

Az emésztés anatómiája és élettana

Dr. Forgó István

NYF-MMFK

Agrártudományi Tanszék

Az emésztőkészülék felépítése

- Az emésztőkészülék a szájnyílással kezdődő, a végbélnyílással végződő, mirigyekkel ellátott cső.
- Részei:
 - Előbél,
 - Középbél,
 - Utóbél,
 - Járulékos emésztőmirigyek.

Az előbéli szakasz

- A szájnyílástól a gyomor végéig tartó szakasz.
- Részei:
 - Szájüreg,
 - Garatüreg,
 - Nyelőcső,
 - Gyomor.

Szájüreg, garatüreg

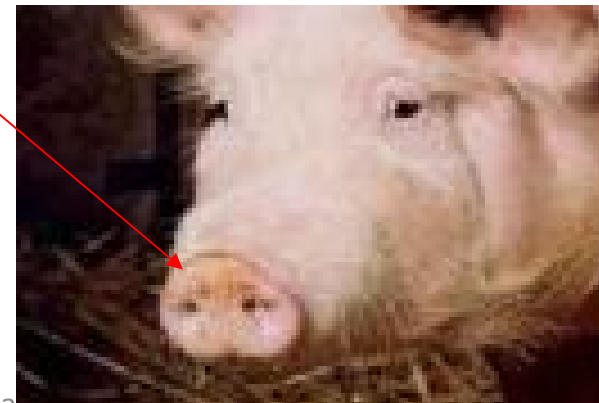
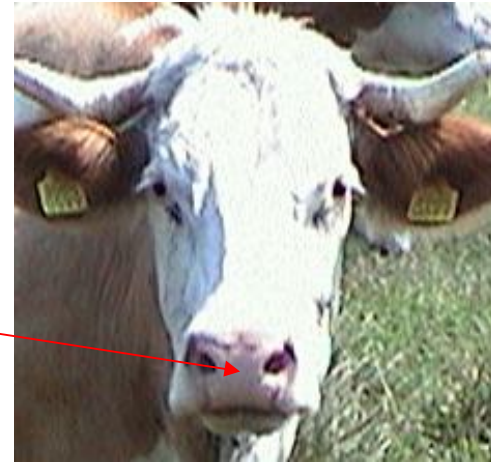
- Az előbél első szakasza, a táplálék felvételére, aprítására, benyálazására és a falat kialakítására szolgál.
- Részei:
 - Szájrés,
 - Ajkak,
 - Garatszoros,
 - Szájpadlás,
 - Pofák,
 - Szájfenék,
 - Nyelv,
 - Fogak.

Szájüreg, garatüreg

- **Ajkak:** a felső és az alsó szájzugban találkoznak.
- Izmos vázzal bíró, mozgékony, alakváltozásra képes bőrnyálkahártya-redők; a táplálék válogatásában, a tapintásban, a táplálék felvételében, a légzésben, a hangadásban, valamint az érzelmek kifejezésében is szerepük van.

Szájüreg, garatüreg

- A szarvasmarha felső ajka az orr hegyével szutyakká vagy fényszájjá módosult.
- Sertésnél orrkorongot (túrókarima), juhban és húsevőkben orrtükör található.

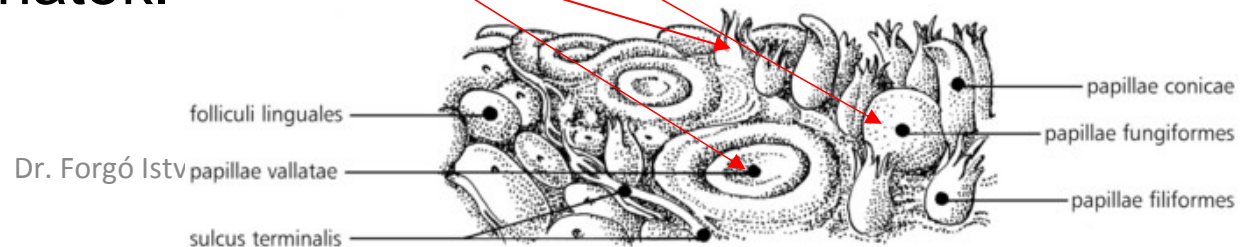
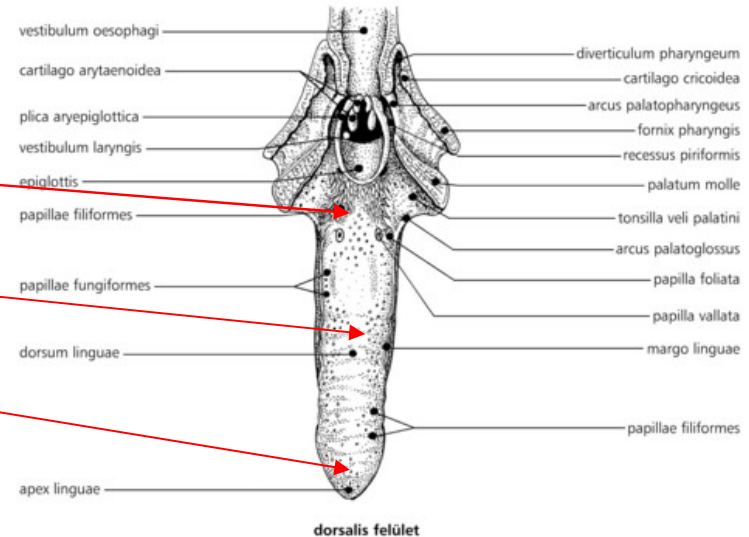


Szájüreg, garatüreg

- A kemény szájpadlás csontos vázán a nyálkahártya páros redőket alkot (**szájpadlépcsők**), ezek nyeléskor megakadályozzák a falat kiesését.
- A **nyelv** mozgékony, izmos szerv, melynek főleg a rágáskor, ízleléskor, falatképzéskor, nyeléskor van szerepe.
- Izmai harántcsíkoktak, változatos lefutásúak.

Szájüreg, garatüreg

- A nyelven
 - gyökeret,
 - testet,
 - hegyet különítünk el.
- A nyelv felületén elszórtan gomba alakú, tövén körülárkolt és leveles szemölcsök találhatóak, ezek felületén és mélyedéseiben ízlelőbimbók találhatóak.

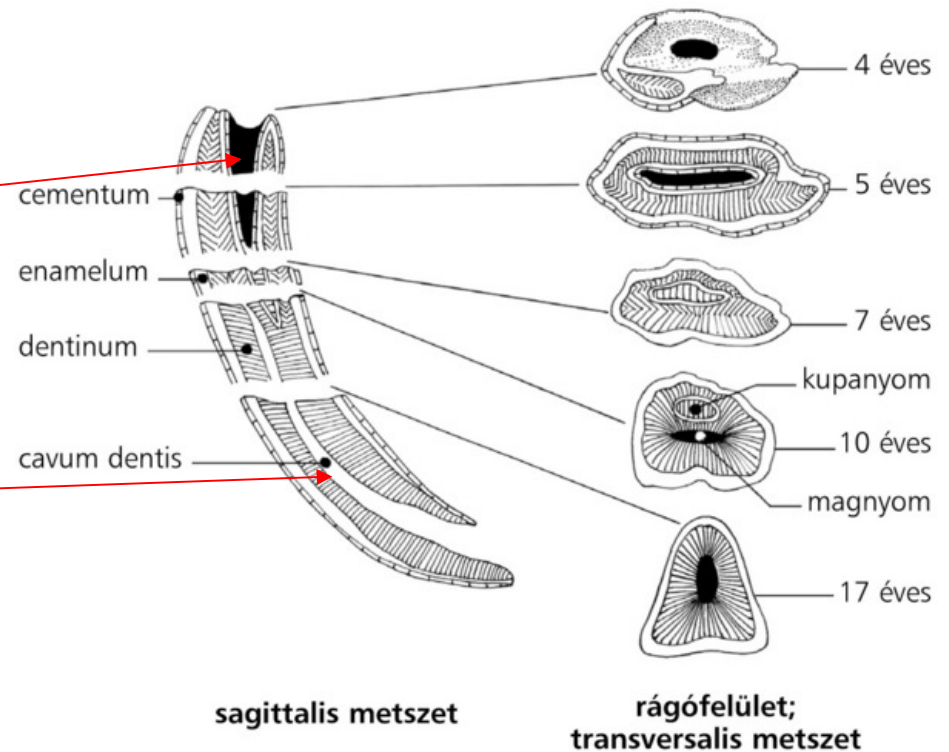


Szájüreg, garatüreg

- A fogak a szervezet legkeményebb részei. A zsákmány megragadására, aprítására szolgálnak. A védekezés és támadás során fegyverül használja az állat.
- Megkülönböztetünk szemfogakat, melyek állandóan nőnek, kancában, nyúlban, kérődzőkben hiányzanak.
- Zápfogak vagy őrlőfogak közül előzäpfogakat (váltódnak) és valódi zápfogakat.

Szájüreg, garatüreg

- Metszőfogakat, melyek egygyökerűek. Zománcállományuk a fogakban kupát alkot, évente 2 mm-t növekednek, a kupanyom idősebb korban eltűnik, a fog üreg jelenik meg.
- A rágófelület a kor meghatározására szolgál.



