**TRANSPORT LÁTOK CEZ MEMBRÁNY**

- cytoplazmatická membrána neizoluje bunku od okolia úplne

- príjem látok potrebných pre biochemické reakcie

- výdaj nepotrebných a odpadových látok

**R bunky**: bunková stena = nehrá dôležitú úlohu v regulácii látok, ktoré do bunky vstpujú alebo ju opúšťajú

**MECHANIZMY TRANSPORTU LÁTOK**

***1. Transmembránový transport***

- pasívny (difúzia, osmóza, transport iónovými kanálmi, pasívny prenášačový transport)

- aktívny (prenos látok pomocou prenášačových bielkovín)

***2. Mechanizmy toku (kolobehu) membrán (cytózy)***

- dynamické procesy (tvorba vezikúl a fúzia membrán)

5 cytóz: endocytózy (prijímanie látok do bunky)

= fagocytóza

= pinocytóza

= receptorová endocytóza

exocytózy (vylučovanie látok z bunky)

= sekrécia (vylúčenie látok, ktoré môžu využiť iné bunky)

= exkrécia (vylučovanie odpadových látok)

= rekrécia (vylučovanie látok, ktoré prechádzajú metabolizmom bunky bez zmeny)

cytopempsis (transcytózy)

- transport látok cez bunky (endotelové bunky ciev)

syncytózy

- splývanie (fúzia) buniek

intracytózy

- vezikulácia a splývanie vezikúl vnútri buniek

**MEECHANIZMY TOKU MEMBRÁN**

**ENDOCYTÓZY**

- fagocytóza a pinocytóza sú vlastné iba niektorým bunkám, nie je to všeobecný mechanizmus

charakteristické znaky:

- kontakt exptracelulárnych substancií s povrchom buniek

- obklopenie substancie pseudopódiami alebo jej vsunutie do kaveol

- presun časti membránovej bariéry do vnútra bunky => *vznik vakuoly alebo vezikuly*

- natrávenie obsahu vakuoly (opätovné vylúčenie z bunky alebo prenos obsahu lyzozómu do cytozólu)

*endozómy* - heterogénna populácia vezikúl vznikajúcich pri rôznych formách endocytózy

**Fagocytóza**

- najdramatickejšia forma endocytózy

- trávenie veľkých častíc (mikroorganizmov, zbytkov buniek)

- fagozómy (>250nm v priemere)

- protozoa a nižšie metazoa (prijímanie potravy)

- imunitný systém: makrofágy, niektoré biele krvinky

odbúravanie: baktérií

odumretých a opotrebovaných buniek

rôznych cudzorodých častíc (prach, sadze)

**Pinocytóza**

- pohlcovanie kvapaliny a molekúl prostredníctvom malých váčkov (< 150 nm v priestore)

- rýchlosť tvorby pinocytotických váčkov - rôzna u jednotlivých typov buniech (obdivuhodne veľká)

- klatrínové jamky - vytváranie klatrínových váčkov - fúzia s endozómami

- príjem extracelulárnej tekutiny je vyrovnávaný stratou tekutiny pri exocytóze

**Receptorová endocytóza**

- látky sa dostávajú do bunky až po ich naviazaní na špecifické receptory

- mechanizmus selektívneho zvyšovania koncentrácie určitých látok

- receptory sa nachádzajú v jamkách - **kaveolách** (1-2% celkovej plochybunkovej membrány)

- na povrchu kaveol a následne na vonkajšom obvode vezikuly (plášťové vezikuly) sa nachádza niekoľko typov proteínov, pričom najviac zastúpený je klatrín

- príjem esenciálnych látok, napr.vitamín B12, železo

- príjem **cholesterolu** => tvorba nových membrán

- v krvonom riečišti je cholesterol prenášaný pomocou lipoproteínov s nízkou hustotou (LDL - low density lipoproteins)

