**1. Biljne Stanice**

Engleski Znanstvenik Robert Hooke Prvi Je Uočio Da Je Naizgled Jednostavno Biljno Tijelo, Pogledamo Li Ga Pod Mikroskopom, Izgrađeno Od Velikoga Broja Malenih Stanica. On Je 1665. Godine U Svojem Izvješću Znanstvenoj Akademiji Kraljevskoga Društva U Londonu Iznio Svoja Zapažanja O Stanicama (Eng. Cells) Koje Je Vidio Promatrajući Tanke Presjeke Komadića Pluta (Kore Hrasta Plutnjaka) Sa Složenim Mikroskopom Koji Je Sam Izradio. Naziv „cell“ Dolazi Od Latinske Riječi Cellula, Što Označava Malenu Prostoriju, Ćeliju. Robert Hooke Je Dao Ovaj Naziv Jer Su Ga Stanice Pluta Podsjećale Na Redovničke Sobe. Taj Naziv Pretpostavlja Da Su Stanice Šuplji Prostori Ispunjeni Vodom Ili Zrakom. To Je Razumljivo Ako Imamo U Vidu Da Je Hooke Promatrao Mrtve Stanice Pluta Te Da Je Zapravo Vidio Samo Stanične Stijenke. U Grčkom Jeziku Stanica Se Zove Cyton, Pa Odatle I Naziv Za Znanost O Stanici, Citologija.

Da Se Svaka Biljka Sastoji Od Stanica Utvrdio Je 1838. Godine Njemački Botaničar Matthias J. Schleiden, Dok Je Njemački Zoolog Theodor Schwann Godinu Dana Kasnije Utvrdio Da Isto Vrijedi I Za Životinje. Oni Su Na Osnovi Vlastitih Istraživanja I Tadašnjega Znanja Postavili Staničnu Teoriju Prema Kojoj Je Stanica Osnovna Građevna I Funkcionalna Jedinica Svakoga Živog Bića. Podrijetlo Stanica Prvi Je Pravilno Protumačio 1858. Godine Njemački Liječnik Rudolf L. K. Virchow Utvrdivši Da Stanice Nastaju Samo Iz Već Postojećih Živućih Stanica. Poznata Je Njegova Latinska Izreka: „omnis Cellula E Cellula“ Što U Prijevodu Znači: „sve Stanice Nastaju Iz Stanica“.

**1.1. Raznolikost Stanica**

S Obzirom Na Složenost Građe Razlikujemo Dva Osnovna Tipa Stanica – Prokariotska I Eukariotska Stanica.

Naziv „prokariot“ (Grč. Pro – Prvi, Prije; Karyon – Jezgra) U Prijevodu Znači „prije Jezgre“ Ili „primitivna Jezgra“. Tim Nazivom Označavaju Se Stanice Koje Nemaju Oblikovanu Jezgru, Odnosno Nemaju Ovojnice Koja Odjeljuje Nasljednu Tvar Od Ostatka Stanice. Umjesto Toga Molekula Dnk Je Kod Prokariotskih Stanica Smještena U Područje Stanice Koje Nazivamo Nukleoid. Za Razliku Od Eukariotske Stanice Dnk Je Kod Prokariotske Stanice Kružnoga Oblika. Prokariotske Stanice Nikada Ne Izgrađuju Višestanične Organizme.

Prokariotsku Građu Imaju Evolucijski Najstariji Jednostanični Organizmi Na Zemlji Čija Starost Se Procjenjuje Na Približno 3,5 Milijarde Godina. Kroz Tako Dugo Razdoblje Prilagodili Su Se Na Različite Životne Uvjete Te Razvili Veliku Raznolikost I Brojnost.

Razvrstavamo Ih U Dvije Osnovne Sistematske Skupine: Prabakterije (Archaea) I Prave Bakterije (Eubacteria). Danas Oni Naseljavaju Cijelu Biosferu – Vodu, Tlo I Zrak. Nalazimo Ih U Ledu, Vrelim Termalnim Izvorima, Na Stijenama, U Ocenaskim Dubinama I Dr. Život Na Zemlji Nezamisliv Je Bez Prokariota. Drevni Prokariotski Organizmi Pridonijeli Su Stvaranju Atmosfere Bogate Kisikom I Omogućili Pojavu Aerobnoga Disanja. Danas Imaju Nezamijenjivu Ulogu U Svim Ekosustavima Kao Razlagači Uginulih Organizama I Kao Sudionici U Ciklusima Kruženja Kemijskih Elemenata Između Živih Organizama I Nežive Prirode.

12

Naziv „eukariot“ (Grč. Eu – Pravi, Dobar; Karyon – Jezgra) U Prijevodu Znači „prava Jezgra“ Što Znači Da Te Stanice Imaju Jezgru Omeđenu Ovojnicom. Osim Toga Eukariotska Stanica Je Brojnim Membranama Raščlanjena U Brojne Stanične Organele.

Stanični Organeli Su Dijelovi Stanice Specijalizirani Za Određene Procese. Zbog Toga Je Eukariotska Stanica Znatno Složenija I 10 Do 25 Puta Veća Od Prokariotske Stanice. Kod Eukariotskih Stanica Genetičke Informacije Su Pohranjene U Molekulama Dnk Koje Nisu Kružnoga Oblika Nego Su Oblikovane U Kromosome. Eukariotske Stanice Mogu Izgrađivati Jednostanične (Protoktisti) I Višestanične Organizme (Gljive, Biljke I Životinje).

Biljne I Životinjske Stanice Imaju Mnoge Sličnosti, A Razlikuju Se Po Tome Što Biljne Stanice Imaju Vakuolu, Staničnu Stijenku I Plastide, Dok Životinjske Stanice Imaju Centriole, Odnosno Centrosome. Biljne Stanice Su U Pravilu Veće Od Životinjskih.

Stanice Gljiva Su Slične Biljnim Stanicama S Dvije Bitne Razlike: Stanice Gljiva Ne Sadrže Plastide I Njihove Stanične Stijenke Su Izgrađene Od Hitina, A Ne Celuloze (Osim Kod Sistematske Skupine Gljiva Oomycetes). Hitin Je Po Fizikalnim Svojstvima Sličan Celulozi

(Netopiv U Vodi, Otporan Na Savijanje I Dr.) Ali Sadrži Dušik I Sintetizira Se Drugačijim Kemijskim Mehanizmima Nego Celuloza. Ista Kemijska Tvar Prisutna Je I U Životinjskom Svijetu (Vidi: Lipidi).

1.1.1. Evolucija Eukariotske Stanice

Kako Je Eukariotska Stanica Složenije Građena Pretpostavlja Se Da Je Nastala Evolucijskim Slijedom Od Prokariotske Stanice. Najprihvatljivije Tumačenje Postanka Eukariotske Stanice Daje Endosimbiotska Teorija Koju Je Još 1905. Godine Predložio K. C. Mereschkowsky. Prema Toj Teoriji Mitohondriji I Kloroplasti Kao Stanični Organeli Nastali Su Iz Bakterija Koje Su Ušle U Veću Stanicu S Oblikovanom Jezgrom. Pri Tome Su Mitohondriji Nastali Iz Aerobnih Bakterija a Kloroplasti Iz Cijanobakterija Koje Imaju Sposobnost Fotosinteze. Takav Organizam Imao Je Mnoge Prednosti Te Se Stvorila Čvrsta Simbiotska Povezanost Bakterija I Stanice. Dosad Su Znanstvenici Pronašli Mnoge Dokaze Koji Idu U Prilog Ovoj Teoriji Od Kojih Su Najznačajniji:

Mitohondriji I Plastidi Imaju Dvostruku Membranu; Pretpostavlja Se Da Je Vanjska Nastala Pri Ulasku U Stanicu Od Stanične Membrane, A Unutarnja Je Podrijetlom Od Membrane Prokariota

Mitohondriji I Plastidi Imaju Vlastitu Dnk Molekulu Koja Je Kružnoga Oblika Kao Kod Prokariota

Mitohondriji I Plastidi Se Dijele Cijepanjem Neovisno O Diobi Stanice

Mitohondriji I Plastidi Većinu Proteina Primaju Iz Citoplazme Stanice Ali Manju Količinu Proteina Stvaraju Sami

Mitohondriji I Plastidi Imaju Ribosome Koji Veličinom Odgovaraju Prokariotskim Ribosomima.

13

1.1.2. Oblik I Veličina Biljnih Stanica

Stanice Po Svom Obliku Mogu Biti Vrlo Različite. Oblik Stanice Ovisi O Njenoj Funkciji, Pa Kako Pojedine Stanice U Biljnom Tijelu Vrše Ili Mogu Vršiti Različite Funkcije I Njihov Je Oblik Međusobno Različit. Tako Oblik Stanica Može Biti Kuglast, Prizmatičan, Zvjezdast, Nitast, Vretenast. Sve Takve Oblike Možemo Ipak Svrstati U Dvije Skupine:

**Parenhimatske Stanice Za Koje Je Karakteristično Da Su I'm Sve Dimenzije Jednake Ili Približno Jednake, Pa Za Njih Kažemo Da Su Izodijametrične.**

**Prozenhimatske Stanice Su Sve One Stanice Kod Kojih Dužina Više Puta Nadmašuje Ostale Dimenzije, Pa Za Njih Kažemo Da Su Produžene.**

Često Puta Mogu I Parenhimatske Stanice Biti Više Manje Produžene, Ali Tada Njihova Dužina Obično Ne Prelazi Četiri Širine.

Biljne Stanice Mogu Biti Vrlo Različitih Veličina. Ima Ih Tako Velikih Da Se Mogu Dobro Vidjeti Prostim Okom, A Ima I Tako Malenih Da Ih Jedva Zapažamo Svjetlosnim Mikroskopom. Ipak, Najveći Dio Biljnih Stanica Može Se Promatrati Samo Pomoću Mikroskopa.

Veličina Stanica Viših Biljaka Kreće Se Između 500 Mm Do 40 µm, Veličina Stanica Alga Od 80 Mm Do 20 µm I Bakterija Od 8 Do 0,8 µm. Možemo Dalje Kazati Da Se Veličina Stanica Kreće Najčešće Između 20 Do100 µm. Izuzetno Mogu Biti Znatno Veće Prozenhimatske Stanice, Jer Njihova Dužina Može Iznositi Vrlo Često 50 Do 500 Mm, Pa Su Dobro Vidljive Prostim Okom.

**1.2. Građa Biljne Stanice**

U Udžbenicima Se Obično Prikazuje Građa Tipične Biljne Stanice Iako Se Stanice Svojom Građom Mogu Znatno Razlikovati U Ovisnosti O Funkciji Koju Obavljaju U Biljnom Organizmu. Mlade Stanice Su Međusobno Vrlo Slične Dok Se Sazrijevanjem (Diferencijacijom) Njihova Građa Mijenja U Ovisnosti O Funkciji Koju Preuzimaju.

Tipična Biljna Stanica Sastoji Se Od Stanične Stijenke I Protoplasta. Prostor Unutar Stanične Stijenke Naziva Se Još I Lumen Stanice. Protoplast Se Sastoji Od Citoplazme U Kojoj Se Nalazi Veliki Broj Membranama Odijeljenih Staničnih Organela. Najznačajniji Od Njih Je Jezgra.

Već Na Početku Treba Imati Na Umu Da Ova Podjela U Prvom Redu Služi Za Lakše Razumijevanje Građe I Funkcije Stanica. Stanica Je Dinamičan Sustav Gdje Su Pojedini Njeni Dijelovi Povezani Te Se Međusobno Isprepliću. Osim Toga Pojedini Dijelovi Se Pojavljuju Ili Razgrađuju U Ovisnosti O Trenutnim Životnim Procesima U Samoj Stanici.

14

**Organizacija Biljne Stanice**

Stanična Stijenka

Protoplast

Jezgra

Vakuola

Citoplazma

Citosol

Ostali Stanični Organeli

Plastidi

Mitohondriji

Ribosomi

Endoplazmatski Retikulum

Golgijevo Tijelo

1.2.1. Stanične Membrane

Sve Stanice Građene Su Od Membrana Koje Imaju Različite I Vrlo Važne Uloge U Metabolizmu Stanice. One Reguliraju Prolazak Različitih Molekula U I Iz Stanica, Kao I Između Staničnih Organela. Posebnu Ulogu Pri Tome Ima Plazmatska Membrana Ili Plazmalema Koja Okružuje Protoplast I Povezuje Ga Sa Staničnom Stijenkom. Osim Toga Membrane Dijele Stanicu U Veliki Broj Odijeljaka (Organela) Gdje Se Odvijaju Specifične Metaboličke Reakcije. Osim Toga Na Njihovoj Površini Nalaze Se Brojni Enzimi I Drugi Proteini Važni Za Metabolizam Stanice.

