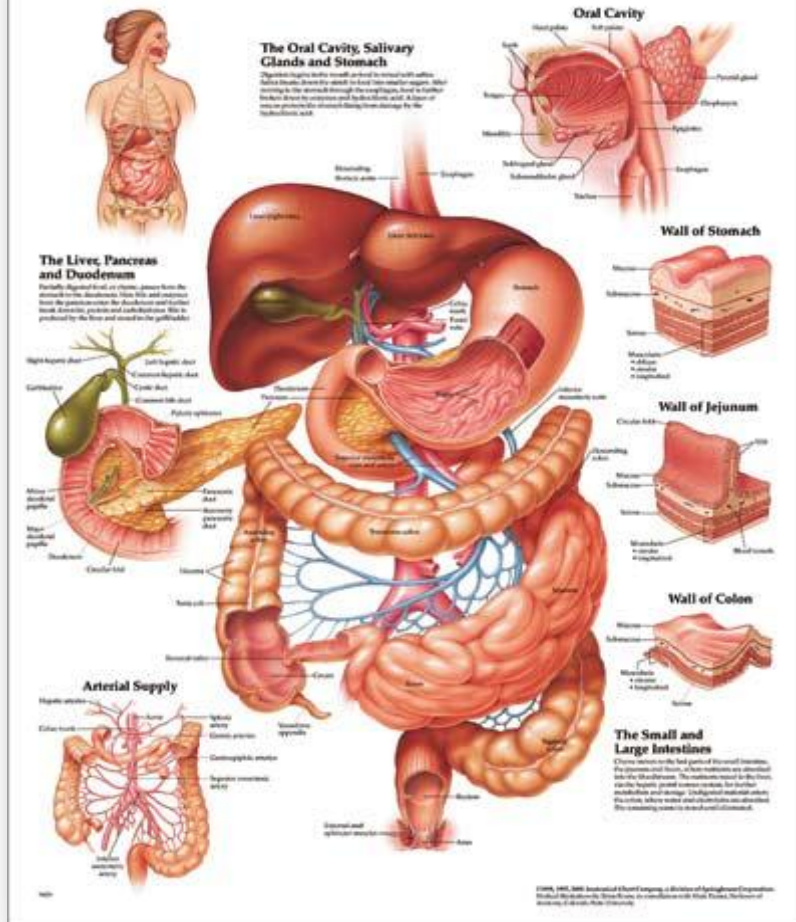


THE DIGESTIVE SYSTEM



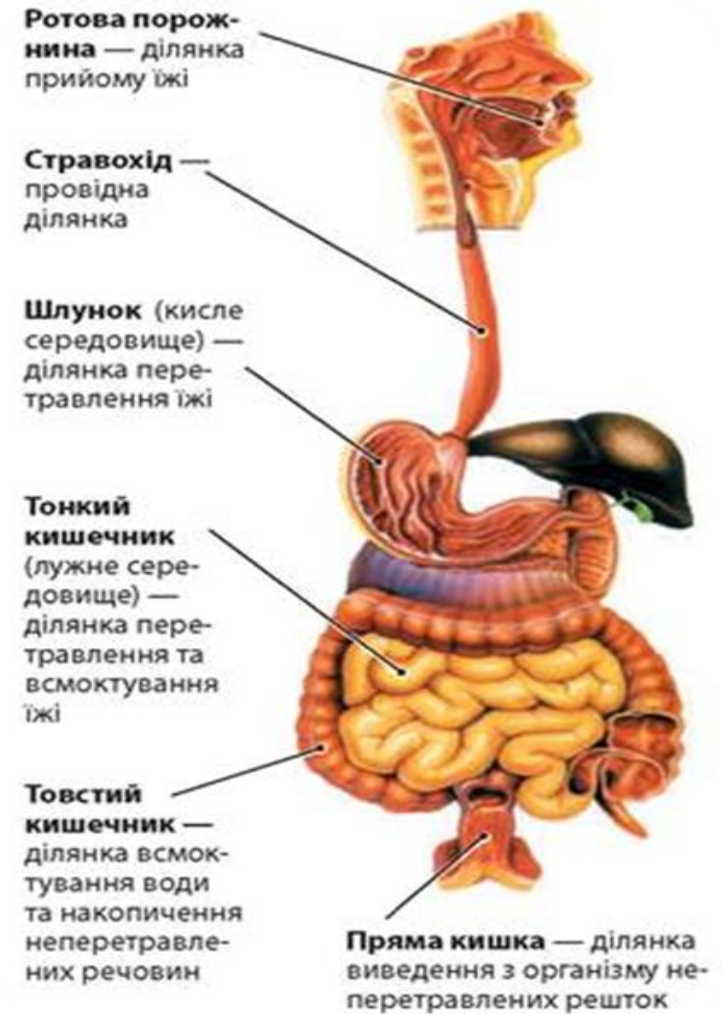
Фізіологія системи
правлення

Проф. Весніна Л.Е.

- Організм людини **не_здатний** **асимілювати** білки, жири, вуглеводи без попередньої фізико-хімічної обробки системою травлення
- **Травлення** - складний фізіологічний і біохімічний процес обробки їжі в шлунково-кишковому тракті, при якому її компоненти зберігають **пластичну і енергетичну** цінність і втрачають **видову специфічність**

ЕТАПИ:

- - просування харчового вмісту в дистальному напрямку,
- - затримка на різний час у відділах травного тракту обробки,
- - змішування харчових речовин з травними секретами за рахунок гладеньком'язового апарату