I = metszőfog (maradó fog); i = ua. (tejfog)
 C = szemfog (maradó fog); c = ua. (tejfog)
 P = előzáfog (maradó fog); p = ua. (tejfog)
 M = záfog (maradó fog)
 L = farkasfog, sertés (maradó fog)

Állatfaj	Tejfogak							Maradó fogak										
Ló	28	3p	1c	3i	3i	1c	3p	40	3M	3P	1C	3I		3I	1C		3P	3M
		3p	1c	3i	3i	1c	3p		3M	3P	1C	3I		3I	1C		3P	3M
Kérődzők	20	3p	0c	0i	0i	0c	3p	32	3M	3P	0C	0I		0I	0C		3P	3M
		3p	0c	4i	4i	0c	3p		3M	3P	0C	4I		4I	0C		3P	3M
Sertés	28	3p	1c	3i	3i	1c	3p	44	3M	3P	1L	1C	3I	3I	1C	1L	3P	3M
		3p	1c	3i	3i	1c	3p		3M	3P	1L	1C	3I	3I	1C	1L	3P	3M
Kutya	28	3p	1c	3i	3i	1c	3p	42	2M	3P	1L	1C	3I	3I	1C	1L	3P	2M
		3p	1c	3i	3i	1c	3p		3M	3P	1L	1C	3I	3I	1C	1L	3P	3M
Macska	28	3p	1c	3i	3i	1c	3p	30	1M	3P	1C	3I		3I	1C		3P	1M
		3p	1c	3i	3i	1c	3p		1M	2P	1C	3I		3I	1C		2P	1M
Házinyúl	16		3p	2i	2i	3p		28	3M	3P	0C	2I		2I	0C		3P	3M
			2p	1i	1i	2p			3M	2P	0C	1I		1I	0C		2P	3M
Ember	20	2p	1c	2i	2i	1c	2p	32	3M	2P	1C	2I		2I	1C		2P	3M
		2p	1c	2i	2i	1c	2p		3M	2P	1C	2I		2I	1C		2P	3M

A száj mirigyei

- Nyálkamirigyek: az ajkak, a pofák valamint a nyelv nyálkahártyájában találhatóak.
- Három pár nagy nyálmirigy van, és őket helyezésük szerint nevezzük el: 1. **fültőmirigy**, 2. **áll alatti nyálmirigy** és 3. **nyelv alatti nyálmirigy**.
- Nyálmirigyek: a szájüregen kívül vannak, váladékukat, a nyálat a szájba öntik.
- A termelt váladék alapján megkülönböztetünk savós, nyálkás és savós-nyálkás típust.
- A fültőmirigy a szájtornácba nyílik, váladéka savós.
- Az áll alatti nyálmirigy, kivezetőcsöve a szájfenékbe nyílik, váladék savós-nyálkás.

A száj mirigyei

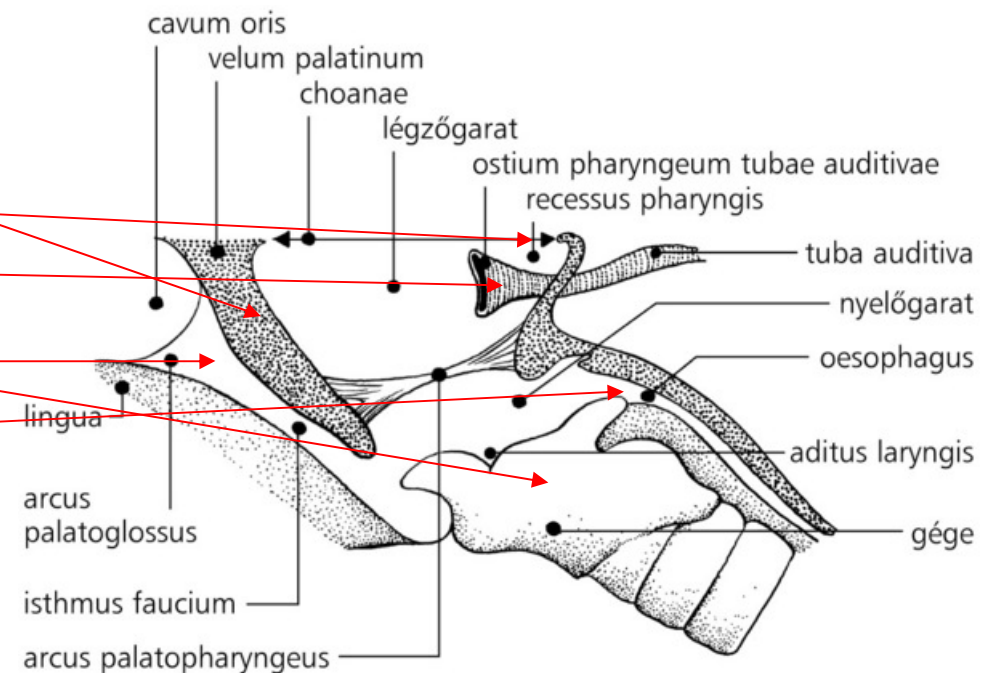
- A nyelv alatti nyálmirigy a szájfenek nyálkahártya redőjében található.

A nyál

- A nyál színtelen, szagtalan, íz nélküli, nyúlós folyadék; nagymennyiségű a lóban (napi 5–10 l) és a szarvasmarhában (napi 90–180 l). A táplálékot átítatja, hígítja; mucintartalma révén a falatot sikamlóssá teszi, a zsírsavakat neutralizálja.
- Enzimtartalma a szénhidrátokat és a keményítőt bontja (amylolysis). A száraz takarmányozás növeli a nyáleválasztást.

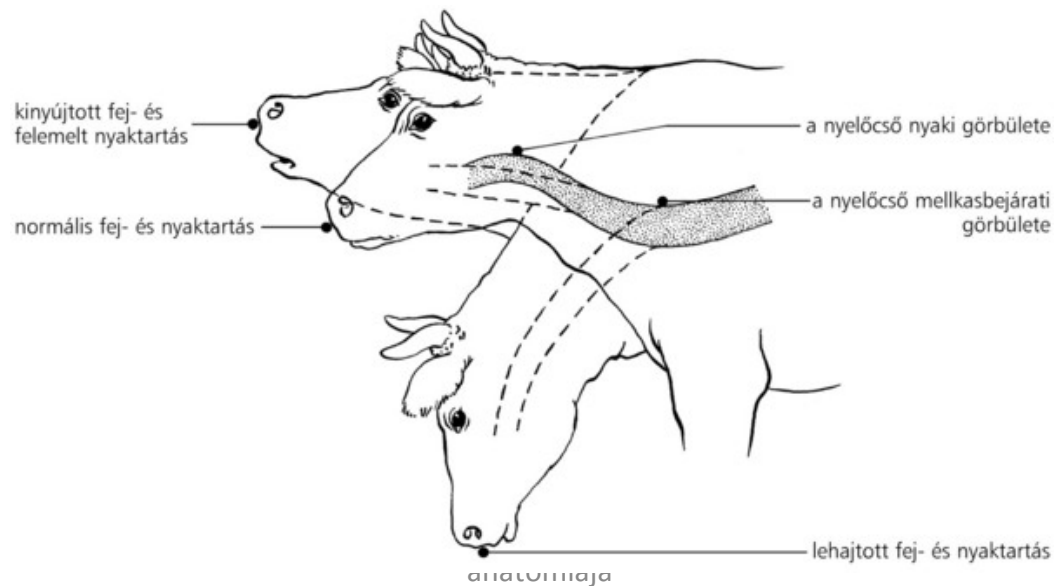
Garat

- A garat az orr- és szájüreg mögött található, a légutak és emésztőutak közös csarnoka.
- A garat nyílása:
 - Páros nyílások: hortyogók, Eustach-féle fülkürt
 - Páratlan nyílások: garatszoros, gége bájárat, nyelvőcső bejárat.
- A garatívek között találhatóak a szájpadlásmandulák. A fülkürt nyílásai között vannak a garatmandulák.



Nyelőcső

- A garat közvetlen folytatása, a gyomorig terjed.
 - Nyaki szakasza a gége bal oldalán található.
 - Mellkasi szakasza a gége fölött a gátorban halad, majd a rekeszen át a hasüregbe lép.
 - A hasi szakasza rövid, a máj szélén a gyomorba szájadzik.



Gyomor

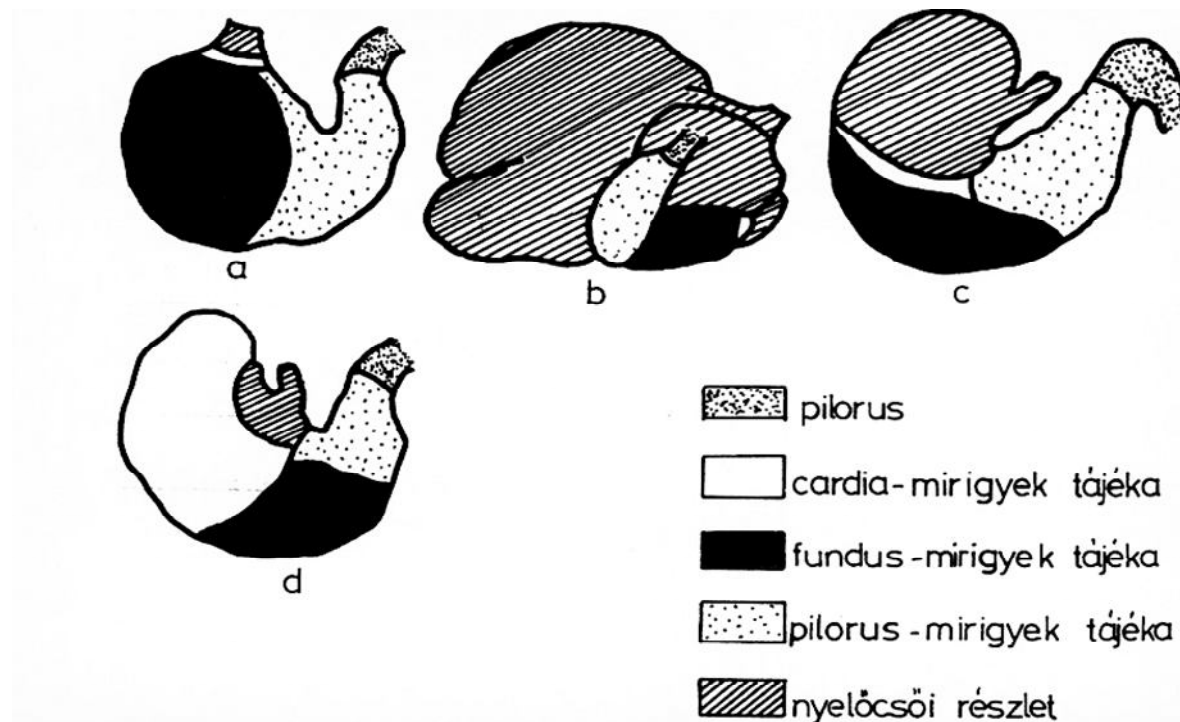
A gyomor

- A gyomor az előbél végső szakasza, a rekesz mögötti tágult része; balról jobbra görbülő zsák, amely a bal borda alatti tájékon helyeződik. A gyomor a lenyelt táplálékot összegyűjti, tárolja, mirigyeinek emésztőnedveivel bontja, majd a bélcsőbe továbbítja.
- Ide szájadzik a nyelőcső, a nyelőcső nyílása a gyomorszáj vagy gyomorkapu (*cardia*).
- Innen folytatódik az epésbél a gyomorvégen (*pylorus*) keresztül. A *cardia* és a *pylorus* között van a gyomor teste (*fundus*).