Sva Ova Svojstva Rezultat Su Specifične Građe Membrana. Sve Stanične Membrane Imaju Vrlo Sličnu Građu Koja Se U Osnovi Sastoji Od Dva Sloja Polarnih Molekula Fosfolipida. Kako Je Stanični I Izvan Stanični Prostor Ispunjen Vodenom Otopinom Molekule Fosfolipida Specifično Se Orijentiraju I Organiziraju U Dvosloj Tako Da Su Svojim Hidrofobnim Lancima Masnih Kiselina Okrenuti Jedni Prema Drugima Dok Su Hidrofilnim Dijelom Okrenuti Prema Vodenoj Fazi. Lipidni Dvosloj Sadrži Različite Tipove Fosfolipida Ovisno O Tome Koja Je Komponenta Vezana Na Fosfatnu Skupinu.

Znanstvenici Jonathan Singer I Garth Nicolson Su 1972. Godine Predložili Model Građe Bioloških Membrana Koji Se Naziva „model Tekućega Mozaika“. Prema Tome Modelu U Fosfolipidni Dvosloj Uronjeni Su Različiti Proteini Koji U Najvećoj Mjeri Određuju Svojstva Membrane. Proteini Koji Su Samo Jednim Dijelom Uronjeni U Fosfolipidni Dvosloj I Vezani Su Površinski Nekovalentnim Vezama Nazivaju Se Periferni Proteini. Proteini Koji Prolaze Kroz Dvosloj Fosfolipida I Izviruju Na Obje Strane Membrane Nazivaju Se Integralni Ili Transmembranski Proteini.

Membranski Proteini, Kao I Fosfolipidi, Mogu Se Slobodno Pomicati I Međusobno Izmijenjivati U Horizontalnom Smjeru Ako Ih Ne Ograničavaju Posebne Kemijske Interakcije. Nasuprot Tome Ne Mogu Difundirati Vertikalno Iz Membrane U Okolnu Otopinu Ili S Jedne Strane Membrane Na Drugu. Na Taj Način Membrana Je Do Određene Mjere Tekuća (Fluidna) Zbog Slabih Kemijskih Veza Među Molekulama Fosfolipida.

15

Neke Membrane Sadrže Malu Količinu Ugljikohidrata (Oligosaharidi) Koji Su Vezani Na Integralne Proteine (Glikoproteini) Ili Rjeđe Na Membranske Lipide (Glikolipidi). Oni Su Odgovorni Za Prepoznavanje Među Stanicama I Pretpostavlja Se Da Su Kod Biljaka Puno Manje Značajni Nego Kod Životinja.

Prijenos Tvari Kroz Membranu

Stanične Membrane Su Probirno Propusne (Selektivno Permeabilne) Što Znači Da Neke Tvari Propuštaju Lakše, Neke Teže, A Neke Uopće Ne Propuštaju. Brzina, Smjer, Vrijeme I Mehanizam Prijenosa Tvari Kroz Membranu Određeni Su Veličinom, Polarnosti, Nabojem I Koncentracijom Čestica. Prolaženje Tvari Kroz Membranu Može Biti Pasivno

(Bez Utroška Energije) I Aktivno (Uz Utrošak Energije).

Pasivan Prijenos Tvari Kroz Membranu Odvija Se Difuzijom. Difuzija Je Spontano Gibanje Molekula S Područja Veće Koncentracije Na Područje Manje Koncentracije, Odnosno Niz Koncentracijski Gradijent. Difuzija Je Brža Što Je Veća Razlika U Koncentraciji Tvari I Što Je Viša Temperatura. Pasivan Prijenos Može Se Odvijati Jednostavnom Difuzijom I Olakšanom Difuzijom. Jednostavnom Difuzijom Kroz Membranu Prolaze Tvari Male Molekulske Mase Koje Su Topive U Lipidima Kao Što Su Kisik, Ugljični Dioksid, Dušik, Ugljikovodici I Alkohol. Prijenos Olakšanom Difuzijom Odvija Se Uz Pomoć Prijenosnih Proteina. Oni Obavljaju Selektivni Prijenos Tvari I Specifični Su Samo Za Jednu Vrstu Molekula Koju Prenose. Ti Se Proteini Mogu Na Jednoj Strani Membrane Kratkotrajno Spojiti S Nekom Tvari Koju Ubrzo Zatim Na Drugoj Strani Membrane Otpuštaju. Olakšanom Difuzijom Kroz Membranu Prolaze Hidrofilne I Polarne Molekule Bez Naboja.

Aktivnim Prijenosom Tvari Mogu Prelaziti Iz Područja Niže Koncentracije U Područje Više Koncentracije, Dakle Nasuprot Koncentracijskom Gradijentu. Na Taj Način Mogu Kroz Membrane Prolaziti Tvari Koje Inače Ne Bi Mogle Proći Ili Bi Prolazile Presporo. Tako Stanica Može Održavati Koncentraciju Molekula I Iona Unutar Stanice Različitom Od Koncentracije Izvan Stanice. To Se Može Odvijati Samo Uz Pomoć Proteinskih Prenositelja Uz Utrošak Energije Pohranjene U Kemijskim Vezama Molekule Adenozin-Trifosfata (Atp).

1.2.2. Citoplazma

Citoplazmom Nazivamo Čitavu Unutrašnjost Stanice (Protoplast) Osim Jezgre I Vakuole. Tekući Dio Citoplazme Koji Kod Mladih Stanica Čini Većinu Njezine Mase Nazivamo Citosol Ili Hijaloplazma. Tako Možemo Reći Da Je Citoplazma Građena Od Staničnih Organela I Citosola. Citosol Je Kompleksno Građena, Tekuća Tvar Koloidalnoga Karaktera Koja U Živoj Stanici Vrši Prvenstveno Sve Funkcije U Vezi S Izmjenom Tvari (Metabolizmom).

U Mladoj Stanici Citoplazma Ispunjava Čitav Njen Unutarnji Prostor. Kasnije, Kad Se Pojavljuje Jedna Ili Više Vakuola Citoplazma Biva Sve Više I Više Potiskivana U Periferni Dio Stanice, Uz Rub Stanične Stijenke.

Citosol Predstavlja Kompleks Različitih Kemijskih Tvari, Otopljenih Ili Dispergiranih U Vodi. On Sadrži 60-90 % Vode, A Ostatak Čine Bjelančevine (40-50 % Ostatka), Ugljikohidrati (15-20 % Ostatka) I Lipidi (12-20 % Ostatka). Ostale Tvari U Citosolu, Kao Što Su Različiti Enzimi I Vitamini Zastupljeni Su U Malenim Količinama, Ali Su Za Normalni Rad Stanice Od Velikoga Značenja, Jer Reguliraju Važne Biokemijske Procese.

16

Kao Što Je Već Rečeno, Citosol Ima Tekući Karakter Pa Prema Agregatnom Stanju Spada Među Tekućine. To Svojstvo Ima Prvenstveno Zbog Velikoga Sadržaja Vode. Voda U Citoplazmi Ima Ulogu Otapala I Sve Su Ostale Tvari U Toj Vodi Otopljene Bilo U Obliku Pravih, Bilo U Obliku Koloidalnih Otopina. Budući Da Je Znatni Dio Tvari Citoplazme Koloidalno Otopljen, Pokazuje Citoplazma Ujedno I Karakteristike Koloida.

**Koloidi Su Određeno Stanje Kad Je Neka Tvar (Disperzna Faza) Raspršena (Dispergirana) U Drugoj Tvari (Disperzno Sredstvo) Tako Da Veličina Čestica Disperzne Faze Iznosi 1-200 Nm. Kao Disperzno Sredstvo U Citoplazmi Služi Voda, A Disperzna Faza Može Biti Kruta Ili Tekuća. Koloidalne Otopine Propuštaju Snop Svjetlosti, Ali U Njima Svjetlost Kod Prolaza Ostavlja “trag” (Tindalov Fenomen). Isto Tako, Koloidi Se Mogu Pojavljivati U Tekućem Ili Sol-Stanju I Krutom Ili Gel-Stanju. Prijelaz Iz Sol-Stanja U Gel-Stanje Zove Se Koagulacija, A Prijelaz Iz Gel-Stanja U Sol-Stanje Zove Se Peptizacija. Jedni Koloidi Vrlo Jednostavno Prelaze Iz Sol-Stanja U Gel-Stanje I Obratno (Npr. Tutkalo), Dok Drugi, Kad Jednom Promijene Stanje Ne Mogu Se Više Vratiti U Prethodno Stanje (Npr. Mlijeko, Krv, Bjelance Jajeta. Prve Koloide Zovemo Povratni Ili Reverzibilni Koloidi, A Druge Nepovratni Ili Ireverzibilni Koloidi.**

S Obzirom Na to Da Li Koloidi Primaju Vodu Ili Ne Primaju, Razlikujemo Hidrofilne I Hidrofobne Koloide. Hidrofilni Koloidi Vrlo Lagano Primaju Vodu, Dok Hidrofobni Koloidi Ne Primaju Vodu.

Koloidi Citoplazme Su Hidrofilni I Ireverzibilni Koloidi, Koji Jedino U Nekim Slučajevima Mogu Biti Gušći (Plazma-Gel), Npr. Zimi I U Vrijeme Mirovanja Stanica, Ili Rjeđi

(Plazma-Sol), U Vrijeme Životne Aktivnosti Stanice.

Za Razliku Od Koloidnih Otopina, Prave Otopine Imaju Čestice Otopljene Tvari U Veličini Molekula (Molekularne Otopine) Ili Iona (Ionske Otopine). Kad Svjetlost Prolazi Kroz Takve Otopine, Ne Ostavlja Nikakav Trag, Pa Kažemo Da Su Takve Otopine “optički Prazne”.

Citoskelet

Unutrašnost Citoplazme Je Isprepletena Trodimenzionalnom Mrežom Proteinskih Molekula Koji Nazivamo Citoskelet. Citoskelet Drži Organele U Određenom Rasporedu Unutar Stanice Te Ima Važnu Ulogu U Mitozi, Mejozi, Citokinezi, Gibanju Citoplazme I Diferencijaciji. To Je Vrlo Dinamičan Sustav Koji Se Brzo Prilagođava Trenutnim Potrebama Stanice. Citoskelet Je Izgrađen Od Mikrotubula, Mikrofilamenata I Intermedijarnih Filamenata.

Mikrotubuli Su Šuplje Cijevčice Promjera 25 Nm Koje Su Izgrađene Od Velikoga Broja Proteinskih Podjedinica. Svaka Podjedinica (Dimer) Izgrađena Je Od Jedne Molekule

Α-Tubulina I Jedne Molekule Β-Tubulina. Mikrotubuli Se Kontinuirano Sastavljaju I Rastavljaju Ovisno O Potrebama Stanice. Oni Imaju Vrlo Važnu Ulogu U Diobi Stanice Kada Izgrađuju Diobeno Vreteno.

Mikrofilamenti Su Niti Promjera 7 Nm Građene Od Proteina Aktina. Sastoje Se Od Dva Aktinska Lance Uvijena Poput Zavojnice. Intermedijarni Filamenti Se Sastoje Od Više Nitastih Proteinskih Vlakana, A Promjer I'm Je 8-12 Nm.

Živa Citoplazma Ima Naročitu Sposobnost Gibanja Koje Kontrolira Citoskelet. Način Gibanja Citoplazme Ovisi O Rasporedu I Veličini Vakuola. Postoji Li U Stanici Jedna Središnja Vakuola, A Citoplazma Je Potisnuta Uz Rub Stanice, Prema Stijenci, Citoplazma Struji, Kruži

17

Uokolo, Pa Takvo Strujanje Zovemo Ratacijsko Gibanje Citoplazme. To Je Gibanje Naročito Dobro Uočljivo Kod Nekih Vodenih Biljaka.

Postoji Li U Stanici Više Vakuola, Raspoređena Je Citoplazma I Uz Stijenku I Između Vakuola. Dio Citoplazme Uz Stijenku Nazivamo Citoplazmatski Ovoj, Dok Dijelove Citoplazme Između Vakuola Označavamo Kao Citoplazmatske Niti. U Takvom Slučaju Dolazi Do Strujanja Citoplazme Na Periferiji, Od Periferije Prema Centru I Od Centra Prema Periferiji, A Takvo Strujanje Zovemo Tada Cirkulacijsko Gibanje Citoplazme. Ono Je Naročito Dobro Uočljivo Kod Nježnih Stanica, Kakve Su Npr. Različite Dlake.