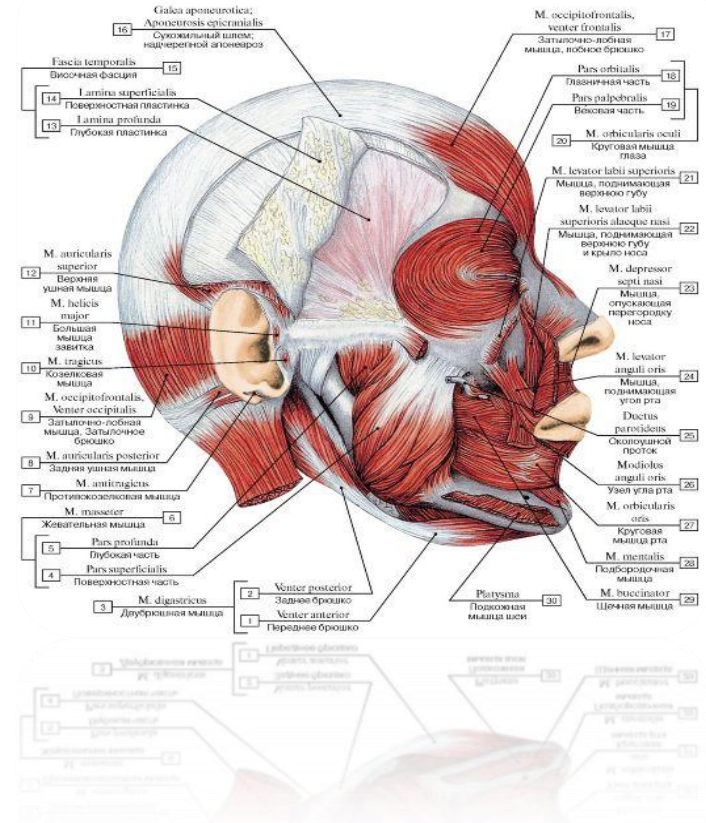


всмоктування білків
неусмоктуваних
ділянка всмоктування
кишечник —

всмоктування білків
всмоктування з організму
пряма кишка — ділянка

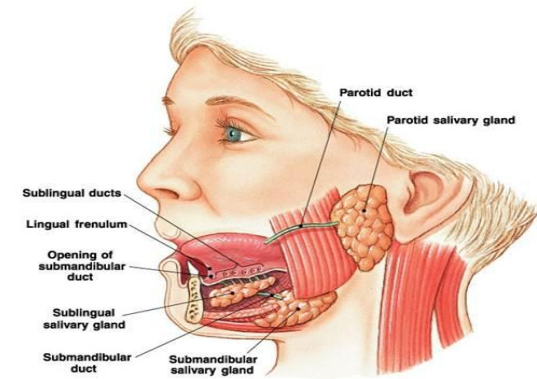
ТРАВЛЕННЯ В ПОРОЖНИНІ РОТА

- Їжа – ковтається або піддається механічній і хімічній обробці
- **Жування** - процес механічної обробки їжі між верхніми і нижніми рядами зубів рухами нижньої щелепи відносно верхньої
- **Жувальні рухи забезпечуються**
- жувальними
- м'якими м'язами
- м'язами язика
- верхньою і нижньою щелепами
- зубними рядами
- слизовою оболонкою порожнини рота, слинних залоз
- **Ковтання** – перехід харчової грудки з ротової порожнини в шлунок



Склад і властивості слини

- змішана слина - в'язка, злегка опалесцентна каламутна рідина
- відносна щільність **1,001-1,017**
- в'язкість **1,10-1,32** пуаз
- Склад залежить від *швидкості секреції і виду стимуляції саливації*
- змішана слина - **pH 5,8-7,4**
- слина привушних залоз **pH 5,81**
- слина піднижньощелепних **pH 6,39**
- зі збільшенням швидкості секреції pH слини підвищується до **7,8**
- слина складається з **99% води** і
- **1% сухого залишку**
- сухий залишок представлений *органічними і неорганічними речовинами*



- **Неорганічні речовини** - аніони хлоридів, бікарбонатів, сульфатів, фосфатів
- катіони натрію, калію, кальцію, магнію, цинку
- мікроелементи: залізо, мідь, нікель, літій
- **Органічні речовини** —
- білки - альбуміни, глобуліни, ферменти
- білкова слизова речовина муцин (*склеює окремі частки їжі і формує харчової грудку*)
- основні ферменти - **амілаза і мальтаза**

Регуляція слиновиділення

