

Dr. Szinák János

## Az emésztőkészülék működése, és az emésztés élettana

**NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

**Állategészségügy, szaporodásbiológia feladatai**

A követelménymodul száma: 1375-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-001-50

## AZ EMÉSZTŐKÉSZÜLÉK MŰKÖDÉSE, ÉS AZ EMÉSZTÉS ÉLETTANA

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A sejtek működése energiát vesz igénybe. A test anyagát egyfolytában megújítva építi önmagát, miközben hatalmas biokémiai folyamatok zajlanak benne. Az élőlény táplálkozással biztosítja energiáját. Látszólag táplálékokat eszik, de tulajdonképpen tápanyagokat vesz fel, azokat megemészt, felbontja, átdolgozza felszívódásra alkalmassá teszi, majd felszívja és beépíti, elégeti, vagy elraktározza. Belső formájában kiüríti a hasznavehetetlen részeket.

A tápanyagok: a fehérjék, a szénhidrátok, a zsírok, kiegészítői a sók, a vitaminok és a víz. Kalóriában fejezzük ki a tápanyagok energiatartalmát. A napi kalóriaszükséglet attól függ, hogy milyen korú, milyen súlyú és milyen munkát végez az állat. A szénhidrátok és a zsírok a fűtőanyagok, a szervezet elégeti ezeket, zsír alakjában pedig elraktározza a felesleget, tehát az egyed hízik.

A fehérjék az építő kövek, éppen ezért a bőséges fehérje táplálkozás nélkülözhetetlen a fejlődő szervezet számára. A fehérjék aminosavakból állnak, melyek az emésztés során lebomlanak és olyan fehérjékké rakódnak össze, amelyekre a szervezetnek szüksége van. Bizonyos fehérjék olyan aminosavakat tartalmaznak, amelyeket nem kell szétbontani ahhoz, hogy felhasználhatók legyenek, mert a szervezet fehérjéivel azonos aminosav tartalmúak.

A takarmányozás igen összetett, részben reflexekre épülő élettani folyamat. Már a táplálék megpillantása megindítja a nedvek kiválasztását, ha a vele kapcsolatos ingerek megfelelőek. A zavaros, hangos környezet elveszi az egyed étvágyát. Ezért fontos a táplálkozáshoz a nyugalmas körülmény biztosítása. A gyomor nyálkahártyája gyorsan alkalmazkodik mindennemű idegrendszeri változásra, és az izgalom hátrányosan befolyásolja működését. Idegfeszültség alatt a savtermelés fokozódhat, csökkenhet a nyálkahártya ellenálló képessége, a vérellátás károsodhat, és jelentkezhet az úgynevezett önemésztődés. A nyugalom, a kellemes közérzet valamint a nyugodt környezet biztosítja az egyenes gyomorváladék termelését. Az elégtelen vagy hiányos takarmányozás befolyásolja a szervezet ellenállóképességét.

## SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

### A TAKARMÁNYOK EMÉSZTÉSE

A táplálóanyagok átalakulása lényegében kémiai feltárás. Egyfelől az állat emésztőmirigyei által elválasztott emésztőnedvek enzimeji, vagy pedig az emésztőcsőben élő és továbbszaporodó baktériumok fermentumai viszik véghez ezt a feltárást. Eszerint megkülönböztetünk enzimes és baktériumos erjesztést. A baktériumos emésztés is azonban lényegében enzimek hatására jön létre, csak az utóbbi esetben a baktériumok termelik ezeket az enzimeket. Esetenként a növényekben levő enzimek is segíthetik az emésztést. Az emésztőnedvek vagy a baktériumok munkáját támogatja a takarmány felaprózása, amit mechanikai emésztésnek nevezünk. Ide tartozik a táplálék megrágása, és keverése a bendőben.

Az emésztőnedvek vagy pedig a mikrobák által feltárt és megemésztett táplálóanyagok bélfalon keresztül a szervezet nedváramába kerülnek, a meg nem emésztett, illetőleg felszívódott anyagok pedig a bélsárral kiürülnek. A felszívódott anyagok feldolgozása után szintén maradnak vissza salakanyagok, melyek a vizelettel, az izzadsággal ürülnek ki, vagy melyeket a bél mirigyei választanak ki a bél ürébe, ahonnan a bélsárral együtt távoznak. Gazdasági állataink – emésztőcsövük eltérő anatómiai felépítése és élettani működése következtében – a takarmányokat különbözőképpen emésztik meg. A takarmányokban levő táplálóanyagok kihasználása az állatok faja, neme, kora, hasznosítása stb. szerint különböző, ezért a takarmányok emészthetősége helyett jobb azok kihasználásáról beszélni. Az emészthetőség ugyanis azt a látszatot kelti, mintha az a takarmánynak csupán összetételétől függő, egyedi tulajdonsága lenne. Márpedig az számos egyéb, a takarmánytól független körülménytől is függ. Többek között az ugyanabban a takarmányban foglalt táplálóanyagokat minden állatfaj különböző mértékben használja ki. Ezek szerint minden takarmánynak sokféle emészthetősége lenne. Valójában a takarmányra a nyers táplálóanyag összetétel a jellemző, a különböző állatfajokra pedig az, hogy a takarmányok nyers táplálóanyagait milyen mértékben tudják kihasználni. A takarmányok emészthetőségén tehát bennük levő táplálóanyagok kihasználását kell értenünk, amiről tudjuk, hogy a különböző állatfajokban eltérő.

A takarmányban levő nyers táplálóanyagok kihasználását pontosan csak állatkísérlettel tudjuk megállapítani. Állatkísérletek lefolytatásakor a bélsár képviseli a meg nem emésztett táplálóanyagokat, ezért úgy kapjuk meg az emésztett táplálóanyagok mennyiségét, ha az állattal feletetett táplálóanyagokból kivonjuk a bélsárral kiürített táplálóanyagokat. Ha az egyes elfogyasztott táplálóanyagokra vonatkoztatva százalékra számítjuk át ezt a mennyiséget, akkor megkapjuk a kihasználási vagy felszívódási együtthatót, amit – a már az említett okoknál fogva – helytelenül emésztési együtthatónak szoktak nevezni. A kihasználási együtthatót minden egyes táplálóanyagra vonatkoztatva külön-külön szokták kiszámítani (külön a nyersrostra, fehérjére, zsírra, nitrogénmentes kivonatra).

A vitaminok az egészség megtartásának védőanyagai. Hiányuk vagy csökkent voltuk a szervezet károsodásával járhat. A víz és a sók a test folyadék egyensúlyának biztosításában vesznek részt. Nemcsak a táplálkozás, hanem az emésztés folyamata is megkezdődik már a szájban. A nyelv az íz érzés szerve, de azzal, hogy a felaprózott táplálékot a nyállal keveri, emésztőmunkát is végez.

A gyomor izmos falú szerv. Benne a fehérjék emésztésén kívül az elfogyasztott táplálék egynemű savi kémhatású péppé alakul. A gyomorból csak az alkohol és egyes gyógyszerek szívódnak fel. Az alsó gyomorkapu savi kémhatásra kinyílik és a pép a gyomorból a patkóbélbe a vékonybél legfelsőbb szakaszába jut. Az emésztés itt azzal folytatódik, hogy a patkóbélbe ürül a májban termelődött epe, és a hasnyál, amelyek a zsírokat bontják és teszik felszívhatókká. Ezzel a tulajdonképpen emésztés befejeződött és megkezdődik a tápanyagok felszívódása. Ezt a műveletet a vékonybél felszívó bolyhai végzik és a felszívott anyagokat a gyomor,- bélrendszer nyirokereibe juttatják, ahonnan a májba kerülnek. A máj a szervezet vegyi laboratóriumának az egyik legfontosabb műhelye és egyben a tápanyagok raktára. Nemcsak az említett vegyi átcsoportosításokat hajtja végre, hanem szűrőként szerepel, s visszatartja és hatástalanítja a mérgező anyagokat. A máj sokoldalú tevékenységével az anyagcsere központi szerve. A vékonybélből a tartalom a vastagbélbe kerül, ahol folyadékmennyisége csökken, besűrűsödik, majd szakaszosan kiürül. Idősebb korban a bélfal renyhébbé válhat, és tartós székrekedés jelentkezhet.

## A HÁZIÁLLATOK EMÉSZTŐKÉSZÜLÉKE

A háziállatok (szarvasmarha, kecske, juh, sertés, ló, stb.) emésztőkészüléke végzi a táplálék felvételét, feldolgozását, átalakítását, valamint az emésztett tápanyagok felszívását. A törzsfejlődés során – a táplálkozás módjától függően – az állatok emésztőkészülékének kialakulása igen változatos. Az egysejtű és a primitív soksejtű állatoknál szoros értelemben vett emésztőkészülékről nem beszélhetünk, az emésztés folyamata sejten belül történik. A magasabb rendűeknél megjelennek a változatos típusú szájszervek, a szájüreg, kialakul a bélcsatorna, melyhez különböző járulékos szervek (pl. emésztő-mirigyek) csatlakoznak, s az emésztés sejten kívül történik.

