

Fyziologie živočichů (a člověka)

Bi2BP_FYZP

III. ročník 1/0/2 Zk

II. část – metabolické funkce

Soustavy: **trávicí**

dýchací

cévní

homeostatické mechanismy

osmoregulace

exkrece – vylučovací soustava

termoregulace

B. Rychnovský

A. Žáková

Trávicí soustava

Trávení – proces rozkladu potravy a využití jednotlivých složek v metabolismu organismu → **trávicí soustava**

- **Osmotrofie** – příjem potravy celým povrchem těla ve formě roztoku; paraziti s chybějící trávicí soustavou
 - **Fagotrofie** – příjem potravy ve formě pevných částic
- TRÁVICÍ ORGANELY NEJSOU VYTVOŘENY:

- **Fagocytóza** – potrava – pevné částice,

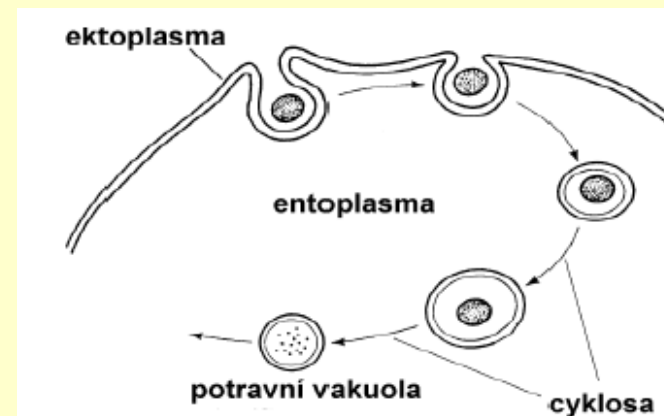
nejsou trávicí organely, příjem potravy na kterémkoli místě povrchu těla

- **Pinocytóza** – potrava v roztoku,

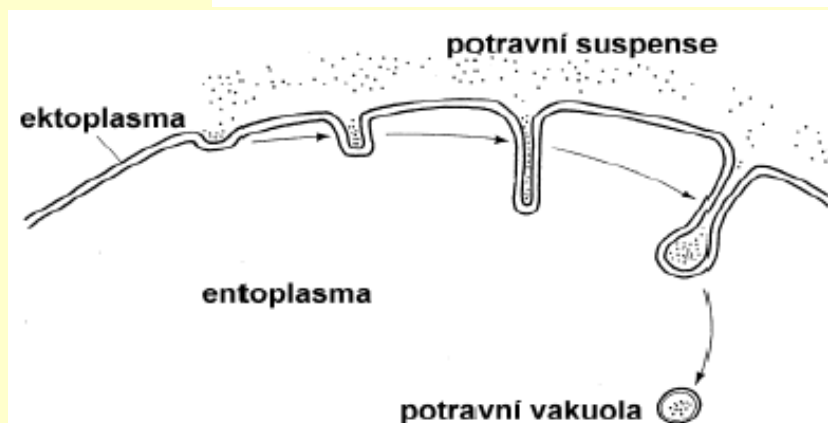
na kterékoli části povrchu těla

- **Intracelulární trávení** – uvnitř buňky, jednobuněční

- **Extracelulární trávení** – mimobuněčné prostory, popř. i mimo tělo



Obr. 172 Schematické znázornění fagocytózy. Podle Brusca a Brusca (1990).



Obr. 173 Schematické znázornění pinocytózy. Podle Brusca a Brusca (1990).

Trávicí soustava prvoků (nálevníků)

-diferenciace stálých trávicích organel:

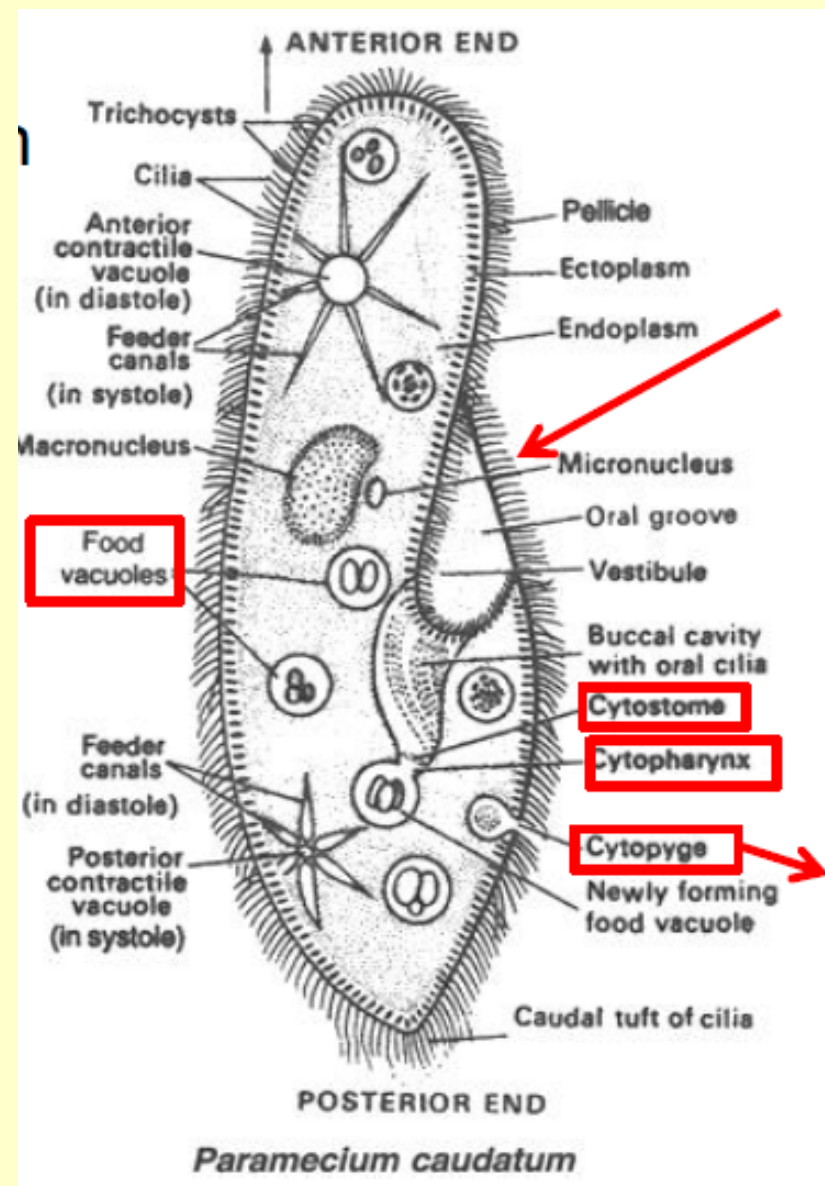
–**Cytostom** –buněčná ústa, kolem uspořádané brvy přihánějí potravu

–**Cytopharynx** –buněčný hltan, odškrcování potravních vakuol

–**Potravní vakuoly**–kolují v cytoplazmě (**cyklóza**), probíhá zde trávení

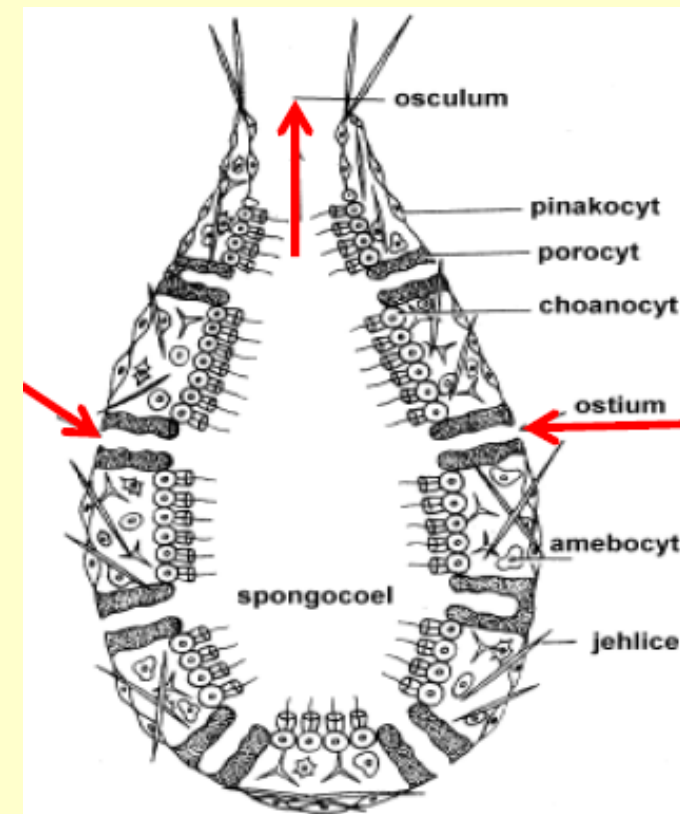
–**Cytopyge**–buněčná řiť –vyvrhnutí nestrávených zbytků mimo tělo prvoka

