

Навчальні заняття № 23-25

Тема: «Основні функції травлення».

План:

1. Провідна тканина. Еволюція транспортної системи у рослин.
2. Переміщення води і мінеральних речовин у горизонтальній площині кореня та стебла. Поняття про осмотичний та тургорний тиск, сисну силу. Апопластичний та симпластичний шлях транспорту води та мінеральних речовин. Механізми транспорту речовин по ксилемі. Шляхи пересування води у листках. Будова ситоподібних трубок. Механізм переміщення речовин по флоемі.
3. Основні функції травлення.
4. Зовнішнє травлення у павуків та личинок жуків-плавунців. Позаклітинне травлення у бактерій, архей, грибів, хижих рослин. Локалізація і функціонування травних ферментів цих організмів.
5. Внутрішньоклітинне травлення. Формування первинних та вторинних лізосом. Гідролітичні ферменти. Залишкові тілця. Аутофагоцитоз і автоліз. Роль протеосом у розщепленні білків клітини.
6. Порожнинне травлення у багатоклітинних організмів. Пристінкове травлення на поверхні мікроворсинок тонкого кишківника. Будова мікроворсинок. Активний та пасивний процес всмоктування речовин у кишківнику.
7. Травлення у товстому кишківнику. Розщеплення клітковини.
8. Поняття про пробіотики і пребіотики. Синтез вітамінів у товстому кишківнику.

1. Провідні тканини рослин

Транспортування речовин у вертикальному напрямку у вищих рослин здійснюють провідні тканини — ксилема (деревина) і флоема (луб).

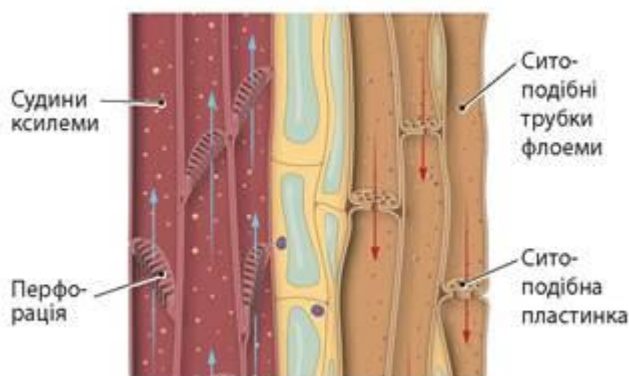
По ксилемі проходить висхідний (від кореня до пагонів) рух води з розчиненими в ній мінеральними солями. Речовини, що утворюються в результаті фотосинтезу, переміщуються по флоемі від листків до інших частин рослини (стебла, кореня, квітки). Ксилема й флоема розташовані поряд і утворюють провідні пучки (мал. 27.1).

Будова ксилеми

Ксилема складається з власне провідних елементів, а також клітин основної (паренхіма) та механічної (волокна деревини) тканин. Провідні елементи ксилеми представлені трахеїдами і судинами. Обидва типи провідних елементів є витягнутими клітинами зі здерев'янілими оболонками. Ці клітини є мертвими і не містять протопластів, що значно полегшує транспорт речовин.

Трахеїди — це дуже довгі, розташовані у ряд клітини, у стінках яких є пори. Пересування води з клітини в клітину здійснюється крізь ці пори.

Судини — це більш спеціалізовані провідні елементи, що є довгими (від кількох сантиметрів до кількох метрів) порожнистими трубками. Ці трубки утворені одним рядом клітин — члениками судини. У місцях з'єднання члеників є перфорації — наскрізні отвори, крізь які здійснюється транспортування речовин. Переміщення розчинів судинами відбувається набагато швидше, ніж трахеїдами.



Мал. 27.1. Система провідних тканин вищих рослин

Механізми транспорту речовин по ксилемі

Ксилемою вода пересувається до листків, з яких випаровується крізь продиhi. Цей напрямок руху розчинів називають висхідним потоком. Але судинами і трахеїдами розчини можуть транспортуватися не тільки вертикально, але й горизонтально — до живих клітин або сусідніх провідних елементів.

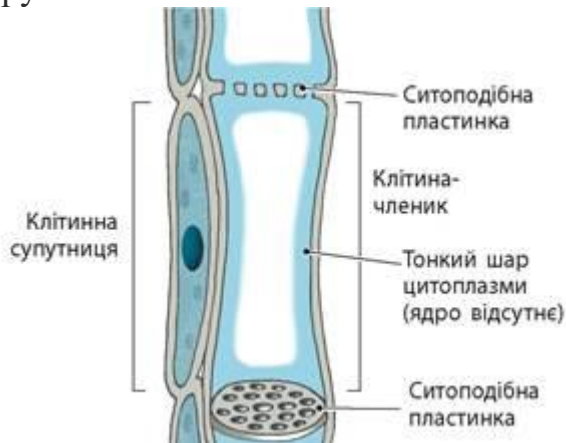
Підйом води по ксилемі відбувається здебільшого за рахунок транспірації — випаровування води листками. Унаслідок цього в кроні рослини виникає нестача води, і зневоднені клітини присмоктують воду з розташованих нижче судин ксилеми. Ця сисна сила піднімає воду в судинах зі швидкістю від 1 до 10 м/год. Друга важлива сила, яка бере участь у підйомі води, — кореневий тиск. Причиною кореневого тиску є різна концентрація розчинених мінеральних речовин у різних частинах рослини. Також підйому води в судинах сприяють капілярні ефекти — зчеплення полярних молекул води одна з одною та зі стінками судин.