1.2.3. Jezgra

**Stanična Jezgra (Lat. Nucleus; Grč. Karyon) Je Organel Koji Sadrži Molekule Dnk U Kojima Je Pohranjena Genetska Uputa. Od Ostalih Dijelova Stanice, U Prvom Redu Od Citoplazme, Jezgra Je Jasno Odijeljena Jezgrinom Ovojnicom Koju Čine Dvije Membrane. Vanjska Je Membrana Povezana S Citoplazmatskim Membranskim Sustavom. Jezgrina Ovojnica Na Sebi Ima Brojne Otvore Koje Se Nazivaju Jezgrine Pore. Unutrašnjost Jezgre Ispunjena Je Nukleoplazmom Ili Karioplazmom Koja Je Preko Jezgrinih Pora U Kontaktu S Citoplazmom. Jezgrine Pore Okružene Su Proteinima Koji Kontroliraju Prolazak Tvari. Ako Jezgru Izoliramo Iz Stanice I Stavimo U Vodu Ona Će Nabubriti, Odnosno Voda Će Ulaziti U Jezgru, A Jezgrine Pore Neće Dopuštati Slobodan Izlazak Tvari Iz Jezgre.**

Prostor Između Dviju Membrana Jezgrine Ovojnice Naziva Se Perinuklearni Prostor. Često Se U Jezgri Mogu Vidjeti Jedno (Ili Više) Maleno Tjelešce Jezgrica (Lat. Nucleolus). To Je Područje Gdje Se Sintetiziraju Rrnk Molekule.

Po Svom Obliku Stanična Jezgra Je Kuglasta Ili Lećasta I Kod Mladih Stanica Nalazi Se U Sredini Stanice. Kasnije, Kad Stanica Naraste I Većim Je Dijelom Ispunjena Vakuolom, Te Je Citoplazma Potisnuta Uz Stijenku, Jezgra Se Također Pomiče Uz Stijenku I Zbog Pritiska Vakuole Dobiva Više Manje Lećasti Ili Pločasti Oblik.

Veličina Jezgre Varira Uglavnom U Granicama Od 5-25 µm, Iako Postoje Izuzeci, Kad Je Jezgra Naročito Velika, Pa Kod Nekih Biljaka Može Doseći I Do 600 µm. Isto Se Tako Mogu Naći Slučajevi Da Jezgre Stanica Jednog Te Istog Organizma Nisu Međusobno Jednake, Već Su U Pojedinim Njegovim Dijelovima Po Veličini Različite. Kod Vrlo Mladih Stanica Jezgra Izgleda Razmjerno Velika, Jer Ona Svoju Konačnu Veličinu Postigne Vrlo Brzo, Pa Zauzima Znatni Dio Lumena Takve Mlade Stanice. Kasnije, Međutim, Jezgra Više Ne Raste, Pa Se Njen Udio U Ukupnom Volumenu Stanice Postepeno Smanjuje.

Molekule Dnk U Jezgri Povezane Su S Proteinima I Čine Kromatin. Najvažniji Proteini Koji Izgrađuju Kromatin Su Histoni Iako Sudjeluju I Mnogi Drugi. Kromatin Je Raspršen Po Jezgri U Dugim Isprepletenim Nitima. Razlikujemo Eukromatin I Heterokromatin. Eukromatin Je Aktivni Dio Kromatina U Kojem Se Odvija Transkripcija Dnk, A Heterokromatin Je Neaktivni Dio Dnk.

**Geni Su Dijelovi Molekule Dnk Koji Su Osnovne Jedinice Nasljedne Informacije. Geni Se Međusobno Razlikuju Po Rasporedu Nukleotida. Skup Svih Gena U Organizmu Naziva Se Genom.**

Na Početku Diobe Stanica Kromatin Se Kondenzira I Stvaraju Se Kromosomi Koji Su Nitastog Ili Štapićastog Oblika. Kako Su Geni Dijelovi Dnk Molekule Može Se Reći Da Kromosmi Na Sebi Nose Gene Koji Su Linearno Poredani. Kromosomi Na Sebi, U Sredini Ili

18

Pomaknuto Prema Jednom Kraju Nose Izraženo Utanjenje Koje Nazivamo Centromera. Kada Se Kromosom Podijeli Uzdužno U Dvije Polovice Ili Kromatide Još Izvjesno Vrijeme Kromatide Se Drže Međusobno Povezane I to Baš U Centromeri. Kromosomi Se U Procesu Diobe Dijele Uzdužno Zato Da Bi Svaka Tako Nastala Polovica Sadržavala Na Sebi Polovine Svih Gena Koji Su Vezani Uz Jedan Kromosom.

Broj Kromosoma Za Svaku Biljnu, Odnosno Životinjsku Vrstu Je Stalan, Iako Se, Pod Određenim Uvjetima Može I Mijenjati (Npr. U Prirodi Pod Utjecajem Naglog Sniženja Temperature, Pod Utjecajem Suše I Sl., A U Laboratoriju Pomoću Radijacije, Nekih Kemijskih Tvari, Npr. Kolhicina).

**Broj Kromosoma Nekih Najpoznatijih Drvenastih Vrsta:**

|  |  |
| --- | --- |
| Golosjemenjače (*Pinophyta*) |  |
| *Abies Alba* | 24 |
| *Juniperus Communis* | 22 |
| *Picea Abies* | 22, 24 |
| *Pinus Sylvestris* | 24 |
| *Taxus Baccata* | 24 |
| Kritosjemenjače (*Magnoliophyta*) |  |
| *Acer Campestre* | 26 |
| *Acer Pseudoplatanus* | 52 |
| *Alnus Glutinosa* | 28, 56 |
| *Betula Pendula* | 28 |
| *Betula Pubescens* | 56 |
| *Carpinus Betulus* | 64 |
| *Castanea Sativa* | 22, 24 |
| *Fagus Sylvatica* | 22, 24 |
| *Fraxinus Angustifolia* | 46 |
| *Fraxinus Excelsior* | 46 |
| *Populus Alba* | 38 |
| *Quercus Petraea* | 24 |
| *Quercus Robur* | 22, 24 |
| *Salix Fragilis* | 76 |
| *Tilia Cordata* | 82 |
| *Tilia Platyphyllos* | 82 |
| *Ulmus Glabra* | 28 |

19

1.2.4. Mitohondriji

Mitohondriji Su Okruglasta Ili Duguljasta Tjelešca Promjera Oko 0,5 µm I Dužine Do Nekoliko µm. U Njima Se Odvija Proces Staničnoga Disanja, Tj. Proces U Kojem Se Razgradnjom Ugljikohidrata I Drugih Spojeva Oslobađa Energija Koja Se Koristi Za Sintezu Molekula Atp-A. U Tom Procesu Sudjeluju Brojne Reaktivne Komponente. Zbog Toga Je Puno Sigurnije I Učinkovitije Da Se Ti Procesi Odvijaju Unutar Posebnih Membranom Zatvorenih Organela Nego U Citosolu Gdje Međuprodukti Mogu Stupiti U Rekacije S Drugim Tvarima.

Mitohondriji Imaju Mnoge Sličnosti S Plastidima Prvenstveno U Tome Što Oba Organela Imaju Određen Stupanj Samostalnosti Unutar Stanice. Osim Toga Imaju I Neke Sličnosti U Građi (Vidi: Evolucija Eukariotske Stanice).

Mitohondriji Su Obavijeni Dvijema Membranama. Između Njih Nalazi Se Međumembranski Prostor a Prostor Unutar Unutrašnje Membrane Naziva Se Matriks.

Vanjska Membrana Građena Je Relativno Jednostavno Te Je Propusna Za Sve Molekule Male Molekularne Mase Uključujući I Male Molekule Proteina. Unutarnja Membrana Je Puno Veće Površine I Naborana Je Prema Unutra Stvarajući Kriste. Ona Je Nepropusna Čak I Za Male Ione (Npr. H+) Te Se Komunikacija Odvija Putem Proteinskih Prenositelja. Na Unutarnjoj Membrani I U Matriksu Nalazi Se Veliki Broj Različitih Enzima Koji Kataliziraju Procese Staničnoga Disanja.

Za Razliku Od Plastida Mitohondriji Se Nalaze Kod Svih Sistematskih Skupina Koje Imaju Eukariotske Stanice. Broj Mitohondrija U Stanici Može Biti Vrlo Različit I Ovisi O Metaboličkoj Aktivnosti Stanice I Njenoj Starosti. Obično Se Kreće Od Nekoliko Stotina Do Nekoliko Tisuća.

1.2.5. Plastidi

Plastidi Su Skupina Vrlo Dinamičnih Organela Koji Imaju Različite Funkcije U Stanici. Tip I Značajke Plastida Ovise O Metaboličkim Procesima Koji Se U Njima Odvijaju. Njihova Najznačajnija Funkcija Je Fotosinteza Koja Se Odvija U Zelenim Plastidima – Kloroplastima. Crveni, Odnosno Žuti Plastidi, Kromoplasti Daju Boju Zrelim Plodovima I Nekim Cvjetovima I Tako Vrše Ekološku Ulogu U Procesu Rasijavanja Plodova Pomoću Životinja. Bezbojni Plastidi, Leukoplasti Sudjeluju U Procesu Odlaganja Rezervnih Tvari.

Kao I Mitohondriji I Plastidi Imaju Unutarnju I Vanjsku Membranu Između Kojih Se Nalazi Međumembranski Prostor. Isto Tako Imaju Svoje Ribosome I Kružnu Dna Molekulu Koja Nije Povezana S Histonima Pa U Određenom Opsegu Mogu Sintetizirati Svoje Vlastite Proteine. Kao I Mitohondriji Mogu Nastati Samo Diobom Već Postojećih Organela. Unutrašnjost Plastida Ispunjena Je Tekućom Stromom.

Svi Plastidi Nastaju Od Proplastida, Nediferenciranih Tvorevina, Koje Ovisno O Svojoj Budućoj Funkciji Poprimaju Ili Ne Poprimaju Boju I Dobivaju Odgovarajuće Karakteristike. Ako Se Promijeni Funkcija I/ili Uvjeti U Kojima Stanica Funkcionira Mogu Se Mijenjati I Plastidi Mjenjajući Svoju Unutarnju Membransku Građu I Prelazeći Iz Jednog Tipa U Drugi.

20

Proplastidi Se Nalaze U Mladim, Meristemskim Stanicama. Oni Su Sitni I Jednostavne Građe. U Stromi Proplastida Nalazi Se Samo Malen Broj Nepravilno Naboranih Membrana.

Svaka Biljna Vrsta U Svojim Stanicama Sadrži Neki Oblik Plastida. Čak I Parazitske Više Biljke Koje Nemaju Kloroplasta Imaju Leukoplaste.

Kloroplasti

Proplastidi Koji Su Izloženi Svjetlu Obično Se Razvijaju U Kloroplaste. To Su Zelena Okruglasta Ili Ovalna Tjelešca Promjera 4 Do 8 µm. Stroma Kloroplasta Ispunjena Je Membranskim Tilakoidnim Sustavom. Tilakoide Su Membranske Vrećice Oblika Diska. Pojedinačni Tilakoidi Nazivaju Se Stroma-Tilakoidama a Višeslojne Naslage Grana-Tilakoidama. Kloroplasti Su Najprije Proučavani Na Malim Povećanjima Na Kojima Se Ne Vide Tilakoidne Membrane Nego Se Vide Zelena Zrnca (Mjesta Gdje Je Preklopljen Veći Broj Tilakoida) Koja Su Nazvana Grana I Bezbojna Tekućina Koja Je Nazvana Stroma.

U Kloroplastima Se Odvija Fotosinteza. To Je Proces U Kojemu Se Sunčeva Energija Pretvara U Kemijsku Pohranjujući Je U Kemijskim Vezama Ugljikohidrata. Sve Se to Odvija Uz Pomoć Klorofila I Drugih Biljnih Pigmenata. No, Iako Je Najznačajnija Funkcija Kloroplasta Fotosinteza, U Njima Se Odvija I Sinteza Lipida, Masnih Kiselina I Škroba.

Kao Rezultat Fotosintenskoga Procesa Dolazi Do Pojave Jednostavnog Šećera Glukoze. Stanica Često Proizvodi Više Glukoze Nego Što Može Potrošiti, Pa Privremeno Polimerizira Molekule Glukoze U Škrob. Taj Škrob Ima Oblik Sitnih Zrnaca, A Budući Da Ga Nalazimo Na Mjestu Nastanka, Nazivamo Ga Autohtoni Škrob. Tijekom Dana Kloroplasti Stanica Ispune Se Zrncima Škroba Koji Se Tijekom Noći Djelomično Razgrađuje I Odlazi Do Provodnog Sustava (Sitaste Cijevi). Taj Škrob Nazivamo Tranzitorni Škrob. On Putuje U One Dijelove Biljke Gdje Su Potrebne Hranive Tvari (Zone Intenzivnog Rasta, Odnosno Meristemska Tkiva) Ili Na Mjesta Gdje Se Pohranjuju Rezervne Tvari (Plodovi, Odebljala Podzemna Stabljika I Sl.).