•



Trávicí soustava mnohobuněčných živočichů –embryonálně z endodermu –PORIFERA (houbovci)

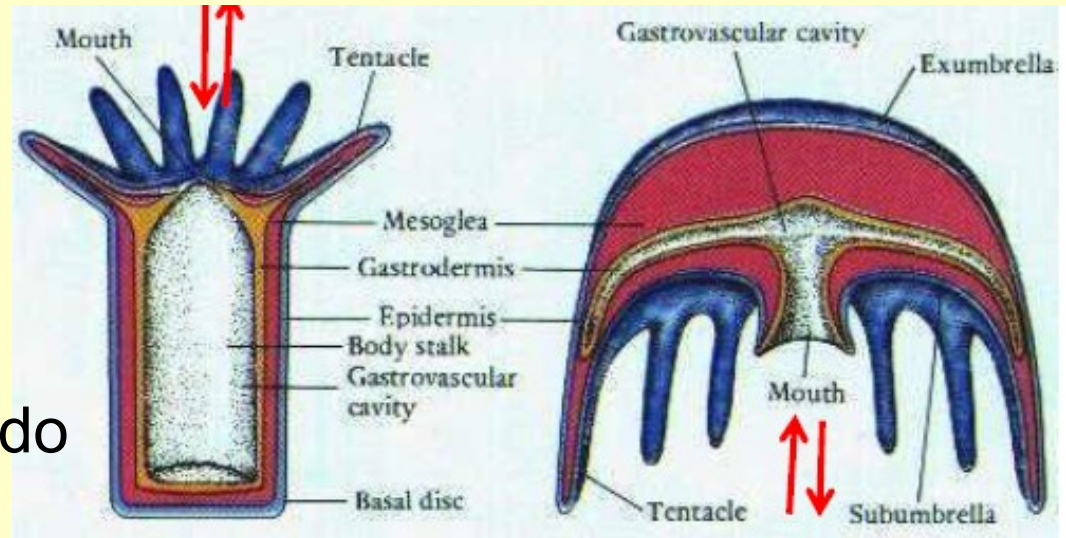
- **spongocoel** –centrální vaková dutina, komunikující s vnějším prostředím otvorem (**osculum**) na svrchní straně těla
- Límečkovité buňky (**choanocyty**), tvoří stěnu spongocoelu, funkce trávicího epitelu; kuželovitý tvar, směrem do spongocoelu plazmatický límec z dlouhých výběžků, uprostřed límce bičík
- Voda s potravou otvory –**ostia**, **tvořené porocyty**
- Trávení v potravních vakuolách choanocytů, **intracelulární fagocytóza** nebo pinocytóza, trávení pokračuje v amebocytech –buňkách střední vrstvy těla (mezoglea), mezoglea pohyblivá –rozvod živin do celého těla
- Nestrávené zbytky –amebocyty předávají zpět do trávicí dutiny, oskulem ven
- Proud vody –kontrakcemi porocytů uzavírajících ostia a kmitáním bičíků choanocytů
- **Mikrofágové**–choanocyty –účinný filtrační aparát



Obr. 175 Schema trávicí soustavy⁴ askonové houby. Šipky znázorňují směr proudění vody. Podle Hymanové (1940), ze Špinara (1960).

ŽAHAVCI (Cnidaria)

- Trávicí dutina s jedním otvorem (blastopór) – přijímací a vyvrhovací
- Chapadla uchopí potravu (draví), paralyzace potravy pomocí knidocytů), přesun do ústního otvoru

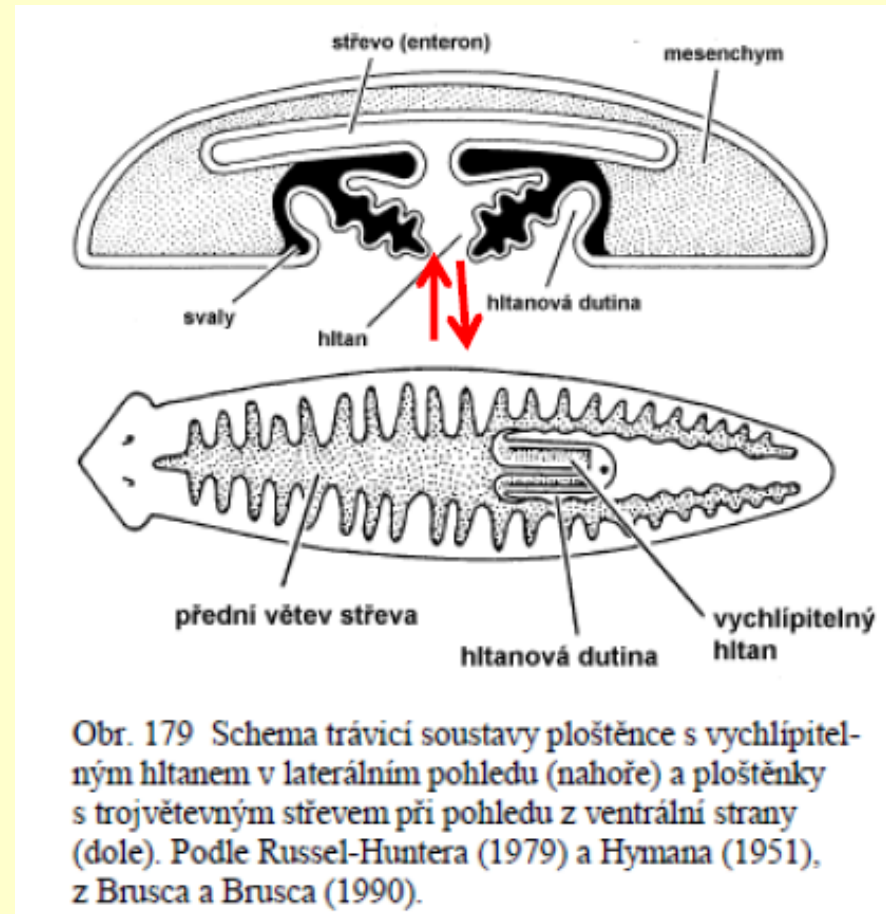


- Centrální dutina –**láčka**, v ní extracelulární trávení, trávicí epitel láčky gastrodermis produkuje enzymy a sliz, buňky často s bičíky –promíchávání obsahu láčky; fagocytóza nebo pinocytóza natrávené potravy, dokončení trávení intracelulárně v potravních vakuolách; nestrávené zbytky do láčky a ven

PLOŠTĚNCI (Plathelminthes)

- **Modifikovaná láčka, jeden otvor –přijímací i vyvrhovací, hltan (pharynx)**–může být vyztužen svaly a může se vychlipovat mimo tělo, **střevo – jednoduché nebo větvené**
- U bezstřevných –střevo druhotně zaniklo, hltan navazuje na shluk endodermálních buněk, extracelulární trávení v mezibuněčných prostorech, pak intracelulární trávení

- **Mimotělní trávení** –u forem s vychlípitelným hltanem, uchopení, vyloučení trávicích enzymů do potravy; pozření, hltan, střevo –extracelulární trávení pomocí enzymů; fagocytóza buňkami epitelu střeva; nestrávené zbytky vyvrhnuty ven ústním otvorem