- Поза прийомом їжі – фонові секрети великими залозами
- прийом їжі - активація **умовно- і безумовно-рефлекторних реакцій**
- **умовно-рефлекторне** слиновиділення викликають –
 - вигляд і запах їжі
 - звуки, пов'язані з приготуванням їжі
 - інші подразники, пов'язані з їжею
 - розмова і спогад про їжу
- **безумовно-рефлекторний** етап починається - при попаданні їжі в рот
- він пов'язаний з подразненням рецепторів - тактильних, температурних, смакових
- **латентний період** слиновиділення залежить від сили харчового подразника і збудливості харчового центру і становить 1-30 с
- слиновиділення триває весь період їжі і майже повністю припиняється незабаром після її закінчення
- на стороні жування слини виділяється більше і з більш високою активністю амілази

Травлення в шлунку функції:



- 1) **депонування** їжі
- 2) **секреція** шлункового соку для хімічної обробки їжі
- 3) **перемішування** їжі з травними соками
- 4) порційна **евакуація** хімусу в дванадцятипалу кишку
- 5) **всмоктування** в кров речовин, що надійшли з їжею (вода, лікарські препарати, алкоголь, амінокислоти)
- 6) **екскреція** метаболітів (сечовина, сечова кислота, креатин, креатинін) і речовин, що надійшли ззовні (солі важких металів, йод, фарм. препарати)
- 7) **інкреторна** функція - утворення речовин, які беруть участь в регуляції діяльності травних залоз (гастрин, гістамін, соматостатин, мотилін і ін.)
- 8) **захисна** функція - бактерицидна і бактеріостатична дія шлункового секрету
- 9) участь у **гемопоезі** (синтез внутрішнього фактора Касла)
- 10) **видалення** недоброякісної їжі, захист кишечника