Az elfogyasztott táplálék feldarabolása a fogazat feladata. Megőrli, apróra zúzza azt, hogy az emésztőnedvek könnyebben hozzáférjenek. A nyál sikkossá teszi a falatot és a nyálban levő emésztőnedv megkezdzi a szénhidrátok, a cukrok vegyi bontását. A táplálék a nyelőcsövön át a gyomorba jut, ahol a sósav és a pepszin végzik a fehérjék bontását, emésztését. Az emésztés az állatok táplálkozása során felvett anyagok enzimatis feldolgozása úgy, hogy a szervezet számára közvetlenül nem hasznosítható szerves tápanyagok emésztőenzimek hatására vízben oldhatóvá, felszívásra és asszimilációra alkalmassá váljanak. A többsejtű szervezetekben az emésztésre külön testüreg alakul, melyből a magasabb rendűeknél a bélcsatorna fejlődik, itt az emésztés a sejten kívüli üregekben megy végbe.

## ÁLLATFAJONKÉNTI JELLEGZETESSÉGEK

### A ló



*1. ábra. A csikó felnevelése nem képzelhető el legeltetés nélkül*

A lónak együregű, összetett gyomra van, amely 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, mely telt állapotában sem éri el a hasfalat. A ló nem tud hányni, és nem ritka a gyomorrepedés. A ló gyomra nagyobb részével a bal borda alatti tájékon helyeződik el. A kicsi gyomor erős teltség esetén sem éri el az alsó hasfalat. Baloldalon a gyomor nagygörbületével a lép zsigeri felületéhez fekszik. A gyomor helyzete telt vagy üres állapotában, ki- és belégzéskor változik. Naponta legalább háromszor kell etetni a lovat, mert a gyomra viszonylag kicsi.

A lóval etetett takarmányok négy csoportba oszthatók:

1. Zöldtakarmányok. A ló legtermészetesebb táplálója: a legelő. A felnevelés nem képzelhető el a csikók legeltetése nélkül.
2. Nedvdús takarmányok. A téli takarmányozás "zöldtakarmányai" a nedvdús takarmányok.
3. Szálastakarmányok. A széna és a szalma nélkülözhetetlen a ló gyomrának és belének zavartalan működéséhez, anélkül a ló elveszti étvágyát, és lefogy.
4. Abraktakarmányok. A zöld-, nedvdús és a szálas takarmány a gazdaságos takarmányozás alapja.

#### A sertés

A sertés együregű, összetett gyomra – az állat testtömegéhez viszonyítva – aránylag nagyobb, mint a lóé. Megnyúlt, hosszúkás alakú, átlag 3,8 liter (1–6 l) úrtartalmú. A gyomor görbületei kevésbé íveltek. A nyelőcső tölcsérszerű tágulattal nyílik a gyomorba. A kiscsőbület domború. A gyomor fala viszonylag vastag. Az izomréteg ferde rostjai a a gyomor bejáratánál spirális redőt képeznek.



2. ábra. Szeret túrni

A sertés gyomra – teltségének megfelelően – nem csupán alakját, hanem helyzetét is változtatja. A telt gyomor teljesen kitölti az mellkasi hasüreget, nagyobb részével a középső síktól balra esik, a máj tompa szélé fölött a rekessel érintkezik, s benyomatott képez a máj zsigeri felületén. Rögzítése, savós szalagjai, ér- és idegellátása a lóéhoz hasonló.

## A szarvasmarha

A kérődzőké többüregű összetett gyomor, amely négy üregből áll: a bendő a kifejlett kérődzőkben a legnagyobb előgyomor, szarvasmarhában 100–150 dm<sup>3</sup> úrtartalmú; a recésgyomor nyálkahártyája hatszögletű rekeszeket, recéket képez, szarvasmarhában kb. 17–18 dm<sup>3</sup> úrtartalmú. A leveles- vagy szájrétű és az oltó valódi mirigyes gyomor, erős összehúzódsokra képes, szarvasmarhában 10–20 dm<sup>3</sup> úrtartalmú.

A gyomor a szarvasmarha fajtától, testnagyságtól és kortól függően változó nagyságú. Általában 110–235 liter úrtartalmú (kifejlett állatban 160–235, középnagy állatban 120–150, kis állatban 110–130 liter). A bendő 102–148 liter (középnagy állatban 100–120, kis állatban 95–118 liter). A recésgyomor 5–21 liter (10,5; 8; 5,5), a szájrétű gyomor 7–18 liter (14,5; 11, 9), az oltógyomor 10–20 liter (15,2; 11; 10) úrtartalmú.



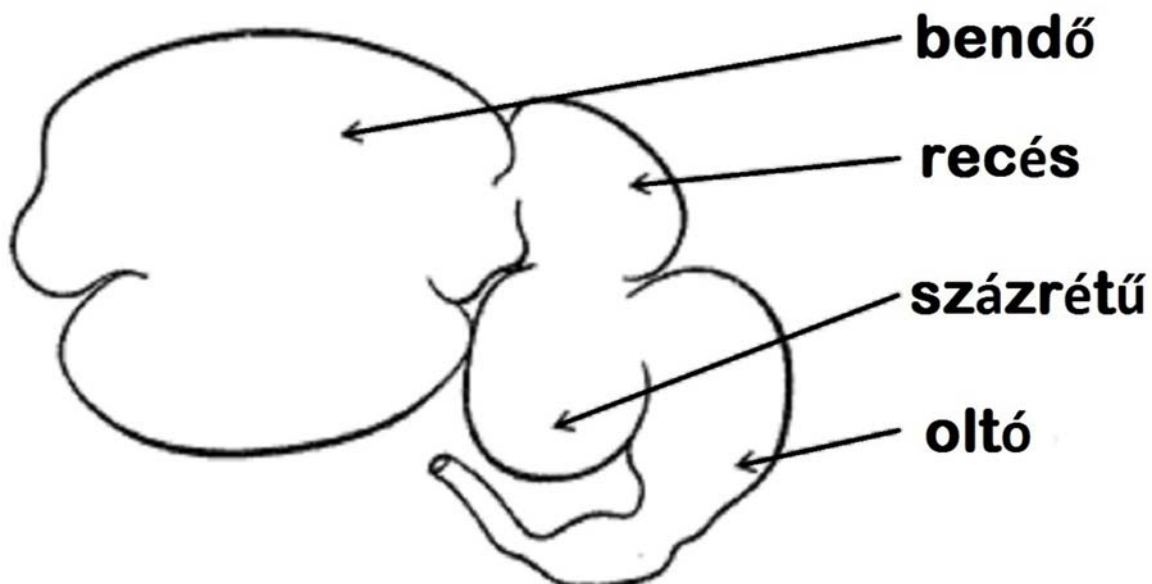
3. ábra. A legeltetés nagyon előnyös

## A KÉRŐDZŐK EMÉSZTÉSE

A kérődzők (szarvasmarha, kecske, juh) szarvval bíró vagy szarvnélküli, változatos külsejű és nagyságú fajok. Növényevők. A magasabb fejlettségű szervezetek tápcsatornája kétféle működést végez: egyfelől feldarabolja a táplálékot, másfelől az emésztőmirigyek által termelt emésztőenzimek segítségével kémiaiag bontja, illetőleg oldhatóvá, felszívásra alkalmassá teszi. Az emésztőnedvek (nyál, gyomornedv, hasnyál, bélnedv) tartalmazzák azokat az enzimeket, melyekben az emésztéshez szükséges különböző segédanyagok is megtalálhatók. Az emésztés folyamata a szájüregben kezdődik, majd a gyomorban folytatódik, s a bélben fejeződik be. A bélsatorna ritmikus (perisztaltikus) mozgást végez, mely egyfelől segíti a táplálék továbbjutását, másfelől a középbelben jelentős szerepe van az emésztés folyamatában.

Az előgyomrok (az összetett gyomrú állatok első gyomorrészlete, sajátos és az emésztőcső többi részétől elkülönülő mozgást végez, mely hármas célt szolgál: A tartalom összekeverését, a kérődzést és a böfögést, valamint a tartalom továbbítását. Az előgyomrokban a felvett takarmány összekeveredik a mikroorganizmusok által már fermentált tartalommal, továbbá a lenyelt nyállal.

Legjobban tagolt a kérődzők gyomra (összetett gyomor), négy részből áll: bendő, recés, leveles vagy szájrétű és oltó. Üres állapotban elülső és hátulsó fala összefekszik, vagyis a gyomortartalmat szorosan összefogja. A megrágott és falattá alakított táplálék egy részének az emésztése a gyomorban történik. Jelentős szerepe van ebben a gyomornedvnek. A gyomormozgások támogatják az emésztőfolyamatokat úgy, hogy egyfelől összekeverik a táplálékot a gyomornedvvel, másfelől tovább szállítják a gyomor tartalmát.



4. ábra. A szarvasmarha összetett gyomrájának sematikus ábrázolása



## A kérődzés

A párosujjú patások rendjébe, a kérődzők alrendjébe tartozó állatok táplálkozási módja, a kérődzés. A durván megrágott táplálék a bendőbe kerül, ahol a szimbiózisban élő mikroorganizmusok közreműködésével megindul a rostanyagok feltárása (főként a cellulózbontás jelentős), innen kisebb részletekben a recésgyomorba jut, amelynek hálózatszerű recéiben folytatódik az emésztés, és a táplálék falattá formálása. A recés összehúzódásával a falat visszajut a szájüregbe, ott a nyállal keveredik, és az őrlőfogak apróra őrlik. Az ismételt rágás után lenyelt táplálék a leveles gyomorba kerül, annak lemezei között szétmorzsolódik, majd továbbhalad az oltóba, ahol a tulajdonképpeni emésztés történik.