Будова флоєми. Будова ситоподібних трубок

Основною частиною флоєми є ситоподібні провідні елементи — ситоподібні клітини і ситоподібні трубки (мал. 27.2). До її складу входять також клітини основної (паренхіма) та механічної (луб'яні волокна) тканин.

Ситоподібні клітини, на відміну від трахеїд ксилеми, є живими. Вони мають видовжену форму і пронизані наскрізними отворами, крізь які транспортуються речовини.

Ситоподібні трубки складаються з безлічі клітин-члеників. Наскрізні отвори двох сусідніх клітин утворюють ситоподібні пластинки, крізь які переміщуються розчини. Ці клітини живі, але в них немає ядер. Поруч з клітинами-члениками розташовані клітини-супутниці, які мають ядра і цитоплазму з органелами. Клітини-супутниці підтримують обмін речовин у клітинах-члениках ситоподібних трубок.



Мал. 27.2. Будова ситоподібної трубки

Переміщення речовин по флоємі

На відміну від ксилеми, органічні речовини можуть транспортуватися по флоємі й угору, і вниз. Майже 90 % усіх речовин, що переносяться, становить сахароза. Швидкість руху сахарози становить 20—100 см/год; за день по стовбуру великого дерева може переміститися кілька кілограмів цього вуглеводу.

Еволюція транспортної системи в рослин

Виникнення провідних тканин пов'язане з виходом рослин на суходіл, коли з'явилася необхідність доставки речовин від коренів до листків, і навпаки.

Ксилема. У процесі еволюції першими виникли трахеїди. Їх виявлено в перших примітивних наземних рослин. Судини з'явилися значно пізніше шляхом перетворення трахеїд. Сучасні спорові й голонасінні рослини здебільшого мають тільки трахеїди; судини в них відсутні (окрім деяких випадків). Майже в усіх покритонасінних рослин є й трахеїди, і судини.

Флоєма. Ситоподібні клітини за будовою більш примітивні порівняно з багатоклітинними ситоподібними трубками. Вони є характерними для спорових і голонасінних рослин. У покритонасінних провідні елементи представлені більш ефективними ситоподібними трубками.

Виникнення судин ксилеми і ситоподібних трубок флоєми в покритонасінних рослин полегшило транспортування води, що виявилось важливим еволюційним пристосуванням до життя на суходолі.

Ключова ідея

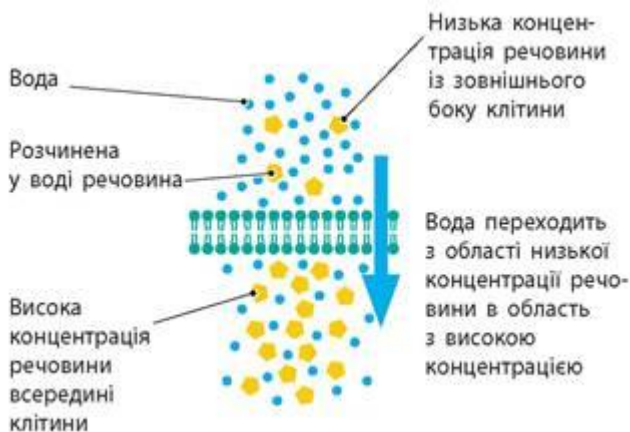
Еволюційне виникнення провідних тканин пов'язане з виходом рослин на суходіл. Ксилема (трахеїди й судини) забезпечує висхідний рух води й мінеральних речовин. Підйом води по ксилемі відбувається за рахунок транспірації, кореневого тиску й капілярних ефектів. Флоема забезпечує переміщення речовин, утворених під час фотосинтезу, від листків до інших частин рослини.

2. Рух речовин у вищих рослин

Як вам відомо, рослини поглинають із навколишнього середовища воду й розчинені в ній неорганічні (мінеральні) речовини.

Поглинання вищими рослинами мінералів з ґрунту здійснюється особливою зоною кореня — зоною всмоктування, де покривні клітини мають вирости — кореневі волоски. Крізь мембрани корневих волосків проникає вода і розчинені в ній солі.

Від покривних клітин корневих волосків водний розчин далі пересувається паренхимною тканиною до центру кореня. Тут розміщено елементи провідної системи рослин (ксилема й флоема). Ними водний розчин мінералів піднімається вгору до стебла й листків, а синтезовані рослиною органічні речовини розподіляються між усіма частинами організму.