Склад, кількість і травна дія шлункового соку

- За добу виділяється **2-2,5 л** шлункового соку
- **шлунковий сік** - прозора безбарвна рідина з кислою реакцією - **$pH = 0,8-1,5$**
- **склад:** 99,4% - H_2O
- 0,6% - сухий залишок:
- неорганічні речовини - іони - Na^+ , Cl^- , K^+ , Mg^{2+} , H^+
- хлориди (5-6 г/л)
- сульфати (10 мг/л)
- фосфати PO_4^{3-} (10-60 мг/л)
- гідрокарбонати CO_3^{2-} (0-1,2 г/л) натрію, калію, кальцію, магнію
- аміак (20-80 г/л)
- Осмотичний тиск шлункового соку **вище плазми**
- Унікальна властивість шлункового соку - **висока кислотність** (0,3-0,5% HCl), яка залежить від
 - швидкості секреції
 - співвідношення гідрокарбонатів і слизу
 - буферних властивостей їжі
- Обкладочні клітини продукують соляну кислоту однакової концентрації (160 ммоль/л), але **кислотність залежить від** —
 - числа функціонуючих парієтальних glanduloцитів і
 - нейтралізації лужними компонентами

Соляна кислота:

- **активує** ферменти шлункового соку
- **створює** кисле середовище, необхідне для дії ферментів шлункового соку
- викликає **денатурацію** білків, полегшуючи дію протеолітичних ферментів
- **зтворює молоко**, перетворюючи казеїноген в казеїн
- забезпечує **антибактеріальну дію** шлункового соку
- потужний **стимулятор** секреторної і моторної діяльності шлунка
- сприяє нормальній **евакуації їжі** зі шлунка: відкриттю пілоричного сфінктера з боку шлунка і закриття з боку 12-палої кишки
- **збуджує** панкреатичну секрецію
- **регулює** діяльність інших відділів шлунково-кишкового тракту
- бере участь у **підтримці рН** крові

Органічні компоненти шлункового соку:

- Азотомісткі речовини

200-500 мг/л: сечовина, сечова і молочна кислоти

- поліпептиди
- білки - **3 г/л**
- мукопротеїди - до **0,8 г/л**
- мукопротеази - до **7 г/л**

- **органічні речовини**

шлункового соку - продукти секреторної діяльності шлункових залоз і обміну речовин в слизовій шлунка і транспортуються з крові

- **ферменти** шлункового соку - виробляються **в неактивному** стані і активуються під дією **HCl**

ферменти

- **пепсин А** - розщеплює білки до поліпептидів, активний при **pH = 1,5-2**
- **гастриксин** або **пепсин С** - білки до поліпептидів, активний при **pH = 3,2-3,8**
- **пепсин В** або **желатіназа** - розщеплює желатин сполучної тканини
- **пепсин Д** або **ренін** (**хімозин, сичужний фермент**) - розщеплює казеїн молока в присутності іонів Ca^{2+}

Фази шлункової секреції

- 1 фаза: *складно-рефлекторна*
2 фаза: *шлункова*
3 фаза: *кишкова*
- *складно-рефлекторна* (мозкова)
фаза включає умовно-
рефлекторний і безумовно-
рефлекторний механізми
- *умовно-рефлекторне* відділення
шлункового соку відбувається
при подразненні нюхових,
зорових, слухових рецепторів
(запах, вид їжі, звукові
подразники, пов'язані з
приготуванням їжі, розмови про
їжу)