A gyomor

- A gyomorvéget az epésbélről záróizom választja el.
- A gyomor alakja, üregeinek száma és a nyálkahártya szerkezete szerint állatfajonként különbségek vannak:
 - Kérődzők: többüregű összetett,
 - Ló: együregű összetett,
 - Sertés: együregű összetett,
 - Húsevők: együregű egyszerű gyomor.

A gyomrok felépítése vázlatosan (fajonként)



a; kutya

b; szarvasmarha

c; ló

d; sertés

Gyomormirigyek

Cardia-mirigyek: a nyelőcső utáni szakasz-ban találhatóak; *mucint* termelnek → védi a nyálkahártyát

Fundus-mirigyek: a gyomor testén találhatóak, *sósavat* valamint a fősejtek *pepszinogént* termelnek, ami a sósav hatására pepszinné aktiválódik → fehérje bontás

Pilorus-mirigyek: a gyomor végén találhatóak, *mucint*, *pepszinogént* és *gastrint* választanak el → a *gastrin* fokozza a fundus-mirigyek aktivitását

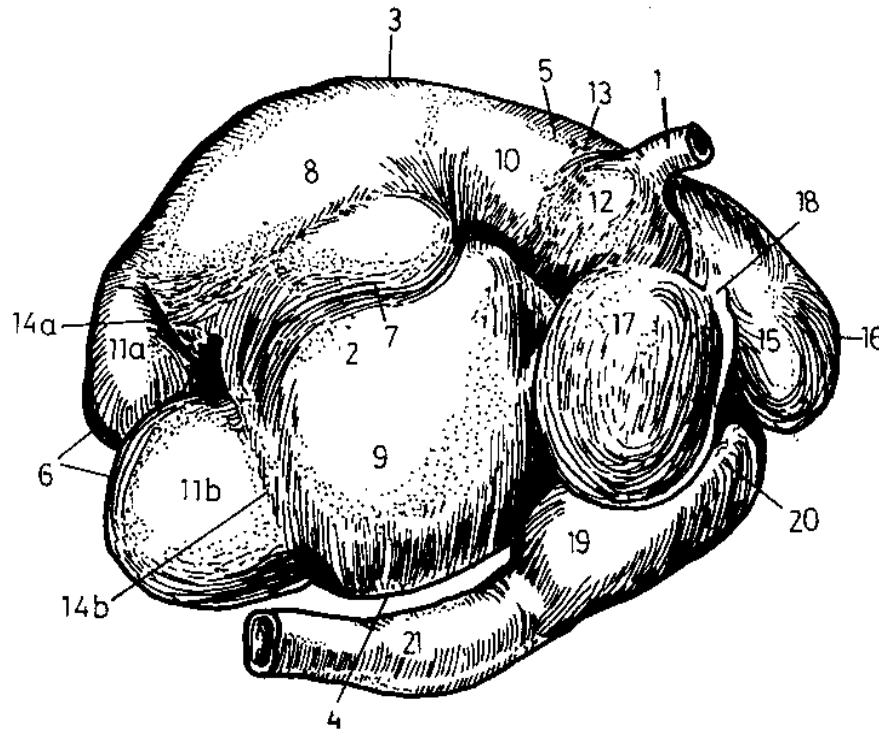
A kérődzők többüregű összetett gyomrának felépítése

1. Előgyomrok

- bendő
- recés gyomor
- leveles (v. szájrétű) gyomor

2. Oltógyomor (valódi gyomor)

Az összetett gyomor felépítése

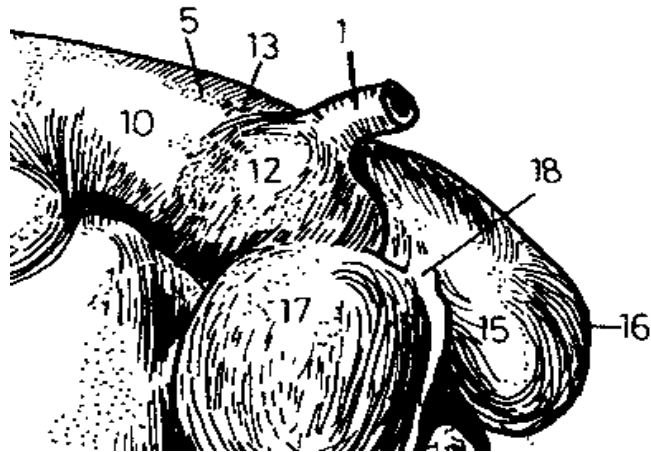


- 1 nyelőcső
- 2 a bendő
- 3 felső görbület
- 4 alsó görbület
- 5 elülső vége
- 6 hátsó vége
- 7,13,14 bendőbarázdák
- 8,9 bendőzsákok
- 10,11 vakzsákok
- 15 recés gy.
- 16 recés rekeszi felülete
- 17 leveles gy.
- 18 leveles nyaka
- 19 oltógyomor
- 21 epésbél

A kérődzőgyomrok eltérő működése

- mikrobás fermentáció (fermentatív emésztés) folyik
- az előgyomrokban nem termelődik emésztőnedv
- az előgyomrok nyálkahártyáját elszarusodó laphám borítja
- a mikrobás fermentáció során illó zsírsavak képződnek (a kérődzők energiaforrását képezik)

A bendő (rumen)

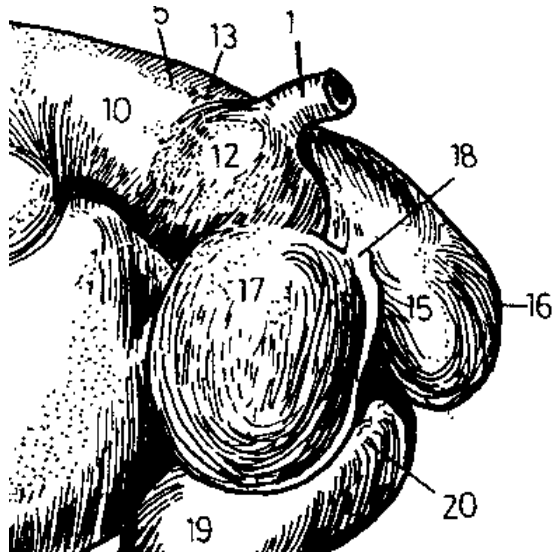


Felnőtt szarvasmarhánál befogadóképessége 170 l is lehet. Kettős zsák, a hasüreg bal oldalát tölti ki.

A bendőtornácba (12) torlik a nyelőcső (1).

Nyálkahártyáján 1 cm hosszú szemölcsök találhatók.

A recés gyomor (reticulum)

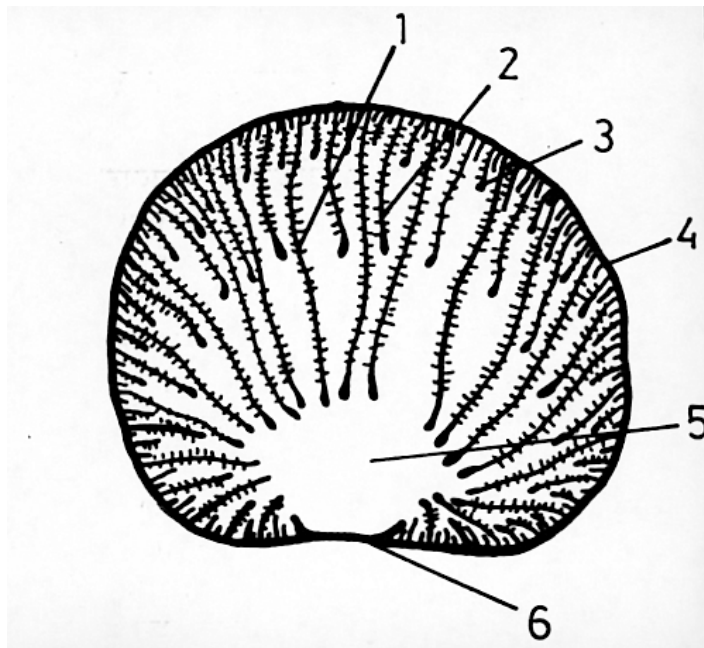


A recés gyomor (15,16) a bendőnél sokkal kisebb, azonban azzal egy egységet alkot.

Gömb alakú, határos a rekesszel és a májjal, a szívburoktól 2-4 cm távolságra van (benn lévő hegyes tárgyak megsérthetik a szívburkot → elővigyázatos takarmányozás)

Lépcsőt szerű kiemelkedéseket találhatunk rajta.

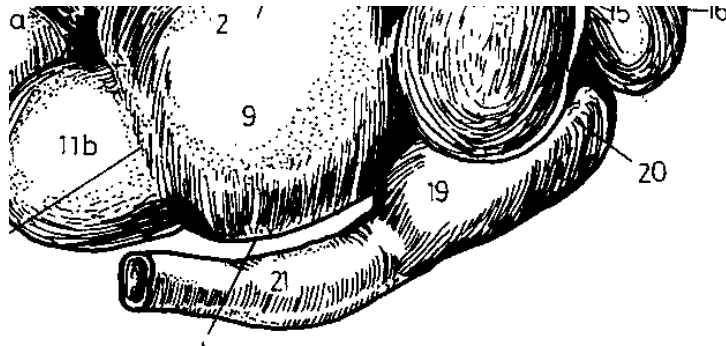
A leveles gyomor (omasum)



A bendőtől jobbra helyezkedik el. Felületén különböző magasságú, ívelt szélű nyálkahártyaredők találhatóak, amelyek az előemésztett takarmány további keverésére, pépesítésére szolgálnak. Felületük ráspolyszerű.

1-nagy, 2-közepes, 3-kicsi, 4-lekisebb levelek, 5-a száz-rétű csatornája, 6-a százrétű árka

Az oltógyomor (abomasum)



Hosszan megnyúlt, körte alakú valódi mirigyes gyomor (19) az epésbélben (21) folytatódik. A bendő alatt helyezkedik el bal oldali felülete a bendővel, jobb oldali felülete a hasfallal érintkezik.

