioxisoma bilakatzen dira eta bertan beta-oxidazioa burutu eta azteil kolinarekin bitartez karbohidratoak sortzen dira.

Pixkanaka, itokondrioak eta nukleoa degradatuko dira eta zelula guztiz hilko da, soilik zelulosazko paretak geratzen delarik. Zelulosa ez da degradatzen, energetikoki oso garestia delako.

SENESZENTZIA ERREGULATZEN DUTEN FAKTOREAK

Etilenoa eta Azido Abszisikoa (ABA) dira hormonarik garrantzitsuenak seneszentziaren **aktibazioan**; zitokininak, auxinak eta giberelinak, bestalde, seneszentziaren **atzerapenarekin** daude erlazionatuta.

- **ZITOKININAK.** Zitokininek inbertasa entzimaren sintesia bultzatzen dute. Inbertasa entzimak sakarosa, fruktosa eta glukosa molekulatan hidrolizatzen du. Inbertasa entzima aktiboa dagoen organoak, karbohidratoak degradatzen jarraitzen du, eta laburbilduz, isurbide gisa jokatzen du; karbohidratoen gastua dagoenez bertan, landareak uste du oraindik aktibitate metaboliko altua dagoela eta ez dela seneszentzia ordua. Modu honetara, zitokininek seneszentzia prozesua atzeratzen dute. Esperimentu ugari egin izan dira tabako alndarearekin zitokinine funtzio hau frogatzeko. Ikusi izan da IPT geneak zitokininen sintesia aktibatzen duela, eta gene hori estimulatuz seneszentzia prozesua atzeratzen dela. Landare kontrolekin erkatuz, landare eraldatuen hostoak askoz berdeagoak ziren, eta bertatik ondorioztatu zen zitokininek seneszentzia atzeratzen zutela.

Zitokininek inbertasa entzima aktibatzen dute

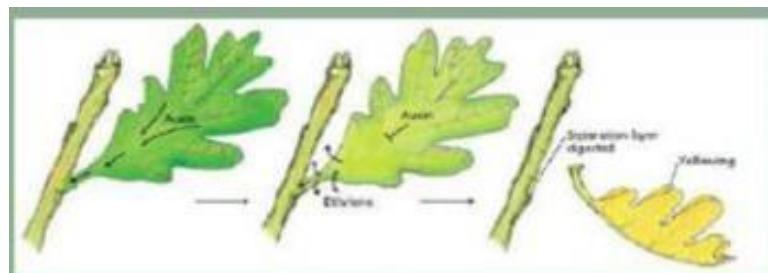


Inbertasa gain adierazia Kontrola



- **AUXINAK.** Seneszentzia prozesuan 800 gene baino gehiago daude inplikaturik, eta auxinek gene guzti hauen adierazpena atzeratzen dutela ikusi da. Auxinaren eraginpean, denboran zehar gene "suprimitu" hauek beranduago aktibatzen dira.

Hala ere, auxina kontzentrazioa baino garrantzitsuagoa da hostoan zehar dagoen auxina gradientea. Ikusi da hostoaren pezioloan auxina kontzentrazio ugari dagoenean, hostoa tente mantentzen dela, baina bertara auxina fluxua murrizten bada edo desbideratzen bada, seneszentzia eta hostoaren erorketa sustatzen dela.



Giberelinen atzerapen mekanismoa nola ematen den ez dago oso argi.

Hostoez gain, beste organoetan ere seneszentzia prozesuak ematen dira, fruitu eta loreetan, esaterako. Hostoetatik birziklaturiko karbohidrato, proteina eta mineralak fruitu eta hazietara garraiatzen dira. Fruituetan ematen den seneszentzia ordea, ez da hostoetan ematen den berdina. Fruituko seneszentzian, karbohidrato eta proteinak eraldatuak daude eta ez dira errekupekatzen hostoetan bezala. Bertako karbohidratoak eraldatzen dira, fruituen funtzio nagusia haziaren dispersioa delako, eta horretarako fruitua erakargarria izan behar delako animalientzat.

ABSZISIOA

Beti gune konkretuetan ematen den prozesua da, zehazki, **abszisio gunean**. Garapenaren hasieratik, abszisio guneko zelulak determinatuak daude, eta behar den momentuan hartuko dute parte abszisioan.

Abszisio gunea pezioloaren eta adarraren artean dago kokatua, eta zelula geruzaz dago osatua. Esan bezala, abszisioa beti emango da gune konkretu honetan.

Gune honetako zelulak parenkimatikoak dira, isodiametrikokoak, eta protoplasma oso dentsua daukate. Almidoia metatzen duten zelulak dira eta plasmodesmo ugari dituzte ondoko zelulekin kontaktuan egoteko. Honez gain, zelula hauen pareta ez dago lignifikatua. Orokorrean, xilema eta floemaren inguruan zuntzak eta esklereidak agertu ohi dira zurruntasuna eta egonkortasuna eskaintzeko; pezioloko abszisio guneko xilema eta floemaren inguruan ordea, ez da inolako esklereida edo zuntzik agertzen.

Seneszentzia amaitzean hostoak oso lehor daude eta abszisiorako prestatzen dira. Abszisio guneko zelulak oso azkar zatitzen dira eta zatiketaren ostean ez da landare zelulen artean agertzen den ohiko erdiko laminarik agertzen. Lamina honek itsaste funtzioa dauka eta zelulak bata bestearekiko gogor eusten ditu. Horregatik, laminarik ez dagoenez (edo ez da ondo garatzen, edo garatuta egon arren disfuncionala da) zelulak ez daude elkarri horren ondo lotuta, eta apurkorrago bihurtzen dira.

Etilenoak ere parte hartzen du prozesu honetan. Hormona honek pareta zelularreko pektinaren degradazioa bultzatzen du, **pektina-metilesterasa** entzima aktibatzen baitu. Zelulen arteko laminarik gabe eta pareta zelularra ahulduta egonik, haize bolada txikienak ere askatu dezake hostoa adarretik, eta lurrera jausten da.

Hostoa erortzean, adarrean geratu den hutsune hori suberizatzen da, zauria sigilatua ahal izateko. Izan ere, landarea babesten duen geruza epidermisa da eta abszisioa ematean epidermisa desagertzen denez, oso leku ahula da, patogenoentzat aproposa landarea infektatzeko.

Hostoez gain, fruituetan ere abszisioa ematen da. Fruitua landarera lotzen duen pezioloan ere abszisio gune bat agertzen da.