Мал. 26.1. Осмос

Поглинання води корневими волосками. Осмос і тургор

Надходження розчинених речовин крізь мембрани клітин корневих волосків здійснюється шляхом дифузії й активного транспорту.

Вода надходить у рослину в основному завдяки осмосу.

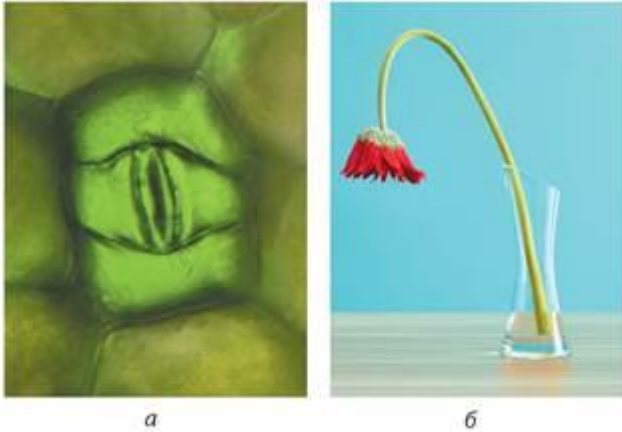
Осмос — це дифузія молекул розчинника (у випадку, що розглядається, — води) крізь напівпроникну мембрану із зони з низькою концентрацією розчиненої речовини в зону з її більш високою концентрацією (мал. 26.1). Великі молекули розчинених у воді речовин не можуть проникнути крізь клітинну мембрану, а молекули води можуть. Вони ніби розбавляють висококонцентрований розчин по інший бік мембрани.

Осмос характеризується осмотичним тиском — тиском, який потрібно докласти, щоб запобігти осмотичному надходженню води в розчин.

У наземних рослин поглинання води з ґрунту шляхом осмосу здійснюється крізь клітинні мембрани корневих волосків та інших клітин у корені. Осмотичний тиск у цих клітинах і клітинах, що проводять воду від кореневого волоска до

ксилеми і далі до листків, набагато вищий, ніж осмотичний тиск ґрунтової води, унаслідок високої концентрації розчинених солей і сахаридів у клітинах. Наприклад, клітини корневих волосків мають велику вакуоль з дуже високою концентрацією розчинених речовин, тому вода «прагне» увійти в ці клітини, знижуючи їхню осмотичну концентрацію.

Коли в рослинну клітину в результаті осмосу надходить вода, усередині клітини формується тургорний тиск. Це напружений стан клітинної оболонки, що створюється тиском внутрішньоклітинної рідини. Завдяки тургору тканини мають пружність, стебла зберігають вертикальне положення, відкриваються продихи. Зниженням тургору супроводжуються процеси в'янення й старіння клітин (мал. 26.2).



Мал. 26.2. Роль осмотичного й тургорного тиску в пружності тканин рослин:
а — зростання тургорного тиску спричинює відкриття замикаючих клітин
продихів, а втрата тургору — їх закривання; б — коли води у вазі не
залишається, осмос «змушує» її виходити з клітин назовні. Вода
випаровується, і квіти в'януть

Апопластичний та симпластичний шляхи транспорту води й мінеральних речовин

Вода з розчиненими мінеральними речовинами, що потрапили з ґрунту в корінь, рухається до його центру, а точніше — до судин ксилеми. Це переміщення називають радіальним (або близьким) транспортом води в корені. Швидкість руху води в корені дуже незначна — близько 1 мм/год.

Радіальний (близький) транспорт води в корені здійснюється кількома способами (мал. 26.3).

Симпластичний шлях: речовини транспортуються з цитоплазми однієї клітини в цитоплазму іншої крізь плазмодесми — цитоплазматичні містки. Цитоплазма всіх клітин, з'єднана плазмодесмами, називається симпластом. Симпласт слугує для транспортування мінеральних і органічних речовин.

Апопластичний шлях: речовини транспортуються по апопласту — взаємозв'язаній системі клітинних стінок і міжклітинних просторів. Апопласт необхідний для транспортування води й мінеральних сполук.

По вакуолях: вода транспортується по системі клітинних вакуолей.



Мал. 26.3. Шляхи транспорту води в корені від корневих волосків до судин
Переміщення води в листку

Вода з клітин паренхіми кореня надходить у судини ксилеми. По ксилемі мінеральні речовини поширюються по всій рослині. Основними споживачами цих речовин є частини рослини, що ростуть.

Потрапляючи по ксилемі в листки, вода й мінеральні речовини розподіляються через розгалужену мережу провідних пучків по клітинах. Завдяки рясному розгалуженню ксилеми в листку майже кожна клітина контактує з провідною системою. Рух речовин по клітинах листка здійснюється, як і в корені, трьома шляхами: по апопласту, симпласту та вакуолях.