A kérődző gyomor fejlődése az életkortól függően

Kor (nap)	Bendő és recés (%)	Leveles gy. (%)	Oltó gy. (%)
1	31	8	61
14	36	5	59
49	71	5	24
felnőtt	69	8	23

A kérődzőgyomor fejlődése az életkortól függően II

A tejtáplálás időszaka

A kérődzők gyomra együregű gyomorként viselkedik, a tej emésztése csakis az oltógyomorban folyik. Szilárd táplálék fogyasztás kezdete 10-14 napos korban. Ezzel párhuzamosan megindul az előgyomrok fejlődése.

Szopós állatoknál a megivott tej v. víz a nyelőcső-vályú záródásának köszönhetően az oltógyomorba kerül. A nyelőcsővályú 2-4 s alatt zárul → szopás, nem itatás.

A mikrobás fermentáció feltételei az előgyomrokban

A bendőbe napi 8-10 órán át folyamatosan kerül be a táplálék. Felnőtt juh bendőtartalma 4-6 kg, míg a szarvasmarháé 30-60 kg 85 %-os víztartalmú félfolyékony anyag. Hőmérséklete fermentáció alatt 1-2 C°-kal magasabb a testhőmérsékletnél. A bendőtartalom pH-ja 6,0-7,0 körül mozog.

A semleges bendő pH okai:

1. A keletkező illó zsírsavak gyorsan felszívódnak a bendőből (a pH minél savasabb a felszívódás annál gyorsabb).
2. A nagy mennyiségű, (100-200 l/nap SzM) lúgos pH-jú (8,2-8,4 pH) nyál puffereli a bendőtartalmat.
3. A fehérjék és az NPN anyagok fermentációja során ammónia (**NH₃**) képződik, ami bázikus → lúgos irányba tolja el a bendő pH-t.

A ló gyomra

- A ló gyomra a testsúlyához viszonyítva kicsi, 8–15 liter űrtartalmú (a szélső értékek: 6–25 liter). Tömege 1–1,7 kg. A ló gyomra nagymértékben görbült zsák, a cardia és a pylorus közel esik egymáshoz, a nyelőcső hegyesszögben nyílik a gyomorba, a gyomorszáj vaskos és erős, a gyomor teltsége esetén különösen erősen zár.
- Emiatt és mert a gyomor telt állapotában sem éri el a hasfalat, a ló nem tud hányni, és nem ritka a gyomorrepedés.

A sertés gyomra

- A sertés együregű, összetett gyomra – az állat testsúlyához viszonyítva – aránylag nagyobb, mint a lóé. Megnyúlt, hosszúkás alakú, átlag 3,8 liter (1–8 l) űrtartalmú.
- A sertés gyomra – teltségének megfelelően – nem csupán alakját, hanem helyeződését is változtatja. A telt gyomor teljesen kitölti a hasüreget, nagyobb részével a median síktól balra esik, csupán a pylorus található a median sík jobb oldalán.

A húsevők gyomra

- Viszonylag nagy, tágulékony, a nyelőcső tölcsérszerűen szájadzik a cardiába.
- A gyomor nyálkahártyája két részre osztható. A nyelőcsői rész elszarusodó laphámmal borított, fehér, fényes. A gyomor hátsó (béli) része vöröses, rajta tölcsér alakú gyomorgödröcskék találhatóak.

A kérődző gyomor működése

A bendő flórája

A bendő baktériumai főleg coccus vagy rövid pálcika alakú anaerob szervezetek. Számuk 10^9 - 10^{10} /ml bendőtartalom. Érzékenyek a környezeti tényezőkre (pH, hőm., oxigén), a takarmányok minősége meghatározza az uralkodó fajokat.

Megkülönböztetünk cellulóz-, keményítő-, hemi-cellulóz-bontó és cukor fermentáló bakt.

Fontosabb bendőbaktérium nemzetségek: *Bacteroides*, *Ruminococcus*, *Lactobacillus*, *Megasphaera*, *Veillonella*.

A bendő faunája

A bendőprotozák a Ciliata és a Flagellata rendből kerülnek ki. Számuk kevesebb- 10^3 - 10^5 /ml bendőtartalom- a baktériumoknál. Fehérjedús takarmány növeli számukat. Érzékenyek, hamar kipusztulnak, de komolyabb problémát nem okoz hiányuk.

A bendőmikrobák egymással szimbionta kapcsolatban élnek. Egyik faj fermentációs végterméke a másik faj energiaforrása.

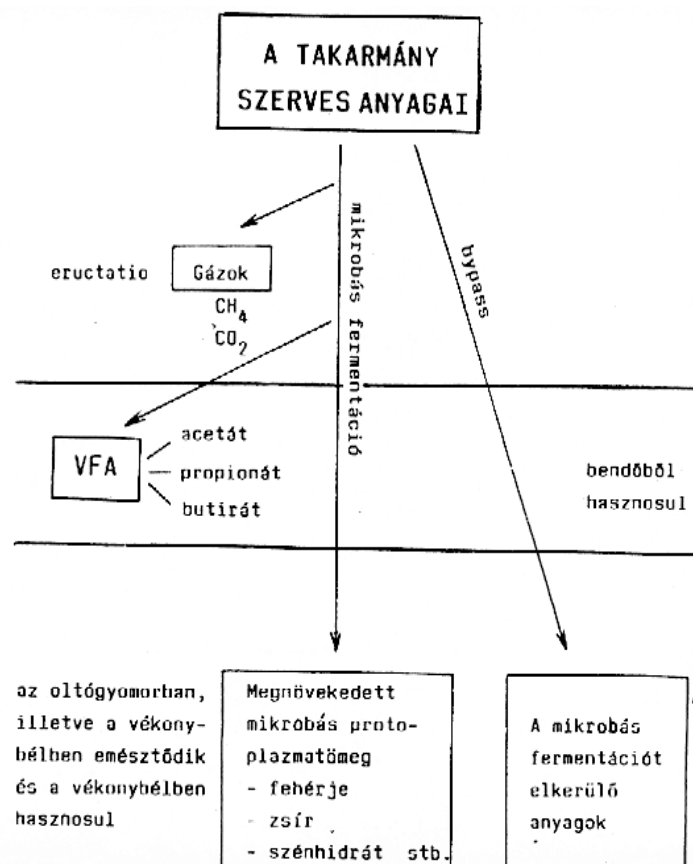


Dr. Forgó István Az emésztés élettana és
anatómiája

A bendő mikroorganizmusok megetelepődése

- A felnőtt állatokból életképes mikrobák nem ürülnek (a gyomorban és a bélben megemésztődnek)
- A fiatal állatot „megfertőzik” ezen mikroorganizmusok.
- Kérődzés során külvilágra (levegőbe, vízbe, takarmányra) került mikroszerv. a fiatal állatok felveszik.

A szerves anyagok fermentációja



A tak. szerv. anyagai a mikrobák élettevékenységéhez energiát és egyéb anyagokat szolgáltatnak, valamint illó zsírsavakat termelnek. A zsírsavak a kérődzők energia-szükségletének 60-80 %-át nyújtják.

A szerves anyagok fermentációja II

A mikrobák tömege fehérjéket, szénhidrátokat, zsírokat tartalmaz, amelyek az oltógyomorban valamint a vékonybélben az állat e-mésztő enzimeit által emésztődnek meg és a közép bélben szívódnak fel. A fermentáció során így hasznosuló E-hányad 20-40 %.

A tak. szervesanyagainak 20-35 %-a nem hasznosul az előgyomrokban („bypass” fehérjék, zsírok) az oltóban ill. a vékonybélben bomlanak le.

A könnyen fermentálódó szénhidrátok bontása

Könnyen fermentálódó cukrok az ***egyszerű cukrok*** és a ***keményítő*** → teljesen fermentálódnak. Etetésük során gyorsan nő a bendő illó-zsírsav tartalma → nagy részük hamar felszívódik.

Kisebbik részük a mikroorganizmusokban ammóniával kombinálódva aminosavakat, ***fehérjéket*** képez.

Nagy mennyiségben való etetésük során nagymértékben halmozódnak fel a szerves savak → csökken a pH → bendőacidózis.

A nehezen bomló szénhidrátok feltárása

A nehezen bomló szénhidrátok közé a cellulóz és a hemicellulóz tartozik. Hosszú ideig tartózkodnak a bendőben.

A gazdaszervezet **α -amiláz** enzimje nem képes hasítani a **β -1,4glikozidkötést**, a bendőmikro-bák **celluláz** enzimje képes erre→a cellulóz monoszacharid egységekre hasad szét.

A **lignin** emészthetetlen sejtalkotó→a sejten belüli tápanyagok nem bonthatók→emésztési veszteség.

A szénhidrát emésztés végtermékei

Rostban dús takarmányok etetésekor elsősorban **acetát** képződik.

Keményítőben dús abraktakarmányok etetését követően főleg **propionát** és **butirát** képződik.

A fermentáció veszteségként jelentkező végtermékei a H_2 , CO_2 és a CH_4 (**metán**).

A N-tartalmú anyagok fermentációja

A takarmány fehérjetartalmának nagy része az előgyomrokban elbomlik. A bontást a m.sz. *proteáz* enzimek kezdik → aminosavak keletkeznek. Az aminosavak dezaminálódnak és ***ammónia*** szabadul fel.

A nehezen bomló fehérjék → "bypass".

NH₃-ra bomlanak a bendőben az NPN anyagok, mint a szabad aminosavak és a karbamid.

A N-tartalmú anyagok fermentációja II

A bendőben jelentős fehérjeszintézis folyik. A baktériumok a legkülönbözőbb aminosavakat képesek előállítani. Ezen folyamat N-forrása az ***ammónia***. A protozoák a baktériumokat használják N-forrásként.

A fehérje képzés hatékonyabb ha megfelelő mennyiségű szénhidrát van jelen, mert E-t és szénláncot szolgáltat a folyamathoz. Szervetlen anyagok (kén) megfelelő mennyiségben álljanak rendelkezésre.

A N-tartalmú anyagok fermentációja III

Az ammóniának nem feltétlenül kell a takarmány fehérjéjéből származnia, a **karbamid** bontása után is ugyanolyan hatékony a fehérjeszintézis. Túlzott ammónia koncentráció esetén ammónia mérgezés léphet fel (máj, karb).