Na Tilakoidnim Membranama Vezan Je Biljni Pigment – Klorofil. Tilakoidna Građa Kloroplasta Omogućuje Veliku Unutarnju Membransku Površinu Koja Može Sadržavati Veliki Broj Molekula Klorofila. Osim Toga Velika Površina Omogućuje Prisustvo Velikoga Broja Enzima Koji Sudjeluju U Procesu Fotosinteze, A Vezani Su Na Tilakoidne Membrane.

Klorofil Je Zelene Boje I On Daje Boju Listovima I Drugim Zelenim Dijelovima Biljke.

Postoje Dvije Vrste Klorofila Koji Se Malo Razlikuju Po Svojoj Kemijskoj Građi – Klorofil A

(Plavozelene Boje) I Klorofil B (Žutozelene Boje). Obično U Biljkama Na 3 Mola Klorofila a Dolazi 1 Mol Klorofila B. Osim Klorofila Na Tilakoidama U Manjim Količinama Dolaze I Drugi Biljni Pigmenti Koji Također Sudjeluju U Fotosintetskim Procesima. To Su Spojevi Koje Zajedničkim Imenom Nazivamo Karotenoidi. Razlikujemo Crvene I Narančaste Karotene I Žute Ksantofile. Najpoznatiji Od Tih Pigmenata Je Β-Karoten, A Nalazi Se Npr. U Mrkvi (Daucus Carota), Po Kojoj Su Karoteni I Dobili Ime. Različiti Biljni Pigmenti Apsorbiraju Svjetlost Različitih Valnih Duljina Pa Kombinacija Više Pigmenata Proširuje Područje Elektromagnetskoga Spektra Kojega Biljka Može Apsorbirati.

U Kemijskom Pogledu Klorofil Je Vrlo Komplicirano Građen. Osnovicu Čine 4 Pirolna Prstena Međusobno Povezana Metinskim Mostom U Porfirni Prsten. U Središtu Takve Strukture Nalazi Se Jedan Atom Magnezija (Mg).

21

Za Jedan Je Pirolni Prsten Vezan Primarni, Nezasićeni Alkohol Fitol U Obliku Postranog Lanca. Taj Alkoholni „rep“ Je Topiv U Lipidima Što Omogućuje Molekulama Klorofila Da Postanu Dio Membrane, Tj. Pomoću „repa“ Postanu Sastavni Dio Membrane.

Klorofilu Je Kemijski Vrlo Srodan Hemoglobin, Crvena Boja Krvi Životinja. Osnovna Je Razlika Među Njima, Što Se U Centru Klorofila Nalazi Magnezij, Dok Se U Središtu Hemoglobina Nalazi Željezo (Fe). Zbog Toga Je I Njihovo Fiziološko Djelovanje Upravo Suprotno. Klorofil Je Aktivan U Procesu Fotosinteze, A to Je Reduktivni Proces U Kome Se Energija Veže, Dok Je Hemoglobin Aktivan U Procesu Disanja, Što Je Oksidacijski Proces I U Njemu Se Energija Oslobađa.

Klorofil Se Iz Zelenih Dijelova Biljke Može Izlučiti (Ekstrahirati) Različitim Otapalima, Npr. Topiv Je U Alkoholu, Eteru I Acetonu. To Se Radi Tako Da Isjeckane Listove Obradimo Vrućom Vodom I Zatim Stavimo U 70 % Alkohol. Nakon Nekog Vremena Lišće Izgubi Boju, Jer Je Zelenilo Prešlo U Alkohol, Klorofil Se Otopio U Alkoholu. Za Takvu Klorofilnu Otopinu Je Karakteristično Da Ona Kod Normalnog, Izravnog Svijetla Pokazuje Intenzivnu Zelenu Boju, Dok Je U Reflektiranom Svjetlu Crvene Boje Poput Krvi. Crvena Boja Potječe Od Toga Što Klorofil Upija Crveni Dio Spektra Sunčeve Svjetlosti I to Najjače Onaj Koji Se Nalazi U Crveno-Žutom Dijelu Spektra, Što Znači Da Tu Leži Optimum Fotosinteze Kod Zelenih Biljaka.

Etioplasti

Etioplasti Su Plastidi Prisutni U Stanicama Biljaka Koje Rastu U Tami. U Stromi Se Nalazi Prolamelarno Tjelešce. Izlaganjem Biljke Svjetlosti Ono Se Razgrađuje I Formiraju Se Funkcionalni Tilakoidi.

Kromoplasti

U Jesen Zeleno Lišće Mnogih Biljaka Izgubi Prijašnju Zelenu Boju I Postaje Žuto, Narančasto Ili Crveno. Do Te Pojave Dolazi Zbog Razgradnje Klorofila a I B, Pa Tada U Listu Ostaju Samo Rezistentniji (Otporniji) Karotenoidi. Tako Nastaju Kromoplasti. Kad Ima Više Ksantofila Ili Je Samo On Prisutan U Lišću, Ono Je Limunski Žuto, A Što Je Veći Udio Karotena, Lišće Je Intenzivnije Narančasto Ili Crveno. U Isto Vrijeme Razgrađuju Se Grana Tilakoide a Karotenoidi Su Uklopljeni U Preostale Membrane Ili Su Otopljeni U Masnim Kapljicama Koje Se Nazivaju Plastoglobule.

Isto Se Događa I Kod Plodova. Dok Su Plod I Sjemenke U Njemu Nezrele Imaju Zelenu Boju Od Kloroplasta I U Takvom Stanju Nisu Uočljivi. Kad Sjemenke Dozriju, Plod Mijenja Boju, Postaje Žut (Npr. Limun, Dunja, Divlja Jabuka, Divlja Kruška), Narančast (Naranča) Ili Crven (Glog, Šipak, Mukinja, Jarebika). Tu Kromoplasti Imaju Ulogu U Primamljivanju Životinja, Radi Rasijavanja Plodova I Sjemenki. Naime, Životinje Privlači Intenzivna Boja Zrelih Plodova, One Te Plodove Jedu I Sjemenke Neoštećene Prolaze Kroz Probavni Trakt, Da Bi Napokon Bile Izbačene Iz Tijela Životinje, Često Puta Na Znatnoj Udaljenosti Od Matične Biljke.

Kod Nekih Podzemnih Organa, Npr. Korijena Mrkve, Susrećemo Kromoplaste Različita, Nepravilna Oblika, Zbog Kristaliziranoga Karotena. Slične Oblike Kromoplasta Možemo Naći I U Nekim Obojenim Cvjetnim Dijelovima (Npr. Kod Dragoljuba, Tropeolum Majus).

22

Leukoplasti

U Mnogim Dijelovima Biljaka, Pogotovo Tamo Gdje Ne Dopire Svjetlo, Nalaze Se Bezbojni Plastidi Koje Zovemo Leukoplasti. Funkcija Leukoplasta Je Najčešće Proces Stvaranja Rezervnih Tvari U Dijelovima Biljaka Koji Služe Kao Spremišta Rezervnih Tvari

(Gomolji, Sjemenke, Pupovi, Koljenca, Primarna Kora, Zrake Srčike). Kad Leukoplasti Sudjeluju U Stvaranju Rezervnoga Škroba Nazivaju Se Amiloplasti, Kad Potpomažu Gomilanje Rezervnih Masti, Zovu Se Elaioplasti I Napokon Kod Taloženja Rezervnih Bjelančevina, Zovu Se Proteinoplasti Ili Aleuroplasti.

Najčešća Rezervna Tvar U Biljkama Je Škrob. Za Razliku Od Autohtonog I Tranzitornog, Rezervni Škrob Ima Razmjerno Velika Zrnca (Do 100 µm), A Oblik I Broj Zrnaca Je Karakterističan Za Svaku Pojedinu Vrstu. Škrobna Zrnca Se Formiraju U Stromi Amiloplasta. Kako Se Stroma Puni Sa Škrobom Volumen Amiloplasta Se Može Povećati Nekoliko Puta. Škrobna Zrnca Se Formiraju U Slojevima Oko Točke Koju Nazivamo Hilum. Ako Se Izlože Svjetlu Amiloplasti Mogu Prijeći U Kloroplaste.

Neke Biljke Umjesto Ili Pored Stvaranja Rezervnog Škroba, Imaju Sposobnost Stvaranja Rezervnih Tvari U Obliku Masnih Kapljica (Plastoglobula). One Se Stvaraju U Stromi Elaioplasta. Masnim Tvarima Bogate Su Naročito Sjemenke Viših Stablašica, Jer Je Rezervna Tvar U Obliku Masti Najkoncentriraniji Oblik Energije, A Osim Toga Masti Su Razmjerno Otporne Na Vanjske Nepovoljne Utjecaje, Kao I Na Napad Različitih Heterotrofnih Organizama (Potrošača Organskih Tvari).

1.2.6. Ribosomi

Ribosomi Su Stanični Organeli Bez Membrane. To Su Zapravo Nakupine Molekula Ribonukleinske Kiseline (Rrna) I Različitih Proteina. Sastoje Se Od Veće I Manje Podjedinice. One Se Spajaju U Funkcionalni Ribosom Kad Na Sebe Primaju Mrna U Procesu Sinteze Proteina.

Ribosomi Mogu Biti Vezani Na Endoplazmatski Retikulum Ili Mogu Biti Slobodni U Citoplazmi. Dolaze Pojedinačno Ili U Nakupinama Kao Poliribosomi. Ribosomi Eukariotskih Stanica Znatno Su Veći Od Ribosoma Prokariotskih Stanica.

1.2.7. Endoplazmatski Retikulum

Endoplazmatski Retikulum (Er) Je Trodimenzionalni Sustav Prostora Unutar Stanica. Ti Prostori Omeđeni Su Membranama Od Ostatka Stanice. Taj Prostor Sastoji Se Od Mnogobrojnih Nepravilnih I Međusobno Povezanih Diskova I Kanalića. Er Se Nadovezuje Na Jezgrinu Ovojnicu a Može Se Prostirati Skroz Do Plazmaleme. Tubularna Produženja Endoplazmatskog Retikuluma Mogu Prolaziti Iz Stanice U Stanicu Kroz Plazmodezmije. Osim Toga Er Povezan Je I S Drugim Organelima Endomembranskog Citoplazmatskog Sustava (Golgijevo Tijelo, Lizosomi I Dr.) Bilo Izravno Bilo Putem Transportnih Mjehurića.

Istraživanja Funkcioniranja Endoplazmatskog Retikuluma, Diktiosoma I Drugih Staničnih Organela Uvelike Su Unaprijedila Naše Spoznaje O Realnom Izgledu I Dinamici

23

Staničnih Struktura. Naime Prijašnjim Mikroskopskim Promatranjima Izgledalo Je Da Su Stanični Organeli Samostalne Stanične Tvorevine. Danas Se Zna Da Su Sve Stanične Membrane Osim Unutarnjih Membrana Plastida I Mitohondrija Međusobno Povezane Bilo Izravno Bilo Putem Transportnih Membranskih Mjehurića. Na Taj Način Sve Te Membrane Tvore Zajednički Endomembranski Sustav Stanice.

Endoplazmatski Retikulum Se Sastoji Od Dva Strukturno I Funkcionalno Različita Dijela. Hrapavi Er Na Površini Sadrži Ribosome I U Njemu Se Sintetiziraju Membranski Proteini Te Proteini Koji Se Izlučuju U Vakuolu Ili Izvan Stanice. Proteini Se Izlučuju Iz Stanice Putem Transportnih Mjehurića Izravno Ili Odlaze Do Diktiosoma Gdje Se Modificiraju Te Onda Napuštaju Stanicu.

**Glatki Er Koji Se Nastavlja Na Hrapavi Er Nema Ribosoma I Sintetizira Lipide. Fosfolipidi Koji Se Tu Sintetiziraju Umeću Se U Postojeću Membranu Te Se Na Taj Način Formira Transportni Mjehurić. On Odlazi Do Dijela Stanice Gdje Je to Potrebno Te Se Ugrađuje U Membranu Proširujući Je. Glatki Er Osobito Je Razvijen Kod Stanica Koje Proizvode Velike Količine Masnih Kiselina (Kutin I Vosak Kod Epidermalnih Stanica), Ulja**

(Palmino Ulje, Kokosovo Ulje, Suncokretovo Ulje, Bundevino Ulje) I Mirisnih Spojeva Kod Mnogih Cvijetova.

1.2.8. Diktiosomi

Diktiosomi Su Nakupine 5 Do 10 Plosnatih Membranskih Vrećica – Golgijevih Cisterni Čiji Je Promjer Oko 1 µm. Te Su Cisterne Na Rubovima Proširene I Od Njih Se Odvajaju Transportni Mjehurići.