Ключова ідея

Поглинання вищими рослинами мінералів з ґрунту здійснюється крізь мембрани клітин корневих волосків шляхом активного транспорту. Вода надходить завдяки осмосу. Радіальний (близький) транспорт води й мінералів у корені й листках здійснюється трьома шляхами: по апопласту (системі клітинних стінок і міжклітинних просторів), симпласту (цитоплазмі клітин, з'єднаних плазмодесмами) та вакуолях.

3. Способи травлення

Травлення — процес, за якого відбувається перетравлювання їжі та її засвоєння клітинами. У результаті харчові продукти перетворюються на компоненти, позбавлені видової специфічності й придатні до засвоєння.

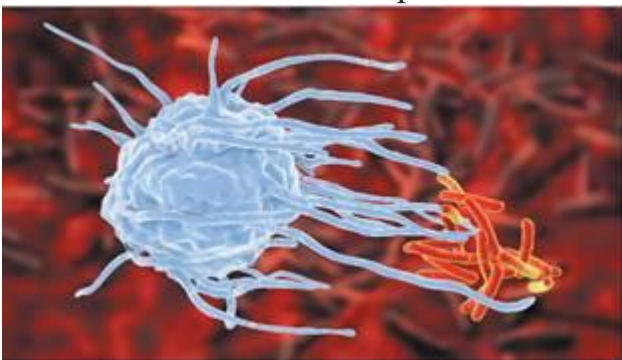
Існують різні способи травлення:

- ✓ внутрішньоклітинне — поживні речовини надходять усередину клітини і розщеплюються ферментами її цитоплазми або лізосом;
- ✓ позаклітинне (порожнинне й зовнішнє) — відбувається у позаклітинному середовищі завдяки ферментам, які виділяють клітини;
- ✓ пристінкове — відбувається на структурах клітинної мембрани.

4. Внутрішньоклітинне травлення

Внутрішньоклітинне травлення — тип травлення, за якого поживні речовини розщеплюються ферментами в клітинах організму. При цьому клітина активно захоплює поживні речовини з навколишнього середовища шляхом ендоцитозу.

Внутрішньоклітинне травлення найдавніше з еволюційної точки зору. Воно властиве всім одноклітинним і деяким примітивним багатоклітинним організмам (губкам і плоским червам). Як додатковий механізм травлення, воно трапляється у голкошкірих, деяких кільчастих червів і багатьох молюсків. У вищих тварин і людини внутрішньоклітинне травлення виконує захисні функції — його здійснюють лейкоцити крові й тканинні макрофаги під час фагоцитозу (мал. 34.1).



Мал. 34.1. Макрофаг захоплює бактерію

Роль лізосом у внутрішньоклітинному травленні

Внутрішньоклітинне травлення відбувається у спеціальних органелах — травних вакуолях, які можуть існувати постійно або утворюватися під час фагоцитозу чи піноцитозу (мал. 34.2). У перетравленні їжі беруть участь лізосоми. Ці органели містять понад 30 гідролітичних ферментів, що розщеплюють білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи й ліпіди. Лізосоми, що відбруньковуються від апарату Гольджі, містять ці ферменти в неактивному стані. Такі органели називають первинними лізосомами.



Мал. 34.2. Схема внутрішньоклітинного травлення

Коли первинні лізосоми зливаються з травними (фагоцитозними) вакуолями, гідролітичні ферменти активуються. Такі лізосоми, що утворюються в результаті злиття первинних лізосом з травними вакуолями і містять активні ферменти, називають вторинними лізосомами.

Під дією гідролітичних ферментів лізосом біологічні полімери розщеплюються до мономерів, які надходять у цитоплазму.

Після перетравлення лізосома стає залишковим тільцем з неперетравленими залишками їжі й ферментами. Залишкові тільца видаляються з клітини під час злиття травної вакуолі із зовнішньою мембраною.

Роль протеосом у внутрішньоклітинному травленні

У клітинах еукаріотів, архей та деяких бактерій у гідролізі білків беруть участь також протеосоми — великі білкові комплекси, що складаються з великого числа протеаз. Протеази — це ферменти, що руйнують білки. Протеосоми перетравлюють білки, які стають непотрібними клітині після виконання своїх функцій, а також пошкоджені й неправильно згорнуті білки (мал. 34.3). До того ж, протеази видаляють білки вірусів і надлишкові ферменти.

До білків, що підлягають руйнуванню, прикріплюються молекули спеціального білка убіквітину, який розпізнається протеосомою.

Протеази протеосом розривають пептидні зв'язки у молекулах білків (здійснюють протеоліз). У результаті утворюються короткі пептиди завдовжки 7—8 амінокислот.