- LDL sa navažu na receptory na povrchu buniek

- komplex LDL s receptormi sa endocytózou dostáva k endozómom

- v endozómoch sa LDL oddelia z komplexov

- receptory sa vracajú v transportých váčkoch do membrány

- LDL sú vystavené vplyvu lyzozómov

- v lyzozómoch sa od LDL uvoľní cholesterol

- prechod cholesterolu z lyzozómov do cytoplazmy

- chybný gén pre LDL receptorový proteín => vývin *aterosklerózy*

**Endozómy**

- ranné endozómy - tesne pod cytoplazmatickou membránou

- neskoré endozómy - v blízkosti jadra

- kyslé prostrednie (pH 5-6) (H+ pumpa v membráne endozómu)

- hlavná triediaca stanica v endocytotickej dráhe smerom do vnútra bunky

Osud receptorov v endocytóze:

- návrat do pôvodnej domény (LDL receptor)

- odbúravanie v lyzozómoch

- prechod k inej doméne memnrány a prenos nákladu z 1 extracelulárneho prostredia do 2. **=> transcytóza**

**EXOCYTÓZY**

- proces odovzdávania látok bunky do extracelulárneho prostredia

- posledný stupeň procesov prebiehajúcich v cytoplazme (syntéza produktu v ER, úprava produktov v Golgiho aparáte, transport sekrečných vezikul)

- vylučovanie enzýmov, hormónov, neurotransmiterov

- dopĺňanie bunkových membrán pri raste a diferenciácii buniek a pri recyklovaní membrán v priebehu endocytózy

- tvorba glykokalyxu a základnej medzibunkovej hmoty

- materiál sa transportuje v membránovom obale

**Exocytóza**

- mechanizmy exocytózy sa podobajú mechanizmu endocytózy

- pri vylučovaní najprv splýva membrána ohraničujúca vezikulu s plazmalémou

- špecifické rozpoznanie (rozpoznávanie B v biomembráne)

- exocytózové mechanizmy sú viazané na zložky cytoskeletu

- po splynutí ostáva membrána vezikuly súčasťou bunkovej membrány

- nadbytočný membránový materiál je recyklovaný endocytózou

**Cytopempsis - transcytóza**

- príjem extracelulárnych látok s využitím kaveol

- tvorba vezikúl

- prechod vezikúl cez cytoplazmu bunky

- odovzdanie obsahu na inom mieste povrchu opäť do extracelulárneho prostredia

- endotelové bunky krvných kapilár, bunky pleury, perikardu a peritonea

- transport látok koloidného charakteru, vysokomolekulových buelkovín a iných veľkých molekúl

**TRANSMEMBRÁNOVÝ TRANSPORT**

- výmena molekúl s okolím

- prechod rôyznych molekúl rozpustených vo vode

- transport živín (cukry, AMK)

- odvádzanie odpadových produktov

- správna koncentrácia H+, Na+, K+, Ca2+

- membránové transportné proteíny

- každý druh membrány má svoj vlastný súbor transportných proteínov

- plyny a hydrofóbne molekuly difunujú podľa svojho koncentračného gradientu - **“membránou prechádzajúce”**

- ióny a molekuly s elektrickým nábojom (AMK), ale aj bez náboja (glukóza) s hydrofilným charakterom membránou samovoľne neprechádzajú

- potreba špecifických **kanálov, transportérov (prenášačov), púmp**

- cytoplazmatická membrána a membrány vnútrobunkových organel - selektívna priepustnosť

Kanály

- proteínové tunely s hydrofilným vnútrom

- prenikanie iónov (K+, Na+, Ca2+) podľa koncentračného gradientu

- selektívne priepustné vždy len pre 1 konkrétny ión

- otvorenie a uzatvorenie kanálov je prísne regulované

- aquaporíny (kanály pre vodu)

Transportéry (prenášače)

- prechod iónov a malých hydrofilných molekúl (glukóza, AMK)

- zmena konformácie molekuly prenášača

- v smere koncentračného gradientu

Kotransportéry

- prenášač, ktorý transportuje viac látok naraz

*symport*: prenos rovnakých roztokov cez membrány

*antiport*: prenos 2 látok v opačnom smere

- jedna látka v smere koncentračného gradientu

Pumpy

- membránové proteíny

- prenos iónov (H+, Na+, K+, Ca2+)