Stotine Diktiosoma Se Mogu Udružiti U Složane Nakupine Koje Nazivamo Golgijeva Tijela. Golgijevo Tijelo Je Nazvano Po Talijanskom Liječniku Camillu Golgiju Koji Je 1898. Godine Prvi Opisao Nakupinu Blago Zakrivljenih Membranskih Vrećica U Stanici. Golgijeva Tijela Se Često Pojavljuju Kod Životinjskih Stanica Koje Izlučuju Velike Količine Proteina. Kod Biljaka Diktiosomi Se Vrlo Rijetko Udružuju U Takve Nakupine.

Najpoznatiji Je Primjer Korijenovih Dlačica U Kojima Su Svi Diktiosomi Dio Velikog Golgijevog Tijela. Ono Se Nalazi Na Vrhu Korijenove Dlačice Gdje Se Odvija Ubrzan Rast I Formiranje Staničnih Stijenki.

Većina Spojeva Koje Stanica Izlučuje Izvan Plazmaleme Mora Se Najprije Modificirati U Diktiosomima. To Funkcionira Tako Da Se Transportni Mjehurići S Endoplazmatskog Retikuluma Akumuliraju Na Jednoj Strani Diktiosoma, Zatim Se Spajaju I Formiraju Tanke Vrećice – Cisterne I Postaju Sastavni Dio Diktiosoma. Ta Cisterna Se Pomiče Sve Dublje U Diktiosom Jer Se Iza Nje Formiraju Nove Cisterne. Ispred Nje Sa Zadnje (Najstarije) Cisterne Odvajaju Se Transportni Mjehurići Sa Sadržajem Koji Se U Međuvremenu Modificirao Te Se Ona Postepeno Smanjuje.

U Diktiosomima Se Glikoliziraju Proteini Pristigli Transportnim Mjehurićima Iz Endoplazmatskog Retikuluma. Ti Glikoproteini Postaju Sastavni Dio Plazmaleme I Stanične Stijenke Ili U Stanicama Sjemenki Postaju Rezervne Tvari. Osim Toga U Njemu Se Sintetiziraju Polisaharidi Stanične Stijenke. Svi Ti Spojevi Se Pakiraju U Mjehuriće I Transportiraju Do Plazmaleme. Vrlo Važna Uloga Diktiosoma Je Sudjelovanje U Stvaranju Nove Stanične Stijenke Tijekom Diobe Meristemskih Stanica. Stanična Ploča Koja Je Prvi Vidljivi Znak Diobe Između Budućih Novih Stanica Nastaje Spajanjem Golgijevih Mjehurića

24

Ispunjenih Sastojcima Nove Stanične Stijenke. Istovremeno Se Pomoću Mjehurića Novim Stanicama Isporučuju Sastojci Potrebni Za Nove Plazmaleme.

1.2.9. Mikrotjelešca

Elektronskim Mikroskopom Se U Stanici Mogu Uočiti Brojna Okruglasta Tjelešca Promjera Od 0,5 Do 1,5 µm Koje Nazivamo Mikrotjelešca. Po Izgledu Ih Je Nemoguće Razlikovati Od Transportnih Mjehurića S Endoplazmatskoga Retikuluma Ili Diktiosoma. Ipak U Njima Se Odvijaju Važne Metaboličke Reakcije Te Ih Smatramo Zasebnim Staničnim Organelima.

U Biljnim Stanicama Pojavljuju Se Dvije Vrste Mikrotjelešaca – Peroksisomi I Glikoksisomi. Oba Ova Organela Služe Za Izolaciju Kemijskih Procesa U Kojima Sudjeluje Vodikov Peroksid (H2o2) Koji Je Vrlo Štetan Za Ostatak Stanice. U Njima Se Nalazi Enzim Katalaza Koji Vodikov Peroksid Razgrađuje Do Vodika I Vode.

Peroksisomi Sudjeluju U Procesu Fotorespiracije. Glikoksisomi Se Pojavljuju Samo Kod Biljaka Gdje Sudjeluju U Procesu Pretvorbi Masnih Kiselina U Šećere. Zbog Toga Imaju Ključnu Ulogu U Klijanju Sjemenki Bogatih Rezervnim Tvarima U Obliku Ulja Kao Što Je to Kod Suncokreta, Kikirikija I Sl.

1.2.10. Vakuola

Biljna Stanica Je U Trenutku Nastajanja I Neposredno Iza Toga Potpuno Ispunjena Protoplastom. Nedugo Iza Toga Počinju Se U Njoj Javljati Tvorevine Poput Malenih Mjehurića Koji Se Tijekom Rasta Stanice Međusobno Spajaju I Povećavaju, Da Bi Napokon, Kada Stanica Naraste Do Svoje Normalne Veličine, Zauzele Najveći Dio Lumena. To Su Vakuole. Dakle Kad Je Stanica Mlada Ima Više Malih Vakuola, A Kad Odraste, Ima Nekoliko Manjih Ili Jednu Veliku Centralnu Vakuolu. U Tom Je Stadiju Citoplazma Potisnuta Uz Rub Stanične Stijenke I Tvori Citoplazmatski Ovoj.

U Prvo Se Vrijeme Smatralo Da Su Vakuole Prazni Prostori. Danas Je Poznato Da Vakuole Nisu Prazne, Već Ispunjene Staničnim Sokom. Stanični Sok Je Vodena Otopina Različitih Kemijskih Tvari Koje Mogu Biti Korisne (Npr. Šećeri), Štetne (Npr. Različite Kiseline) Ili Indiferentne Za Samu Stanicu. Osim Tekuće Faze Vakuole Ponekad Mogu Sadržavati Škrobna Zrnca, Kristale, Proteinska Tjelešca I Dr. Sastav Staničnoga Soka Nije Isti Kod Svih Stanica. On Ovisi O Biljnoj Vrsti, Tipu (Funkciji) Stanice, Te Dobi I Fiziološkom Stanju. Vakuole Su Od Ostatka Stanice Odijeljene Membranom Koja Se Naziva Tonoplast.

Vakuole Mogu Rasti Vrlo Brzo Jer Mogu Povećavati Svoj Volumen Akumuliranjem Vode S Otopljenim Solima. Zbog Toga I Biljna Stanica Može Brzo Rasti I Znatno Povećati Svoj Volumen. Nakon Toga Može Ona Kroz Dulje Vremensko Razdoblje Sintetizirati Dodatne Proteine, Membrane I Organele Ili Može Ostati Ispunjena Vodom Ovisno O Potrebama Biljke. Za Razliku Od Toga Životinjske Stanice Za Vrijeme Rasta Moraju Sintetizirati Čitav Protoplast.

Vakuole Imaju Važnu Ulogu U Reguliranju Ph I Koncentracije Različitih Iona U Stanici Koji Se Stalno Izmjenjuju Preko Tonoplasta. One Služe Kao Rezervoar Za Kraću Ili Dužu Pohranu Različitih Tvari. Na Kraće Vrijeme Pohranjuju Se Tvari Koje Stalno Sudjeluju U Staničnom Metabolizmu Kao Što Su Aminokiseline, Nitrati, Fosfati I Dr. Oni Se Vraćaju U

25

Citoplazmu U Ovisnosti O Potrebama Stanice. U Vakuolama Spremišnih Tkiva Mnoge Tvari Odlažu Se Na Duže Vrijeme. Kod Sjemenki Mnogih Vrsta U Vakuolama Se Nalaze Škrobna Zrnca Ili Proteinska Tjelešca Koja Imaju Važnu Ulogu Pri Klijanju Sjemena. Osim Toga Mnogi Topivi Saharidi (Glukoza, Fruktoza, Sukroza) Nalaze Se U Velikim Koncentracijama U Tim Tkivima (Npr. Šećerna Repa, Šećerna Trska I Sl.).

U Vakuolama Se Također Pohranjuju Mnoge Tvari Koje Nastaju Kao Sporedni Produkt U Procesu Izmjene Tvari (Sekundarni Metaboliti) Kao Što Su Alkaloidi, Flavonoidi, Tanini I Dr. Neke Od Tih Tvari Su Otpadni Proizvodi Koji Su Potencijalno Štetni Za Ostatak Stanice, Osobito U Visokim Koncentracijama Pa Njihovo Skladištenje U Vakuolama Predstavlja Detoksifikaciju Stanica. Druge Su Vrlo Važne Za Biljku Jer Su Uključene U Njenu Interakciju S Drugim Organizmima (Životinjama, Bakterijama Ili Drugim Biljnim Vrstama). Tako Mogu Služiti Kao Repelent Za Biljojede Koji Zbog Lošega Okusa Ili Otrovnosti Neće Jesti Takvo Lišće (Npr. Tisa) Ili Mogu Imati Antibakterijsko Dijelovanje (Npr. Tanini).

Neki Od Tih Sekundarnih Metabolita Različito Su Obojani I Pomažu Biljkama Privući

Životinje Radi Rasprostiranja Polena I Sjemenki. Svi Ti Pigmenti U Vakuolama Topivi Su U Vodi I Uglavnom Pripadaju Flavonoidima. Najrasprostranjenija Skupina Obojanih Flavonoida Su Antocijani Koji Uzrokuju Sve Moguće Nijanse Obojenosti Cvijetova Od Plave Do Crvene (Npr. Kod Ruža /rosa Sp./, Božura /paeonia Sp./, Potočnica /myosotis Sp./ I Dr.). Slično Je I Kod Nekih Plodova (Npr. Bazge /sambucus Sp./, Kaline /ligustrum Sp./ I Dr.). Crvenosmeđa Do Crna Boja Listova Crvene Bukve, Crvene Lijeske I Sl. Nastaje Zajedničkim Dijelovanjem Klorofila U Mezofilu Lista I Antocijana U Vakuolama Epiderme. Postoji Mnogo Različitih Vrsta Antocijana Koji Se Razlikuju Po Obojenosti. Različiti Antocijani Obično Dolaze Zajedno I Konačna Boja Ovisi O Vrsti Antocijana, Njihovom Omjeru Smjese I Ukupnoj Količini. Obojenost Također Ovisi I O Ph Staničnoga Soka I Prisutnosti Nekih Iona (Npr. Željezo, Aluminij I Sl.). Osim Antocijana Dolaze I Blijedožuti Antoksantini. Kod Biljaka Kod Koji Se Unutar Istoga Roda Pojavljuju Blijedožuti, Plavi I Crveni Cvijetovi Obično Se Radi O Kombinaciji Različitih Antocijana I Antoksantina (Npr. Kod Jaglaca

/primula Sp./, Jedića /aconitum Sp./ I Naprstaka /digitalis Sp./). Promjena Boje Nekih Cvijetova Uzrokovana Je Promijenom Ph Staničnoga Soka (Npr. Kod Potočnica /myosotis Sp./ I Dr.).

U Vakuolama Su Prisutni I Neki Neobojani Flavonoidi. Neki Od Njih Imaju Istu Ulogu Kao I Obojani Jer Su Vidljivi Nekim Kukcima. Međutim Najvažnija Uloga Tih Flavonoida Je Zaštita Od Štetnoga Uv Zračenja Koje Absorbiraju. Osim U Obojenim Cvijetnim Dijelovima Oni Su Prisutni I Kod Zelenih Dijelova Biljke Gdje Isto Tako Štite Stanične Strukture Uključene U Fotosintezu.

Vakuole Sadrže I Hidrolitičke Enzime Pa Se U Njima Odvija Razgradnja Oštećenih I/ili Nepotrebnih Makromolekula. U Njima Se Odvija I Razgradnja Staničnih Organela Kada Je to Potrebno (Npr. Pri Odbacivanju Listova).

Biljka Nema Sposobnost Izlučivanja Štetnih Tvari Izvan Svoga Tijela, Već Ih Sakuplja I Taloži U Vakuolama, A Zatim, Ukoliko Se Radi O Listovima Od Vremena Do Vremena Odbacuju, Kad Joj Lišće Otpada. Kad Su Takve Tvari Skupljene U Drvu, Gube Ti Dijelovi Svoju Fiziološku Funkciju, Pa Služe Samo Kao Mehanički Potporanj (Npr. Srčika Drva). Ista Je Situacija I U Korijenu. Na Temelju Toga Proizlazi Da Biljka Štetne Tvari Paktički Može Izbaciti Iz Svoga Tijela Jedino Posredstvom Listova.

Ta Pojava Izaziva, S Druge Strane, Znatni Utjecaj Na Tlo, Na Koje Takvi Listovi Padaju. Ukoliko Jedna Biljka U Svojim Listovima Istaloži Određene Količine Kalcijeva Karbonata, Važne Komponente U Regulaciji Plodnosti Tla, Tada Će Se Odbacivanjem Listova

26

Gornji Slojevi Tla Obogatiti Kalcijem, Koji Se Najčešće Putem Oborinskih Voda Ispire Iz Površinskih Slojeva I Odlazi U Dublje Slojeve Tla, Gdje Je Mnogim Biljkama Nepristupačan. Tako Mnoge Drvenaste Biljke (Npr. Obični Grab, Carpinus Betulus) Imaju Važnu Ulogu U Kruženju Mineralnih Tvari U Tlu, U Prvom Redu Kalcija.

