

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

JUHÁSZ ANITA

**MOSONMAGYARÓVÁR
2002**

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR
TAKARMÁNYOZÁSTANI TANSZÉK**

Programvezető és témavezető:
DR. SCHMIDT JÁNOS
az MTA levelező tagja

**A VAKBÉLÍRTÁS HATÁSA PECSENYECSIBÉK
N-FORGALMÁRA, VALAMINT A FEHÉRJE ÉS AZ
AMINOSAVAK LÁTSZÓLAGOS ÉS TÉNYLEGES
EMÉSZTHETŐSÉGÉNEK ALAKULÁSÁRA**

Készítette:
JUHÁSZ ANITA

MOSONMAGYARÓVÁR
2002

**A VAKBÉLÍRTÁS HATÁSA PECSENYECSIBÉK
N-FORGALMÁRA, VALAMINT A FEHÉRJE ÉS AZ
AMINOSAVAK LÁTSZÓLAGOS ÉS TÉNYLEGES
EMÉSZTHETŐSÉGÉNEK ALAKULÁSÁRA**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta: JUHÁSZ ANITA

Készült a Nyugat-Magyarországi Egyetem
Gazdasági állatok táplálóanyag ellátásának javítása program
Gazdasági állatok energia- és fehérjeellátásának javítása alprogram
keretében

Témavezető: Dr. SCHMIDT JÁNOS

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(alíírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el

Mosonmagyaróvár,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen / nem)

Első bíráló (Dr.) igen / nem

(alíírás)

Második bíráló (Dr.) igen / nem

(alíírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján % -ot ért el

Mosonmagyaróvár,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori oklevél minősítése.....

.....
az EDT elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	3
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1.	A baromfi emésztőtraktusának felépítése és működése	6
2.1.1.	Az emésztőtraktus anatómiai felépítése	6
2.1.2.	A baromfi emésztési folyamatai	15
2.1.3.	Mikrobás folyamatok szerepe az emésztési folyamatokban	25
2.2.	Az endogén N mennyiségének hatása a fehérje valódi emészthetőségére	32
2.2.1.	Az endogén N mennyiségét befolyásoló tényezők	33
2.2.2.	Az endogén N mennyiség mérésének módszerei	37
2.3.	Vakbélben zajló mikrobás folyamatok szerepe a baromfi emésztésében	39
2.3.1.	A vakbélben lejátszódó szintetizáló és lebontó folyamatok	42
2.3.2.	A vakbél mikrobás folyamatainak tanulmányozására szolgáló módszerek	45
2.4.	Emészthető aminosavtartalom meghatározásának módszerei	46
2.4.1.	A fehérje, illetve az aminosavak emészthetőségének megállapítása az ürülék vizsgálata alapján	50
2.4.2.	A fehérje és az aminosavak emészthetőségének megállapítása a chimus vizsgálata alapján	53
2.4.3.	A fehérje és az aminosavak emészthetőségének megállapítása vakbélírtott állatokkal	57
3.	SAJÁT VIZSGÁLATOK	59
3.1.	A kísérletek célkitűzései	59
3.2.	Anyag és módszer	60
3.2.1.	A kísérletek során felhasznált állatkísérletek módszere	60
3.2.1.1.	Az endogén nitrogén és endogén aminosav ürítés meghatározása	60
3.2.1.1.1.	Az endogén nitrogén ürítés meghatározása fehérjementes takarmánnyal	60
3.2.1.1.2.	Az endogén nitrogén ürítés meghatározása regressziós módszerrel	63