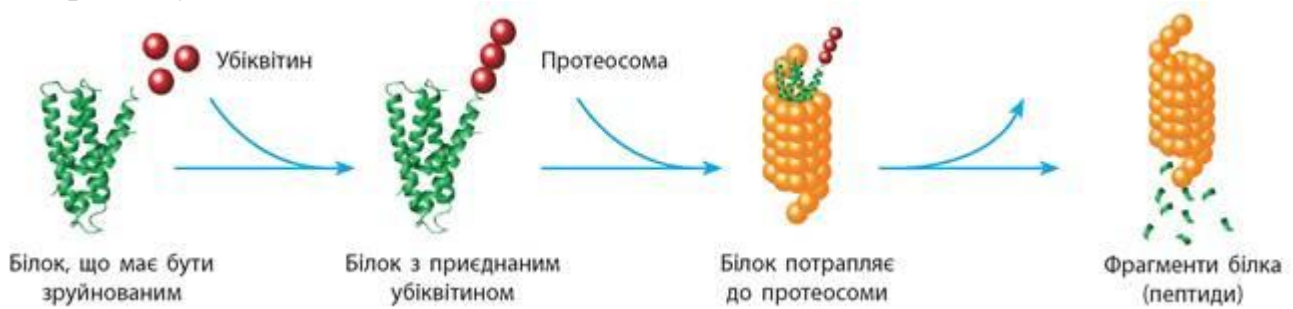
Аутофагоцитоз і автоліз

Ферменти лізосом можуть перетравлювати не тільки речовини, що надійшли ззовні, а й структури клітини, здійснюючи аутофагоцитоз і автоліз.

Аутофагоцитоз — розщеплення в лізосомах власних матеріалів клітини: запасних речовин, макромолекул або органел, які втратили функціональну активність. Аутофагоцитоз використовується клітиною для знищення непотрібних структур, наприклад під час заміни старих органел новими, або для перетравлення білків та інших речовин, утворених усередині самої клітини.

Автоліз — самоперетравлення клітин після руйнування мембран лізосом, спричиненого патологічними змінами або старінням. Автоліз призводить до загибелі клітини. Іноді цей процес не є патологічним, а супроводжує розвиток

організму або диференціювання спеціалізованих клітин. Наприклад, під час перетворення пугловка на жабу лізосоми, що містилися в клітинах хвоста, перетравлюють його: хвіст зникає, а утворені речовини всмоктуються і використовуються іншими клітинами тіла.



Мал. 34.3. Схема роботи протеосоми

Ключова ідея

Внутрішньоклітинний тип травлення є еволюційно найдавнішим. Поживні речовини активно захоплюються з навколишнього середовища шляхом ендоцитозу й розщеплюються всередині клітини. У перетравленні їжі беруть участь ферменти лізосом і протеосоми. Можливе також перетравлення власних структур клітини у процесах аутофагоцитозу й автолізу.

5. Позаклітинне травлення

Позаклітинне травлення характеризується тим, що травні ферменти секретуються у зовнішнє середовище, перетравлення їжі відбувається поза клітиною, утворені речовини потім усмоктуються в клітину.

Таким чином організми перетравлюють великі органічні молекули, які не можуть проникнути безпосередньо крізь клітинну мембрану. Біологічні макромолекули руйнуються до невеликих сполук, які й засвоюються клітиною.

Позаклітинне травлення може відбуватися зовні організму (зовнішнє травлення) або в травних порожнинах тіла (порожнинне травлення).

Позаклітинне травлення у бактерій і архей

Мікроорганізми поглинають їжу і виділяють продукти обміну всією поверхнею клітини. Але поживні речовини можуть надходити в клітину тільки в розчиненому вигляді, тому розщеплення нерозчинних складних органічних сполук на більш прості відбувається зовні. Травні ферменти секретуються клітинами мікроорганізмів в зовнішнє середовище або закріплюються на зовнішній мембрані чи на клітинній стінці. Таким чином, перетравлення їжі відбувається поза клітиною. Утворені мономері всмоктуються через клітинну мембрану.

Позаклітинне травлення у хижих грибів

Існує близько 200 видів хижих грибів. Вони утворюють з ниток міцелію спеціальні ловчі системи, що нагадують рибальські снасті з безліччю гачків, клейкі мережі або кільця-зашморги. Після захоплення здобичі гіфи гриба проростають через покриви жертви і виділяють травні ферменти. Потім спеціальні асиміляційні гіфи всмоктують і засвоюють перетравлені речовини.



Росичка



Венерина мухоловка

Мал. 35.1. Хижі рослини



Мал. 35.2. Хижа личинка жука-плавунця

Позаклітинне травлення у хижих рослин

Існує близько 630 видів комахоїдних рослин. Це переважно багаторічні трав'янисті рослини, але серед них також трапляються напівчагарники й невеликі чагарники. Зазвичай вони живляться, як і всі рослини, поглинаючи речовини з ґрунту та фотосинтезуючи. Але багато з них ростуть на болотах — на ґрунтах, у край бідних на поживні елементи. Тому вони використовують у їжу дрібних тварин (переважно комах) як додаткове джерело Нітрогену, Калію, Фосфору та інших елементів.