1.2.11. Stanična Stijenka

Osnovna Je Karakteristika Biljnih Stanica, Za Razliku Od Životinjskih, Da Su U Pravilu Obavijene Jednom Čvrstom Opnom, Staničnom Stijenkom. Čvrsta Stijenka Daje Biljnim Stanicama, Osim Stalnoga Oblika, Još I Znatnu Čvrstoću, Dok Su Nasuprot,

Životinjske Stanice Obavijene Mekanom Plazmatskom Membranom, Pa Nemaju Stalni Oblik, A Isto Tako Nemaju Ni Veću Čvrstoću. Kod Životinja Čvrstoću Organizmu Daju Posebna Tkiva, Npr. Ljušture Kod Beskralježnjaka Ili Kostur Kod Kralježnjaka. Dakle Stanična Stijenka Je Produkt Protoplasta Koji Štiti Unutrašnjost Stanice Od Vanjskih Utjecaja, Daje Stanici Stalan Oblik I Znatnu Čvrstoću.

U Prošlosti Se Smatralo Da Je Stanična Stijenka Neživi Produkt Protoplasta Koji Ima Samo Zaštitnu I Mehaničku Funkciju Ali U Novije Vrijeme Je Postalo Jasno Da Je to Dinamična Struktura U Kojoj Se Odvijaju Brojni Kemijski I Fizikalni Procesi. Ti Procesi Su Vrlo Važni Za Rast, Morfogenezu Ali I Interakciju Stanice S Okolinom.

Oblik, Sastav I Svojstva Stanične Stijenke Mijenjaju Se Tijekom Razvoja Stanice. Sve Promjene I Specijalizacija Stanice Obično Su Povezane S Promjenama U Njenoj Staničnoj Stijenci. Stoga Je Funkcija Svake Stanice Ovisna O Građi Njene Stanične Stijenke, A S Druge Strane Značajke Stanične Stijenke Ovise O Razvojnom Stadiju Te Iste Stanice.

Stanična Stijenka Nije Homogena Tvorevina, Već Je Sastavljena Od Nekoliko Slojeva. Najjednostavnije Je Građena Stijenka Mladih Stanica. Takva Se Stijenka Sastoji Od Središnjega Dijela Koji Se Naziva Središnja Lamela (Ona Dijeli Dvije Susjedne Stanice) I Jednoga Sloja Primarne Stijenke. Kod Starijih Stanica Stijenka Može Dobiti Nove Slojeve Koji Tada Tvore Sekundarnu Stijenku.

Središnja Lamela Je Tanka Želatinozna Opna Bogata Pektinima. Pektini Su Heterogena Skupina Polisaharida Koja Se Sastoji Od Velikoga Broja Molekula Kiselih Šećera

(Npr. Galakturonske Kiseline) I Neutralnih Šećera (Npr. Ramnoze, Galaktoze I Arabinoze). Pektini Čine Hidratizirani Gel U Kojem Su Nabijene Karboksilne (Coo-) Skupine Susjednih Molekula Pektina Međusobno Povezane Ionima Kalcija (Ca2+). Želatinozna Struktura Pektina Iskorištava Se Pri Proizvodnji Pekmeza I Voćnih Želea. Budući Da Pektini Središnje Lamele Povezuju Međusobno Dvije Susjedne Stanice, U Krajnjoj Liniji Sve Su Stanice Nekoga Tkiva Povezane U Jednu Cjelinu. Razgradnjom Središnje Lamele Nestaje Veza Među Stanicama I One Se Međusobno Odvajaju. Ta Se Pojava Zove Maceracija. U Prirodi Se Maceracija Javlja Kod Zriobe Mnogih Plodova (Npr. Oskoruša, Sorbus Domestica), A U Tehnici Se Maceracija Provodi Pomoću Visokih Temperatura (Kuhanje) Ili Kemikalija. Takvi Se Postupci Maceracije Naročito Primjenjuju U Proizvodnji Papira.

Tipična Primarna Stijenka Dvosupnica Ima Debljinu 0,1 Do 1 µm, A Sastoji Se Od Približno 25-30 % Celuloze, 15-25 % Hemiceluloze, 35 % Pektina I 5-10 % Proteina (Postotci Se Odnose Na Težinu Suhe Tvari). Samo Primarnu Stijenku Imaju Sve Mlade Stanice Koje Još Rastu Ali I Neke Zrele Stanice (Npr. Parenhimske Stanice). Nazivamo Ih Tankostjene Stanice I One Su U Pravilu Žive.

27

Osnovna Građevna Jedinica Primarne Stanične Stijenke Je Molekula Celuloze Koja Je Najzastupljenija Organska Tvar Na Zemlji. Nitaste Makromolekule Celuloze Poredane Su Pravilno Jedna Uz Drugu Tvoreći Maleni Snopić Ili Micel. Pojedine Celulozne Molekule Prelaze U Susjedne Micele I Na Taj Ih Način Povezuju. Tako Se Više Micela Grupira I Povezuje U Veći Snop – Mikrofibril Koji Čini Osnovu Građe Primarne Stanične Stijenke. Mikrofibrili U Celuloznoj Stijenci Nisu Međusobno Postavljeni Paralelno, Već Se Međusobno Prekrižuju, Tvoreći Na Taj Način Strukturu Poput Mreže.

Mreža Mikrofibrila Uronjena Je U Matriks Koji Čine Hemiceluloza, Pektini I Male Količine Strukturnih Proteina. Većina Molekula Hemiceluloze Položena Je Paralelno S Mikrofibrilama I Prekrivaju Njihovu Površinu. One Mogu Međusobno Povezivati Mikrofibrile Ili Djelovati Tako Da Prekrivajući Njihovu Površinu Spriječavaju Dodir Susjednih Mikrofibrila. Pektini Tvore Gel U Koji Je Uronjena Mreža Mikrofibrila I Hemiceluloze, A Djeluju Kao Hidrofilan Filter Koji Spriječava Agregaciju I Remećenje Mreže Mikrofibrila. Također Su Odgovorni Za Propusnost Stanične Stijenke Za Makromolekule. Točna Uloga Strukturnih Proteina U Staničnoj Stijenci Nije Poznata Ali Se Pretpostavlja Da Povećavaju Mehaničku Čvrstoću I Sudjeluju U Povezivanju Drugih Komponenti. Stanična Stijenka Dvosupnica I Jednosupnica Razlikuje Se Po Sastavu Komponenata Matriksa.

Primarna Celulozna Stijenka Je Vrlo Rastezljiva, A Ta Sposobnost Dolazi Naročito Do Izražaja Tijekom Rasta Stanice. Naime, Kad Se Povećava Volumen Stanice, Stijenka Prati to Povećanje. Rast Tanke Celulozne Stijenke Odigrava Se Na Taj Način, Da Povećani Volumen Stanice Vrši Pritisak Na Mrežu Mikrofibrila I Želi Je Raskinuti. “oka” Mrežotine Se Povećavaju, A U Tako Nastale Otvore Umeću Se Nove Molekule Celuloze. Tako Se Površina Celulozne Stijenke Povećava a Njena Debljina Se Ne Mijenja. Takav Način Povećanja Površine Stijenke Umetanjem Novih Celuloznih Dijelova Zove Se Intususcepcija.

Iz Prethodnoga Opisa Strukture Stanične Stijenke Je Vidljivo Da Je to Rahla Struktura Koja Je Ispunjena Porama. Veličina Pora Je Oko 4 Nm I Kroz Njih Slobodno Prolazi Voda I Mnoge U Njoj Otopljene Tvari. Te Pore Su Međusobno Povezane Ne Samo Unutar Stanične Stijenke Jedne Stanice Nego I Između Susjednih Staničnih Stijenki. Na Taj Način Stanične Stijenke Čitavoga Organizma Čine Sustav Pora Koji Se Naziva Apoplast. Stijenke Mnogih Stanica Ne Ostaju Tanke Tijekom Čitavoga Života, Već Nakon Izvjesnog Vremena Počinje Njihovo Odebljavanje. U Zavisnosti Od Tvari Koje Sudjeluju U Građi Takve Stijenke Razlikujemo Odebljavanje Pomoću Celuloze, Lignina, Suberina I Mineralnih Tvari. Stanice S Takvom Debelom Stijenkom Obično Više Nisu Žive, Pa Vrše U Ogranizmu Mehaničku Ili Zaštitnu Funkciju.

Sekundarna Stijenka Razvija Se S Unutrašnje Strane Primarne Stijenke I Razvija Se Centripetalno Smanjujući Lumen Stanice. Ona Je Također Građena Od Celuloznih Mikrofibrila Koje Su Gušće Raspoređene. Mikrofibrili U Tim Slojevima Nisu Nepravilno, Mrežasto Raspoređeni Nego Su Paralelni. Količina Celuloze U Sekundarnim Stijenkama Je Značajno Veća Nego U Primarnim. Osim Toga One Su Manje Elastične I Slabije Propusne. Sve Sekundarne Stijenke Su U Pravilu Slojevito Građene a Smijer Mikrofibrila U Svakom Od Tih Slojeva Je Različit Što Znatno Povećava Čvrstoću Takvih Stijenki. Najčešće Kod Sekundarnih Stijenki Možemo Razlikovati Tri Sloja – Vanjski (S1), Srednji (S2) I Unutrašnji

(S3). Srednji Sloj Je Obično Najdeblji.

Stanična Stijenka Može Debljinski Rasti Na Dva Načina I to Da Se Na Postojeće Slojeve Nadovezuju Novi Slojevi Ili Da Se Nove Tvari Umeću U “oka” Celulozne Mrežotine. Debljinski Rast Stijenke Dodavanjem Novih Slojeva Nazivamo Apozicija, A Umetanje Novih Tvari U “oka” Celulozne Mrežotine, Nazivamo Inkrustacija. Apozicijom Raste U Debljinu

28

Celulozna I Plutasta Stijenka, A Inkrustacijom Drvenasta (Ligninska) Stijenka. Kao Inkrusti Javljaju Se Još I Caco3 I Sio2.

U Prirodi Postoje Celulozne Stijenke Koje Se Ne Sastoje Samo Od Jednoga Sloja Celuloze, Već Mogu Biti Vrlo Debele, Sastavljene Od Više Slojeva. U Takvim Slučajevima Na Prvotnu (Primarnu) Tanku Celuloznu Stijenku Nadograđuju Se Novi Slojevi Identične Strukture, Pa Se Već I U Optičkom Mikroskopu Može Vidjeti Da Je Takva Stijenka Slojevita (Npr. Kod Stanica Likovnica, Sklerenhimskih Vlakanaca). Čvrstoću Takvim Stijenkama Daje Različit Smijer Mikrofibrila U Različitim Slojevima.

Sekundarna Ligninska Stijenka Je U Stvari Celulozna Stijenka U Koju Su Uklopljene Molekule Lignina, A Može Biti Vrlo Debela. Stanice S Takvom Stijenkom Su Uvijek Mrtve I Vrše Isključivo Mehaničku Funkciju. Prilikom Lignizacije Dolazi Do Umetanja Molekula Lignina U “oka” Celulozne Mrežotine. Tu Pojavu Susrećemo Kod Onih Stanica Koje Izgrađuju Drvo, Rjeđe Nekih Drugih Stanica (Npr. Stanica Likovnica Ili Stanica Srčike), A Funkcija Je Takvih Odrvenjelih Stijenki U Prvom Redu Mehanička I to S Obzirom Na Pritisak I Na Savijanje. Naime, Iako Su Celulozne Molekule Vrlo Čvrste, Zbog Toga Što Su Nitaste I Međusobno Karakteristično Povezane, Nisu One Otporne Na Pritisak, Već Samo Na Vlak I Savijanje, Pa Stijenke Izgrađene Od Celuloze Ne Mogu Dati Organizmu Čvrstoću Na Pritisak. Lignin Je Tvar Koja Ima Više Manje Kuglaste Ili Poligonalne Molekule I Vrlo Je Črvst Na Pritisak. Osnovni Nedostatak Mu Je Da Nije Otporan Na Savijanje, Jer Je Krhak. Kad Takve Poligonalne Molekule Ispune Šupljine Između Celuloznih Molekula, Dobivamo Kombinaciju Koja Je Vrlo Čvrsta I S Obzirom Na Pritisak I S Obzirom Na Savijanje I Vlak, A Djeluje Po Principu Armiranoga Betona.