3.2.1.2.	A látszólagos és tényleges fehérje emészthetőség megállapítása vakbélírtott állatokkal	64
3.2.1.3.	Fontosabb baromfitakarmányok látszólagos és tényleges metionin, lizin és treonin emészthetőségének megállapítása vakbélírtott állatokkal	65
3.2.1.4.	Az ileális emészthetőség megállapítása post mortem módszerrel	66
3.2.1.5.	Brojlerhízalás tényleges aminosav emészthetőség alapján összeállított keveréktakarmánnyal	66
3.2.2.	A kísérletek során felhasznált kémiai vizsgálati eljárások	68
3.3.	Kísérleti eredmények és azok megbeszélése	69
3.3.1.	Pecsenyecsibék endogén fehérje ürítésének meghatározása	69
3.3.1.1.	Az endogén nitrogén ürítés meghatározása nitrogénmentes takarmány etetésével	70
3.3.1.2.	Az endogén nitrogén ürítés megállapítása regressziós módszerrel	74
3.3.2.	Pecsenyecsibék endogén aminosav ürítésének megállapítása	79
3.3.3.	A fehérje látszólagos és tényleges emészthetőségének megállapítása vakbélírtott brojlerekkel	82
3.3.4.	Néhány takarmány látszólagos és tényleges aminosav emészthetőségének megállapítása intakt és vakbélírtott brojlerekkel	90
3.3.5.	A vakbélben szintetizált mikrobafehérje mennyiségének megállapítása	99
3.3.6.	Brojlerhízalás tényleges aminosav emészthetőség alapján összeállított tápokkal	102
4.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	113
5.	ÖSSZEFOGLALÁS	116
6.	SUMMARY	122
7.	A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE	128
8.	A FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE	130

1. BEVEZETÉS

A takarmányok tápláléértékét jellemző paraméterek közül az egyik legfontosabb az emészthető táplálóanyag tartalom. Különösen fontos az emészthetőség ismerete a fehérje esetében, mert nélküle a takarmányfehérjék takarmányozási értéke korrekt módon nem állapítható meg. A fehérje a többi szerves vegyülethez képest megkülönböztetett szerepet tölt be a takarmányozásban. A fehérjét ugyanis az állati szervezet más szerves anyagból nem tudja előállítani, ezért a fehérjéhez a monogasztrikus állatoknak teljes egészében a takarmányok útján kell hozzájutni. A monogasztrikus állatok nitrogénforgalmáról, emésztési folyamatairól, mindenekelőtt az utóbélben zajló mikrobás folyamatokról szerzett ismereteink gyarapodásával bizonyossá vált, hogy a fehérje, valamint az aminosavak valódi emészthetőségét a klasszikus in vivo állatkísérleti technikával a monogasztrikus állatok esetében sem lehet pontosan megállapítani. A baromfifajok esetében további nehézséget jelent, hogy kloákájuk lévén a bélsár és a vizelet keverten, együtt ürül ki a szervezetből. Annak ellenére, hogy az elmúlt évtizedekben a világ számos országában intenzív kutatómunka folyt egy olyan kísérleti módszer kidolgozására, amellyel a fehérje, újabban pedig az aminosavak valódi emészthetőségét meg lehet állapítani, a baromfifajok esetében még ma sem rendelkezünk olyan eljárással, amellyel ezt még elfogadható pontossággal meg lehet tenni. *McNab (1992)* szerint ebben a tekintetben még sok a megválaszolatlan kérdés.

Nem egyértelműen eldöntött kérdés például, hogy milyen módon lehet a legcélszerűbben a bélsár és a vizelet nitrogéntartalmú anyagait elkülöníteni. Van kutató, aki a kémiai módszert tartja erre könnyebb kivitelezhetővé miatt a legalkalmasabbnak, míg mások a colon fisztulával ellátott állatokkal nyert eredményeket tekintik a legpontosabbnak annak ellenére, hogy a műtéti eljárások megnövelik az endogén nitrogén ürítést.

Vitatott kérdés az is, hogy a vakbélben és a remesében zajló mikrobás folyamatok milyen mértékben befolyásolják az ürített nitrogén mennyiségét és ha érdemi a hatásuk, akkor milyen módszerrel küszöbölhető ki az említett helyeken zajló mikrobás fermentációnak a fehérje emészthetőséget módosító hatása. A kutatók véleménye ebben a kérdésben is megoszlik. Egyes kutatók véleménye szerint a mikrobás folyamatok hatása minimális, amit nem szükséges figyelembe venni a fehérje emészthetőségének megállapításakor, míg más kutatók a hatást kifejezettnak találták és vagy ileocekális fisztulával ellátott állatokkal, vagy caeectomizált (vakbélírtott) állatokkal végzett kísérletekkel tartják az utóbélben lejátszódó fermentációs folyamatok hatását kiszűrhetőnek. Nem egységes az álláspont abban a tekintetben sem, hogy vakbélírtott, vagy ileocekális fisztulával ellátott állatokkal lehet-e pontosabb eredményekhez jutni.