- proti koncentračnému gradientu

- E hydrolýzou ATP

- transportné ATP-ázy (Na+/K+ ATP-áza)

Exportné pumpy pre škodlivé látky

- E z ATP

- vylučovanie bunke vlastných alebo cudzích látok, potenciálne škodlivých, ktoré prenikli do cytoplazmy

- rodina ABC (ATP - binding cassette transporters) transportných proteínov - ABC transportéry

- dôležitá úloha v črevách, pečeni, CNS, placente (ochrana plodu)

- objavené aj v nádorových bunkách - rezistencia voči chemoterapeutikám

- najviac preskúmaný je P-glykoproteín (MDR-1, multidrug resistance protein 1)

- MRP1, MRP2, LRP, BCRP (nádorové bunky ich majú podstatne viac)

Membránové receptory

- hormóny, rastové faktory nemôžu jednoducho vstúpiť do bunky

- ich účinok je sprostredkovaný transmembránovým proteínom - **receptorom**

- viaže svoj špecifický ligand

- konformačná zmena receptora

- ovplyvnenie priepustnosti iónového kanála pripojeného k receptoru alebo spustenie reťazovej reakcie vo vnútri bunky, ktorou sa signál prenáša (a zosilní) až na miesto spotreby - **transdukcia signálu**

*a) receptory spojené s iónovým kanálom*

- ligand + receptor = konformačná zmena receptora = otvorenie iónového kanála = tok iónov = vznik el.signálu (akčný potenciál, synapsy) = zmena membránového potenciálu = otvorenie prídavných kanálov (napätím ovládané iónové kanály)

*b) receptory spojené s enzýmom*

- receptor združený s enzýmom (proteínkináza) alebo vykazuje vlastnú aktivitu (tyrozínkináza)

- aktivácia ďalších proteínov prostredníctvom fosforylácie

- aktivácia regulácie génu = ovplyvňovanie génovej expresie

*c) receptory spojené s G proteínom*

- aktivácia G proteínu = uvoľnenie z komplexu = aktivácia mitogénom aktivovaných proteínkináz (MAP) alebo iných proteínov

*d) receptory steroidných hormónov*

- steroidné hormóny hydrokortizón, estrogén), retinoidy, vitamín D

- naviazanie na receptory v jadre

- indukcia alebo inhibícia génovej expresie

**PASÍVNY TRANSPORT**

- pohyb molekúl v smere koncentračného gradientu

- nepotrebuje hnaciu silu

- transport cez kanálový, prenášačový proteín

- difúzia, osmóza, transport iónovými kanálmi, pasívny prenášačový transport

Osmóza

- pasívny transport vody cez selektívne priepustnú membránu

- molekuly vody sa pohybujú cez cytoplazmatickú membránu z prostredia, kde je nižšia koncentrácia rozpustených látok do prostredia, kde je táto koncentrácia vyššia

*hypertonický roztok*: roztok s vyššou koncentráciou rozpustených látok

*hypotonický roztok:* roztok s nižšou koncentráciou látok

*izotonicý roztok*: roztok s rovnakou koncentráciou rozpustených látok

Osmóza v živočíšnych bunkách

*izotonické prostreide*: objem Ž bunky je stály, voda prúdi v obidvoch smeroch a v rovnakom množstve

*hypertonické prostrdie*: bunka odovzdáva vodu do prostredia, zmršťuje sa a asi zahynie

*hypotonické prostredie*: voda vstupuje do bunky, bunka zväčšuje svoj objem, až kým nepraskne

- špeciálne adaptáicie pre hypertonické, hypotonické prostredia - *osmoregulácia* - kontrola vodnej rovnováhy - *Paramecium* - kontraktilná vakuola