Lignin Začepljuje Pore U Staničnoj Stijenci Pa Čini Apoplast Puno Manje Propusnim. Lignifikacija Se Često Puta Pojavljuje I Kao Obrambeni Mehanizam Jer Je Inducirana Ozlijeđivanjem Biljke I/ili Napadom Bolesti I Štetnika. Lignin Je Vrlo Otporan Na Napade Heterotrofnih Organizama Pa Postoji Relativno Mali Broj Njih Koji Ga Mogu Razgraditi. To Je Vrlo Kompleksna Molekula Koja Je Zapravo Polimer Tri Vrste Alkohola – Monolignola.

Omjer I Međusobna Povezanost Tih Alkohola Može Jako Varirati Između Vrsta, Između Jedinki Jedne Vrste Pa Čak I Između Stanica Jedne Jedinke.

Sve One Stijenke Koje Će Tijekom Života Biljke Preuzeti Zaštitnu Funkciju Bilo Protiv Naglih Promjena Temperature, Bilo Protiv Prekomjernoga Navlaživanja Ili Isušivanja, Odebljati Će Na Taj Način Da Će Na Već Postojeću Celuloznu Stijenku Nadograditi Nove Slojeve Pluta Ili Suberina. Suberin Je Tvar Lipoidnoga Karaktera (Visoki Polimeri Masnih I Oksimasnih Kiselina, Kao Npr. Plutene Felonske I Flijonske Masne Kiseline) I Jedno Je Od Osnovnih Njegovih Svojstava Da Je Hidrofoban, Što Znači Da Ne Prima Vodu. Molekule Suberina Su Poligonalne I Stvaraju Tanje Ili Deblje Slojeve Na Celuloznoj Stijenci. Zbog Toga Su Plutaste Stijenke Potpuno Izgubile Svoj Prvotni Celulozni Karakter I Značajne Su Za Sekundarno Kožno Staničje Pluto Ili Felem, Odnosno Za Jedan Dio Temeljnoga Staničja Korijena (Endoderm) Kada Se On Nalazi U Suberinskoj Fazi. Pluto Se Često Pojavljuje I Na Mjestima, Gdje Je Potrebno Prekriti Oštećenja Staničja Ili Organa, Npr. Na Listu, Poslije Tuče Ili Ugriza Kukaca, Iako Se U Normalnim Uvjetima Na Tim Organima Ne Bi Nikada Pojavilo.

Mnoge Stijenke, Tijekom Svoga Života Bivaju Inkrustirane Kalcijevim Karbonatom Ili Silicijevim Dioksidom. To Su Anorganske Tvari Koje Određenim Stijenkama Daju Vrlo Veliku Čvrstoću. Kalcijev Karbonat Inkrustiraju Prvenstveno Biljke Koje Žive Na Karbonatnim Tlima, A Silicijev Dioksid Biljke Koje Rastu Na Silikatnim Tlima.

29

Jažice

**Jažice Su Utanjenja U Staničnoj Stijenci Kroz Koja Je Uspostavljena Veza Između Protoplasta Susjednih Stanica. Kad Je Stijenka Vrlo Debela Ta Utanjenja Su Vrlo Duboka Pa Ih Nazivamo Jažični Kanali. Kod Takvih Stanica Je Unutarnja Površina Stanične Stijenke Puno Manja Od Vanjske Pa Se Na Unutrašnjoj Strani Neki Kanali Jako Približavaju Ili Čak Spajaju.**

Jažice Nastaju Na Taj Način Da U Dvije Susjedne Stanice Na Istom Mjestu Ne Dođe Do Pajave I Razvoja Primarne Stijenke, Već Se Između Dvaju Protoplasta Nalazi Samo Središnja Lamela. U Središnjoj Lameli Na Mjestu Jažica Postoje Perforacije (Otvori) Preko Kojih Se Uspostavlja Kontakt Između Protoplasta Dvaju Susjednih Stanica, Pomoću Tankih Plazmatskih Niti Plazmodezmija. Kroz Plazmodezmije Su Osim Citosola Povezane I Plazmaleme Susjednih Stanica Kao I Često Specijalizirani Tubularni Produžetak Endoplazmatskog Retikuluma. Na Taj Način Čitav Protoplast Jedne Biljke Povezan Je Međusobno I Tvori Jednu Cjelinu, Bez Obzira Na to Što Su Njegovi Pojedini Dijelovi Prividno Izolirani Staničnim Stijenkama. Sustav Protoplasta Više Stanica Koji Su Međusobno Povezani Plazmodezmijima Nazivamo Simplast. Jažice Se Mogu Pojavljivati Pojedinačno Ili U Brojnim Gustim Skupinama Kod Stanica Gdje Se Vrši Značajan Transport.

U Provodnim Stanicama Drva (Traheidama) Nalaze Se Ograđene Jažice Kod Kojih Utanjenje U Središnjem Dijelu Nosi Lećasto Odebljanje (Torus), A Preko Čitavoga Ruba Utanjenja Uzdiže Se Sa Svake Strane Dio Stijenke Koji Samo U Sredini Ima Otvor (Porus). Taj Otvor Je Često Okrugloga Oblika Ali Može Biti I Eliptičan I/ili Jako Izdužen. Broj I Raspored Ograđenih Jažica Razlikuje Se Od Vrste Do Vrste.

Ograđena Jažica Funkcionira Poput Membranske Pumpe, Pa Se Torus Pod Utjecajem Razlike Tlakova U Dvije Susjedne Traheide Pomiče Čas Na Jednu, Čas Na Drugu Stranu, Time Više Ili Manje Zatvara Odgovarajući Porus I Spriječava Naglo Izlaženje Vode. U Nekim Slučajevima Mogu Se Pojaviti Jažice Koje Su S Jedne Strane Jednostavne a S Druge Ograđene.

30

**1.3. Stanični Ciklus Kod Biljaka**

Već Je Navedeno Da Je Još Njemački Liječnik Rudolf L. K. Virchow 1858. Godine Utvrdio Da Stanice Nastaju Diobom Iz Već Postojećih Živućih Stanica („omnis Cellula E Cellula“). Duljina Života Biljnih Stanica Može Biti Vrlo Različita, Od Nekoliko Dana Do Više Godina. Mnoge Stanice Vrše Svoju Funkciju Mnogo Godina Nakon Što Su Umrle (Npr. Stanice Kore Drveća).

**Stanični Ciklus Je Razdoblje Od Početka Diobe Do Smrti Stanice Ili Do Početka Slijedeće Diobe. Tako Npr. Kada Neki Dio Biljke Dostigne Svoj Konačni Oblik Većina Stanica Prestane S Diobama I Ulazi U Fazu Rasta Tijekom Koje Se Stanice Diferenciraju I Sazrijevaju. Npr. Stanice Lista Prestanu S Diobama Kada Je List Dug Nekoliko Milimetara. Nakon Toga Rastu I Diferenciraju Se Te Vrše Svoju Funkciju Do Kraja Života Toga Lista. S Druge Strane Postoje Stanice Koje Se Neprestano Dijele. To Su Npr. Meristemske Stanice Vegetacijskoga Vrha Stabljike.**

Stanični Ciklus Se Dijeli U Dvije Faze: Interfaza I Dioba Stanica. Dioba Stanice Je Jedan Od Najviše Istraživanih Procesa U Biologiji. Svaki Višestanični Organizam Je Nastao Iz Jedne Stanice – Zigote. Zigota Nastaje Oplodnjom, Odnosno Spajanjem Dviju Spolnih Stanica – Gameta.

Dioba Podrazumijeva Diobu Stanične Jezgre (Kariokineza), Nakon Koje Slijedi Podjela Citoplazme (Citokineza). Postoje Razlike U Trajanju I Drugim Pojedinostima S Obzirom Na Tip Stanice I Vrstu Organizma, No Tijek Procesa Se U Osnovi Podudara Kod Svih Eukariota. Dioba Je Najdramatičnije Razdoblje Staničnog Ciklusa Koje Uključuje Veliko Preustrojstvo Praktično Svih Dijelova Stanice. Serijom Složenih Procesa Stanica Raspodjeli Kromatide Kromosoma U Dvije Stanice – Kćeri. Jezgre Nastalih Stanica Sadrže Kompletnu Nasljednu Tvar, Identičnog Sastava Kao Jezgra Stanice Iz Koje Su Nastale.

Već Je Navedeno Da Je Broj Kromosoma Stalan Za Svaku Vrstu. Međutim Broj Kromosoma Istoga Organizma Razlikuje Se Kod Tjelesnih (Somatskih) I Kod Spolnih Stanica (Gameta). Spolne Stanice Imaju Haploidni Broj Kromosoma (N). To Je Zapravo Osnovni Broj Kromosoma I Osnovna Masa Gena. Tjelesne Stanice Imaju Diploidni Broj Kromosoma (2n). One Zapravo Nemaju Veći Broj Osnovnih Kromosoma, Već Isti Kao I U Spolnim Stanicama, Samo Udvostručen. Drugim Riječima, U Tim Stanicama Postoje Parovi Kromosoma S Istim Svojstvima. Ti Se Parovi Zovu Bivalenti, A Kromosomi, Koji Stvaraju Jedan Takav Par Zovu Se Homologni Kromosomi. U Jednoj Tjelesnoj Stanici U Jednom Bivalentu Nalazimo Jedan Homologni Kromosom, Potekao S Majčinske Strane, Maternalni Kromosom, Dok Je Drugi Kromosom Potekao S Očinske Strane,Paternalni Kromosom.

Značajka Je Homolognih Kromosoma Da Na Istim Mjestima (Lokusima) Nose Gen Za Isto Svojstvo. Različiti Oblici Gena Koji Reguliraju Isto Svojstvo Nazivaju Se Aleli.

Tjelesne Ili Vegetativne Stanice Dijele Se Tako Da Jezgra Nakon Diobe Sadrži Isti Broj Kromosoma Kao I Prije Diobe I Taj Tip Diobe Jezgre Naziva Se Mitoza. Da Bi Se Osigurala Stalnost Broja Kromosoma, Moraju Se Svi Kromosomi Podijeliti Uzdužno Na Dvije Polovice (Kromatide).

U Procesu Stvaranja Spolnih Stanica, Njihovoj Pojavi Prethodi Dioba Jezgre Tijekom Koje Dolazi Do Pojave Stanica S Polovičnim Ili Haploidnim Brojem Kromosoma. U Toj Diobi Dolazi Do Redukcije Broja Kromosoma, Pa Se Ta Dioba Zove Redukcijska Dioba Ili Mejoza. Naime, Prilikom Oplodnje Bi Se, Teoretski, Broj Kromosoma Povećao Dva Puta. U Slijedećoj Generaciji Bi Se to Povećanje Ponovilo, A Kroz Niz Generacija Bi Broj Kromosoma

31

/

Narastao Do Neizmjernosti. To Se U Prirodi Ne Događa Jer Se Broj Kromosoma U Spolnim Stanicama Smanji, Odnosno Reducira Na Polovicu Tijekom Mejoze.

1.3.1. Interfaza

U 19. Stoljeću Kada Su Počela Intenzivnija Istraživanja Stanice Smatralo Se Da Se Stanice Između Dvije Diobe Odmaraju Pa Je to Razdoblje Nazvano Interfaza (Lat. Inter, Između). Danas Znamo Da Su Stanice U Interfazi Vrlo Aktivne I Da Je to Razdoblje Intenzivnoga Rasta. Interfaza Se Sastoji Od Faza Koje Se Označavaju G1, S I G2.

**G1 Faza (Eng. Gap, Praznina, Rupa) Slijedi Nakon Diobe. U Tom Razdoblju Stanica Obavlja Redovne Životne Aktivnosti Kao Što Su: Kontrola Staničnog Metabolizma, Aktivna Sinteza Bjelančevina I Rnk, Stvaranje Novih Staničnih Tvorbi (Ribosoma, Mitohondrija, Centrosoma) Te Povećanje Volumena I Aktivni Rast Stanice. Tu Se Odvija I Sinteza Nukleotida Koji Će Se U Slijedećoj Fazi Koristiti Za Sintezu Dnk. Trajanje Ove Faze Je Vrlo Promijenjivo. Kod Većine Stanica to Je Najduža Faza I Ona Određuje Trajanje Cijeloga Staničnoga Ciklusa. Samo Trajanje Interfaze Može Biti Od Nekoliko Sati Npr. Kod Aktivno Rastućih Embrija Do Nekoliko Mjeseci Npr. Kod Vegetacijskoga Vrha Stabljike Za Vrijeme Zimskoga Mirovanja.**

**S Faza (Engl. Synthesis Sastavljanje, Spajanje) Je Obilježena Sintezom**

(Udvostručenjem) Dna I Histona. Na Kraju Ove Faze Stanica Sadrži Dvije Potpuno Jednake Kopije Nasljednoga Materijala, Dva Cjelovita Kompleta Kromosoma (4n) Čime Je Stvoren Osnovni Preduvjet Za Diobu Stanice.