Bendőmikroák pusztulása → plazmájuk fehérjéjét (jó minőségű) vékonybél emészt → jól emész-tődik → a kérődzők nem érzékenyek annyira a takarmány aminosav tartalmával szemben.

A zsírok bontása

A takarmány zsírtartalma *glicerinre* és *zsírsavakra* bomlik. A glicerin tovább bomlik → **propionsav** képződik. A telítetlen zsírsavak (linol, linolénsav) **olaj-**, ill. **sztearinsavvá** alakulnak. **dominálnak**

A baktériumok képesek szintetizálni is a zsírsavakat (saját foszfolipidjeikbe építik be).

A bendőgázok

A képződő gázok a felső bendőzsákban gyűlnek össze. Innen böfögés útján kerülnek a külvilágra.

Szarvasmarhánál a bendőgáz 30-40 %-a CH_4 , 40-60 %-a CO_2 és néhány %-a H_2 .

Előgyomormozgások

A tak. keveredik az erjesztett tartalommal és a lenyelt nyállal. Az előgyomrok mozgása jól összehangolt.

A recés gy. Három fázisban húzódik össze, a harmadik a kérérdzéssel függ össze.

A bendő összehúzódások a recés második fázisával egy időben kezdődnek hátrafelé irányuló perisztaltikus összehúzódással (**elsődleges v. A hullám**). A **másodlagos v. B hullámok** hátulról haladnak előre (a kérérdzéssel függenek össze).

Előgyomormozgások II

A szájrétű mozgásokor az egész szerv összehúzódik, a levelei dörzsölik a gyomortartalmat.

Az oltógyomor erőteljes mozgásokra képes, az együregű gyomrúakéval megegyező.

A kérődzés

Három fázisa van:

- felkérődzés,
- újranyalazás és rágás,
- nyelés.

A megváltozott nyomásviszonyok teszik lehetővé.

Mély belégzés → csökken a nyomás → szívó-hatás a nyelvcsőre.

A kérődzés II

Ezzel egy időben a másodlagos bendőmozgás miatt megnő a nyomás a nyelőcső tájékán → a bendőtartalom egy része a nyelőcsőbe kerül, ahol a felfelé irányuló perisztaltika a falatot a szájba juttatja.

A kérődzés reflexes folyamat, mechanikai inge-rek és a bendő-recés nyílás tágulásai hozzák ingerületbe a receptorokat.

A kérődzés időtartama nagy rosttartalmú tak. esetén 8 óra, míg abrakdús tak. esetén 2-3 óra.

Az oltógyomor működése

- Emésztőnedvet termel.
- Fundus-mirigyek váladéka a **sósav** és a **pepszinogén**.
- A bejutó mikrobák a sósav hatására elpusztulnak→emésztődnek.
- A leveles gyomorból minden összehúzódáskor néhány ml folyadék préselődik a gyomorba. Sz.m. 30l gyomornedv/nap, pH 2-4 között van.

A gyomortartalom ürülése

A bendő-recésből akkor kerül a levelesbe a gy.tartalom, ha elég apró és megfelelő a nedvességtartalma.

A rostban szegény takarmányok akár kérőd-zés nélkül átjutnak. A levelesből pépes tartalom kerül az oltógyomorba.

Az oltótartalom 30-40 ml-es adagokban ürül a vékonybél felé. Reflexes és hormonális úton szabályozott.

Bélcső

- A bélcső az emésztőrendszer leghosszabb része.
- A növényevő állatok bélcsöve sokkal hosszabb, mint a húsevőké.
- Szakaszai:
 - Középbél (vékonybél):
 - Epésbél,
 - Éhbél,
 - Csípőbél,
 - Utóbél (vastagbél):
 - Vakbél,
 - Remesebél,
 - Végbél (végbélnyílás).

Bélcső

Hosszúság	Kutya	Macska	Sertés	Szarvas- marha	Juh, kecske	Ló
Egész bélcső	2,0–5,7	1,0–1,8	20,0– 27,0	33,5–63,0	22,1–43,2	25,0– 39,6
	(7,0)					
Vékonybél	1,8–4,8	0,8–1,3	16,0– 21,0	27,0–49,2	18,1–35,2	19,0– 30,3
Epésbél	0,2–0,6	0,1–0,12	0,7–0,95	0,9–1,2	0,6–1,2	1,3–1,5
Éhbél Csípőbél	1,6–4,2	0,7–1,2	15,3– 20,0	26,1–48,0	17,5–34,0	17,0– 28,0
						0,7–0,8
Vastagbél	0,28–0,9	0,2–0,44	3,3–6,0	6,5–14,0	4,0–8,0	6,0–9,3
Vakbél	0,08–0,3	0,02– 0,04	0,3–0,4	0,5–0,7	0,25–0,42	0,8–1,3
Remese + végbél	0,2–0,6	0,2–0,4	3,0–4,6	6,0–13,3	3,7–7,5	5,2–8,0

A vékonybél

Epésbél

- A gyomor pylorusából induló, rövid bélszakasz. Hívják még: nyombél, patkóbél.
- Görbületei a hasnyálmirigyet fogják körbe. A hasnyálmirigy és a máj kivezető csövei az epésbélbe nyílnak.

Éhbél

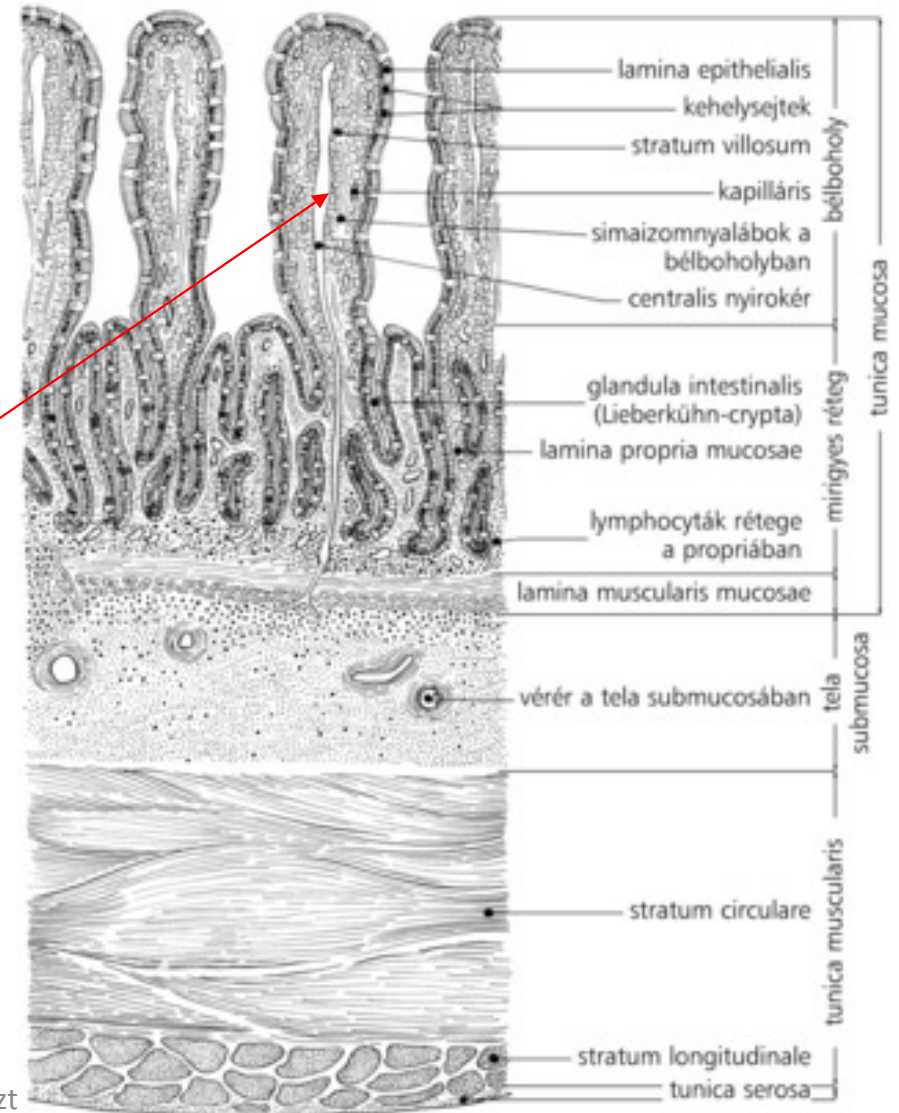
- A középbéli szakasz leghosszabb része. A hasüregbal oldalán helyeződik, sok kacsot alkot.
- A nevét onnan kapta, hogy a halál után rendszerint üres.
- Nyálkahártyáján bélbolyhok találhatóak.

Csípőbél

- Aránylag rövid bélszakasz, kacsokat nem alkot. Az utóbél innen folytatódik.
- Nyálkahártyáján bélbolyhok találhatóak.

Bélbolyhok

- A nyálkahártya felületét, ezáltal a felszívódást szolgáló felületet növelik. A bélbolyhok kb. 0,5–1,5 mm hosszú és 0,2–0,8 mm vastag, nyelv- vagy ujszerű nyúlványok. Számuk mm²-enként 20–40. Felületüket hám borítja, tengelyükben simaizomsejtek, ér- és ideghálózat van.
- A bolyhok tengelyében, közepén, a csúcs közelében vakon végződő, egy vagy több centrális *nyirokér* van. Az erek mentén hosszszant lefutó simaizomsejtek harmonikaszerűen, percenként 4–6-szor hirtelen megrövidítik a bélbolyhokat, majd azok lassan elernyedve, eredeti nagyságukat nyerik vissza. Ezáltal a centrális nyirokér szivattyúhoz hasonlóan, ritmikusan működik.



Dr. Forgó István Az emészt
anatómiája

A bélfal rétegei

Bélbolyhok

- A centrális nyirokér mellett a boholy tengelyében 1–3 elágazódás nélküli *arteriola* is halad a boholy csúcsáig, majd ott a szökőkút vízugaraihoz hasonlóan elágazódik. A vénás vért szintén a bolyhok tengelyének közelében haladó venulák gyűjtik össze.
- A bélbolyhok között található a kesztyűujj szerű *Lieberkühn-féle* mirigyek, melyek enzimeket és antibakteriális anyagokat termelnek.
- A bél nyálkahártya-hengerhámsejtek között mucint termelő kehelysejteket, valamint nyiroktüszőket (*Peyer-pakkok*) találhatunk.