A kérődzés során a bendőtartalom egy részlete felkerül a szájba, melyet az állat jól megrág, majd lenyeli. A kérődzés egyrészt anatómiai és élettani sajátosság, másrészt a takarmány felvételével, illetve minőségével kapcsolatos folyamat. A kérődzők először felületesen megrágnak, elraktározzák, felpuhítják, majd felkérődzik, jól megrágnak a kalóriában szegény, nagy mennyiségű, sok rostot tartalmazó takarmányt, így azt a további emésztőfolyamatok céljára képessé teszik. A kérődzés bonyolult izom összehúzódásokkal kapcsolatos. Mély légvétel előzi meg a kérődzést, melyet hirtelen kilégzés követ. Ebben a hasi izmok is részt vesznek, az egyed előrenyújtja fejét, és közben a kérő a szájba felkerül, melynek folyadéktartalmát az állat lenyeli, majd a kérőt jól (kb. – 1 percig), megrágnak. A kérődzés naponta 6–12 órát vesz igénybe, időtartama a takarmány nyersrosttartalmától függ. A kérődzés akkor indul meg, amikor az előgyomrok megfelelően teltek, feszültek és a tartalom szintje a kardia magasságát eléri. Ha a bendő túlfeszült (pl. felfúvódáskor), a kérődzés nem jelentkezik. Terjedelmes, nyersrostban bőséges takarmány felvétele után általában hamarabb indul meg, de csak akkor, ha a bendőtartalom fellazult, és az előgyomrok megfelelő folyadékmennyiséget tartalmaznak. Ivóvíz hiánya, kevés nyáltermelés gátolja kialakulását. A nyáltermelés főként a takarmány minőségétől függ. A kérődzés élvezetet okoz az állatnak, nyugodt körülményeket igényel, az állatok előszeretettel fekvő kérődznek. Figyelem elvonás (zaj, stb.), félelemérzés gátolja a kérődzés megindulását; rossz közérzet, láz, fájdalom esetén a kérődzés hosszú ideig kimaradhat.

## Böfögés

Az előgyomrokban végbemenő fermentáció során sok gáz keletkezik. A takarmányfelvétel után a gáztermelés növekszik, ilyenkor óránként 25–35 liter gáz termelődik a szarvasmarhában. Az állatnak a bendőből el kell távolítania a gázokat, a böfögés ezt a célt szolgálja.



5. ábra. A legeltetés előnyös

Az előgyomrok összehúzódásai közé gyakran iktatódnak be olyan sajátos összehúzódások, amelyek a böfögéssel kapcsolatosak. Ezek szintén a recés összehúzódásával kezdődnek, és a továbbiakban csak a bendő felső zsákjának összehúzódására korlátozódnak. Ennek eredményeképpen a felső zsák hátsó felében felgyülemelő nagyobb mennyiségű gáz előre felé tolódik. A bendő–recés tornác összehúzódása miatt felemelt, szilárd alkotórészeket tartalmazó tartalom ilyenkor visszafelé mozdul el. Normál körülmények között a böfögés halk, felfúvódás kezdetén a böfögést kísérő zaj rendszerint erősödik. Sok gáztermelés kiváltja a böfögést, és szaporítja számát. Amennyiben az állatban a böfögés mechanizmusa jól működik, nagyon sok gáz képes eltávozni, ez megakadályozza a bendőtartalom felett annak felhalmozódását, nyomásának növekedését. A gáz nyomása annyira növekedhet az előgyomrokban, ha a böfögés gátolt, hogy az a bendőfolyadékban buborékok formájában felhalmozódik. A böfögés reflexfolyamat, és az előgyomrok gázok okozta kitágulása indítja meg. Meggátolhatjuk a böfögést, ha a bendőbe oly sok vizet viszünk be, hogy teljes mértékben kitölti azt. Elősegíti a böfögési reflex kiváltását, ha magasabbra állítjuk az állat elülső lábait, ez jó hatású lehet a felfúvódás kezdetén.



6. ábra. Magyar szürkemarkák

### A durva és finom részek elkülönülése az előgyomrokban

A kérérdzés szerepet játszik a bendőtartalom tovahaladásában. A bendőből a szájrétűbe távozó anyag egészen más konzisztenciájú, mint a bendőtartalom. Tény, hogy a recésből a leveles gyomorba csak a finom takarmány részek kerülhetnek be, így a szájrétű benyílása éles határt jelent az emésztő-csőben a finom és a durva tartalom elkülönítésében. A recésben és a bendőben is bizonyos rétegződés található, a durva, nagy takarmány részek többsége a bendő felső zsákjában, a finomabb részek inkább az alsó zsákban és a recésben található. A recés tartalma tehát híg, durva takarmány részeket alig találunk benne, mert a recés összehúzódásai révén azok a bendő felső zsákjába lökődnek, a lenyelt nyál pedig elsősorban a recésgyomorba kerül, azon kívül a bendő alsó zsákjának összehúzódása alatt az ott levő folyadék egy része is a recésbe ömlik.



7. ábra. A bendő belülről

A recés-százrétű nyílás működése a tartalom durva részeinek visszatartásában pontosan még nem tisztázott. A százrétűben levő leveleknek a szélén, a nyílás bejáratában a papillák nagyobbak. A kúp alakban elvékonyodó bejárat a százrétű felé is vályúban folytatódik. Ez a szerkezet csak a finom részeket tartalmazó folyadékot — mint szűrő — engedi át. Amikor a recés összehúzódik, a százrétű lefelé és előre elmozdul, így a folyadék átfolyását elősegíti. Ilyenkor a százrétű rendszerint elernyed, benne szívóhatás keletkezik. Ebben a folyamatban a nyelőcsővályú szerepe nem tisztázott. Egyesek szerint a recés összehúzódásakor a nyelőcső vályú alakjának összehúzódása a szfinktert megnyitja, mások szerint viszont a nyelőcsővályú ajkai rostos terítés takarmányrészek hatására bezáródnak, s mint szűrők, csak a finoman aprított, folyadékban szuszpendált alkotórészeket eresztik át. A bendőben és a recésben egyes takarmányrészek 30—70 óráig is megtalálhatók.

### A százrétű működése

A recés-százrétű nyílás, és a százrétűben levő levelek kontrakciója a recés osztódásával szimultán működik. A recés összehúzódása alkalmával a rés nyitva van, de tartalom mégsem tud a százrétűbe folyni, mert a nyelőcsővályú alsó részének és a százrétű leveleinek összehúzódása folytán csak visszafolyás lehetséges. Ilyenkor tartalom juthat vissza a százrétűből a recésbe. A recés összehúzódásának a végén a nyelőcsővályú ajkai félig megnyílnak, és a recés-százrétű nyíláson keresztül tartalom folyik be a százrétűbe. Ezután a nyílás záródik, és a százrétű fala összehúzódik, a tartalom bepréselődik a százrétű levelei közé. A durva takarmányrészek előtte megakadnak. Ezt követően a recés elernyed, és a recés-százrétű nyílás záródik. A bendő alsó zsákjának összehúzódásakor viszont az százrétű-oltó nyílás nyílik meg, és a tartalom bejut az oltóba.



8. ábra. A szátrétű

A szátrétűben levő nagy levelek összehúzódásukkor erősen összenyomják, szinte megőrlik a tartalmukat. A kutatások szerint ennek nincs jelentősége. Fontosabb azonban az, hogy a szátrétűből sok folyadék képes felszívódni. Szarvasmarhában a számítások szerint ez a mennyiség 100 liter is lehet naponta.

A szátrétűbe került tartalom 90 – 95% vizet tartalmaz, ennek 34–46 %-a abszorbeálódik, így az oltógyomorba bejutó tartalom szárazanyagtartalma növekedik. A gyomornedv újból felhígítja ezt. Természetes, hogy a vízzel együtt a szátrétűben levő levelek nagy felületén zsírsavak és más folyadékban oldott anyagok is felszívódnak. A szátrétűből a felszívódás viszonylag sokkal nagyobb mértékű, mint a bendőbeli abszorpció. Az emésztés szempontjából lényeges, hogy az oltóba jutó tartalom kevés illó zsírsavas sókat tartalmazzon, mert azok, mint puffer vegyületek, megakadályoznák a gyomorban a megfelelő pH-érték kialakulását.



9. ábra. A recésgyomor

A szájrétű-tartalomnak tehát nagyobb a szárazanyagtartalma, mint a recésé, vagy az oltóé. Ez két okból alakul ki, egyfelől a levelek összehúzódása miatt folyadék préselődik ki, amely főként az oltógyomorba kerül, másfelől pedig jelentős a folyadékfelszívódás. A felszívódás a tartalom besűritésében nagyobb szerepet játszik. A szájrétű szerepét tehát két fontos tevékenységben jelölhetjük meg: 1. a felszívódásban, 2. megakadályozza a durva takarmányszemek áthaladását az oltógyomor felé.

### Az oltógyomor működése

Az oltógyomorba bejutó tartalom összekeveredik a gyomornedvvel. A gyomornedv pepszint, sósavat és nyálkát tartalmaz. Az oltógyomorba a tartalom befolyása és a gyomornedvtermelés állandó. Ha az állatot hosszabb ideig éheztetjük, vagy a bendő bőit a tartalmat kivesszük, az abomasus gyomornedv termelése lassan csökken. Feltételezhető tehát, hogy egyrészt a befolyó neutrális szájrétű-tartalom, másrészt pedig a savanyú oltógyomor-tartalom bekerülése a duodenumba stimulálja a gyomornedv szekréciónak. Bebizonyították, hogy az oltógyomor tágítása szintén növeli a gyomornedv elválasztást. Az oltóba bejutó mikroorganizmusok a sósav hatására elpusztulnak, majd megemésztődnek.