Комахоїдні рослини застосовують різні приманки, приваблюють комах забарвленням, солодкими виділеннями або запахом. Вони ловлять здобич за допомогою липких виділень і ловчих апаратів (видозмінних листків) — схлопувальних листків, ловчих глечиків (мал. 35.1). У пастку виділяються ферменти, які перетравлюють спійману жертву. Утворені продукти травлення, переважно амінокислоти, всмоктуються і засвоюються.

Зовнішнє травлення у членистоногих

Особливий вид живлення — зовнішнє травлення — характерне для деяких дрібних представників тварин: павуків, хижих личинок жуків, бабок і мух. Ці хижаки спочатку впорскують у тіло здобичі травні ферменти, які розм'якшують тверді тканини, а потім усмоктують частково перетравлену їжу.

Наприклад, хижа личинка жука-плавунця, схопивши свою жертву щелепами, впорскує в неї травну рідину, яка паралізує здобич (мал. 35.2). Наступна порція травного соку починає перетравлювати паралізовану жертву, розріджує її, після чого личинка всмоктує їжу через глотку.

Павуки так консервують своїх жертв на павутині. Піймавши здобич, павук вбиває її отрутою. Отруйні залози павуків розташовані в хеліцерах. Вони оточені м'язами, під час скорочення яких отрута впорскується через отвір на кінці пазуруватого членика хеліцер. На невеликих комах отрута павуків діє майже миттєво. Піймавши й убивши здобич, павук розриває її хеліцерами і впорскує в неї травні соки (мал. 35.3). Через певний час павук висмоктує утворений поживний розчин. Пристосуванням павуків для харчування рідкою їжею є фільтруючий апарат ротової порожнини і глотки, потужний смоктальний шлунок.

Вважають, що позакишкове травлення еволюційно виробилося у членистоногих для того, щоб подолати твердий хітиновий панцир під час харчування одних членистоногих іншими. Відсутність потужних щелеп змусило павуків перейти до розчинення тканин жертви і харчування рідкою їжею.



Мал. 35.3. Початок процесу зовнішнього травлення павука-оси

Дізнайтеся більше

У деяких видів морських зірок формується об'ємний шлунок, здатний вивертатися через рот. Зірка обволікає шлунком здобич, яку не може проковтнути (наприклад, мушлю молюска), і таким чином здійснює зовнішнє травлення. Морська зірка *Patiria miniata* розстеляє свій шлунок по дну і перетравлює органічні речовини, що знаходить.



Ключова ідея

Позаклітинне травлення використовується майже всіма живими організмами для перетравлення великих органічних молекул, які не можуть проникнути безпосередньо крізь клітинну мембрану. Травні ферменти секретуються у зовнішнє середовище; утворені речовини потім усмоктуються в клітину.

6. Порожнинне травлення

Порожнинне травлення — тип позаклітинного травлення, за якого поживні речовини розщеплюються ферментами в порожнинах травного тракту. Порожнинне травлення забезпечує гідроліз великих харчових молекул до оліго- та мономерів. Такий тип травлення характерний для багатоклітинних організмів — круглих і кільчастих червів, молюсків, членистоногих і хордових.

Органи травлення складаються з травного каналу і травних залоз. Травний канал утворюють ротова порожнина, стравохід, шлунок, кишечник. Кишечник людини ділиться на тонкий і товстий. Слинні залози, залози шлунка й кишечника, підшлункова залоза виділяють травні соки. Травні соки містять ферменти (гідролази), які здійснюють гідроліз полімерів — білків, складних вуглеводів, жирів. Порожнинне травлення завершується утворенням невеликих молекул — дисахаридів, дипептидів, жирних кислот, моногліцеридів.

Пристінкове травлення

Пристінкове травлення відбувається на величезній поверхні тонкого кишечника, утвореної складками, ворсинками й мікрворсинками слизової оболонки. Воно здійснюється завдяки гідролітичним ферментам, які вбудовані в мембрани клітин кишкового епітелію — ентероцитів. Ферменти-гідролази здійснюють остаточний гідроліз поживних речовин. Далі відбувається всмоктування — транспорт молекул через ентероцит у кров або лімфу.

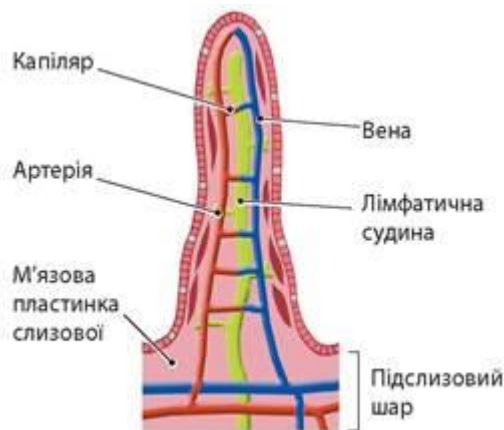
Будова ворсинок тонкого кишечника

Внутрішня поверхня тонкої кишки має характерний рельєф завдяки наявності складок, ворсинок і крипт (мал. 36.1). Ці структури збільшують загальну поверхню тонкого кишечника в 600 разів, що сприяє здійсненню функції травлення.