Травлення в 12-палій кишці

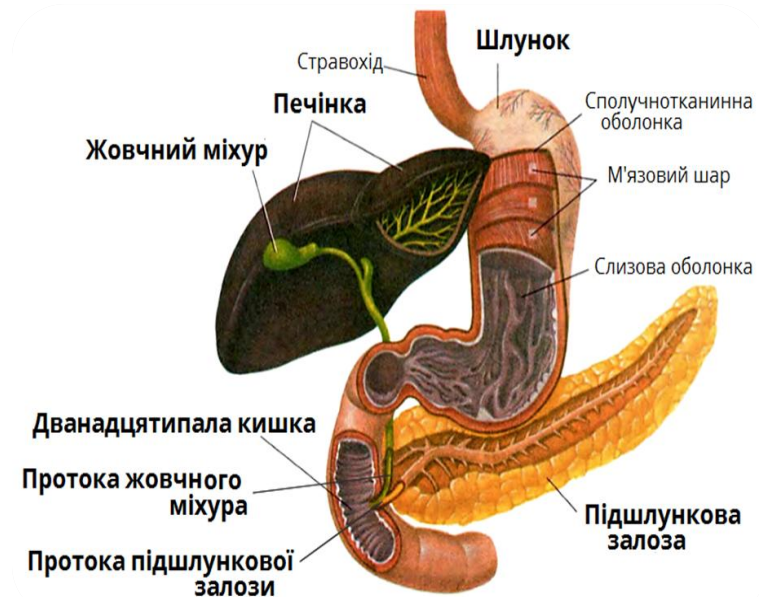
У 12-палій кишці їжа
піддається дії —

- *підшлункового соку*
- *жовчі*
- *соку брунєрових і
ліберкюнових залоз*

слизової оболонки 12-палої
кишки

За відсутності травлення
вміст 12-палої кишки має
pH 7,2-8,0

Кислий химус швидко
нейтралізується



Жовчоутворююча і жовчовидільна функції печінки

Жовч - секрет і одночасно екскрет

- синтезується гепатоцитами **постійно**
- золотиста рідина, ізотонічна плазмі крові

pH 7,8-8,6

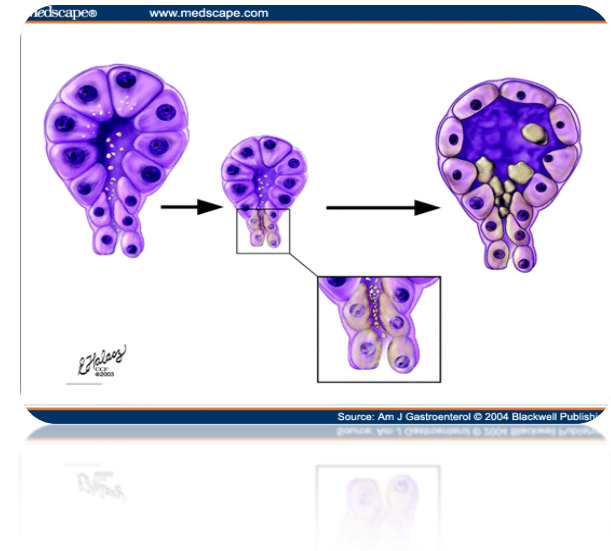
- за добу секретується **0,6-1,2 л** жовчі

Склад жовчі:

97,5% - вода

2,5% - сухий залишок

- **неорганічні:**
- солі натрію, калію, кальцію, магнію, фосфати, хлориди, бікарбонати
- **органічні:**
 - жовчні кислоти
 - жовчні пігменти
 - холестерин, жирні кислоти
 - лецитин, сечовина, сечова кислота
 - вітаміни А, В, С, амінокислоти
 - ферменти (амілаза, фосфатаза)
 - білки - імуноглобуліни А і М



- у гепатоциті з холестерину утворюються первинні жовчні кислоти - **холева і хенодезоксихолева** кислоти
- **білірубін і білівердін** - продукти метаболізму гемоглобіну дають жовчі колір

Значення жовчі

- 1) Зміна шлункового травлення на кишкове,
інактивація пепсину і нейтралізація кислого вмісту шлунка
- 2) Створення оптимального середовища для дії ферментів підшлункової залози, особливо ліпаз
- 3) Жовчні кислоти емульгують жири, знижуючи поверхневий натяг крапель жиру - створення умови для збільшення контакту з ліполітичними ферментами
- 4) Забезпечує всмоктування в тонкій кишці нерозчинних у воді -
 - вищих жирних кислот
 - холестерину
 - жиророзчинних вітамінів (А, Д, Е, К)
 - солей кальцію
- 5) Підсилює гідроліз білків і вуглеводів, а також - всмоктування продуктів їх гідролізу



- 6) Сприяє ресинтезу тригліцеридів в ентероцитах
- 7) Регуляція роботи пілоричного сфінктера
- 8) Стимулює моторику тонкого кишечника, кишкових ворсинок
- 9) Бере участь у пристінковому травленні, створюючи сприятливі умови для фіксації ферментів на кишкової поверхні
- 10) Стимулює секрецію підшлункової залози, шлункового слизу, секрецію тонкої кишки
- 11) Попереджає розвиток гнійних процесів, здійснюючи бактеріостатичну дію на кишкову мікрофлору