10. ábra. Az oltógyomor

## AZ EMÉSZTÉS ELŐSEGÍTÉSE

Az emésztést elősegítő folyamatok közé sorolhatjuk a kérődző állatok takarmányfelvételét, a rágást, a nyáleválasztást, továbbá a nyelést.

### Takarmányfelvétel

A kérődző állatok nyelve mozgékony, jól előrenyújtható, felülete érdes, papillákkal borított. A nyelv különleges szerepet játszik a takarmányfelvételben. Szarvasmarha a fűvet vagy a szénát nyelvével, annak oldalmozgásával átnyalábolja, és így juttatja a szájába; az ajkaknak a takarmányfelvételben nincs nagy jelentőségük. Ezzel szemben a kiskérődzők ajkai mozgékonyak, és jelentős szerepet töltenek be a takarmány felvételében. A legelő fűvét alsó, éles metszőfogukkal harapják le, azokat a felső kemény foghíjas szélhez nyomják. Nyelvüket nem tudják olyan jól kinyújtani, mint a szarvasmarhák. Az abraktakarmány felvételekor a szarvasmarhák főleg nyelvüket használják, kiskérődzők inkább ajkaikat. Az ivóvizet vagy folyékony takarmányt szívással veszi fel, a szájnylást belemerítik anélkül, hogy az orrnylás beleérne, és a nyelv előre-hátramosogatásával szívóhatást fejtenek ki.

### Rágás

Kérődző állatok a takarmányt két részletben rágják meg: felvételkor és kérődzéskor. A hosszú állkapocs változatos mozgásokat biztosít; ollószerű, előre-hátra és oldalra irányuló elmozdulásokat. A takarmányfelvételkor a rágás rendszerint felületes, és a rágómozgások száma a takarmány minőségétől függ: szemestakarmányok felvételekor percenkénti számuk 90, szálastakarmányok esetén 70, legeléskor a fű minősége és nagysága szerint 30–90 között változik.

Szarvasmarha legtöbb fűvet akkor képes felvenni, ha annak szálmagassága 12 cm, ha ennél hosszabb vagy rövidebb a fű, a felvett mennyiség csökken. Többen úgy vélik, hogy a szarvasmarha rágó mozgásainak száma a tejtermeléssel kapcsolatos, a jól tejelő fajták és egyedek rágómozgásainak száma általában több. A termelés tekintetében elsőrendű a rétek és a legelők minősége, mert mind a rossz, mind a jó legelőkön a naponta lelegelt terület nagysága nagyjából egyforma.

Kérődzéskor szarvasmarhában a rágások száma percenként átlagban 55, juhokban 80–100. A lassúbb, hosszabb ideig tartó rágás a kérő alapos felaprítását eredményezi. Megállapították, hogy szarvasmarha szemestakarmány és szilázs felvételekor naponta kb. 5000–, széna fogyasztásakor 10 000 rágó mozgást végez; a kérődzés ideje alatt a rágómozgások száma kb. 30 000. Így a tehén naponta 35 – 40 000 rágó mozdulatot végez. A rágás sok energiát igényel, tehát a napi takarmánymennyiség megrágása energetikai szempontból egyáltalán nem elhanyagolható.

## A nyál szerepe

A kérődzők nyála kissé opaleszkáló, nyúlós, viszkózus konzisztenciájú, lúgos vegyhatású folyadék; pH-értéke szarvasmarhában 8,2 – 8,4, juhban 8,3 – 8,5. Lúgos vegyhatása fontos élettani jelentőségű, mert az előgyomorokban a fermentáció során keletkező illó zsírsavakat közömbösíti, így a bendőfolyadék pH-ját nagyjából állandó értéken tartja. Ez pedig alapvető fontosságú a mikroorganizmusok tevékenységéhez, az előgyomorban végbemenő emésztőfolyamatokhoz. Kérődzők nyála nagy mennyiségben tartalmaz bikarbonát- és foszfát sókat, amelyek a nyálnak puffer hatást kölcsönöznek. A bendőfolyadék legnagyobb részét nyál alkotja.

A fiitőmirigy, az állalatti, a nyelv alatti, a felső és alsó moláris nyálmirigyek, továbbá a szájüreg nyálkahártyájában elhelyezkedő kisebb mirigyek termelik a nyálat. A fiitő alatti és a száj nyálkahártyájában elhelyezkedő mirigyek vízszerű, híg folyó, erősen lúgos nyálat termelnek, a többi viszont mucinban dús, nyúlós, viszkózus nyálat választ el. A fiitő alatti mirigy borjában és bárányban az első hónapban kevés nyálat választ el. Az 1–3. hónap között a nyálszekréció rohamosan növekszik.

A nyálelválasztás folyamatos, rágáskor és kérődzéskor azonban fokozódik a kérődzőkben. Napi mennyisége szarvasmarhában 110–180 liter, juhban 6–14 liter. Ennek felét a fiitőmirigyek termelik. Rágáskor általában szarvasmarhában óránként 5 liter, a takarmányfelvétel szünetelésekor 1 liter nyál termelődik. Minél nagyobb a takarmány szárazanyagtartalma, annál több és hígabb nyállal választódik el. 1 kg szálastakarmány elfogyasztása után 4 liter, 1 kg zöldtakarmány után 0,5–1 liter nyál termelődik.

Az előgyomorokban levő takarmány minősége befolyásolja a nyál szekrécióját és összetételét. Terimés, durva takarmányok a bendő–recés igazgatásával reflexes úton fokozzák a nyálelválasztást. A nyál szekréciója csökken, ha az előgyomorok víztartalma nő, vagy ha a bendőtartalom csak apró, finom, őrlött részeket tartalmaz.



A nyál szekréciója és a heveny felfúvódás keletkezése között határozott összefüggés van. A nyáltermelés csökkenése esetén a bendőfolyadék viszkozitása fokozódik. Kevés szárazanyagot tartalmazó gyenge, lédús, zöldlucerna felvételekor kevés nyál termelődik, a bendőfolyadék viszkozitása nő, így a fermentáció során nagy mennyiségben felszabaduló gázok a folyadékban habot képeznek. Ha a bendőben elegendő terimés takarmány van, a friss lucerna felvétele nem okoz felfúvódást. Friss, zsege legelőre hajtás előtt az állatokat szálastakarmánnyal etessük meg.

A nyál elősegíti a rágást, a nyelést és a kérő feljutását. Hipertóniás oldat lévén, növeli a bendőtartalom tovahaladását és a felszívódást, biztosítja az előgyomrok megfelelő folyadéktartalmát, a mikroorganizmusok fermentációs működését, főként foszfáttartalma révén elősegíti a cellulóz emésztését, stimulálja a mikroorganizmusok aktivitását, puffervegyületei révén neutralizálja az illó zsírsavakat. Legfontosabb puffer vegyülete a Na-bikarbonát. A nyállal a bendőbe karbamid kerül be, amelyet a bendő-mikroorganizmusok nitrogénforrásként felhasználhatnak.

Organikus anyagok közül legnagyobb mennyiségben a mucin található, előfordul ezen kívül albumin, globulin és különböző glükoproteinek. A nyál N-tartalma 9 — 36 mg% között változik, ennek 65—70%-át karbamid teszi ki. Kiszámították, hogy a juh bendőjébe naponta 0,5 — 2,0 g karbamid kerül a nyállal. Említést érdemel az a megfigyelés, hogy amennyiben a bendőfolyadék ammóniatartalma nő, a nyál karbamid-koncentrációja ugyan emelkedik, de az időegység alatt visszakerült karbamid mennyisége jelentősen csökken.