A vastagbél

Vakbél

- A vakbél beékelt vakzsák, mely a *jobb* csípőnél található.
- A ló vakbele terjedelmes, kb. 30 l.
- A kérődzőké hengeres, keskeny, vak vége legömbölyödött.
- A sertés vakbele tágabb, *bal* oldalon helyeződik.

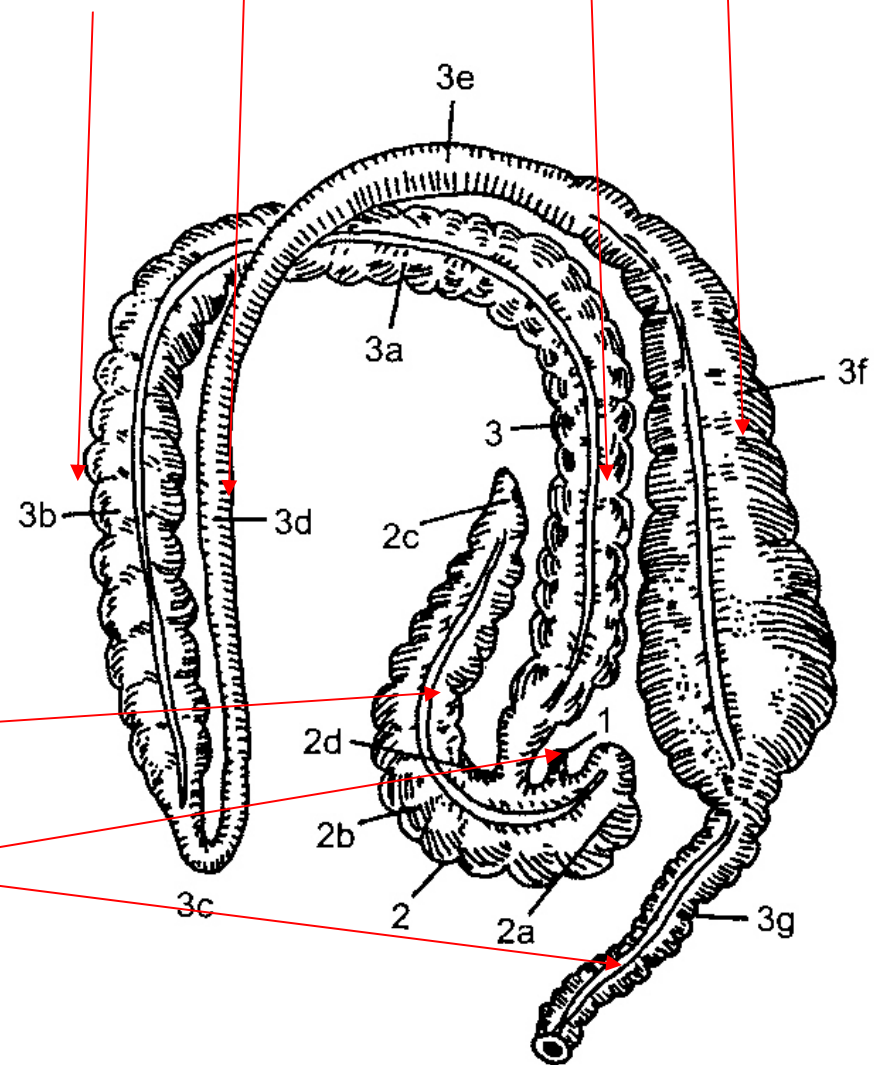
Remesebél

- Az utóbél leghosszabb szakasza. U alakú kacsot alkot.
- Részei. Felhágó remese, haránt remese és leszálló remese.
- A végbélbe megy át.

A ló remeséje

Bal alsó, felső fekvet. Jobb alsó, felső fekvet.

- Kettős U szerű hurkot alkot a terjedelmes remese. A jobb oldali része a vakbéllel együtt fixált, a bal oldali rész labilis (bélcsavarodás).
- Részei:
 - Vakbél,
 - Szűk remese
 - (csípőbél)



A végbél

- A keresztcsont alatt halad a végbélnyílás felé.
- A végbélnyílást sima- és harántcsíkolt izomgyűrű zárja le.
- A vastagbél nyálkahártyája ráncos, bélbolyhok nincsenek.
- Találhatók benne mucint termelő sejteket, Lieberkühn-mirigyeket és nyiroktüszőket.

A máj

Feladata

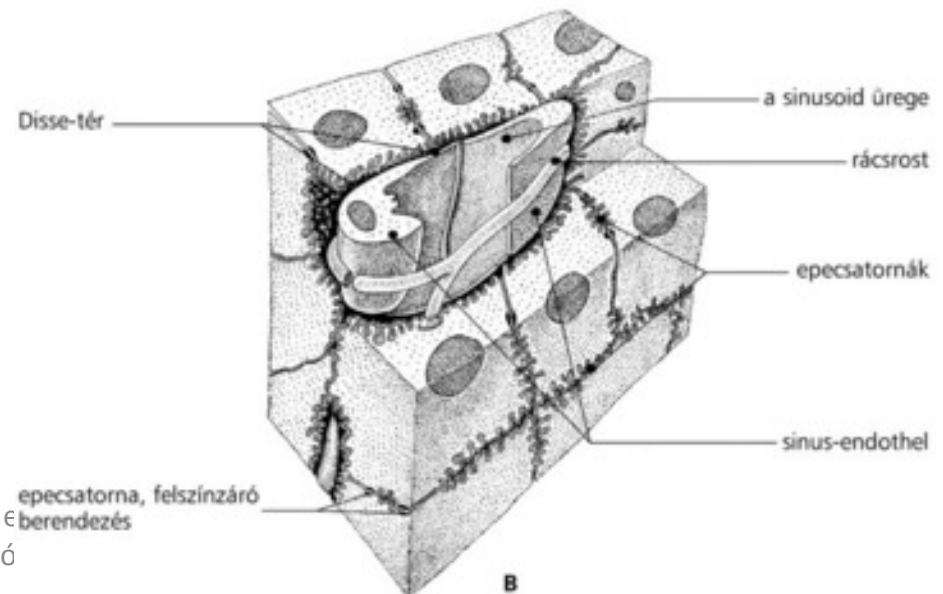
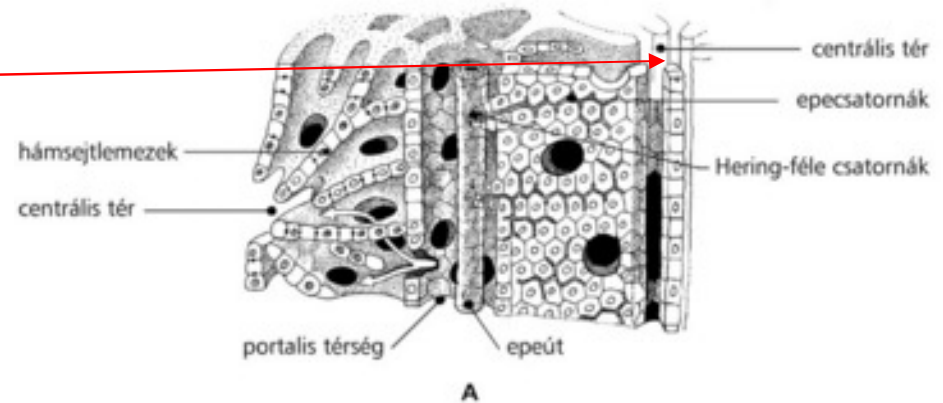
- A máj a szervezet legnagyobb belső, hám eredetű mirigye. Barnavörös színű, bővérű, tömött, enyhén rugalmas tapintatú, lapos szerv. Kötőszövetes váza csekély. Az előhasi tájékon a rekesz homorulatában harántul, nagyobb részével a jobb oldalon helyeződik. A kor előrehaladtával kisebbé válik, sorvad.
- *Működése* sokoldalú. Az epét termeli, amely fontos emésztőnedv. A máj glikogen alakjában raktározza a szőlőcukrot, és a szükségletnek megfelelően felszabadítja azt. Aktív helye a zsírok képződésének és átalakításának. A felszívódott aminosavak lebontásában, átalakításában, a különböző fehérjék szintetizálásában fontos szerepe van.
- A máj a vérkeringésbe iktatott szűrő és méregtelenítő szerv, a bélből felszívódó és a szervezetre mérgező anyagokat detoxikálja. A vitaminok, hormonok tárolóhelye, a szteroid hormonokat inaktiválja. A vérfesték anyagcseréjében működik közre. A magzati korban vérképző szerv.

Felépítése

- Kötőszövetes tok, a Glisson-tok borítja, a májkapuban a legvastagabb.
- A máj *alakja* plaszticitása következtében a környező szervek alakjától és helyzetétől függ .
- A kérődzők máján 4, a lóén 5, a sertés és a húsevők máján 6 lebeny van.
- Szerkezeti egysége a lebenyke. A lebenyezettség a sertésben a legfeltűnőbb.