Tijekom G2 Faze Stanica Se Priprema Za Diobu. Provjerava Sintetizirane Dnk I Popravlja Moguća Oštećenja, Te Sintetizira Bjelančevine Potrebne U Procesu Diobe. Ova Faza Obično Traje Nekoliko Sati.

Nazivi G Faza Potječu Iz Razdoblja Kada Su Uočena Dva Razdoblja Mirovanja, Praznine Između Sinteze I Diobe, No Danas Se Zna Da to Nisu Praznine Nego Važne Faze Rasta I Intenzivnoga Metabolizma Stanice. Aktivnosti Jezgre U Ovim Razdobljima Nisu Prepoznatljive Svjetlosnim Mikroskopom, Mogu Se Dokazati Samo Biokemijskim Metodama.

Stanice Koje Se Ne Dijele Izlaze Iz G1 I Ulaze U Fazu G0. Jezgre Ovih Stanica Obavljaju Djelatnosti Tipične Za Stanicu Ovisno O Njenoj Funkciji, Nemaju S Fazu Što Znači Da Ne Udvostručuju Dna, Stoga Izostaje Dioba.

1.3.2. Mitoza

Stanice Koje Se Dijele Mitozom Nalazimo, U Normalnim Uvjetima, Kod Viših Biljaka, U Tvornim Tkivima Ili Meristemima.

Premda Se Mitoza Odvija Kontinuirano, Dogovorno Radi Lakšeg Razumijevanja, Podijeljena Je U Pet Faza: Profaza, Prometafaza, Metafaza, Anafaza I Telofaza.

Profaza Počinje Zgušnjavanjem I Spiralizacijom Kromatina U Svrhu Oblikovanja Zbijenih Kromosoma Koji Će Se Moći Kretati U Stanici Bez Međusobnoga Zaplitanja I Lomova. Kromatin, Odnosno Molekula Dnk Vezana S Proteinima Skraćuje Se Oko 1000 × I Oblikuje Kromosom. Skraćeni I Zgusnuti Kromosomi Postaju Vidljivi Svjetlosnim Mikroskopom. Sastoje Se Od Dvije Sestrinske Kromatide Spojene U Području Centromera.

32

/

Nestaje Jezgrica I Počinje Oblikovanje Diobenoga Vretena. U Životinjskoj Stanici Centrosomi, Udvostručeni U Interfazi, Putuju Na Suprotne Polove Stanice, Mikrotubuli Se

Šire I Oblikuju Diobeno Vreteno. U Biljnoj Stanici Zbog Nedostatka Centrosoma, Mikrotubuli Staničnoga Skeleta Preuređenjem Oblikuju Diobeno Vreteno. Profaza Završava Razgradnjom Jezgrine Ovojnice Čiji Ostaci Ostaju Priljubljeni Na Oslobođene Kromosome.

Iza Profaze Slijedi Prometafaza, Kada Kromosomi Putuju Prema Središtu Stanice. Kad Se Kromosomi Rasporede U Središtu Stanice, Nastupa Metafaza. Istovremeno S Rasporedom Kromosoma U Metafaznoj Ravnini, Mikrotubuli Diobenog Vretena Koje Idu Sa Svakog Pola Stanice, Prihvaćaju, Svaka Sa Svoje Strane, Kromatide Na Mjestu Centromera. Na Području Centromera Nalaze Se Specifične Bjelančevine Koje Oblikuju Pričvrsnicu

(Kinetohoru), Mjesto Vezivanja Niti Diobenog Vretena. Gledano Iz Određenog Položaja, U Metafazi Su Kromosomi Međusobno Jasno Razdvojeni, Pa Se S Uspjehom Mogu Brojiti, A Kako Se Svi Nalaze U Jednoj Ravnini, Naziva Se Ona Metafazna Ravnina. U Metafazi Se Niti Diobenog Vretena Počinju Skupljati.

Raspad Veza Među Sestrinskim Kromatidama Obilježava Prijelaz Iz Metafaze U Anafazu. Na Početku Anafaze Kromatide Se Odvoje U Području Centromere, A Kasnije Potpuno, Cijelom Dužinom I Od Tog Trenutka Nazivamo Ih Kromosomima. Nastali Kromosomi Kreću Se Prema Suprotnim Polovima Stanice Skraćivanjem Mikrotubula Diobenog Vretena. Anafaza Traje Dok Se Na Suprotnim Polovima Stanice Ne Skupe Sve Kromatide.

Tada Nastupa Posljednja Faza Mitoze – Telofaza. Kromosomi Se Na Suprotnim Polovima Stanice „odmataju“, Despiraliziraju I Oblikuju Kromatin. Od Dijelova Stare Jezgrine Ovojnice, Koje Su Kromosomi „donijeli“ Na Polove, Oblikuje Se Nova Ovojnica.

Događaji U Telofazi Su Vrlo Slični Onima U Profazi, Samo Se Odvijaju Obrnutim Slijedom. Po Završetku Telofaze Stanica Na Polovima Ima Oblikovane Dvije Jednake Jezgre Čime Je Završena Mitoza.

Nakon Mitoze Dijeli Se Citoplazma Procesom Nazvanim Citokineza. Stanične Tvorbe Udvostručene U G1 Fazi, Približno Jednako Se Rasporede Na Obje Strane Citoplazme.

U Životinjskim Stanicama Se S Vanjske Strane Na Površini Stanične Membrane Pojavljuje Diobena Brazda U Području Nekadašnje Metafazne Ravnine. Diobena Brazda Se Postupno Steže Prema Unutrašnjosti Dok Se Suprotne Strane Membrane Ne Spoje, Dijeleći Tako Jednu Stanicu Na Dvije.

U Biljnoj Stanici Stanična Stijenka Okružuje Membranu, Pa Dioba Citoplazme Uključuje I Stvaranje Nove Stijenke Između Stanica – Kćeri. U Središnjem Dijelu Unutar Stanice Oblikuju Se Postupno Nove Stijenke I Membrane Koje Podijele Stanicu Na Dvije.

Citokineza Obično Počinje Pri Kraju Anafaze I Stoga Završava Vrlo Brzo Nakon Mitoze. Najčešće Se Citoplazma Ravnomjerno Dijeli Na Stanice Kćeri. Ponekad Međutim Mogu Nastati Stanice – Kćeri Različite Veličine. Kod Nekih Staničnih Tipova Nakon Mitoze Ne Dolazi Do Citokineze I Tako Nastaju Mnogojezgrene Stanice. Primjer Je Endosperm U Biljaka.

Na Kraju Kao Rezultat Mitoze Nastale Su Od Jedne Stanice-Majke, Dvije Stanice-Kćeri S Istim Brojem Kromosoma, Ali Svaka Od Njih Ima Samo Polovicu Kromatinske Mase (Onoliki Broj Kromatida, Koliki Je U Početku Bio Broj Kromosoma).

33

1.3.3. Mejoza

Kao Što Je Već Rečeno Mejoza Je Proces Tijekom Kojega Nastaju Spolne Stanice I Tijekom Kojega Dolazi Do Redukcije Broja Kromosoma.

Redukcija Broja Kromosoma Kod Mejoze Postiže Se Slijedom Dvije Uzastopne Diobe Jezgre I Citoplazme Nakon Samo Jednog Udvostručenja Dna. Način Razdvajanja Kromosoma Razlikuje Se U Odnosu Na Mitozu. Kod Mejoze Razlikujemo Prvu Mejotičku Diobu (Mejoza I) I Drugu Mejotičku Diobu (Mejoza II).

Mejoza I – Razdvajanje Homolognih Kromosoma

Prva Mejotička Dioba Ima, Također, Sve One Faze Koje Su Značajne I Za Mitozu (Profaza I, Prometafaza I, Metafaza I, Anafaza I I Telofaza I), Ali Je Kod Nje Naročito Izražena I Komplicirana Profaza I Te Je Ona Proširena I Produljena U Odnosu Na Profazu Mitoze. Nakon Spiralizacije I Zgušnjavanja Kromosoma Koji Imaju Dvije Sestrinske Kromatide, Homologni Se Kromosomi Združe U Parove, Bivalente (Ili Tetrade Ako Brojimo Kromatide). U Takvom Je Paru Jedan Kromosom Maternalni, A Jedan Paternalni.

Sparivanje Homolognih Kromosoma Ključno Je Za Redukciju U Broju Kromosoma I Omogućuje Rekombiniranje Dnk Naslijeđene Od Oca I Majke. Rekombinacija Se Događa Izmjenom Dijelova Nesestrinskih Kromatida U Procesu Ukriženoga Povezivanja (Eng. Crossing Over). Kromatide Se Prelome I Dijelovi Se Međusobno Prespoje. Budući Da Prekriženje Ima Oblik Slova “x” (Grčki “hi”) Ta Pojava Se Zove Hijazma.

Ukriženjem Se Stvaraju Nove Kombinacije Alela Koje Se Pojavljuju U Gametama. Prije Ukriženja U Bivalentu Su Prisutna Dva Tipa Kromatida, Dvije Identične Sestrinske Kromatide, A Nakon Ukriženja Pojavljuju Se Četiri Različite Kromatide S Potpuno Novim Kombinacijama Alela. Upravo Opisano Jedan Je Od Razloga Zbog Kojeg Potomak Nastao Stapanjem Gameta Ima Genetički Sastav I Izgled Različit Od Oba Roditelja.

Prometafaza I Identična Je Onoj Kod Mitoze. I Metafaza I Joj Je Slična. Kromosomi Su U Metafaznoj Ravnini, Ali Za Razliku Od Mitoze, Ovdje Su Skupljeni U Parove (Bivalente), A Plazmatske Niti S Jednog Pola Pričvršćuju Se Za Jedan Kromosom, A Plazmatske Niti S Drugog Pola Za Drugi Kromosom Bivalenta.

Za Prvu Mejotičku Diobu, A I Za Samu Redukciju Broja Kromosoma Vrlo Je Značajna Anafaza I. Kad Se Niti Diobenog Vretena Počinju Skupljati, Razdvajaju Se Bivalenti I Čitavi Kromosomi S Obje Sestrinske Kromatide Putuju Prema Polovima. Tako Se Na Svakom Polu Stanice-Majke Nađe Dvostruko Manji Polovični Broj Kromosoma, Nego Li Ih Je Bilo Tijekom Metafaze I, U Metafaznoj Ravnini.

Još Jedan Razlog Različitosti, Ali I Sličnosti Potomaka Međusobno I U Odnosu Na Roditelje Je Neovisno Orijentiranje Homolognog Para Kromosoma U Metafazi I I Razilaženje U Anafazi I. Odnosno, Bivalenti Se Slažu I Orijentiraju U Metafaznu Ravninu Neovisno O Tome Na Kojoj Je Strani Kromosom Podrijetlom Od Oca Ili Od Majke. Iz Navedenih Razloga Gamete Koje Stvara Organizam Nose Različite Kombinacije Nasljednoga Materijala Roditelja.

Na Polovima Stanice Se U Telofazi I, Oblikuju Jezgre Koje Imaju Samo Po Jedan Kromosom Iz Homolognoga Para Građen Od Dvije Sestrinske Kromatide. Citokineza Koja Slijedi Stvara Dvije Stanice Kćeri Koje Imaju Polovičan (Haploidan) Broj Kromosoma. Nakon Razdoblja Nazvanog Interkineza, Koje Može Biti Različite Duljine, Stanice Kćeri Ulaze U Drugu Diobu.

34

Mejoza II – Razdvajanje Sestrinskih Kromatida

Neposredno Poslije Prve Mejotičke Diobe Nastupa U Svakoj, Novonastaloj Stanici Nova Druga Mejotička Dioba. Ta Je Dioba, Po Tijeku I Načinu Odvijanja Pojedinih Faza, Identična Mitozi, S Tom Razlikom, Da Je Broj Kromosoma U Čitavom Tom Procesu Dvostruko Manji. U Anafazi II Razdvajaju Se Sestrinske Kromatide Koje Su Zbog Ukriženja U Profazi I Različitoga Genetičkog Sastava, Odnosno Sadrže Različite Dnk Molekule.

Po Završetku Druge Mejotičke Diobe Imamo Kao Rezultat Čitavog Mejotičkog Procesa Četiri Stanice (Tetradu) S Polovičnim Brojem Kromosoma, Pa Kažemo Da Je Mejoza Ili Redukcijska Dioba Takva Dioba Stanica, Tijekom Koje Od Jedne Stanice-Majke S Dvostrukim Brojem (2n) Kromosoma, Nastaju Četiri Stanice-Kćeri S Polovičnim (N) Brojem Kromosoma.

Kod Viših Kormofita (Pinophyta; Magnoliophyta) Mejozom Nastaju Megaspore I Mikrospore. Mikrospore Se Kod Tih Biljaka Nazivaju Polenova Zrnca Ili Pelud.

Www.Maturski.Org