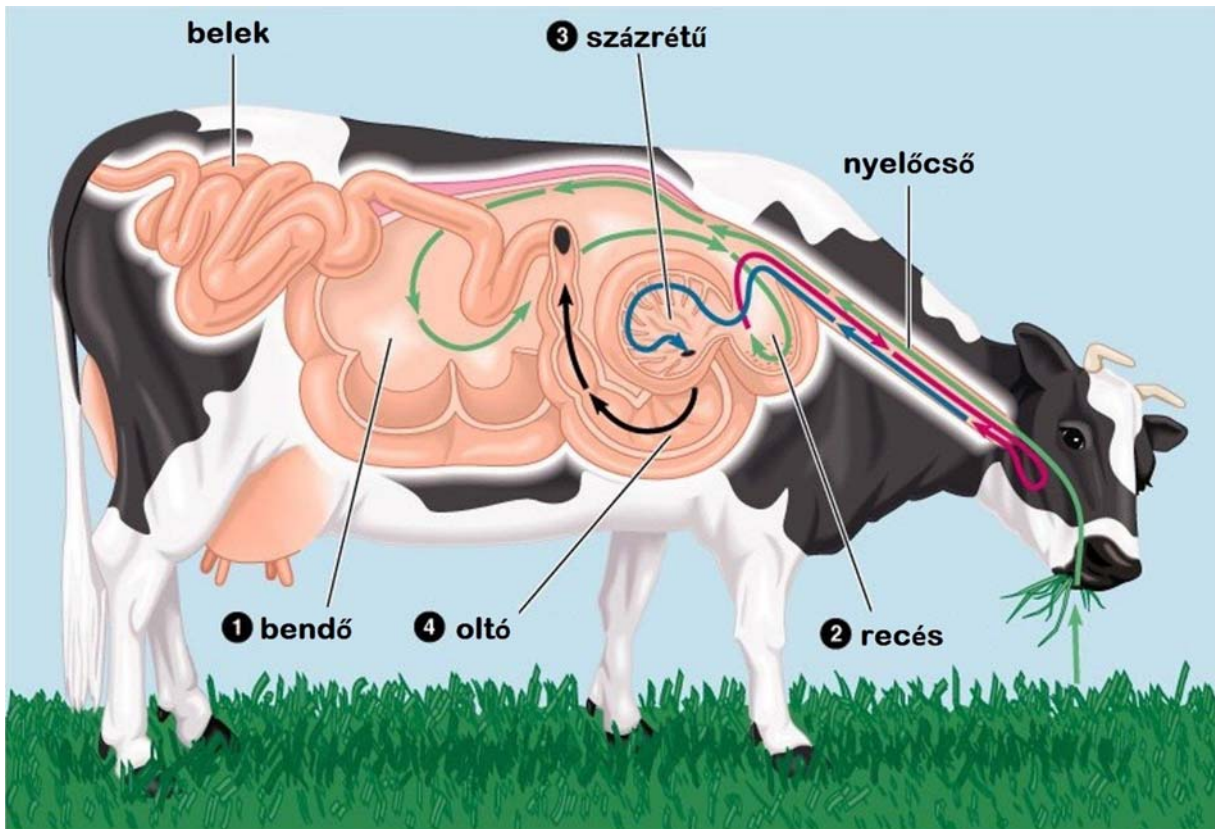
11. ábra. Borjú csendélet

A nyáleválasztást szimpatikus és paraszimpatikus idegek szabályozzák. A paraszimpatikus idegek izgatása a nyálszekréció növekedését eredményezi, a szimpatikus idegek stimulálása csak átmenetileg növeli a nyáleválasztást. A reflexív afferens végkészüléke egyrészt a szájgaratüregben, másrészt a bendő-recés gyomorban a nyelőcső benyílásának tájékán található. A takarmányfelvétel és a rágás a szájüregben levő receptorok izgalma révén serkenti az összes nyálmirigyek elválasztását. Széna felvétele esetén ötször több nyál termelődik, mint abraktakarmány etetésekor. A takarmányrépa felvételekor a mennyiség 50%-át teszi ki az elválasztott nyál, szalma etetése esetén pedig 75–100%-ot. A nyál mennyisége és összetétele tehát a takarmány szárazanyag-tartalmától függ, és kapcsolatot mutat annak konzisztenciájával és emészthetőségével. Kérődzés esetén a nyál szekréciója szintén fokozódik.

A kérődzökben nagyon sok nyál termelődik, és nyál alkotja a bendőfolyadék víztartalmának legnagyobb részét. A bendőfolyadék, valamint az állat szervezetének víztere és a nyálmirigyek között jelentős folyadék-cirkuláció van. A szervezetből folyadék távozik a vizelettel és a bélsárral. Szoros összefüggés mutatható ki a nyálszekréció és a vizelettermelés között. Amennyiben a nyálszekréció fokozódik, a vizelettermelés jelentékenyen csökken, és fordítva. Ha juhok intraruminalisan tartós infúzióban tejsavat adunk, a bendő pH-értékének csökkenése mellett a nyáltermelés fokozódását, a vizelet-elválasztás csökkenését kapjuk. További tejsav adagolása után, ha a szervezetben inkompensált acidózis fejlődik ki, a nyálszekréció csökkenése mellett a vizelettermelés fokozódását észleljük. Nagyobb mennyiségű karbamid beadása után a bendőfolyadék pH-értékének és ammónia-koncentrációjának emelkedése mellett a nyálszekréció csökkenését és a vizelet kiválasztás növekedését kapjuk. pszichikai ingerekre a nyálszekréció megváltozik kérődzökben. Kevés víz felvétele csökkenti az elválasztott nyál mennyiségét.

## A TAKARMÁNYOK EMÉSZTÉSE

A gazdasági állatok tápláléka túlnyomóan növényi vagy állati eredetű szerves anyagokból áll, melyek bonyolult és változatos összetételűek. Az állati szervezet csak akkor tudja felhasználni a takarmányok táplálóanyagait, ha azok vízben oldhatóak, kis molekulájú állapotba kerültek, mert kizárólag ilyen alakban tudnak az emésztőcső nyálkahártyáján keresztül felszívódni. Tehát a szervezetnek először egyszerűbb alkotó részekre kell bontania a nagy molekulájú, bonyolult összetételű vegyületeket, amiből felépíti új anyagait, illetőleg amit felhasználhat életfolyamatainak fenntartására vagy termékek előállítására. Ez a folyamat az emésztés.



12. ábra. A szarvasmarha emésztőkészülékének elhelyezkedése

A táplálóanyagok átalakulása lényegében kémiai feltárás. Egyfelől az állat emésztőmirigyei által elválasztott emésztőnedvek enzimeji, vagy pedig az emésztőcsőben élő és továbbszaporodó baktériumok fermentumai viszik véghez ezt a feltárást. Eszerint megkülönböztetünk enzimes és baktériumos erjesztést. A baktériumos emésztés is azonban lényegében enzimek hatására jön létre, csak az utóbbi esetben a baktériumok termelik ezeket az enzimeket. Esetenként a növényekben levő enzimek is segíthetik az emésztést. Az emésztőnedvek vagy a baktériumok munkáját támogatja a takarmány felaprózása, amit mechanikai emésztésnek nevezünk. Ide tartozik a táplálék megrágása, és keverése a bendőben.

Az emésztőnedvek vagy pedig a mikrobák által feltárt és megemésztett táplálóanyagok bélfalon keresztül a szervezet nedvéreamába kerülnek, a meg nem emésztett, illetőleg felszívódott anyagok pedig a bélsárral kiürülnek. A felszívódott anyagok feldolgozása után szintén maradnak vissza salakanyagok, melyek a vizelettel, az izzadsággal ürülnek ki, vagy melyeket a bél mirigyei választanak ki a bél ürébe, ahonnan a bélsárral együtt távoznak. Gazdasági állataink – emésztőcsövük eltérő anatómiai felépítése és élettani működése következtében – a takarmányokat különbözőképpen emésztik meg. A takarmányokban levő táplálóanyagok kihasználása az állatok faja, neme, kora, hasznosítása szerint különböző, ezért a takarmányok emészthetősége helyett jobb azok kihasználásáról beszélni. Az emészthetőség ugyanis azt a látszatot kelti, mintha az a takarmánynak csupán összetételétől függő, egyedi tulajdonsága lenne. Márpedig az számos egyéb, a takarmánytól független körülménytől is függ. Többek között az ugyanabban a takarmányban foglalt táplálóanyagokat minden állatfaj különböző mértékben használja ki. Ezek szerint minden takarmánynak sokféle emészthetősége lenne. Valójában a takarmányra a nyers táplálóanyag összetétel a jellemző, a különböző állatfajokra pedig az, hogy a takarmányok nyers táplálóanyagait milyen mértékben tudják kihasználni. A takarmányok emészthetőségén tehát bennük levő táplálóanyagok kihasználását kell értenünk, amiről tudjuk, hogy a különböző állatfajokban eltérő.



13. ábra. Kecskék

A takarmányban levő nyers táplálóanyagok kihasználását pontosan csak állatkísérlettel tudjuk megállapítani. Állatkísérletek lefolytatásakor a bélsár képviseli a meg nem emésztett táplálóanyagokat, ezért úgy kapjuk meg az emésztett táplálóanyagok mennyiségét, ha az állattal feleltett táplálóanyagokból kivonjuk a bélsárral kiürített táplálóanyagokat. Ha az egyes elfogyasztott táplálóanyagokra vonatkoztatva százalékra számítjuk át ezt a mennyiséget, akkor megkapjuk a kihasználási vagy felszívódási együtthatót, amit – a már az említett okoknál fogva – helytelenül emésztési együtthatónak szoktak nevezni. A kihasználási együtthatót minden egyes táplálóanyagra vonatkoztatva külön-külön szokták kiszámítani (külön a nyersrostra, fehérjére, zsírra, nitrogénmentes kivonatra).

A vitaminok az egészség megtartásának védőanyagai. Hiányuk vagy csökkent voltuk a szervezet károsodásával járhat. A víz és a sók a test folyadék egyensúlyának biztosításában vesznek részt. Nemcsak a táplálkozás, hanem az emésztés folyamata is megkezdődik már a szájban. A nyelv az íz érzés szerve, de azzal, hogy a felaprózott táplálékot a nyállal keveri, emésztőmunkát is végez.

Az előgyomrok az összetett gyomrú állatok első gyomor részlete, sajátos és az emésztőcső többi részétől elkülönülő mozgást végez, mely hármast szolgál: A tartalom összekeverését, a kérérdzést és a bőfögést, valamint a tartalom továbbítását. Az előgyomrokban a felvett takarmány összekeveredik a mikroorganizmusok által már fermentált tartalommal, továbbá a lenyelt nyállal.

Legjobban tagolt a kérérdzők gyomra (összetett gyomor), négy részből áll: bendő, recés, leveles vagy száztű és oltó. Üres állapotban elülső és hátulsó fala összefekszik, vagyis a gyomortartalmat szorosán összefogja. A megrágott és falattá alakított táplálék egy részének az emésztése a gyomorban történik. Jelentős szerepe van ebben a gyomornedvnek. A gyomormozgások támogatják az emésztőfolyamatokat úgy, hogy egyfelől összekeverik a táplálékot a gyomornedvvel, másfelől továbbszállítják a gyomor tartalmát.