Osmóza v rastlinných bunkách

*izotonické prostredie*: bunky chradnú, vädnutie R

*hypertonické prostredie*: bunka odovzdáva vodu do prostredia, vysychá, plazmatická membrána sa odťahuje od bunkovej steny, končí smrťou bunky

- platí aj pre baktérie a huby

*hypotonické prostredie*: bunková stena udržiava bunkovú

**AKTÍVNY TRANSPORT**

- prenos látky proti koncentračnému graidentu

- prenos cez transportný proteín

- pre transport je potrebná energia (ATP)

Difúzia

- samovoľný proces bez vynaloženia E bunkou

- tendencia molekúl látky rozširovať sa do priestoru

- látky sa pohybujú dovnútra alebo von z bunky cez cytoplazmatickú membránu v závislosti od odlišnej koncentrácie vždy z miesta z vyššou do miesta s nižšou koncentráciou

- samotný koncentračný gradient predstavuje potenciálnu E a riadi difúziu

Uľahčená difúzia

- transport molekúl a iónov (glukóza, Na+) pomocou iónových kanálov alebo transportných proteínov

- smer posunu látok je vždy po koncentračnom spáde z miesta s vyššou na miesta s nižšouu

- bunka na transport nevydáva žiadnu E

- zrýchľuje prenos látky, smer transportu však nemení

- transportné proteíny podstupujú konformačné zmeny - menia svoj tvar a tak prenášajú látku, ktorá je na nich naviazaná

- kanálové proteíny vytvárajú v membráne úzke póry

- aquaporíny

spriahnuté prenášače: prenos 1 roztoku do kopca je spojený s prenosom iného roztoku z kopca

pumpy poháňané ATP: transport do kopca spolu s hydrolýzou ATP

pumpy poháňané svetlom: iba v bunkách halobaktérií je transport do kopca s prívodom svetelnej E

***Prenášačové proteíny***

- sú zostrojené z polypeptidových reťazcov, ktoré niekoľkokrát prechádzajú dvojvrstvou fosfolipidov - tunel pre hydrofilné molekuly

- “otáčavá závora s turniketom”

- umožňujú prechod iba tým molekulám rozpustenej látky, ktoré sa hodia do väzbového miesta proteínu

- enzým a substrát

selektívny prenos: prenos iba jedného typu molekuly (malé organické molekuly)

bunkové membrány: sady zôznych prenášačových proteínov špecifických pre danú membránu

plazmatická membrána: prenášače pre import živín (cukry, AMK)

vnútorná membrána mitochondrií: prenášače pre import pyruvátu a ADP, pre export ATP)

- využívanie E z prenosu iónov v smere gradientu na prenos iných iónov proti gradientu

- pohyb 1 anorganického iónu s pohybom iného iónu

- pohyb anorganického iónu s pohybom organickej moelkuly

- pohyb organickej molekuly s pohybom inej organickej molekuly

- glukózo-sódny prenos v epiteliárnych bunkách čreva

- aktívny príjem glukózy proti gradientu (koncentrácia glukózy v bunke vyššia ako v čreve)

apikálna časť plazmatickej membrány: prenášač pre Na+ glukózu (zvyšovanie koncentrácie glukózy v cytoplazme)

bazálna a laterálna časť: prenášač pre pasívny glukózový prenos (využitie glukózy ostatnými tkamivami)

***Membránový potenciál***

- cytoplazma má v porovnaní s extracelulárnou tekutinou negatívny náboj (nerovnomerné rozloženie katiónov a aniónov na opačných stranách membrány), takéto medzimembránové napätie sa nazýva membránový potenciál

- -50 až -200mV

- napätie ovplyvňuje presun všetkých nabitých látok cez membránu

- snaha kladne nabitých iónov dostať sa dvnútra bunky a naopak

gradient elektrochemického potenciálu: je výsledok pôsobenia 2 zložiek pri presune iónu cez membránu - *končentračný gradient a membránový potenciá*l *= celková sila*, ktorá ženie nabitý ión cez membránu