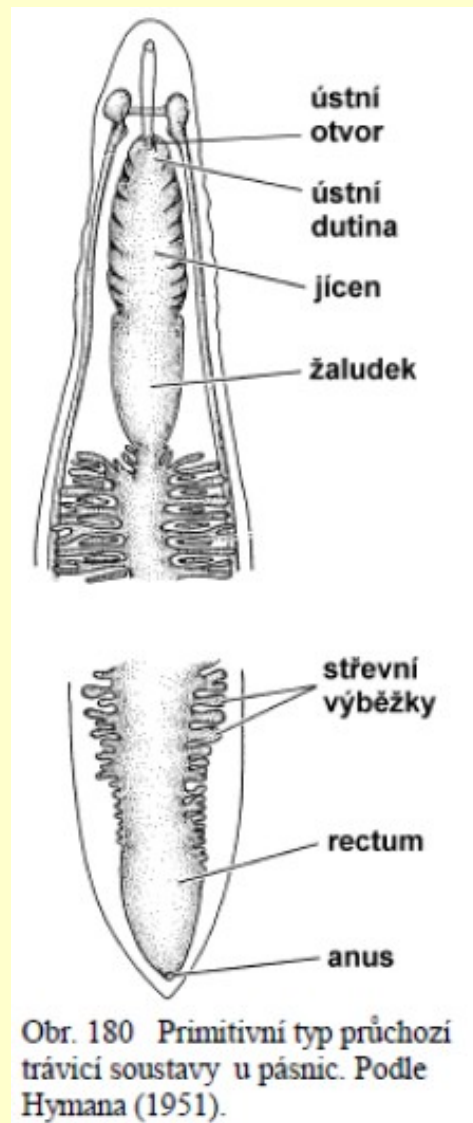
PÁSNICE (Nemertea)

–Trubice, ústní a řitní otvor, **jednosměrný průchod potravy**

–Ústní otvor, ústní dutina, jícen (oesophagus), žaludek (ventriculus), střevo se záhyby –zvětšení plochy pro trávení, obrvené (posun) a slizové (trávicí enzymy) buňky gastrodermu, rectum a řitní otvor (anus)

•Přídavné orgány:

Brvy; chapadla; destičky k drcení potravy v ústní dutině nebo ve svalnatém žvýkacím hltanu –mastax –u vířníků; kutikulární čelisti (u mnohoštětinatců); měkkýši –v ústním otvoru ozubená chitinová páska –radula –vyztužená chrupavčitou destičkou
–Slinné žlázy –poprvé u vířníků; žaludeční žlázy



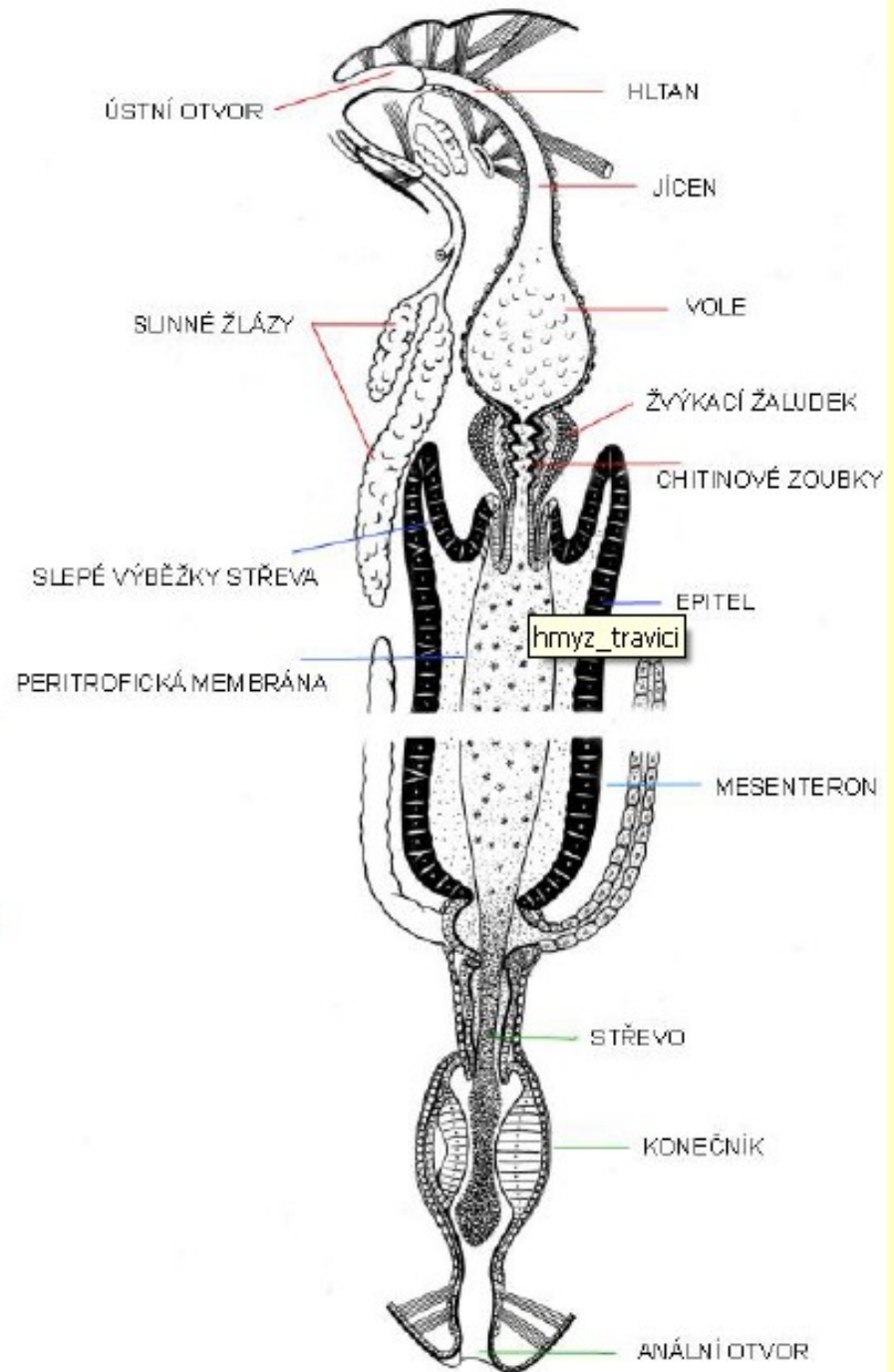
•**ČLENOVCI (Arthropoda)**
–Trubicovitá TS, stomodeum, mesodeum, proctodeum

HMYZ:

–**STOMODEUM**–ústní otvor; **slinné žlázy**, **hltan**(pharynx) –funkce pumpy při nasávání; **jícen** (oesophagus) –v zadní části **vole**; **žvýkačí žaludek**, chitinové zoubky, zpracování potravy, rozmělnění, drcení...

–**MESENTERON** –**slepé výběžky střeva** – zásobníky potravy, místa intenzivní tvorby trávicích fermentů; na povrchu epitelových buněk soubor tyčinkovitých útvarů –zvětšení vnitřního povrchu střeva –obdoba klků; potrava zde obalena tzv. **peritrofickou membránou** –chrání sliznici střeva před účinky enzymů, selektivní membrána při vstřebávání živin, vylučují ji žlázové buňky, membrána tvoří „balíček“ s potravou, roztrhá se až v konečníku, není u hmyzu, který přijímá tekutou potravu

–**PROCTODEUM**-**střevo tenké a tlusté**, různě dlouhé, napojení Malpighických trubic (přivádějí odpadní látky z těla); **rectum (konečník)**–zoubky z chitinu –trhají peritrofickou membránu; **rektální papily** – resorpce



DRUHOÚSTÍ (Deuterostomia)

–Blastoporus se většinou uzavírá, poblíž se proráží řitní otvor a ústní otvor vzniká na hlavové straně těla

–Střední část trávicí trubice dlouhá, členěná

STRUNATCI (Chordata)

–Ptáci:

- Dutina ústní ohraničena horním a dolním zobákem, zuby nejsou vyvinuty

- za jícnem **vole** –výduť distálního úseku jícnu, stavba jako i jícnu

- žaludek –žláznatý a svalový oddíl**, žláznatý –produkce žaludečních šťáv, stavba: sliznice, svalovina a seróza; svalový –sliznice, podslizniční vazivo, svalovina (nejmohutnější), seróza nebo adventicie