На складках стінок тонкого кишечника є випинання слизової оболонки — ворсинки. Висота ворсинок становить 0,5—1,5 мм. На 1 мм² слизової оболонки розташовано близько 30—40 таких ворсинок. У центрі ворсинки проходить лімфатичний капіляр (мал. 36.2). У кожен ворсинку входить по 1-2 артеріоли, які розпадаються на капіляри. З капілярів кров збирається у венулу, яка проходить уздовж осі ворсинки.



Мал. 36.1. Структура стінок тонкого кишечника



Мал. 36.2. Будова ворсинки

Будова мікроборсинок тонкого кишечника

Основну масу епітеліальних клітин, які вкривають ворсинку, становлять ентероцити. Ентероцити покриті мікроборсинками, у середньому до 1700-3000 штук на клітину. Висота кожної мікроборсинки — близько 1 мкм. На 1 мм² епітелію тонкого кишечника розташовано близько 50—200 млн таких мікроборсинок. Завдяки їм поверхня пристінкового травлення і всмоктування збільшується в 30—40 разів.

У мембрани мікроборсинок убудовані ферменти, які беруть участь у розщепленні та транспорті речовин, що всмоктуються (мальтаза, інвертаза, лактаза, трегалаза, лужна фосфатаза, моногліцеридліпаза, пептидази тощо). Ці ферменти синтезуються всередині ентероцитів і вбудовуються в їхню мембрану як інтегральні білки.

Процеси, що відбуваються на мікроборсинках, отримали назву пристінкового (мембранного) травлення. Вони були вперше описані українським ученим О. М. Уголевим 1958 року.

Всмоктування речовин у тонкому кишечнику

Кінцеві продукти травлення транспортуються всередину ентероцита, звідки переносяться в кров (амінокислоти, вуглеводи) або лімфу (жири). Перенесення речовин відбувається шляхом пасивного й активного транспорту.

Абсорбція води відбувається пасивно за допомогою осмосу. Багато йонів (Ca^{2+} , K^{+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+}) всмоктуються шляхом простої або полегшеної дифузії. Всмоктування йонів Na^{+} відбувається шляхом активного транспорту з витратою енергії АТФ.

Всмоктування більшості органічних речовин відбувається завдяки активному закачуванню через мембрану ентероцита (спеціальними переносниками з використанням АТФ) і наступним пасивним транспортуванням у кров або лімфу. Так, наприклад, здійснюється всмоктування амінокислот, глюкози й галактози.

Транспортування жирів здійснюється у вигляді гліцеролу й жирних кислот. Гліцерол надходить усередину ентероцитів пасивно, жирні кислоти транспортуються за участю жовчних кислот. Усередині ентероцитів відбувається ресинтез тригліцеридів. Із тригліцеридів, холестеролу, фосфоліпідів і глобулінів утворюються хіломікрони — жирові частинки, укладені в ліпопротеїнову оболонку. Шляхом пасивного транспорту вони потрапляють у лімфатичні судини.

Травні ферменти людини

Тип ферментів	Приклади	Де синтезуються	Що розщеплюють	Продукти гідролізу
Протеолітичні ферменти (протеази)	Пепсин, трипсин	Шлунок, підшлункова залоза	Білки	Амінокислоти
Амілолітичні ферменти (амілази)	а- і b-амілаза, b-галактозидаза	Слинні залози, підшлункова залоза, слизова оболонка кишечника	Полісахариди	Оліго- і моносахариди
Ліполітичні ферменти (ліпази)	Ліпаза шлункового соку, ліпаза підшлункової залози, ліпаза кишкового соку	Шлунок, підшлункова залоза, слизова оболонка кишечника	Нейтральні жири	Гліцерол і жирні кислоти

Ключова ідея

Порожнинне травлення здійснюється ферментами в порожнинах травного каналу. Такий тип травлення характерний для багатоклітинних тварин. Пристінкове травлення відбувається на поверхні мікроворсинок тонкого кишечника. Кінцеві продукти травлення транспортуються всередину ентероцитів, звідки переносяться в кров (амінокислоти, вуглеводи) або лімфу (жири).

7. Травні процеси в товстому кишечнику

У товстому кишечнику завершуються процеси травлення під дією підшлункового, кишкового соків, відбувається часткове розщеплення харчових волокон ферментами кишкових мікроорганізмів. Залози слизової оболонки товстої кишки виділяють небагато травного соку, який містить слиз і невелику кількість ферментів. У процесах перетравлення їжі товстий кишечник відіграє незначну роль, оскільки їжа майже повністю перетравлюється і всмоктується в тонкому кишечнику.