- uprednostňuje pasívny transport katiónov do bunky a aniónov von z bunky

- membránové proteíny, ktoré aktívne prenášajú iónu prispievajú k tvorbe membránového potenciálu

sodíkovo-draslíková pumpa: za každé 2 draslíkové ióny, ktoré pumpuje do bunky, prenáša von z bunky 3 ióny Na+

protónová pumpa (R, huby, baktérie): aktívny prenos vodíkových iónov von z bunky

***Sodíkovo-draslíková pumpa***

- extracelulárna tekutina bohatá na ióny Na+ a Cl-

- vyvažovanie koncentrácie organických a anorganických iónov vnútri bunky

- k udržaniu osmotickej rovnováhy musia bunky neustále pracovať a odčerpávať nechcené ióny

- odčerpáva Na+ prúdiaci dovnútra bunky

- zamedzuje vstupu Cl- do bunky tým, že pomáha udržiavať membránový potenciál

- inhibícia => nabobtnanie a popraskanie buniek

***Protónová pumpa***

- R bunky, huby a baktérie nemajú sodíkovo-draslíkovú pumpu

- prítomnosť H+ pumpy - odčerpávanie H+ z buniek = vyššia koncentrácia H+ mimo bunky a nižšia v bunke

- príjem živín, cukrov, AMK

halobaktérie: svetlom preháňaná protónová pumpa bakteriodopsín

- lyzozómy Žuniek, centrálna vakuola R a húb, udržiavanie neutrálneho pH cytozolu a nzkeho pH vnútri organely (dôležité pre funkciu organely)

***Kalciová pumpa***

- ióny Ca2+ sú v cytoplazme udržiavané v nižšej koncentrácii ako v extracelulárnej kvapaline

. Ióny Ca2+ sú na oboch stranách cytoplazmatickej membrány a sú zastúpené menej ako ióny Na+

Ca2+ v bunke: väzby k iným molekulám => ovplyvňovanie ich aktivity, signál k spusteniu dejov v bunke (vylučovanie signálnych molekúl, kontrakcia svalových vláken)

nízka koncentrácia Ca2+ v bunke: bunka je citlivá na nárast koncentrácie cytozolického Ca2+

- ATP-áza prítomná v cytoplazmatickej membráne a membráne ER

***Iónové kanály***

- pasívny pohyb malých, vo vode rozpustených molekúl cez hydrofilný kanál dovnútra bunky, či organely alebo naopak

- transmembránové vodné póry (väčšina z nich sú vysoko selektívne póry)

- zamerané na transport anorganických iónov (Na+, K+, Cl-, Ca2+)

***Iónové kanály vs vodné póry***

iónová selekcia:

- priemer a tvar iónového kanála

- rozdelenie nabitýcch AMK v jeho stenách

- prechádzajú iba ióny vhodnej veľkosti a náboja

iónové kanály nie sú stále otvorené

- uzatvárateľné

- otváranie a zatváranie na základe podmienok vnútri a mimo bunky - zmena konformácie

=> iónové kanály

- vysoká rýchlosť transportu (1000x väčšia ako pri prenášačoch)

- nemôžu vykonávať aktívny transport

- prechodne priepustné pre vybrané anorganické ióny

- po otvorení kanálu istým spôsobom, je prúdenie iónov rýchle

= nárazový tok iónov - impulz el.náboja

= zmena napätia cez membránu (membránový potenciál)

= zmena elektrochemických hancích síl, ktoré spôsobia transmembránový pohyb všetkých ostatncýh iónov

= otvorenie iných iónových kanálov, ktoré sú špecificky citlivé na zmeny membránového potenciálu

delenie:

- bez vrátkového mechanizmu (akvaporíny)

- s ligandovou reguláciou (acetylcolínový receptor)

- s elektrickou reguláciou (Ca, Na kanály)

- s mechanickou reguláciou (zmyslové bunky vnútorného ucha)

*a) bez vrátkového mechanizmu*

- akvaporíny - vodné kanály (AQPO)