–Paryby, některé ryby, obojživelníci, plazi a ptáci:

- konečník ústí s vývody pohlavních orgánů do

Kloaky a teprve ta ústí řitním otvorem ven

Funkce trávicího systému:

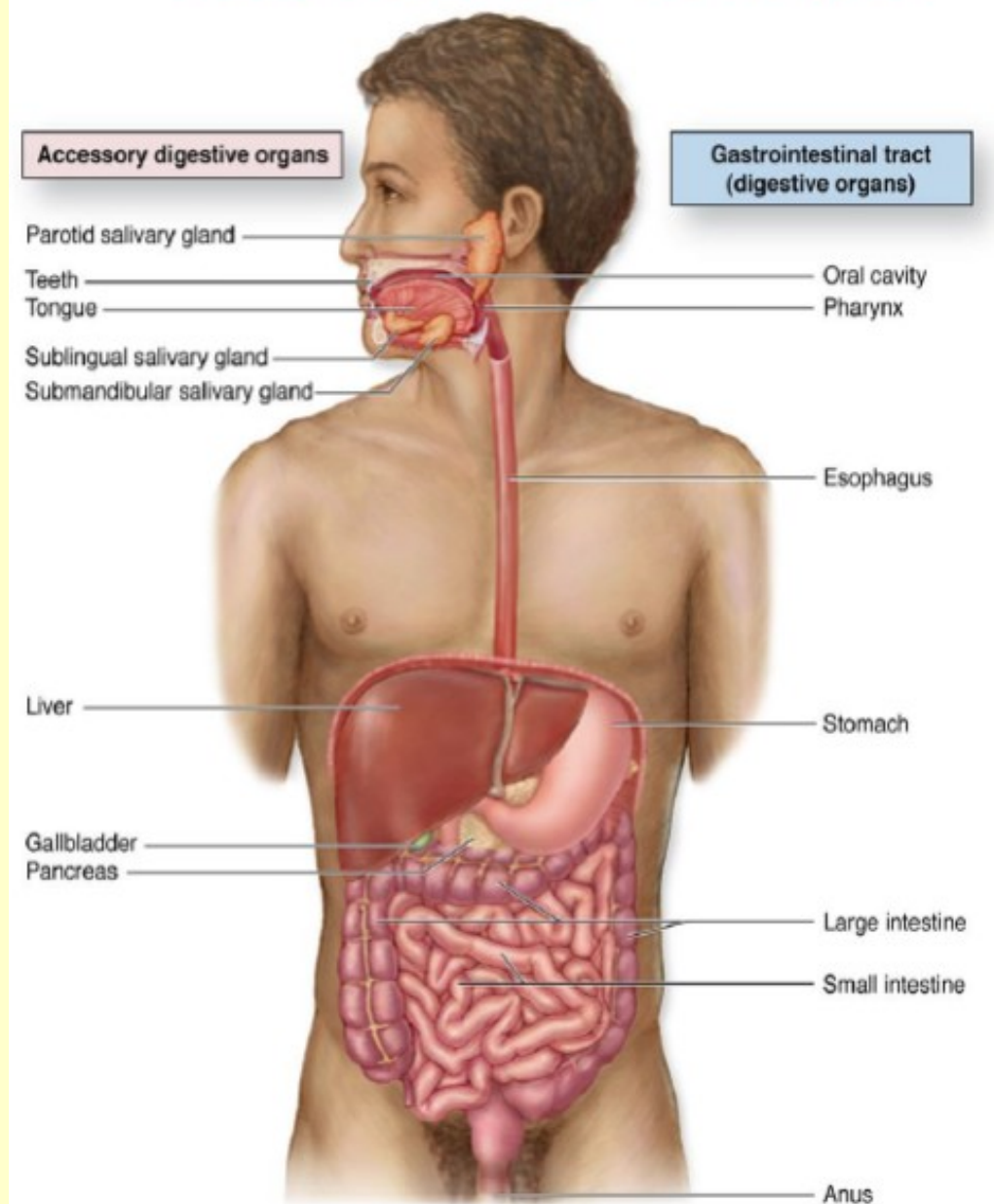
získat potřebné látky z potravy pro zabezpečení metabolických a energetických potřeb organismu

- Příjem látek, mechanické a chemické zpracování, vstřebávání látek, vylučování odpadních produktů

- Trávicí trubice:** dutina ústní, hltan, jícen, žaludek, tenké střevo, tlusté střevo s análním úsekem

- Žlázy připojené k trávicímu traktu:** slinné žlázy, játra, pankreas

TRÁVICÍ SOUSTAVA



Fyziologie trávení

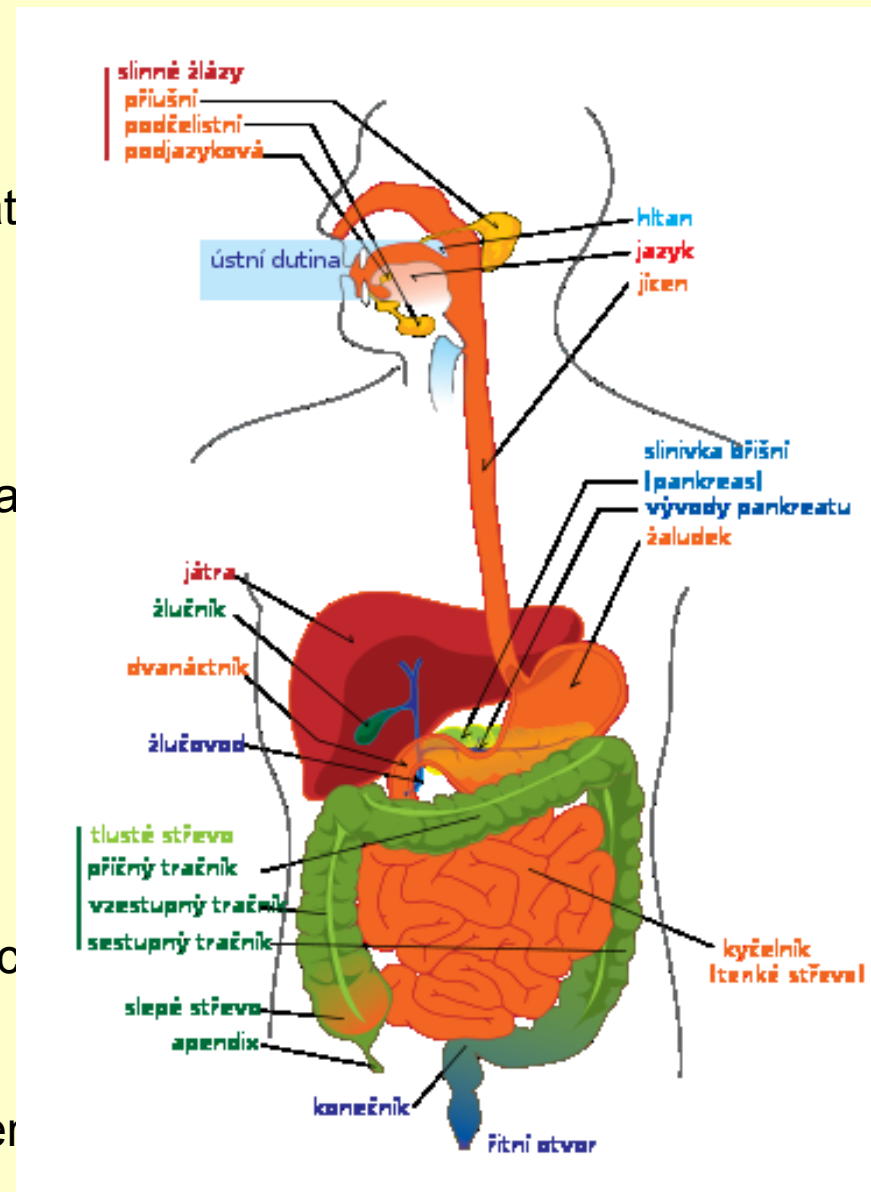
Potrava – směs energeticky různorodých lát ve vstupní podobě nevyužitelných. Nezbytnost rozkladu (až na molekuly) → Zpracování **trávením** prostřednictvím **trávicích enzymů** (chemické procesy). Lepší průběh – rozmělněná (až tekutá) potrava → předchozí mechanické změny.