Регуляція секреції та виділення жовчі

Жовчоутворення (холерез) відбувається *безперервно* посилюється -

- при підвищенні тону блукаючого нерва,
- при прийомі їжі,
- при звільненні жовчного міхура

До гуморальних стимуляторів **жовчоутворення** (холеретики) відноситься

- **жовч** - при збільшенні надходження жовчних кислот з тонкої кишки в порталний кровотік збільшиться їх виділення в складі жовчі, але зменшиться синтез гепатоцитами
- **секретин** (виділення води і електролітів - гідрокарбонатів)
- **глюкагон**,
- **гастрин**,
- **ХЦК**,
- **простагландини**

Жовчовиділення (холекінез) здійснюється порційно і регулюється двома шляхами:

- 1) нервово-рефлекторним
- 2) гуморальним

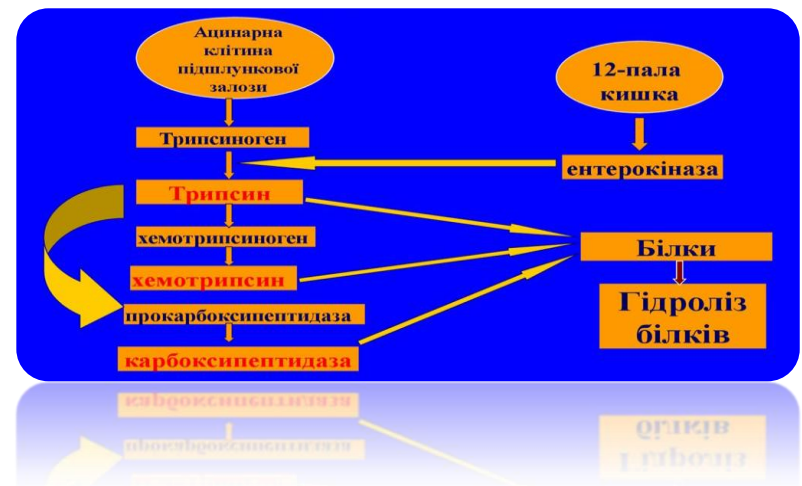
Підшлункова залоза

Протеолітичні ферменти

трипсин, хімотрипсин, еластаза, карбоксіполіпептидази А і В

- **трипсин** виділяється у вигляді трипсиногена, активується під впливом ентерокинази
 - **ентерокиназа** утворюється в 12-палій кишці, активується трипсином і жовчними кислотами
 - **трипсин і хімотрипсин, панкреатонептидаза, або еластаза** розщеплюють переважно **внутрішні** пептидні зв'язки білків
 - діють і на високомолекулярні поліпептиди, в результаті чого утворюються низькомолекулярні пептиди і амінокислоти
 - після утворення трипсину подальша активація трипсиногена
- відбувається аутокаталітично

оптимум дії
трипсину - $pH\ 8,0-9,0$



Амілолітичні ферменти

Утворюються в активній формі

- *амілаза* розщеплює крохмаль до мальтози
- *мальтаза* розщеплює мальтозу до глюкози
- *лактаза* розщеплює молочний цукор лактозу
- *сахараза* діє на сахарозу
- *інвертаза* - на тростинний цукор

Всі вони розщеплюють вуглеводи до *глюкози*

Ліполітичні ферменти

Панкреатична фосфоліпаза –

- ▶ активується трипсином в присутності жовчних кислот та іонів Ca^{++}
- ▶ тригліцериди нерозчинні в воді, ліпаза діє тільки на поверхні жиру
- ▶ чим більше сумарна площа поверхні контакту жиру і ліпази, тим активніше йде гідроліз (*емульгування*) - розміри частинок жиру 0,2-5,0 мкм

Регуляція секреції соку підшлункової залози

- *базальна секреція* (спонтанна за рахунок автоматизму клітин підшлункової залози) і
- *стимульована* - результат впливу регуляторних чинників, які включаються при прийомі їжі

Умовно рефлексорна регуляція -

- при вигляді і запаху їжі, наявності звуків, пов'язаних з приготуванням їжі, через 2-3 хвилини посилюється секреція