A vitaminok az egészség megtartásának védőanyagai. Hiányuk vagy csökkent voltuk a szervezet károsodásával járhat. A víz és a sók a test folyadék egyensúlyának biztosításában vesznek részt. Nemcsak a táplálkozás, hanem az emésztés folyamata is megkezdődik már a szájban. A nyelv az íz érzés szerve, de azzal, hogy a felaprózott táplálékot a nyállal keveri, emésztőmunkát is végez.

Az elfogyasztott táplálék feldarabolása a fogazat feladata. Megőrli, apróra zúzza azt, hogy az emésztőnedvek könnyebben hozzáférjenek. A nyál síkossá teszi a falatot, és a nyálban levő emésztőnedv megkezd a szénhidrátok, a cukrok vegyi bontását. A táplálék a nyelvcsövön át a gyomorba jut, ahol a sósav és a pepszin végzik a fehérjék bontását, emésztését.

A táplálkozás igen összetett részben reflexekre épülő élettani folyamat. Már a táplálék megpillantása megindítja a nedvek kiválasztását, ha a vele kapcsolatos ingerek megfelelőek. A kellemetlen környezet elveszi az egyed étvágyát. Ezért fontos az étkezéshez a nyugalom és a kedvező körülmény biztosítása. A gyomor nyálkahártyája élénken alkalmazkodik mindennemű idegrendszeri változásra és az izgalom, a feszültség hátrányosan befolyásolja működését. Idegfeszültség, ingerlékenység alatt a savtermelés fokozódhat, a nyálkahártya ellenállóképessége csökkenhet, a vérellátás károsodhat és jelentkezhet az úgynevezett önemésztődés. A nyugalom, a kellemes közérzet és a nyugodt környezet biztosítják a kiegyensúlyozott gyomorvadás termelést.

## BÉLEMÉSZTÉS

### Bélmozgások

A kérődzők bélrendszere hosszú, de átlagos átmérője keskenyebb, mint más állatoké. A hasüregben, főképp annak jobb oldalán található. Elhelyeződése változhat, az előgyomrok teltsége visszaszoríthatja a has alsó oldala és a medence ürege felé. Szarvasmarha vékonybele kb. 40 m hosszú, a juhé és a kecskéé kb. 16–25 m; a vastagbél hossza 11 m, kiskérődzőkben 4–6 m; a vakbél szarvasmarhában 70–80 cm hosszú, átmérője pedig 12 cm. A belek mozgásai nagyjából megegyeznek a más állatokéval. Egyes bélszakaszok mozgásainak intenzitása, jellege változó lehet.

Juhban a duodénum és az ileum mozgása a legkifejezettebb, a jejunumé gyengébb. A duodénum első szakaszában a mozgások szakaszosak és lefutásuk 7–8 cm hosszúságú. Ezek főleg a béltartalom tovahaladását segítik elő. A többi duodénum-részlet mozgásaktivitása gyengébb. A perisztaltikus mozgás ritkábban jelentkezik, mint más állatokban, de jól megfigyelhetők a keverő és a ritmikus szegmentáló mozgások, továbbá a tónusos összehúzódások is. Ezek hirtelen jelentkeznek, erőteljesek és hosszú ideig tartanak.

A jejunumra legjellemzőbb az ingamozgás, mellyel továbbítja a béltartalmat. A híg béltartalom súlya következtében mindig az alacsonyabb részek felé ömlik, így a jejunum elernyedésekor az béltartalommal megtelik, ezt követően a jejunum megfeszül.

A kérődzőkben a vakbelet nehéz elkülöníteni a kolon „8” alakú első részletétől, amely tulajdonképpen a vakbél meghosszabbodásának fogható fel. Mindkét részlet élettani szempontból hasonló működésű. A béltartalom itt hosszabb ideig időzik, és ide-oda mozog. A vakbélben sok mikroorganizmus él, így jelentékeny fermentációval találkozunk és a bélcsőben eddig meg nem emésztett tápanyagok egy része elbomlik. A vakbél erőteljes mozgásokat végez, az időnként jelentkező összehúzódásokat teljes nyugalom váltja fel. Az összehúzódások alatt elvékonyodik, előre-hátra préseli tartalmát, gyakran antiperisztaltika is megfigyelhető rajta. Sem a takarmányfelvétel, sem pedig a kérődzés nem befolyásolja a vakbél mozgását. Mozgása lehetővé teszi, hogy a vakbélbe tartalom kerülhessen, és összehúzódásakor abból kipréselődjenek

A kolon első részletén jelentkező mozgások igen változatosak, elemzésük bonyolult feladat. Általában kérődzőkben a vastagbeleben az áthaladás lassú, az erős perisztaltikus mozgások a sűrű béltartalmat lassan továbbítják. A kolon egyes részletei ezen kívül esetenként kb. 10 másodpercig tartó ritmikus, szegmentáló mozgásokat is végeznek. Tónusos összehúzódások is jelentkeznek, ezek a mozgások alaposan összenyomják a béltartalmat. A kolon utolsó részletén perisztaltikus hullámok, ritmikus, szegmentáló és tónusos összehúzódások figyelhetők meg. A mozgások itt sokkal szabályosabbak, egymástól jól elkülöníthetők, erélyesen a végbél felé hajtják a tartalmat.

A végbél mozgása szabálytalan és a béltartalom mennyiségétől függ. A béltartalom itt már bélsárrá formálódott, a végbél üregében felhalmozódik, és annak teltségétől függően kiürül. A bélsárürítést speciális mozgások végzik, amelyek erőteljes perisztaltikus és tónusos mozgásokból tevődnek össze. A kolon utolsó részlete és a végbél fala nyúlékony, eredeti térfogatának háromszorosára is megnyúlhat.



*14. ábra. Készülődés fekvéshez*

A vagus izgatására a bélmozgások fokozódnak, legerősebben a vékonybél, gyengébben a koloné. A szimpatikus ideg izgalma a bél valamennyi szakaszán gátolja a mozgásokat.

## Hasnyál

Kérődzőkben a pankréásznedv színtelen, kissé viszkózus, alkalikus folyadék. Szarvasmarhában pH-értéke 7,0 – 8,4, juhban 8,1 – 8,3 között változik. Mennyisége szarvasmarhában naponta 0 – 8, kiskérődzőkben 0,5–1 liter. Testsúly kilogrammonként naponta 12–14 g pankréásznedv termelődik. Alkalikus vegyhatása  $\text{NaHCO}_3$  tartalmától függ, sok  $\text{NaCl}$ -ot is tartalmaz. Organikus vegyületei között legfontosabbak az enzimek. Proteolitikus enzimek, amelyeket a vékonybél nyálkahártyájában termelődő enterokínáz aktivál. A natív fehérjéket kevésbé, a denaturált proteineket jobban hidrolizálják. A kimotripszinnek ezen kívül tejelvasztó hatása is van. A hasnyálban levő lipáz erősen aktív ferment, amely a neutrális zsírokat zsírsavakra és glicerinre hidrolizálja. Igen sok lipáz található a juh hasnyálnedvében. A lipáz aktivitását az epesavak fokozzák.

A pankréásznedv termelés idegi reflexfolyamat révén és humoralis úton szabályozható. Kérődzőkben a pankréásznedv-elválasztás állandó. Juhban azt találták, hogy a takarmányfelvétel nem befolyásolja, és napszaki ingadozása csekély. Az előgyomrok kiürítése után a hasnyálmirigy-elválasztás 25 – 30%-kal csökken. A hasnyálmirigy elválasztása kérődzőkben főként humoralis úton szabályozható. Ebben jelentős szerepet játszik a duodenum pH-értéke. Érdekes megemlíteni, hogy az oltógyomor kitágítása megváltoztatja mind a hasnyálmirigy-váladék mennyiségét, mind enzimaktivitását.

Kérődzőkben a hasnyál enzimaktivitása a felvett takarmány összetételével kapcsolatos. Ha a szénát, szilázssal váltjuk fel, a hasnyálban a tripszin és az amiláz aktivitása nő, ha viszont szalmát adunk, az amiláztartalom nő, a lipáz- és a tripszin aktivitás viszont csökken, tehát a takarmányfelvétel kérődzőkben is befolyásolja a hasnyálmirigy elválasztását. Hízóbikákon azt találták, hogy a takarmányfelvétel után a hasnyáleválasztás háromszorosára növekedett. A takarmány-felvételt megelőző órában az elválasztott hasnyál mennyisége 43 ml volt, ezt követően óránként 125 ml-re emelkedett, az 5. órában átlagértéke 87 ml volt. A hatás valószínűleg idegi reflexmechanizmus következtében jön létre. Ezek szerint a hasnyálmirigy elválasztását a kérődzőkben a humoralis ingerek mellett, idegi reflex-mechanizmus szabályozza.





15. ábra. Lovak legeltetése

## Epe

A máj által termelt epe egyrészt exkrétumnak, másrészt szekrétumnak tekinthető. Az epében található epefestékek anyagcsere-végtermékek, amelyek a szervezetből az epe útján távoznak. Az epesavak és azok származékai viszont fontos szerepet töltenek be az emésztésben. Az epe ezen kívül különböző lipideket, glükózt, aminosavakat és más anyagokat is tartalmaz.

Kétféle epét különböztetünk meg: máj- és hólyagepét. A májepe sárgás-zöldes árnyalatú, tapadós folyadék; 97%-a víz, a szárazanyag egyharmadát anorganikus sók, kétharmadát pedig epesavas sók és epefestékek alkotják. A hólyagepe az előbbinél tízszeresen koncentráltabb, az epehólyag falán ugyanis az epéből víz és sók szívódnak fel.