У товстому кишечнику відбувається всмоктування води, у невеликих кількостях — солей, глюкози, вітамінів, амінокислот, часткове всмоктування білків.

Мікроорганізми, які живуть у товстій кишці, синтезують ферменти, деякі вітаміни та фізіологічно активні речовини.



Лактобактерії



Біфідобактерії

Мал. 37.1. Молочнокислі бактерії

Роль симбіотичних мікроорганізмів

Значна роль у процесах травлення належить мікроорганізмам — бактеріям, що живуть у товстому кишечнику (мал. 37.1). До 90 % із них становлять біфідобактерії, інші види представлені лактобактеріями, стрептококами, кишковою паличкою тощо.

Ферменти бактерій розщеплюють волокна клітковини (целюлозу) до оцтової кислоти, глюкози та інших продуктів. Тому роль бактерій особливо важлива в травленні травоядних тварин, довжина товстого кишечника в яких значно більша, ніж у хижих (мал. 37.2).

Мікроорганізми зброджують вуглеводи до кислих продуктів (молочної та оцтової кислоти). Кислоти пригнічують розмноження хвороботворних і гнильних бактерій.

Під дією гнильних бактерій у товстому кишечнику руйнуються невсмоктані продукти перетравлення білка.

Мікроорганізми товстого кишечника синтезують вітамін К, вітаміни групи В (B_1 — тіамін, B_2 — рибофлавін, B_5 — пантотенову кислоту, B_3 — нікотинову кислоту, B_6 — піридоксин, B_9 — фолієву кислоту), амінокислоти, білки та інші речовини.

Фізіологічно активні речовини, які продукуються кишковими мікроорганізмами, впливають на тонус кишкової стінки, підсилюють секрецію

травного соку, сприяють посиленню процесів усмоктування води, амінокислот, йонів Кальцію, Феруму, вітаміну D.

Корисні мікроорганізми пригнічують ріст і розмноження патогенних мікробів.

Негативна роль мікроорганізмів кишечника полягає в тому, що вони утворюють ендотоксини, спричиняють бродіння і гнильні процеси з утворенням отруйних речовин (індол, скатол, фенол) і в певних випадках можуть стати причиною захворювань.

Дізнайтеся більше

У кишечнику людини мешкає близько 500 різноманітних видів мікроорганізмів. Загальна кількість бактерій становить близько 50 трильйонів.



Мал. 37.2. Будова травної системи залежно від типу їжі

Дізнайтеся більше

Рослинна їжа перетравлюється значно важче, ніж тваринна. Тому в рослиноїдних тварин травний тракт помітно довше, ніж у м'ясоїдних, а також має спеціалізовані відділи для перетравлення рослинних волокон ферментами бактерій. У жуйних тварин процес розкладання їжі за допомогою бактерій починається ще у першій камері шлунка (рубці). Потім їжа відригується і пережовується, після чого проходить через інші три камери шлунка і дуже довгий кишечник. У гризунів і непарнокопитних основна частина процесу травлення здійснюється у сліпій кишці, де також живуть симбіотичні бактерії, які допомагають перетравлювати клітковину.

8. Поняття про пробіотики і пребіотики

Кишкові мікроорганізми необхідні для нормального функціонування травної системи і підтримання життєвого тонусу організму. За певних умов, наприклад за умови неправильного харчування або після довготривалого лікування антибіотиками, мікрофлора кишечника пригнічується. Розвивається хворобливий стан — дизбактеріоз.

Відновити порушений баланс можна двома способами — вживанням **пребіотиків або пробіотиків**.

Пребіотики — це речовини, що сприяють росту й розмноженню корисних бактерій. Це можуть бути низькомолекулярні вуглеводи (лактоулоза, рафіноза), розчинні харчові волокна (інулін, пектин, полідекстроза), рослинні екстракти й антиоксиданти (вітаміни А, В, С). Речовини-пребіотики містяться переважно в молочних і рослинних продуктах (кукурудзяних пластівцях, крупах, хлібі, цибулі, часнику, фасолі, горосі, бананах та інших фруктах, овочах і травах).

Пробіотики — це види їжі або лікарські препарати, що містять живі мікроорганізми. Основними пробіотиками є лакто- й біфідобактерії, які є складовими кисломолочних продуктів. До продуктів-пробіотиків належать сметана, йогурт, кефір, айран, кумис, квашена капуста та інші. У разі тяжкого дизбактеріозу вживати тільки кисломолочні продукти недостатньо, а для відновлення мікрофлори необхідно вживати лікарські препарати з пробіотиками.

Ключова ідея

У товстому кишечнику завершуються процеси травлення і всмоктування речовин. Велике значення має діяльність мікроорганізмів, які синтезують фізіологічно активні речовини. Пригнічення мікроорганізмів кишечника призводить до хворобливого стану — дизбактеріозу. Відновити порушений баланс можна вживанням пребіотиків або пробіотиків.