- cicavce majú najmenej 6 vodných kanálov

- transport vody v hypotonického prostredia do hypotonického prostredia

- integrálny membránový proteín (6x prestup cez embránu)

*homotetraméry*: každý monomér je funkčným vodným pórom

*AQPO1* (erytocyty, epitel obličkových kanálov a močového mechúra, endotel kapilár, endotel pľúc)

*AQPO2* (epitel zberných kanálikov boličiek)

*AQPO3* (bunky obličiek, mozgu, oka, trachey)

- rýchly pohyb vody v odpovedi na malé osmotické gradienty

*b) s elektrickou reguláciou*

sodíkový kanál

- odpudzovanie medzi kladne nabitou časťou vrátok a Na+ iónmi mimo bunky

- priťahovanie medzi kladne nabitými časťami vrátok negatívnym obsahom bunky

- tvorený z 2 podjednotiek tvoriacich kanál vyplnený vodou

- podmetom je zmena konfigurácie podjednotiek (otvorenie vrátok)

- Na+ prechádza cez kanál len v sprievode jednej molekuly vody

- tok iónov => depolarizácia membrány (zatvorenie vrátok)

- K+ kanály sa otvárajú až po vtečení dostatočného množstva Na+ do bunky

- úloha pri šírení el.signálu v nervových bunkách

- svalové bunky, vajíka, prvoky, R bunky (el. signál putuje z 1 časti R do druhej)

*c) s ligandovou reguláciou*

- otvorenie prostredníctvom vrátkového mechanizmu

- špecifická receptorová doména (napr. k hormónom)

- naviazanie hormónu => zmena konfigurácie kanála => otvorenie a prietok iónov v smere gradientu

- Ca2+ kanál =.> prietok Ca2+ z okolia bunky, resp. ER do cytozólu

- Ca2+ v úlohe sekundárneho posla - aktivácia kalmodulínu (proteín kináza C) = ovplyvnenie aktivity iných enzýmov

- Ca2+/kalmodulín - mitóza, bunkové delenie, transdukcia nervového signálu

**BUNKOVÁ STENA RASTLINNÝCH BUNEK**

**Robert Hooke (1663)**

- hrubá bunková stena korku

- chráni, udržiava tvar, bráni nadmernému príjmu vody (osmóza)

- udržiava rastlinné telo proti grvitačnej sile

- prokaryota, huby, prvoky

hrúbka: 0,1μm - niekoľko mm

- chemické zloženie sa líši od druhu, jeden bunkový typ od iného typu tej istej R

- základný plán bunkovej steny je však neenný

**TVORBA BUNKOVÝCH STIEN RASTLÍN**

- v nadväznosti na delenie buniek

- mechúriky z diktiozómov Golgiho komplexu - v strede bunky

- mechúriky obsahujú pektínové látky - základ strednej lamely

- zlievanie mechúrikov

- stredná lamela spája susedné bunky pletiva k sebe

primárna bunková stena: tenká, pružná

sekundárna bunková stena: vzniká v čase dozrievania bunky, zastavenia jej rastu

hrubnutie primárnej steny

ukladanie nových vrstiev s odlišným zložení pod staré vrstvy

medzi primárnou bunkovou stenou a cytoplazmatickou membránou

- ukladanie OL a AL

- drevnatenie, korkovatenie, tvorba kutikuly

- špecializácia R buniek (voskové steny listu, drevnaté steny stonky)

silné zhrubnutie sekundárnych bunkových stien: redukcia vnútorného priestoru na nepatrný objem