A kérődzők epéjének színe zöld. Az epefestékek közül főleg a zöldes színű biliverdin található benne, a sárgászínű bilirubin kis mennyiségben fordul elő. pH-értéke 7,4 – 8,0 között van, elválasztott mennyisége naponta 12 ml/kg-ra tehető.

### Az epe jelentősége az emésztésben:

1. az epesavak a hasnyál lipáz enzimét aktiválják,
2. az epesavak sói felületaktív anyagok, és az oldatok felületi feszültségét csökkentik, ezáltal elősegítik a zsírok emulgeálását, a zsírgolyócskák térfogatát csökkentve megnövelik felületüket, így elősegítik a lipáz hatását,
3. vízben rosszul oldódó anyagok oldódását elősegítik, így növelik a zsírsavak, kolesztin és más, vízben nem oldódó anyagok rezorbciónját,
4. az epesavak elősegítik a zsírban oldódó vitaminok (**A, D, E és K**) felszívódását,

5. stimulálják az epeelválasztást és a bélmozgásokat.

A máj termeli az epesavakat, alapvegyületük a kolsav. Az epesavak az epében főleg párosult vegyületek formájában találhatóak. Az epesavak a májban koleszterinből keletkeznek és a bélbe kerülve egy részük onnan ismét felszívódik. A körfolyamat miatt a termelt epesavaknak csak 10%-a ürül ki a szervezetből.

Az epe szekréciója és az epehólyag kiürülése azonban időszakos. Az epe szekréciója állandó folyamat, az epehólyag összehúzódása humorális úton és idegi reflexfolyamatok révén szabályozható.

## Bélnedv

A bélcső egész hosszában mirigyeket találunk, amelyek nedvet választanak el. A bélmirigyek kétféleképpen lehetnek: a bélcső saját mirigyei, az ún. Lieberkühn-mirigyek és a duodénumban található Brunner-mirigyek. A Lieberkühn-mirigyek mind a vékony-, mind pedig a vastagbélben megtalálhatók, melyek kivezető csöve a bélbolyhok közé nyílik. A Brunner-mirigyek a duodenum szubmukózájában helyezkednek el és szarvasmarhában 4 – 4,5 méter, juhban (55, kecskében 20 – 25 cm hosszúságban helyezkednek el.

A duodenum által termelt emésztőnedv tehát tulajdonképpen két mirigy által termelt folyadék. Kérődzőkben szintelen, mucinban gazdag, fonáleresztő, amelynek pH-értéke 8,2–9,3 között van, fajsúlya 1007–1009. A duodenum hátulsó szakaszában, továbbá a jejunumban és az ileumban található bélnedv vízszerű, halványsárga színű folyadék, amelyben nyálka, baktériumok, fehérvérsejtek és sejtmaradványok találhatóak. Anorganikus sók között a Na, K és Ca kloridjai és bikarbonátjai fordulnak elő, az organikus anyagok pedig mucinból, enterokinázból és különböző emésztő enzimekből tevődnek össze.

A bélnedvben különböző proteázokat, eszterázokat, nukleázokat és karbohidrázokat találunk. A Lieberkühn-mirigyek csak enzimeket termelnek. Az újabb vizsgálatok szerint magában a bélnedvben peptidázokat nem találtak. A peptidázok a duodenum nyálkahártyasejtjeiben termelődnek, éppen úgy, mint az enterokináz, az amiláz és a polipeptidázok is.

A bélnedv elválasztása a kérődzőkben folytonos, mivel az oltógyomor tartalom beömlése a vékonybélbe állandó folyamat. Szekréciója Immorális úton és idegi reflexfolyamat révén szabályozható.



16. ábra. Legelő birkanyáj

## A vékonybélben lezajló emésztőfolyamatok

A bélbe ömlő emésztőnedvek szabályozzák a vékonybélben lezajló emésztőfolyamatokat. A tápanyagok baktérium által történő elbomlása jelentéktelen a vékonybélben. A tápanyagok elbomlása enzimek emésztő tevékenysége révén jön létre, amelyek a hasnyálból, a bélnedvből, a tápanyagokból, vagy pedig az emésztőcsőben élő baktériumokból származhatnak. A vékonybélemésztés megindulásának legfontosabb alapfeltétele a béltartalom neutralizációja. Az oltógyomor-tartalom savanyú, amelyet azután a hasnyál, az epe és a bélnedv lassan neutralizál, sőt a lúgos irányban eltol. Szarvasmarhában végzett vizsgálat szerint az oltógyomor-tartalom pH-ja 4,9. Ez az érték a duodénum kezdetén 5,9, a végén 7,5, a jejunumban 8,5, az ileumban 7,7, a vakbélben 8,9, a kolonban 7,2 érték körül mozog. Amint látjuk, legerősebb az alkalitás szarvasmarhában a jejunumban.

## A vastagbélben lezajló emésztőfolyamatok

A vastagbélben lezajló emésztőfolyamatokról kérdőzókben még nem sokat tudunk. Az emésztőcsőnek ebben a részletében az emésztőfolyamatok és a felszívódás lassan befejeződik, és kialakul a bélsár. Egyes, eddig még el nem bomlott tápanyagok hidrolízise bekövetkezik, azon kívül bizonyos anyagok, főleg víz, és benne oldott sók felszívódhatnak.

A vastagbélnedv a vastagbél falában található mirigyek váladékának és a nyálkahártyasejteknek a keveréke. Ugyanilyen nedv választódik el a vakbélben is, amely sok nyálkát tartalmaz, vegyhatása alkalikus és enzimeket nem tartalmaz. Lúgos vegyhatásával a vakbélben neutralizálja a fermentáció során keletkező illó zsírsavakat. Elősegíti ezen kívül a tartalom tovahaladását, továbbá stimulálja a bélmozgásokat. A juh vakbelében naponta 100–150 ml nedv termelődik. A ló és a sertés vakbelében élő mikroorganizmusok a takarmányban levő cellulózt bontják. Ez a folyamat kérődzőkben főként az előgyomrokban zajlik le. Kétségtelen azonban, hogy kérődzők vakbelében az addig még el nem bontott cellulóztartalmú anyagok hidrolizálódhatnak. Ezt bizonyítja, hogy a vastagbél, de főleg a vakbél tartalmában az illó zsírsavak mennyisége megszorodik. Kérődzőkben tehát kettős cellulózeméssel, nyersrost-elbomlással találkozunk, így ennek az anyagnak a kihasználása, megemésztése sokkal tökéletesebb, mint a lóban vagy a sertésben.

A kérődzők vastagbélében élő mikroorganizmusokról az utóbbi évek során végzett vizsgálatokból szereztünk tudomást. A mikroorganizmusok összetétele és fajtái sok tekintetben hasonlítanak az előgyomrokban élő baktériumokéhoz. Képesek a nyersrostot, a cellulózt megemésztetni és a fermentáció során illó zsírsavak és tejsav keletkezik. Ezek a vastagbélből felszívódhatnak. A savak neutralizációját, a béltartalom pH-értékének fenntartását a vastagbélnedvben található alkálisók végzik. A cellulózzal együtt a keményítő is hidrolizálódhat, továbbá a fehérjék is elbomlanak.

A fehérjék elbomlásából ammónia, aminosavak, illó zsírsavak, indol, szkatol, fenol, krezol és különböző fiziológiailag és farmakológiailag aktív vagy inaktív aminók (hisztamin, tiramin, triptamin, diamin stb.), továbbá különböző gázok (kénhidrogén, metán, hidrogén, széndioxid, nitrogén stb.) keletkeznek. Ezek egyrészt felszívódhatnak, másrészt a bélsárral kiürülnek. A vastagbélben tehát tekintélyes mértékű fermentálódás és rothadás megy végbe, különböző toxikus termékek keletkeznek, amelyek vagy elbomlanak, vagy ha nagyobb inertekben állnak elő, felszívódásuk után károsíthatják a szervezetet. A toxikus termékek még magában a bél lumenében méregtelenítésen mehetnek keresztül, amely oxidációban vagy kémiai kötésben, metilálásban nyilvánulhat meg. A vastagbélben élő baktériumok vitaminokat is képezhetnek, ide sorolhatjuk a K- és a B-csoport vitaminjainak a képzését. Ezek felszívódása nagyban fedezheti a szervezet vitaminszükségletét.

### **Bélsár és bélsárürítés**

A vastagbél utolsó szakaszának tartalmát bélsárnak, vagy faecesnek nevezzük, amely a ürítéskor hagyja el a szervezetet. A bélsár egyrészt a takarmány meg nem emésztett anyagaiból és különböző olyan vegyületekből tevődik össze, amely a bél falán keresztül a szervezetből a bél lumenébe kiválasztódott. Az emésztetlen tápanyag alkotórészek mellett emésztett, de nem teljesen elbomlott anyagokat is találunk, amelyek nem szívódtak fel, ezenkívül a bélnek és mirigyeinek exkréciós és szekréciós váladékai, továbbá baktériumok és nagyon sok bomlástermék (indol, szkatol, fenol, illó zsírsavak, gázok stb.) is fellelhetők benne. Éhezés alatt is képződik bélsár, sőt a méhenbelüli életben is, amelyet mekoniumnak nevezünk. Ez tiszta, steril exkréciós termék, amely főleg mucinból, koleszterinből, zsírokból, ásványi anyagokból, epefestékekből, továbbá hámsejtekből, fehérvérsejtekből és azok törmelékeiből áll.