Mechanické zpracování potravy
- drcení, zvlhčování → kašovitá hmota (většinou přední část trávicí trubice)

Chemické zpracování potravy – chemický rozklad pro přechod z trávicí trubice

Intracelulární x extracelulární trávení (smíšené)
Mimotělní x vnitrotělní trávení

Holokrinní (morfokinetická) x apokrinní (morfostatická) sekrece



OBEČNÁ STAVBA TRÁVICÍHO ÚSTROJÍ

•Trávicí trakt –dutá trubice o
různém průměru, stěny ze čtyř
základních vrstev

•**Sliznice (tunica mucosa)**

•Epitel (lamina epithelialis)

•Lamina propria mucosae
imunita

•Lamina muscularis mucosae

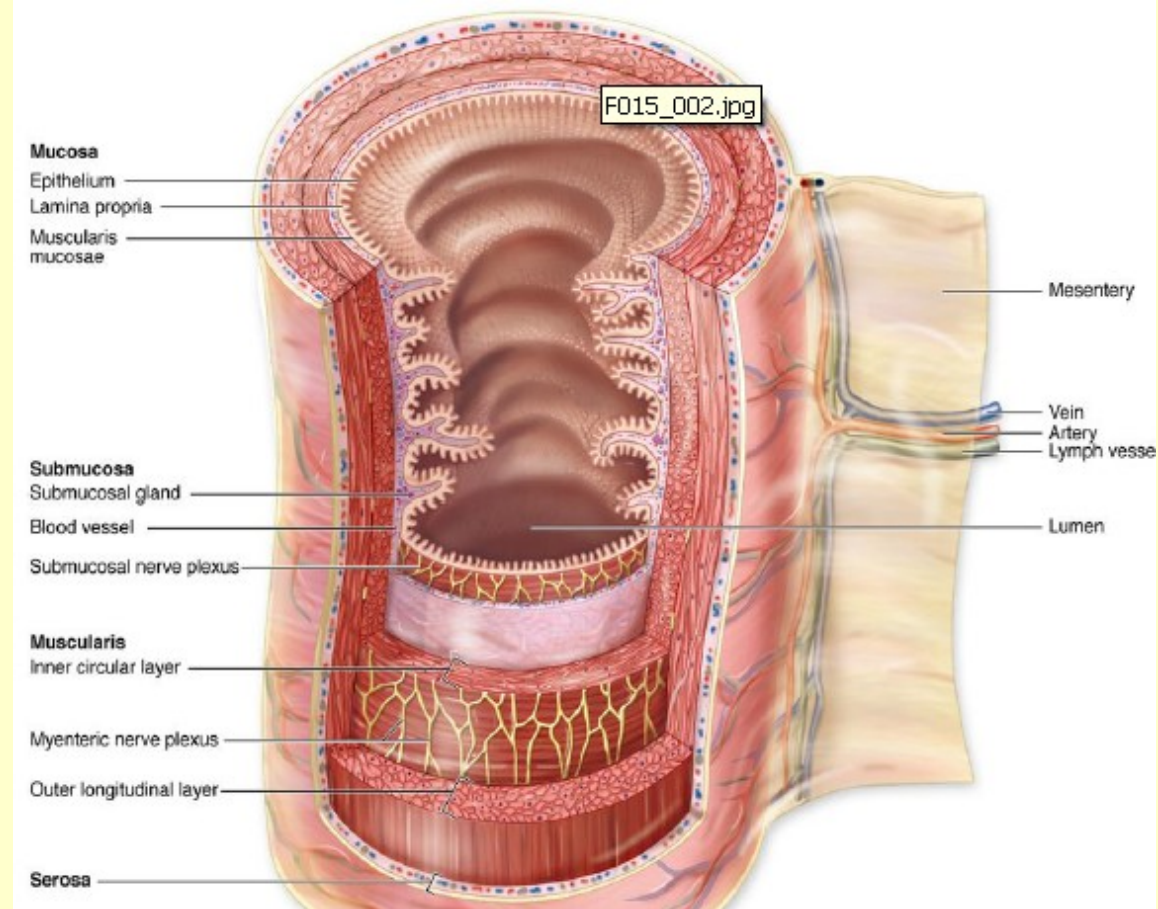
•**Podslizniční vazivo**

(tunica submucosa)

•Zevní svalová vrstva
podélná a okružní

(tunica muscularis externa)

•**Seróza (tunica serosa)**



Fyziologie trávení

Potrava – směs energeticky různorodých látek ve vstupní podobě nevyužitelných.

Nezbytnost rozkladu (až na molekuly) →

Zpracování **trávením** prostřednictvím

trávicích enzymů (chemické procesy).

Lepší průběh – rozmělněná (až tekutá) potrava

→ předchozí mechanické změny.

Trávicí soustava.

Mechanické zpracování potravy

- drcení, zvlhčování → kašovitá hmota

(většinou přední část trávicí trubice)

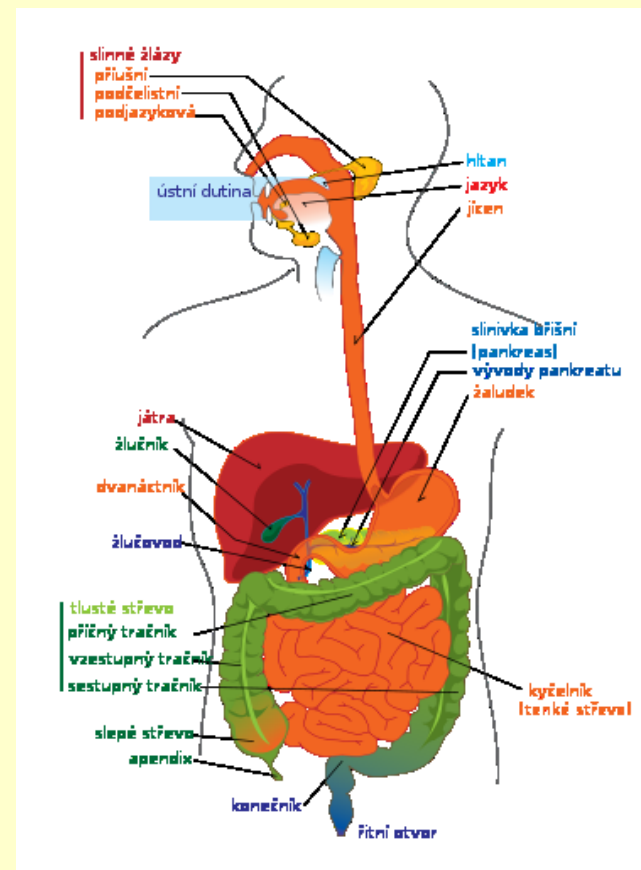
Chemické zpracování potravy –

chemický rozklad pro přechod z trávicí trubice

Intracelulární x extracelulární trávení (smíšené)

Mimotělní x vnitrotělní trávení

Holokrinní (morfokinetická) x apokrinní (morfostatická) sekrece



Rozdíly v trávení mezi bezobratlými a obratlovci

Bezobratlí

- hodně intracelulární trávení
- nejsou odděleny okrsky secernující a rezorbující (hepatopankreas kor. a měkk.)
- **u většiny trávicí enzymy pohromadě**
- **rozklad bílkovin probíhá za neutrální reakce** (u obratlovců za kyselého)
- vyšší stupeň specializace (přizpůsobené složení trávicích šťáv)

Ústa

Zvláštnosti u bezobratlých (minerální kyseliny, antikoagulanty, jedovaté látky, sání šťáv, tyramín hlavonožců (biog. amin), hedvábí)

Slinné žlázy

- a) příušní (*glandulae parotis*) – nejmohutnější, mucinózní sliny
- b) podčelistní (*g. submandibularis*) – serozní sliny
- c) podjazykové (*g. sublingualis*) – mucinozní sliny

Složení slin – 99,5 % vody, organické i minerální látky, různé pH

Význam slin

- a) zvlhčování dutiny
- b) potraviny
- c) obalování hlenem, polykání
- d) rozpouštění pevných látek
- e) neutralizace kyselin, ředění zásad
- f) dezinfekce - lysozym
- g) termoregulace
- h) trávicí funkce – ptyalin = amyláza + maltáza

Inervace sympatikem (5.) (v rozích šedé hmoty míšňí) a
parasympatikem (3. 7. a 9.10.) v hlavových nervech opouští CNS

i) IgA imunita – ovlivnění nástupu infekce – desinfekce
(homeo, přír. léky grep, propolis, Ag+

Jazyk

Zuby

Mandle - imunita

Polykání - transport sousta do zadní části hrdla, posun do jícnu a dál do **žaludku** (*ventriculus*) – prostorný vak (malé a velké zakřivení),

1. **jícnová část** /česlo – *cardium*/,

2. **klenba** /*fundus*/, tělo ž.