Безумовно-рефлексорна регуляція –

- при попаданні їжі в порожнину рота, її жуванні і ковтанні панкреатична секреція посилюється
- еферентні імпульси по *V, VII, IX та XII* парам черепно-мозкових нервів направляють в довгастий мозок в центр травлення, а потім в ядро блукаючого нерва

Травлення в тонкому кишечнику

Клітини кишкового епітелію

оновлюються швидко:

- протягом **24-36 годин** вони переміщуються з крипт слизової оболонки до вершини ворсинок
 - ▶ відторгаються через **3 доби**
- ▶ за добу виділяється 1,8 л кишкового соку
- рН становить **7,5-8,0**
- при посиленні секреції **8,6**
- рідка частина кишкового соку утворюється водяними розчинами **органічних і неорганічних речовин**
 - ▶ **неорганічні речовини**, які містяться в рідкій частині соку:
 - ▶ **хлориди, бікарбонати**
 - ▶ **фосфати натрію, калію і кальцію**
 - ▶ **органічні речовини:**
 - ▶ білки
 - ▶ амінокислоти
 - ▶ сечовина та ін. продукти обміну

Щільна частина кишкового соку - слизові грудки жовтуватого-сірого кольору складаються із:

- зруйнованих епітеліальних клітин
- ензимів
- слизу

▶ має більшу **ферментну активність**, ніж рідка частина

▶ кишковий сік містить більше **20 травних ферментів**, які складають три групи:

- ▶ протеолітичні
- ▶ амілолітичні
- ▶ ліполітичні

Ферментативний гідроліз

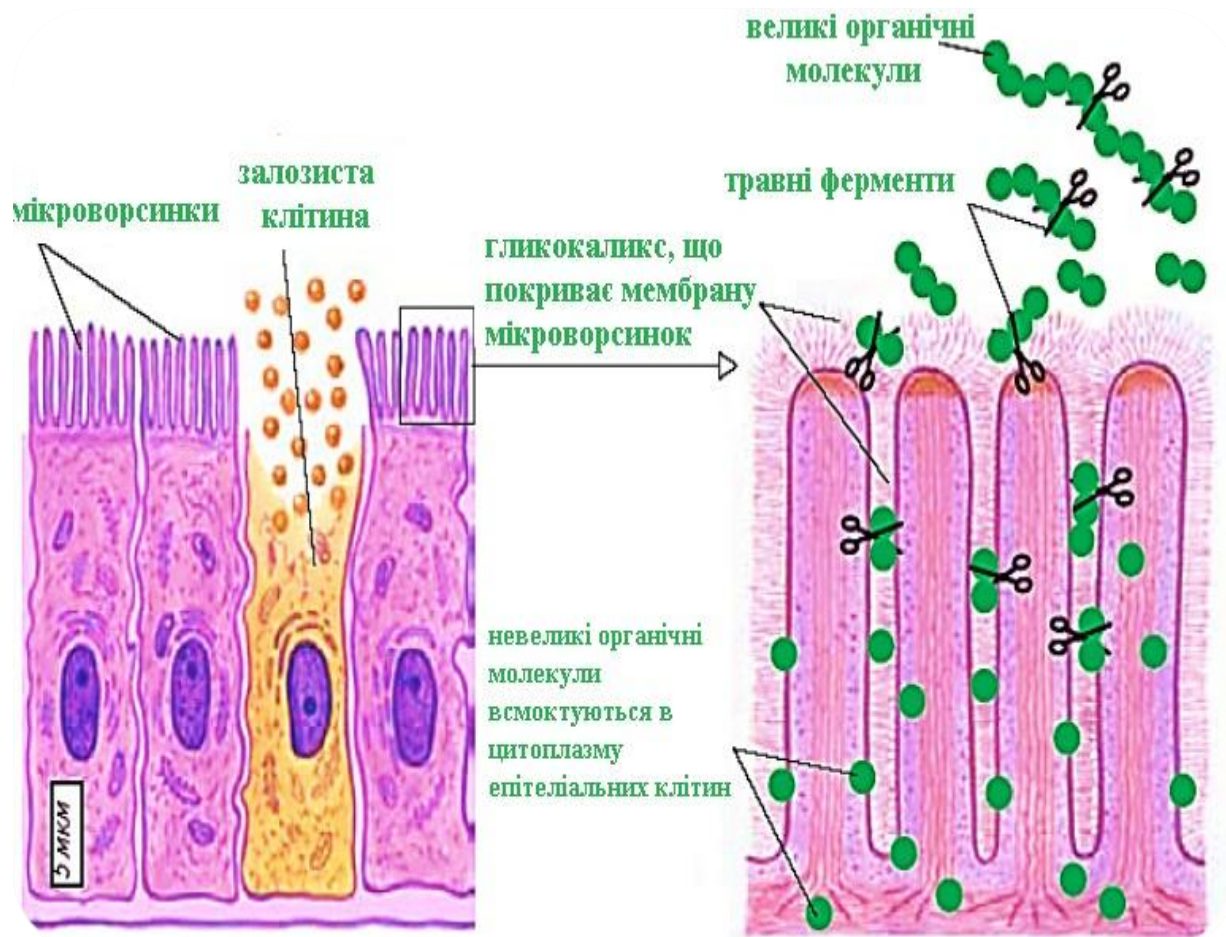
харчових субстратів послідовно здійснюється:

- в порожнині тонкої кишки (***порожнинне травлення***)
- в надепітеліальному шарі слизу (***пристінкове травлення***)
- ▶ на мембранах війкової облямівки ентероцитів (***мембранне травлення***)
- ▶ після проникнення всередину ентероцитів субстратів гідролізу (***внутрішньоклітинне травлення***)

Порожнинне травлення в тонкій кишці здійснюється за рахунок травних секретів і ензимів, які надходять в порожнину тонкої кишки (***панкреатичний секрет, жовч,***

кишковий сік)

- високомолекулярні речовини гідролізуються до стадії ***олігомерів***
- ▶ гідроліз олігомерів завершується в зоні глікокаліксу і мікроворсинок епітелію



Травлення в товстому кишечнику

функції:

- **травна** - завершення процесу травлення під дією підшлункового, кишкового соків
- часткове **розщеплення** харчових волокон та інших органічних речовин ферментами **мікроорганізмів**
- **всмоктувальна:**
води — 4-6 л
- глюкози, вітамінів, амінокислот, солей
- часткове всмоктування неперетравлених білків їжі, білків - продуктів життєдіяльності мікроорганізмів в негідролізованому стані
- всмоктуванню заважає тільки віддаленість залишків білків від слизової оболонки кишечника
- **екскреторна** - виділення метаболітів і солей важких металів
- **захисна** - синтез епітелієм
лізоциму
лактоферину
секреторного імуноглобуліну А
дефензинів
- **захист** кишечника від патогенних мікроорганізмів
- перешкода їх життєдіяльності і розмноження через **мікробний антагонізм**
- нормальна моторна діяльність у напрямку **до прямої кишки** - перешкода мікробного обсіменіння тонкого кишечника

- **регуляторна** - стимуляція імунної системи (антигенні продукти життєдіяльності мікроорганізмів і неперетравлених білків)
- **регуляція вегетативної нервової системи**
- **синтетична** - біосинтез вітамінів мікрофлорою товстого кишечника, які частково використовуються організмом:
 - тіаміну (В1)
 - рибофлавіну (В2)
 - пантотенової кислоти (В3)
 - фолацину (Нд)
 - ніацину (РР), біотину (Н)
 - піридоксину (В6), філлохинону (К)
 - токоферолу (Е), ретинолу (А)
- незамінних амінокислот і їх всмоктування
- **моторна**

- У товстому кишечнику синтезується **вітамін К**,
- від концентрації та активності якого залежить утворення факторів згортання крові, особливо важливий у **новонароджених** у зв'язку зі стерильністю ШКТ
- видалення **екскрементів** товстий кишечник здатний **частково компенсувати** порушення травлення проксимальних відділів травного тракту
- **Сік товстого кишечника** - каламутна безбарвна рідина
- складається з рідкої (98%) і щільної частин (2%)
- рН 8,5-9,0

Дякую за увагу!