***Stredná lamela***

- nemá celulózovú mikrofibrilárnnu kostru

- spája dvojice susednýc bunkových stien

- vznik v procese cytokinézy

- pektínové zlúčeniny, lignín

primárna stena: štruktúru určuje orientácia celulózových mikrofibríl

vlákna celulózy sú usporiadané rôznymi smermi

pravidelnejšia orientácia mikrofibríl (serom dovnútra steny)

hrúbka v porovnaní so sekundárnou stenou je malá

celulóza, pektíny, štruktúrne a enzýmatické bielkoviny, lignín

sekundárna stena: podstatná časť bunkovej steny R objektov

vnútorný povrch bunkovej steny

rovnobežná orientácia celulózových mikrofibríl

vlákna celulózy usporiadané 1 smerom, ktorý je v každej vrstve iný

**ZLOŽENIE BUNKOVEJ STENY**

- z chemickej a morfologickej stránky nie je bunková stena homogénnym útvarom

- odlišné vrstvy s rozličnou hrúbkou a orientáciou mikrofibríl

- B, lipidy, celulóza, látky pektínového charakteru

***Celulóza***

priemer: 20-30 nm

- najrozšírenejšia organická molekula na Zemi

- hlavá zložka bunkových stien

- polysacharid, tvar vlákna

- molekula je rovná

- celulóza + polysacharikdy + proteíny = odolnosť voči stláčaniu a rozpínaniu

- zložená z veľkého počtu zvyškov glukózy, spojených do dlhého reťazca

- glukózové monoméry sú v β-konformácii

- orientácia vlákien udáva smer rastu buniek

- väzby medzi jednotlivými molekulami celulózy sa tvoria prostredníctvom OH skupín

- spájanie paralelne ležiacich molekúl celulózy do mikrofibríl

- mikrofibrily ukotvené z matrixe z polysacharidov a proteínov

*syntéza celulózy*

- na vonkajšom povrchu bunky

- celulózo-syntetázový komplex zakotvený do cytoplazmatickej membrány

- transport sacharidových monomérov cez membránu a ich začleňovanei do rastúcich polymérnych reťazcov

- enzýmový komplex sa pohybuje membránou za súčastnej syntézy - vznik orientovaných celulózových fibríl

- smer pohybu enzýmových komplexov radia mikrotubuly pod plazmatickou membránou

- cytoskelet - nepriamy spôsob regulácie tvaru R bunky

*trávenie celulózy*

- mikróby - rozklad na monoméry glukózy

- v bachore žalúdka hovädzieho dobytka - baktérie tráviacich celulózu

- termity - mikróby v črevách

- niektoré huby

- u ľudí enzýmy chýbajú - celulóza odstraňovaná výkalmi - stimulácia sliznice k tvorbe hlienu - hladký priechod potravín cez tráviaci trakt - dôležitá súčasť výživy

***Lignín***

- lignifikácia (zdrevnatenie) bunkových stien

- vypĺňa priestor medzi celulózovými vláknami

- neustála polymerizácia lignínu - v rôznych častiach dreva sa nachádza v rôznych formách

- celulóza + lignín = pevnosť tlaku a ťahu

***Hemicelulózy***

- krátke reťazce glykozidicky spojených zvyškov cukrov

- manóza, xylóza, galaktóza

- 15-40% obsahu bunkových stien

- mechanická a zásobná funkcia

***Pektíny***

- najmä v mladých R a v strednej lamele

- schopnosť spájať sa s vodou

Kyselina polygalaktourónová

- vo vode nerozpustné

***Suberín***

- v sekundárnej stene

- bunky exodermy, endodermy, floému

- bunkové steny nepriepustné pre vodu a roztoky

Casparyho prúžky: lokálne suberinizované miesta bunkových stien endodermy

- ochranná funkcia (vyparovanie vody, prenikanie parazitov)

***Kutín***

- chemický zložením podobný suberínu

- Vo steny podpokožkových buniek (kutikula)

- ochranná funkcia (vyparovanie vody, parazitov)

***Vosky***

- na povrchu alebo vnútornej strane bunkových stien

- súvislá vrstva zŕn alebo tyčiniek

- ochranná funkcia (vyparovanie vody, parazitov)

**FUNKCIE RASTLINNEJ BUNKOVEJ STENY**

= ochranná, spevňujúca, podporná

= odolávanie vnútornému tlaku, turgoru

= spájanie buniek do pletív

= selektívny filter: permeabilitu kontrolujú pektíny a cytozolová zložka plazmodeziem