3. **vrátník** /*pylorus*/ se svěračem),

stavba stěny jako u střeva (seróza, mezi podélnou a příčnou svalovinou **Auerbachova myenterická pleteň**, pod ní **Meissnerova submukózní pleteň** a submukóza se sliznicí – viz střevo).

Ve stěně množství žlázek produkuje žaludeční šťávy (2500 ml denně)

a) **hlavní** (*adelomorfní*) b. – **pepsinogen, katepsin, chymozin, keratináza, lipáza**

b) **krycí** (*delomorfní*) b. – HCl (prekurzory),

c) **vedlejší b.** – mucinózní hlen

d) **G buňky**- gastrin

Shromažďování potravy, různé vrstvení (homo horizontálně, hlodavci – koncentricky)

Po napětí stěn (naplněním potravou) – peristaltické pohyby (promíchávání) od klenby.

Přesun malých množství tráveniny (*chymu*) do tenkého střeva (dvanáctníku)

Dávení (*vomitus, emesis*) – odstraňování škodlivých látek ze žaludku

Přežvykování (*ruminance*) – potrava z bachoru přes čepec do úst – přeslinění –

spolknutí přes knihu (prolistování, velké části zpět do bachoru) do **slezu** (vlastní trávící žaludek)

Řízení příjmu potravy

Nervová soustava – střední **hypotalamus**:

laterální oblast – centrum hladu

ventromediální oblast – centrum sytosti (nadřazené) přes glukózu v krvi

Enzymatické vybavení žaludku

Pepsin – aktivován HCl, pepsinogenem, autokatalytická r.)
štěpí bílkoviny na polypeptidy (molekul. hmotn. do 3000) – tzv.
exopeptidáza

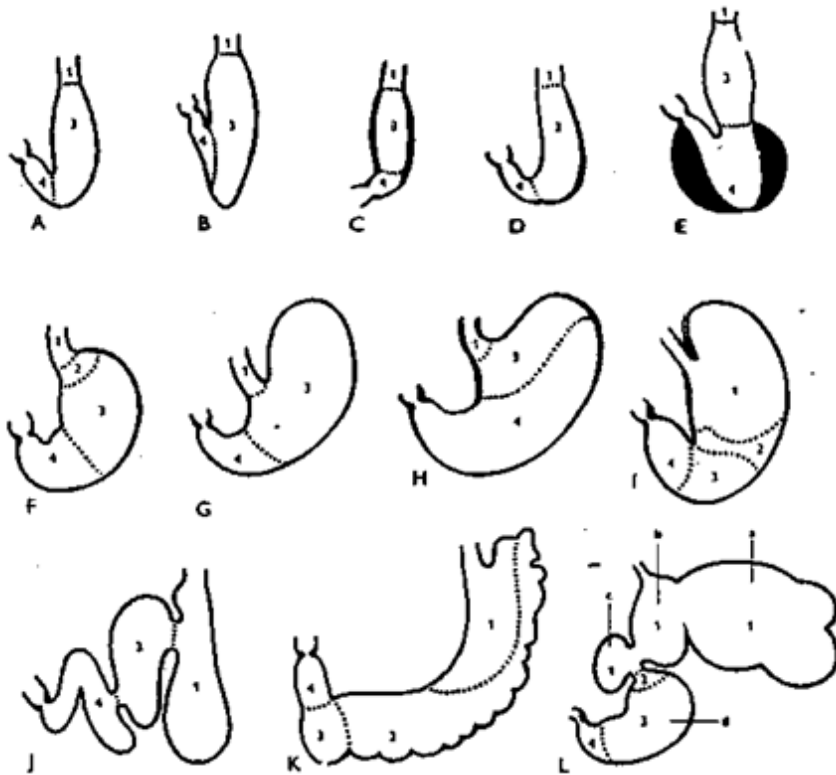
Katepsin, pepsin B – polypeptidy, stimulace žaludeční a
pankreatické šťávy, pH 3,8

Chymozin - pro srážení mléka, Mladí savci mají víc chymázy
a méně pepsinu, u dospělých je to opačně.

Gastrin- podpora sekrece žal. šťáv, žluče,
HCl, pepsinu, pankreatických enzymů

Lipáza – bez většího významu
(kromě mláďat)

Produkce trávicích šťáv je řízena
bloudivým nervem



Obr. 32. Tvar, členění a typy epitelu stěny žaludku různých obratlovců: A – žralok (rod *Squalus*), B – ryba (rod *Anguilla*), C – obojživelník (rod *Triturus*), D – plaz (rod *Thalassochelys*), E – pták (rod *Pavo*), F až L – savci rodu: F – *Homo*, G – *Lepus*, H – *Citellus*, I – *Procapra*, J – *Tursiops*, K – *Macropus*, L – *Bos*. 1 – epitel jícnový, 2 – kardiální, 3 – fundální, 4 – pylorický; a – bachor, b – čepec, c – kniha (a až c = předžaludky), d – slez (= vlastní žaludek). Podle Romera.

Žralok, ryba, obojž, plaz, pták

F homo – jícnová č., klenba, vrátník,

A-c bachor čepec kniha, d- slez vlastní žal

Přežvýkání: z bachoru přes čepec do úst,
Spolknutí, pak přes knihu do bachoru a slezu

Tenké střevo – dokončení trávení,
vstřebání

1. **dvanáctník** (*duodenum*) – 25 cm –

vývod trávicích žlaz

vlastní střevo 3 – 5 m

2. **lačník** (*jejunum*)

3. **kyčelník** (*ileum*)

Stavba stěny

Sliznice:

Lamina epithelialis,

lamina propria mucosae,

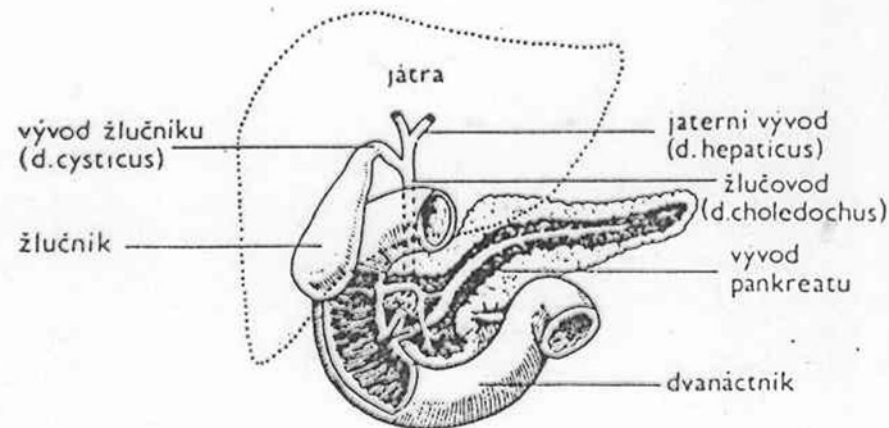
lamina muscularis

Podslizniční vazivo

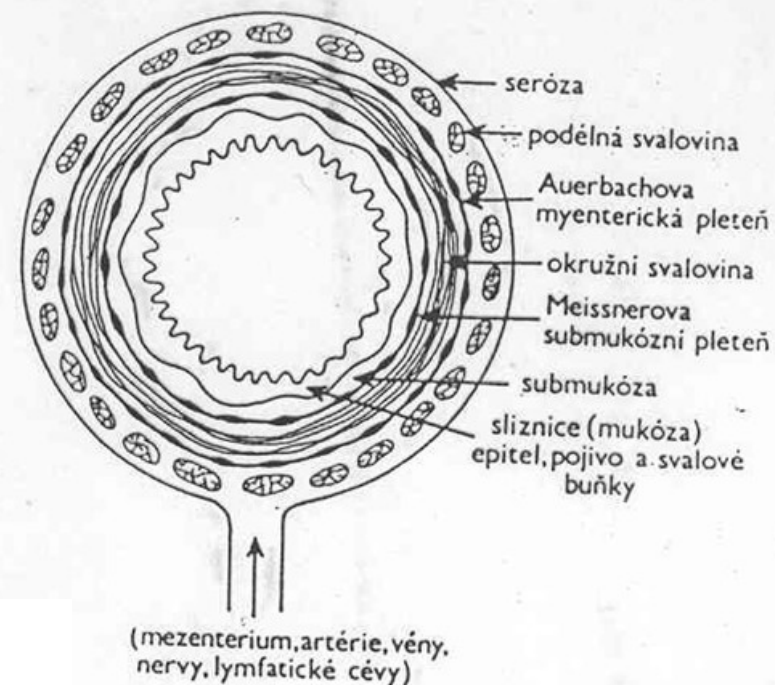
Svalovina okružní, podélná

seroza

Do dvanáctníku vývod jater společně se žlučí, vývod slinivky

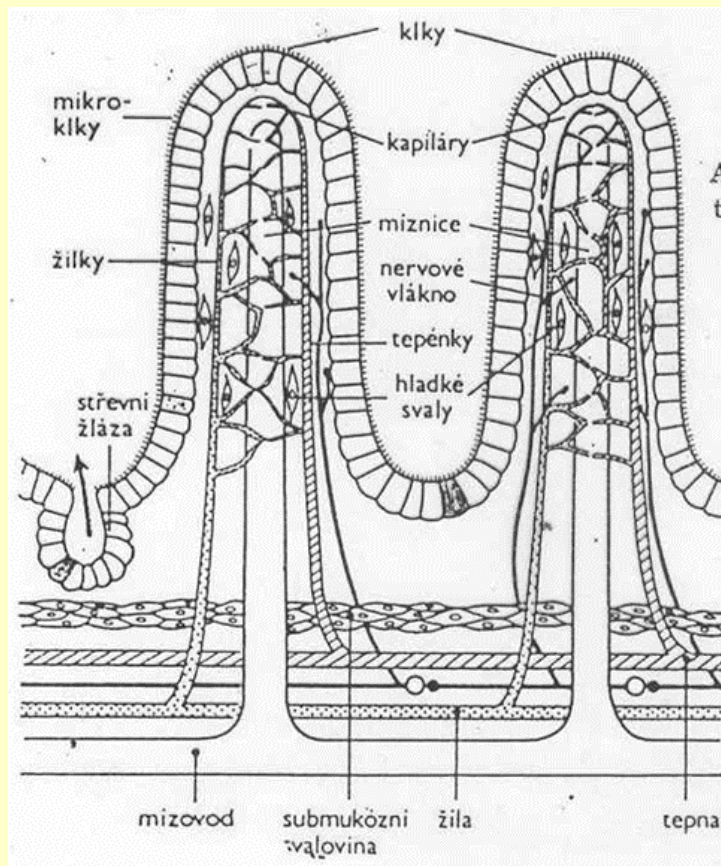


Společný vývod žlučníku a pankreatu do dvanáctníku.



Anatomie tenkého střeva
obratlovců (na průřezu)

Sliznice střeva s příčnými záhyby, **klky** a mikroklky.
Roztroušené hlenové buňky. Do klků tepénky a žilky →
kapiláry, slepá miznice.
Mezi základnami klků - *Lieberkühnovy* žlázy → střevní šťáva
Hormony: trypsin – štěpí bílk. v konkr. místech



Anatomie tenkého střeva a klku

Do dvanáctníku vývod jater společně se žlučí, vývod slinivky

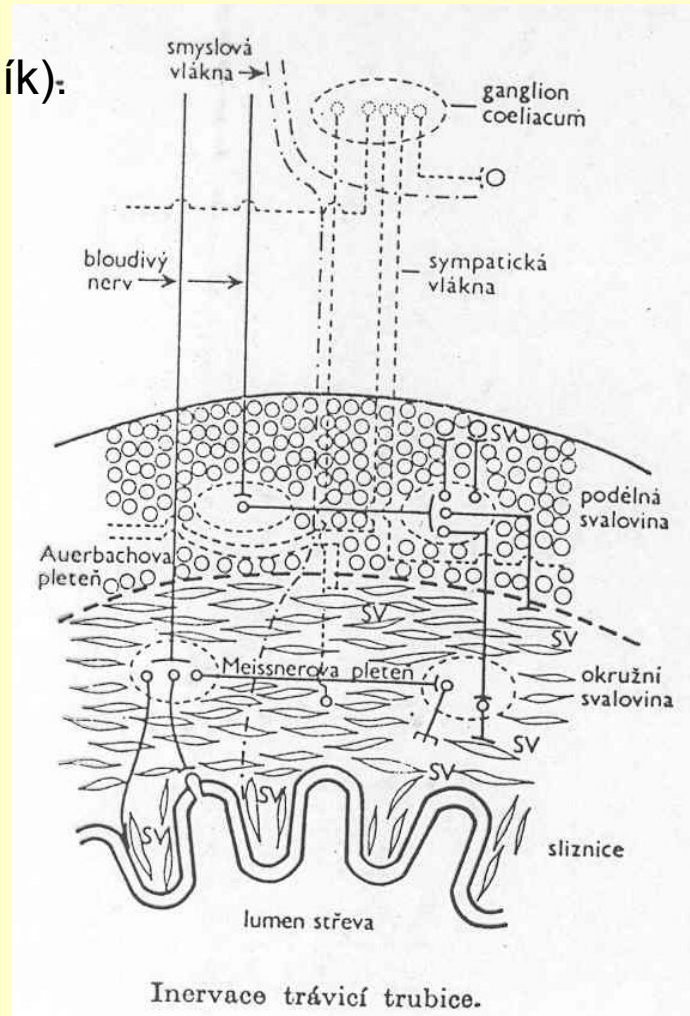
Pohyby střev (**peristaltika**),
inhibice sympatikem.

Pohyb klků (vilikinin (peptid dvanáctník):

Produkce trávicích šťáv

je řízena

bloudivým nervem



Slinivka břišní (*pankreas*) 12–16 cm, žláza s vnější i vnitřní sekrecí

1. **výroba pankreatické šťávy** (= enzymy štěpící cukry, tuky, bílkoviny), odváděné do dvanáctníku. **Z enzymů: amylázy, lipáza** (steapsin), **trypsin** (jako trypsinogen) a **chymotrypsin**

2. 1,5 % objemu tvoří buňky **produkce hormonů insulin a glukagon**, vedou do krve.

– 1000 ml, **bikarbonáty** (zás. prostředí) neutralizují kyselou natráveninu.