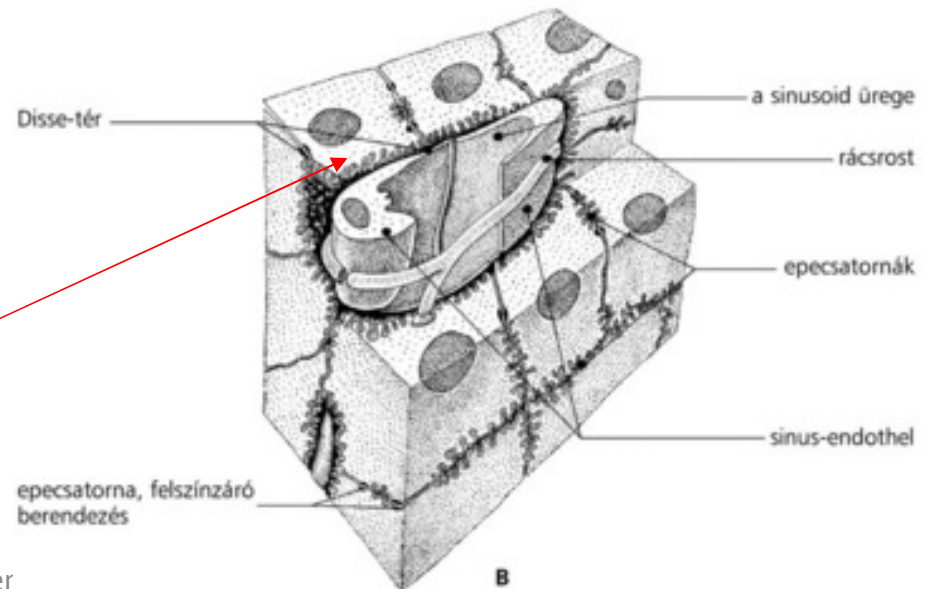
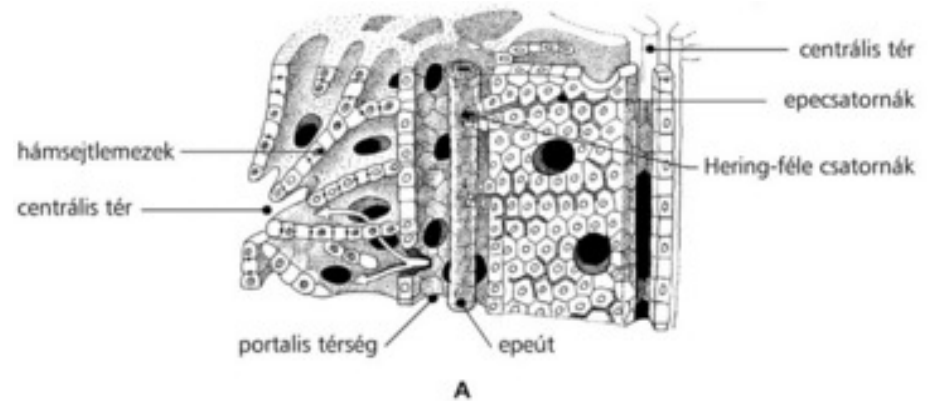
Felépítése

- A lebenyke közepén húzódik a véna centralis. Körülötte a sejtek sorokba, oszlopokba rendeződnek.
- Vérellátása kettős. Funkcionális ere a verőceér, táplálóere a májartéria. A verőceér a gyomorból, belekből és a lépből gyűjti össze a vért, ágai a lebenykéket fogják körül.



Felépítése

- A májlebenyekék körül sinusoidokká válik a verőceér. Innen a véna centralis gyűjti a vért, mely a májvénákba kerül.
- A sinusoidok a verőceér és a májvénák közötti kapcsolatot biztosítják.
- A májsejtek nekifekszenek a sinusoid falának.



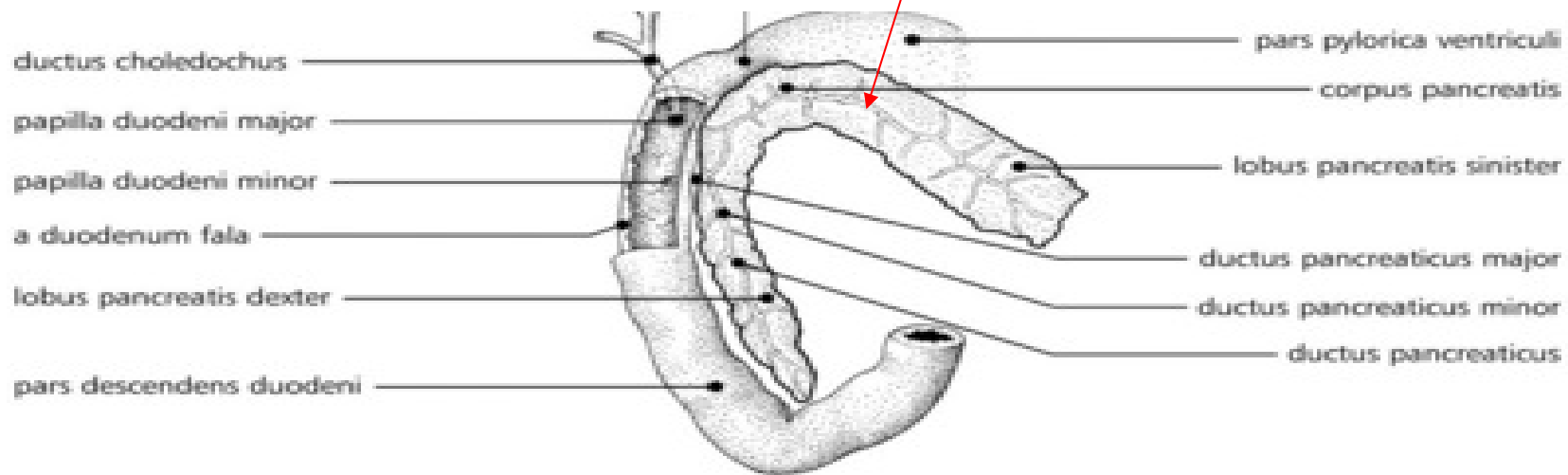
Működése

- A májsejtek termelik az epét. Az epe az epekapillárisokba kerül, onnan az epeutakba, májvezetékbe kerül.
- Az epehólyag a máj zsigeri felületén helyezkedik el, körte alakú zsák. Feladata az epe tárolása. Az epehólyag vezeték a máj kivezetőcsövével egyesül és az epésbélbe nyílik. (A lónak nincs epehólyagja).

A hasnyálmirigy

Felépítése

- A hasnyálmirigy, a középbélnek a májnál kisebb járulékos mirigye, lebenykézett, a nyálmirigyhez hasonló (innen a magyar neve), halványvörös színű, hosszant megnyúlt, puha, plasztikus, összetett exo- és endokrin mirigy. A máj és a gyomor mögött, rejtetten foglal helyet. Alakja állatfajonként különböző. Kérődzőkben és húsevőkben negyed körívben hajló, keskeny mirigy, lóban négyszögletű, sertésben villa alakú, többnyúlványú szerv.



kutya
anatomiaja

Felépítése

- A hasnyálmirigy mirigyhámsejtjeinek váladék a Wirsung-féle (sertésben és szarvasmarhában a Santorini-féle) vezetéken jut az epésbélbe.
- Összetett mirigy, zömében külső elválasztású, hasnyálat termelő mirigyvégkamrák alkotják. Ezek közé ágyazottan Langerhans-féle szigetekből áll a belső elválasztású rész.

Felépítése

- A **Langerhans-féle szigetek** tekervényesen összefonódó hámsejtgerendák csoportja.
- Sejtjeik sokszögletűek, két típusú sejtből állnak, ezek: a nagyobb, sötétebbre festődő cytoplasmájú, ún. **alfa-sejtek** és a kisebb, világosabb plasmájú **béta-sejtek**. Ez utóbbiak nagyobb számúak.
- A béta-sejtek termelik és raktározzák az inzulint, az alfa-sejtek az inzulinnal ellentétes hatású glucagont termelik. A szigetek fejlődésük során a mirigykivezető csövek hámjából válnak le.

Emésztés

- Húsevők,
 - Növényevők,
 - Mindenevők.
-
- A ragadozók energiadús táplálékot fogyasztanak, ritkább a takarmányfelvétel.
 - A növényevő állatok sokkal hosszabb időt (6-8 órát) is eltöltenek naponta a takarmányfelvétellel. Kisebb E-tart. tak., hosszabb bélcső.

Éhség

- A takarmány felvételt az éhség érzet, étvágy és reflexes folyamatok indítják meg.
- Az éhségérzet kialakulása:
 - Helyi: az üres gyomor erős összehúzódásai.
 - Általános: az állat anyagcseréjében bekövetkezett változások. Alacsonyabb a vér glükóz tartalma, szabad aminosav tartalma.
- Az éhségérzet az állat energiaigényének kielégítésére szolgál.

Étvágy, jóllakottság

- Az étvágy az érzékeléssel függ össze (látás, ízlelés, szaglás). Az ösztönnek nagy szerepe van a takarmány válogatásában.
- A jóllakottság érzetét a gyomor teltsége, mechanikai feszítő hatás, valamint anyagcsere változások okozzák.

Éhezés, szomjúság

- Éhezés kevés takarmány felvétele esetén vagy valamely takarmány összetevő hiányakor léphet fel.
- A szomjúságérzet a száj és a garatüreg nyálkahártyájának kiszáradására jön létre. A szervezetben növekszik az ozmotikus nyomás → vízfelvételeire ösztönöz.

Enzimek

- A tápanyagféléseknek megfelelően vannak fehérjebontó (proteáz), szénhidrátbontó (karbohidráz) és zsírbontó (lipáz) enzimeket.
- A fehérjeemésztés során aminosavak keletkeznek.
- Fehérjemolekulákat bontó enzimek: pepszin, katepszin, tripszin.
- A bomlástermékeket tovább bontó enzimek: poli-, di-, tripeptidázok, aminopeptidázok.

Enzimek

- Szénhidrátbontó enzimek: amiláz, celluláz, hemicelluláz, szacharáz, maltáz, laktáz.
- A szénhidrátokból egyszerű cukrok keletkeznek.
- A zsírok emésztése során zsírsavak és alkohol keletkezik.

Mikroorganizmusok

- Állatfajonként az emésztőszervrendszer mikroflórája eltérő.
- A kérődzők előgyomraihoz hasonló mikroflórája van a növényevő álatok vastagbelének. Jelentős a ló, nyúl, esetében.

A nyelés

- Harapó és őrlőmozgásokkal a takarmány felaprózódik és nyállal összekeveredve falattá alakul.
- A falat az együregű gyomrú állatoknál a gyomorba, kérődzőknél a bendőbe, madaraknál a begybe jut. Ennek folyamata a nyelés.
- A nyelés **akaratlagos** szakaszában az ajkak záródnak, a pofaizmok és a nyelv a falatot a garatüregbe juttatja.

A nyelés

- A garatüreg falának ingerlésére elindul a nyelés **reflexes** szakasza. Lezárul a gége bejárata és a falat a nyelőcső perisztaltika miatt a gyomorba jut.
- A vizet és a folyékony takarmányokat ugyanúgy nyeli le az állat.
- A nyelés reflexközpontja a nyúltvelőben van.