17. ábra. Mangalica

A bélsárra jellemző a szaga, színe és konzisztenciája. Kellemetlen szaga az indoltól, a merkaptántól, a kénhidrogéntől és az ammóniától származik, színe az epefestékektől s azok származékaitól. A növényevők bélsara normális körülmények között kellemetlennek nem mondható. Víz tartalma a takarmánytól, a vízfelvételtől és a tápanyagoknak a bélben tartózkodási idejétől függ. Szarvasmarha bélsarának víz tartalma átlagosan 84%, lehet savanyú és alkalikus vegyhatású. A juh és kecske bélsara 68% vizet tartalmaz, és rendszerint semleges vagy alkalikus reakciót mutat. A szarvasmarha bélsarában 15, juhokéban 80% organikus anyagot találunk, amelyek lehetnek nitrogéntartalmúak és nitrogénmentesek s ez utóbbiak fő tömegét a nyersrost, a lignin és a cellulóz alkotja. Sok mucin található benne, amelynek mennyisége a szárazanyag-tartalommal kifejezetten összefüggést mutat. A bélsár mennyisége a felvett takarmány mennyiségétől és annak összetételétől függ. Naponta kiürített mennyiség szarvasmarhában 15–3–45 kg, juhban és kecskében 2–3–5 kg között változhat. A kérődzők naponta 12–24-szer ürítenek bélsarat.

A bélsárürítés komplikált reflexfolyamat, amelynek során a kolon disztális részében felhalmozódó tartalom a bél perisztaltika révén a végbélbe kerül. A végbél nyílását záróizom zárja, amelynek izomzata reflexbehatásra megnyílhat. A reflexet a végbél megnyúlása, teltségi állapota váltja ki. A vastagbél utolsó részletén és a végbélben erőyes perisztaltikus hullám vonul keresztül, a szfinkter erős izomzata elernyed, és a a perisztaltikán kívül a hasizomzat erőteljes összehúzódása is elősegíti bélsár kiürülését, melynek következtében a hasi nyomás jelentékenyen megnő.

A takarmány áthaladási időtartama a kérődzőkben a következőképpen alakul. A bélsár kiürülése a takarmányfelvétel után 12–24 óra után kezdődik, a 48–90. órában éri el a maximumot, de a felvett takarmány teljes mértékben az emésztőcsőből csak 7–13 nap múlva távozik el.

## A SERTÉS EMÉSZTÉSE

A sertések közepes nagyságú, a párosujjú patások rendjébe tartozó állatok. Rövid ormányuk van, ami rendszerint korongban végződik. Vastagbőrűk alatt szalonnaréteg található. Szemfogaik agyarrá alakultak. Mindenevő, nem kellően megrágva, habzsolva fogyasztja táplálékát. Gyomrának nyelőcső-i részében kezdetleges szénhidráterjedés, vastagbélben cellulózbontás játszódik le. Ezáltal a sertésben, kismértékben ugyan, de mind a kérődző és a nem kérődző állatok emésztése megtalálható. A szopós malac két fő energiaforrása a tejcukor, ami az energiaszükséglet 40 %-át, és a tejszír, ami a szükséglet maradék 60%-át fedezi. A keményítőbontás a nyál hatására kezdődik a kifejlett sertésben, majd a savas kémhatású gyomorban abbamarad, és végezetül, az ismét bázikus kémhatású vékonybélben fejeződik be.



18. ábra. Csüngő hasú sertés

A nyersrost emésztése mikroorganizmusok tevékenységének eredményeként történik a vastagbélben, és kisebb mértékben, a vakbélben. A fehérjék emésztése a pepszin segítségével a gyomorban kezdődik. Majd a vékonybélben folytatódik, ahol az aminosavakra bontott fehérjék fokozatos felszívódása is megtörténik. A fehérjebontásban a hasnyálmirigy endopeptidázai és a vékonybél nyálkahártyája által termelt dipeptidázok is részt vesznek. A vékonybélben található lipáz nevű enzim, az epesavak segítségével bontja a neutrális zsírok legnagyobb részét. Ugyan hosszadalmas tenyésztői munkával visszaszorították a sertések zsírraktározási hajlamát, az állatok genetikailag öröklötten zsírosodnak. A sertések igen érzékenyek az illatokra, gondoljunk csak a szarvasgomba kereső sertésekre és ebből következik az is, hogy a táplálkozás közben jelentős mértékben válogatnak.

**Összefoglalás.** A gazdasági állatok tápláléka túlnyomóan növényi vagy állati eredetű szerves anyagokból áll, melyek bonyolult és változatos összetételűek. Az állati szervezet csak akkor tudja felhasználni a takarmányok táplálóanyagait, ha azok vízben oldhatóak, kis molekulájú állapotba kerültek, mert kizárólag ilyen alakban tudnak az emésztőcső nyálkahártyáján keresztül felszívódni. Tehát a szervezetnek először egyszerűbb alkotó részeire kell bontania a nagy molekulájú, bonyolult összetételű vegyületeket, amiből felépíti új anyagait, illetőleg amit felhasználhat életfolyamatainak fenntartására vagy termékek előállítására. Ez a folyamat az emésztés.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A feladatok végrehajtásához használja az *irodalomjegyzékben* szereplő műveket és az internetet, valamint szakemberek segítségét is.

### 1. feladat

Határozza meg az emésztés fogalmát!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. feladat

Mi a nyál szerepe az emésztésben?

MUNKANYELV











**3. feladat**

Az epe szerepe az emésztésben!



MUNKANYAG



## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

A párosujjú patások rendjébe, a kérődzők alrendjébe tartozó állatok táplálkozási módja, a kérődzés. A durván megrágott táplálék a bendőbe kerül, ahol a szimbiózisban élő mikroorganizmusok közreműködésével megindul a rostanyagok feltárása (főként a cellulózbontás jelentős), innen kisebb részletekben a recésgyomorba jut, amelynek hálózatszerű recéiben folytatódik az emésztés, és a táplálék falattá formálása. A recés összehúzódásával a falat visszajut a szájüregbe, ott a nyállal keveredik, és az őrlőfogak apróra őrlik. Az ismételt rágás után lenyelt táplálék a leveles gyomorba kerül, annak lemezei között szétmorzsolódik, majd továbbhalad az oltóba, ahol a tulajdonképpeni emésztés történik.

### 2. feladat

Az előgyomrokban végbemenő fermentáció során sok gáz keletkezik. A takarmányfelvétel után a gáztermelés növekszik, ilyenkor óránként 25–35 liter gáz termelődik a szarvasmarhában. Az állatnak a bendőből el kell távolítania a gázokat, a böfögés ezt a célt szolgálja.

### 3. feladat

A lónak együregű, összetett gyomra van, amely 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, mely telt állapotában sem éri el a hasfalat. A ló nem tud hányni, és nem ritka a gyomorpedés. A ló gyomra nagyobb részével a bal borda alatti tájékon helyeződik el. A kicsi gyomor erős teltség esetén sem éri el az alsó hasfalat. Baloldalon a gyomor nagygörbületével a lép zsigeri felületéhez fekszik. A gyomor helyzete telt vagy üres állapotában, ki- és belégzéskor változik. Naponta legalább háromszor kell etetni a lovat, mert a gyomra viszonylag kicsi.

**4. feladat**

A recés-százrétű nyílás, és a százrétűben levő levelek kontrakciója a recés osztódásával szimultán működik. A recés összehúzódása alkalmával a rés nyitva van, de tartalom mégsem tud a százrétűbe folyni, mert a nyelvcsővályú alsó részének és a százrétű leveleinek összehúzódása folytán csak visszafolyás lehetséges. Ilyenkor tartalom juthat vissza a százrétűből a recésbe. A recés összehúzódásának a végén a nyelvcsővályú ajkai félig megnyílnak, és a recés-százrétű nyíláson keresztül folyik be a tartalom a százrétűbe. Ezután a nyílás záródik, és a százrétű fala összehúzódik, a tartalom bepréselődik a százrétű levelei közé. A durva takarmányrészek előtte megakadnak. Ezt követően a recés elernyed, és a recés-százrétű nyílás záródik. A bendő alsó zsákjának összehúzódásakor viszont az százrétű-oltó nyílás nyílik meg, és a tartalom bejut az oltóba.

MUNKKANYAG



## IRODALOMJEGYZÉK

Dr. Kárpáti László: Állatok egészségvédelme II., FVM KSZI, Budapest, 2006

Kovács Ferenc: Állathigiénia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1990

Dr. Szép Iván: Állategészségtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1984

Horn A.: Általános állattenyésztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1955

Schandl J.: Lótenyésztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1959

Bedő S.: Juhtenyésztés. GATE, Gödöllő, 1993

A(z) 1375-06 modul 001-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 621 03 0010 31 01	Állattenyésztő (baromfi és kisállat)
31 621 03 0010 31 02	Állattenyésztő (juh és kecske)
31 621 03 0010 31 03	Állattenyésztő (sertés)
31 621 03 0010 31 04	Állattenyésztő (szarvasmarha)
54 621 03 0010 54 01	Állategészségügyi technikus
54 621 03 0010 54 02	Állattenyésztő technikus
54 621 03 0100 33 01	Állatorvosi, állategészségügyi szaksegéd
31 641 01 0010 31 01	Inszeminátor (baromfi és kisállat)
31 641 01 0010 31 02	Inszeminátor (juh és kecske)
31 641 01 0010 31 03	Inszeminátor (ló)
31 641 01 0010 31 04	Inszeminátor (sertés)
31 641 01 0010 31 05	Inszeminátor (szarvasmarha)

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

18 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet

1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:

Nagy László főigazgató