. S. je určena k výrobě pankreatické

Střevní šťávy: - **pepsidáza**

- **sacharáza, maltáza, laktáza**
- **lipáza**
- **nukleotidáza** (nukleázy)
- **enteropeptidáza** (trypsinogen na trypsin)

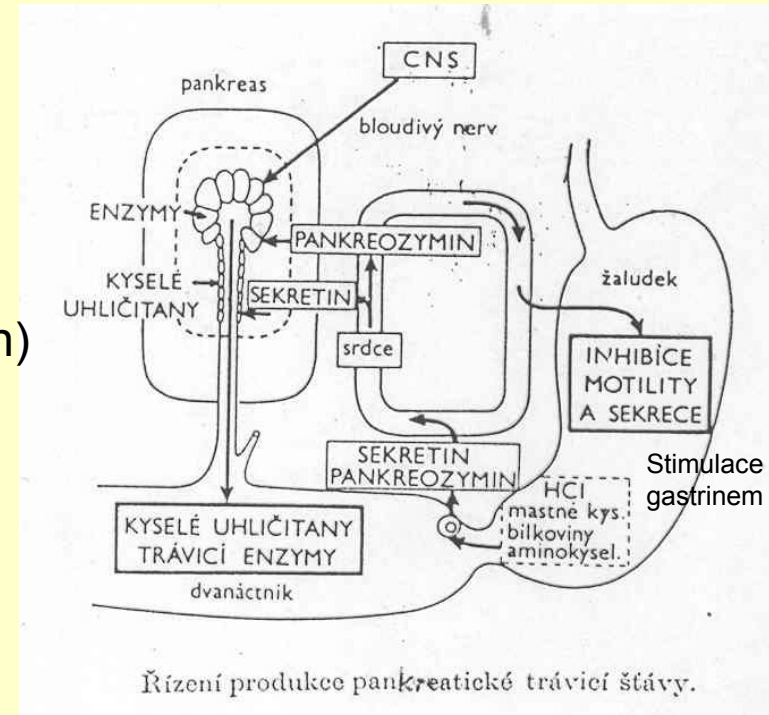
střevo

Luminární (trávením uvolněné AK přechází přes luminární membr. mikroklků enterocytů)

x kontaktní (membránové) trávení.

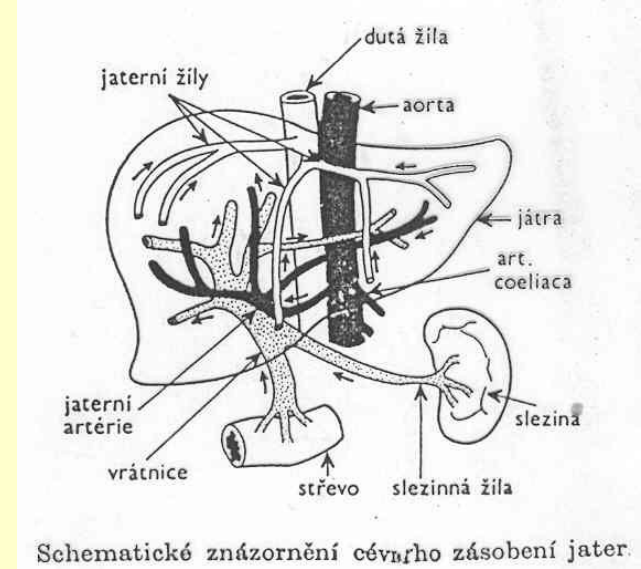
Nervové řízení iniciuje **secernaci** 2 min po přijetí potravy.

Produkce trypsinu a dalších enzymů je řízena hormony **pankreozyminem**, sekrece střevní šťávy včetně NaHCO_3 **sekretinem**.



Játra — přetváření živin (vrátnicová žíla ze střeva, slinivky, žaludku a sleziny)

- řízení metabolismu sacharidů a tuků, ukládání glykogenu, tvorba ketonových látek
- tvorba bílkovin krevní plazmy – imunitní fce.
- močoviny (rozpad aminokyselin)
- rozklad steroidních a bílkovinných hormonů
- detoxikace škodlivých látek



Schematické znázornění cévního zásobení jater.

Žluč

Denně 500 ml žluče pH 7,4 – 8,0

se

žlučové barviva, soli žlučových kyselin, lecitin, cholesterol, žluč. pigmenty (bilirubin)

Sekrece žluče trvalá se stimulací h. **hepatokinin** (ze sliznice dvanáctníku). Při proniknutí tráveniny s tukovými látkami (MK a AK) do dvanáctníku - produkce h. **cholecystokininu**, který krevním oběhem ve žlučníku vyvolá stah a vylití žluče

Funkce žluči

- neutralizace tráveniny
- emulgace tuků (snižování povrchového napětí – žlučové kyseliny)
umožnění vstřebávání tuků
- stupňování peristaltiky
- další sekrece žluče

Soli žlučových kyselin – zpětná rezorpce pinocytózou (komplex žlučany+mastné kyseliny), uvolnění žlučanů ve střevní sliznici, ty se opět vylučují žlučí - enterohepatální oběh žlučanů. Podobně bilirubin

Vstřebávání látek (rezorpce)

- převod látek z trávicí trubice do krevního oběhu a lymfy

Jednotlivé části:

ústa – malá intenzita vstřebávání (vícevrstevný epitel)

žaludek – významnější, hodně léčiva a jedy (strychnin, HCN)

předžaludky – kyselina octová, propionová, máselná

tenké střevo – většina látek, zvětšení rezorpčního povrchu (spirální řasa až klky)

Vstřebávání vody – zákonitosti osmózy (až 10 l denně)

solí - poměrně rychle, pořadí: $\text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{NO}_3^- >$

$\text{SO}_4^{2-} > \text{PO}_4^{3-} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$

monosacharidů a aminokyselin –

do krevních vlásečnic v klcích

Nejsložitější vstřebávání **tuků** – nutnost emulgace žlučí

→ zvětšení plochy pro působení lipázy,

komplexy MK se žlučovými kyselinami – **micely**

(tuk. kapénky).

Resyntéza v miznici jako **chylomikron**

Lymfatickým oběhem do krve v oblasti hrudního mizovodu

Vstřebávání vitamínů podle jejich rozpustnosti.

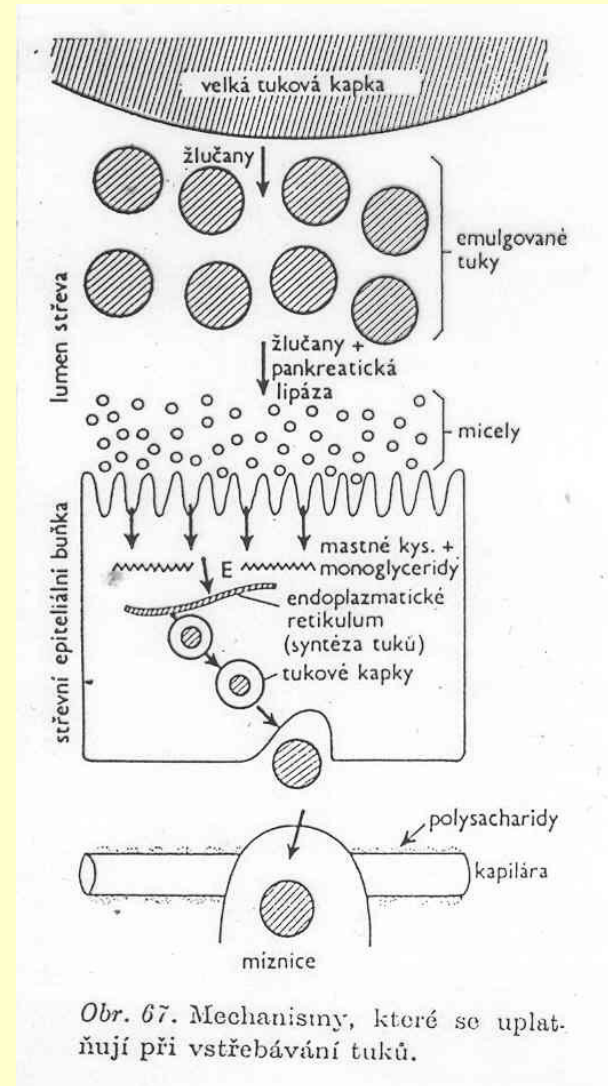
tlusté střevo – voda (500 ml za den), soli, i glukóza,

u přežvýkavců produkty trávení celulózy

(léky přes konečník). Pro neutralizaci produktů

fermentace-kvašení ve střevě.

Secernace šťávy (pH 8)



Výkaly -za 12 h po přijetí potravy.

Denní produkce 300 g (57 % vody).

Nahromadění zbytků - defekace (řízena míchou), ale ovládána i vůlí.

Při tlaku 5,34 kPa (40 torr) - podráždění proprioreceptorů vyvolá defekační reflex

Řízení příjmu potravy

Nervová soustava – střední **hypotalamus**:

laterální oblast – centrum hladu

ventromediální oblast – centrum sytosti (nadřazené) přes glukózu v krvi