Az együregű gyomor működése

- A gyomor simaizmai spontán beidegzésűek. Az üres gyomor percenként 4-5 gyenge összehúzódást produkál. A telt gyomor 3-4 hullámban húzódik össze percenként. A hullámok a pylorusig futnak egyre fokozódó erősséggel.
- A gyomor kiürülését a pylorus ürege és az epésbél között fennálló nyomáskülönbség szabályozza.
- A hányás a szervezet fontos védekező mechanizmusa. A hányinger állatok között kutyában figyelhető meg. Nyúltvelői reflexes folyamat. Garat ingerlés, egyensúlyi zavarok, vesék betegsége, traumák válthatják ki a hányás reflexét.

Az együregű gyomor működése

- A gyomorban megindul a táplálék kémiai feltárása a gyomornedv által.
- A gyomornedv színtelen, víztiszta erősen savas folyadék (pH 0,9-1,5). Mennyisége lóban 10-30, sertésben 8-15 l/nap.
- A gyomornedv szerves anyagai közül a **pepszin** a legfontosabb. A fundusmirigyek termelik pepszinogén formájában, sósav hatására aktiválódik. A fehérjék polipeptid láncait hasítja. A pepszin pH-optimuma 1,8-3,5 között van.

Az együregű gyomor működése

- Fiatal kérődzők gyomrában a rennin nevű enzim végzi a tejfehérje emésztését a tej megalvadása mellett.
- A gyomornedv szervetlen anyagai közül a sósav a legfontosabb, biztosítja az alacsony pH-t.
- Kutyában és sertésben a sósav elpusztítja a gyomorba kerülő mikroszervezeteket.
- A mucinózus mirigyek nyálkája a gyomor falát védi a sósav és a fehérjebontó enzimek hatásától.

Az együregű gyomor működése

- A gyomornedv idegi-hormonális hatásra képződik.
- Már a szájban lévő falat hatására megindul a gyomorban a sósav és a pepszinogén szekréció. Ez a szakasz a reflexes szakasz.
- A gasztrikus fázisban a gyomortartalom a nyálkahártyára gyakorol mechanikai és kémiai hatást, mely a fundus mirigyek működését és **gastrin** elválasztást serkenti.

A sertés gyomorműködése

- A gyomor nyálkahártyájának 30-40%-át a cardia mirigyek tájék adja. Itt mucinban gazdag nedv képződik. A lenyelt falat ide rétegződik.
- A fundus tájékon a sósav hatására pepszin-A és pepszin-D enzimformák termelődnek, melyeknek eltérő a pH optimumuk.
- A sertés gyomra soha nem ürül ki teljesen. A takarmány keverése a gyomorban lassú és részleges.

Emésztés a vékonybélben

- A vékonybélben a máj, a hasnyálmirigy váladéka valamint a bél nyálkahártyájának váladéka végzi az emésztést.
 - Bontják a tápanyag molekulákat,
 - Optimális kémiai és fizikai állapotot teremtenek az enzimek működéséhez.
 - Védik a bélcső belső felületét nyálkaanyagaiakkal.

Emésztés a vékonybélben

- A bélben folyó emésztés a takarmány kémiai feltárásának legfontosabb helye. Az enzimek hasítják és kisebb molekulákká alakítják a tápanyagot, mely a bélből felszívódik.
- A bélcső mozgásai révén keveri és továbbítja a béltartalmat. **Szegmentáló** mozgás során a bél simaizomzata 5-10 cm-enként szegmentumokat hoz létre, mely a keveredést segíti elő.
- A **perisztaltikus** mozgás továbbítja a béltartalmat.

A hasnyálmirigy szerepe az emésztésben

- A hasnyál nedv termelődik benne, mely az epésbélbe ürül. A hasnyál színtelen, szagtalan, nyúlós, lúgos kémhatású (pH 7,1-8,4) folyadék.
- Döntő szerepe van a gyomorból ürülő savas kémhatás semlegesítésében. Mennyisége lóban 50-60 l, szarvasmarhában 15-35 l/nap.

A hasnyálmirigy szerepe az emésztésben

- Szénhidrátbontó enzimje az α -amiláz, mely az α -1,4 glikozidkötésű poliszacharidokat maltózig bontja.
- Fehérjebontó enzimjei:
 - Endopeptidázok:
 - Tripszin,
 - Kimotripszin,
 - Elasztáz,
 - Exopeptidázok:
 - Karboxipeptidáz.

A hasnyálmirigy szerepe az emésztésben

- A tripszin a gyomorból érkező előemésztett polipeptideket peptidekre bontja. A kimotripszin a tejet is megalvasztja.
- Az exopeptidáz a peptidekről aminosvakat hasít le.
- Zsírbontó enzimjei közül a lipáz a legfontosabb, mely a zsírok észterkötéseit bontja, zsírsavak és monogliceridek keletkeznek.
- A hasnyálmirigy tevékenységét idegi és hormonális tényezők szabályozzák. A takarmány összetételétől függően összetétele változik. Sok fehérje → sok tripszin.

Az epe szerepe az emésztésben

- A májban termelődik, közvetlenül vagy az epehólyagon keresztül ürül az epésbélbe.
- Összetevői közül az epesavak a vízoldhatalan zsírokat emulgeálják, apró zsírgolyócskák képződnek, így a lipáz zsírbontása megindulhat.
- Az epesavas sók a zsírsavakat, monoglicerideket (zsíremésztés termékei), a zsírban oldódó vitaminokat megkötik, melyek a vékonybélből felszívódnak.

Az epe szerepe az emésztésben

- Az epe színét az epefestékek adják. Állatfajtól függően az epe színe sárgásbarnától a zöld színig terjed.
- Epefestékek a hemoglobin bomlástermékei. A szervezetben a lépben, májban és a csontvelőben keletkeznek és az epébe választódnak ki.
- A májsejtek károsodása vagy az epeutak elzáródása miatt visszakerülnek a vérkeringésbe és a bőr alatti kötőszövetbe kiválasztódnak.
- → sárgaság
- A gasztrin a szekretin és az inzulin fokozzák a máj epeelválasztását.

Az bélnedv szerepe az emésztésben

- a bélnedv a bél nyálkahártyájában lévő Brunner és Lieberkűnn-féle mirigyek terméke.
- Enzimjei aminopeptidázok, dipeptidázok, maltáz, szacharáz, laktáz és a lipáz.

A vastagbél szerepe az emésztésben

- Az emésztés és felszívódás legutolsó szakasza a vastagbélben megy végbe.
- Húsevőkben szerepe csekély. Lóban, nyúlban, sertésben nagy jelentőségű.
- A vastagbélnedv lúgos, vizet, szervetlen sókat és mucint tartalmaz.
- A vastagbélben jelentős vízvisszaszívás megy végbe, kialakul a bélsár jellegzetes konzisztenciája. Na, K, Cl ionok felszívása is jelentős.

A vastagbél szerepe az emésztésben

- Hasonló mikobás fermentáció folyik, mint a kérődzők előgyomraiban.
- A vastagbélben folyó fermentáció hely a vakbél. Hatására illó zsírsavak képződnek, melyek az állat energiaforrását jelentik.
- A vastagbélben mikrobás fermentáció során B-vitaminok és K-vitamin termelődik.
- A bélsár reflexes úton ürül ki. A bélfalban lévő receptorok mechanikai inger hatására indítják el a bélsár kiürülését, melyet hasprés és bélperisztaltika támogat.

Felszívódás

Mechanizmusa

- A bél lumenéből az emésztés termékei a bélfal sejtjein áthaladva (*transcellulárisan*) és a sejtek között (*intracellulárisan*) szívódnak fel. A bélhámsejtek között főként víz és vízoldható anyagok szívódnak fel.
- A bélben lévő anyagok koncentrációja kicsi. Ezzel szembeni felszívódást aktív transzportnak nevezzük. A sejthártyán való átjutás energiaigényes, melyhez az E-t az ATP biztosítja.

A szénhidrátok felszívódása

- A szénhidrátok (glükóz, fruktóz, galaktóz, ribóz, glicerinek, stb.) monoszacharidokká vagy rövid szénláncú zsírsavakká bomlanak.
- A legtöbb állatnál a galaktóz gyorsan, a glükóz lassabban, a fruktóz, mannóz, stb. nagyon lassan szívódik fel.
- A glükóz a sejten kívüli folyadékban mindig meghatározott koncentrációban kell, hogy rendelkezésre álljon. Túl magas vérglükóz szint miatt a vizeletbe glükóz ürül, ami a cukorbetegség jele. Glükoneogenezis az a folyamat, mely során nem glükóz természetű anyagokból glükóz termelődik.

A szénhidrátok felszívódása

- A felvett glükóz a májba kerül, ahol glikogén képződik. A glükóz másik része az izmokban alakul glikogénné, harmadszor a glükóz a szövetműködés során használódik fel.
- A szervezet sejtjei a vérből glükózt vesznek fel, melyet energiaforrásul használnak, ill. ATP-t állítanak elő. A vörösvérsejtek és az agyvelő kritikus mértékben függenek a vérglükóztól.
- A kérődzők energiaellátása elsősorban illó zsírsavakból származik, nem glükózból.

A zsírok felszívódása

- Könnyen mobilizálható formában energiát raktároznak, sejtmembrán alkotók, zsírban oldódó tápanyagok és vitaminok felszívásában és átalakulásában.
- A lipidek nagy részét zsírsavak és észterek alkotják.
- Esszenciális zsírsavak: linolsav, linolénsav, stb. az állati szervezet a kettős kötések nem képes létrehozni.
- A rövid szénláncú zsírsavak gyorsan szabad zsírsavakra és glicerinre hidrolizálnak.

A zsírok felszívódása

- A koleszterin a hormonok, epesavak szintézisének kiinduló vegyülete.
- A szénhidrát hasznosulása s zsírokkal szemben előnyben van. Ez a zsírkímélő hatás.
- A májban megfigyelhető túlzott zsírfelhalmozódás májelzsírosodáshoz vezet, túlzott takarmányozással előidézhető. Betegségek következtében is kialakul. Pl: libamáj.

A N-tartalmú anyagok felszívódása

- A szervezetben fehérjék és nukleotidok alkotják a N-tartalmú anyagokat. A test 75%-át fehérjék alkotják.