Végezetül megosztottak a kutatók abban a kérdésben is, hogy milyen módszerrel nyerhetők a legpontosabb adatok az állatok endogén nitrogén, illetve aminosav ürítéséről. A különböző módszerekkel (nitrogénmentes takarmányok etetése, regressziós módszer) megállapított endogén

nitrogén, valamint aminosav ürítési adatok közötti jelentős eltérések miatt egyes kutatók arra az álláspontra helyezkednek, hogy a látszólagos fehérje emészthetőség pontosabb információt ad a fehérje emészthető hányadáról, mint a meglehetősen nagy hibával terhelt tényleges emészthetőség.

A felsorolt vitás kérdések és kételyek feloldása további intenzív kísérleti munkát igényel, hiszen a jövőben a nemesítő munka eredményeként egyre nagyobb teljesítményekre képes hibridek megjelenése várható, amelyek genetikai adottságaikat csak igényeiket maximálisan kielégítő takarmányozás esetén tudják realizálni. A tényleges igényekhez igazodó fehérje-, illetve aminosav-ellátás valamennyi táplálóanyag közül az első helyre sorolható.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A baromfi emésztőtraktusának felépítése és működése

2.1.1. Az emésztőtraktus anatómiai felépítése

A madarak emésztőcsatornájának fejlődéséről, szerkezetéről és szöveti felépítéséről jelentős számú szakirodalom áll rendelkezésünkre (*Bradley, 1960, Farnar, 1960, Romanoff, 1960, Calhoun, 1961*). Az emésztőcsatorna beidegzésével kapcsolatosan *Mangold (1929)* és *Nolf (1938)* végzett tanulmányokat, a vérellátását *Nishida és mtsai (1969)*, míg az emésztőnedvek kiválasztását *Akester (1967)* tanulmányozta részletesen.

Az emésztőcsatorna mérete és hossza a táplálkozási szokásoktól függően fajonként változik. Felnőtt baromfinál az emésztőcső teljes hossza 210 cm, vagy több is lehet. A madarak emésztőcsatornája az emlősökétől legnagyobb mértékben a száj felépítése tekintetében, továbbá a begy és a zúzógyomor meglétében tér el. A baromfi szájürege az emlősökénél anatómiailag egyszerűbb felépítésű, illetve néhány része, mint az ajkak, az íny, a pofák és a fogak a madarak esetében hiányzik. A szájnyílást a kemény csőr határolja, amelynek részei az alsó és felső káva. A magvakkal táplálkozó tyúkfélék csőre rövid, keskeny és elhegyesedő. A hiányzó fogak szerepét részben az elszarusodott csőr, részben pedig a zúzógyomor vette át. A lágyszájpadlás a legtöbb madárfajnál hiányzik. A kemény szájpadlás összeköttetésben van az orrüreggel (*Duke, 1984*).

A nyelv izomzata gyenge, felületét elszarusodott laphám borítja. A nyelv idegi ellátásával kapcsolatosan *Kitchell és mtsai (1959)* készítettek

bővebb tanulmányt. A nyelv részeit alkotó nyelvtest és nyelvgyökér határán találhatóak a hegyes nyelvpapillák. A baromfi nyelvén ízlelőbimbók nincsenek, de a szájgaratüregben számos ízlelőbimbó található (Duke, 1984). A nyálmirigyek és az ízlelőbimbók száma és helye változatos. Fiatal csirkénél az ízlelőbimbók száma 12, míg három hónapos korban már 24 található belőlük (Lindenmaier és Kare, 1959). A receptor sejtek az emlősökhöz hasonlóan válaszolnak az ingerre, amikor a sós, keserű, vagy savanyú oldatnak az ízlelőbimbókkal történő érintkezésekor a nyelv-garati ideg rostjaiban idegi impulzusok keletkeznek (Kitchell és mtsai, 1959, Halpern, 1962). Mivel a baromfinál az íz- és a szagérzékelés nem túl fejlett, ezért a takarmányfelvételt illetően a takarmány fizikai állapota, színe és formája a meghatározó. A baromfi a zúzott takarmányt és a fénylő színeket kedveli. A takarmányfelvételben fontos szerepe van a megszokásnak is, egy új takarmányra való áttéréskor ezért átmeneti időre van szükség ahhoz, hogy azt felismerje az állat (Duke, 1984).

A baromfi száj és garatürege nem különül el, hanem együtt alkotják a szájgaratüreget. A szájgaratüreg nyálkahártyájában találhatóak a nyálmirigyek, amelyek az enyhén savanyú mucinózus váladékot termelik. A nyálelválasztást idegi szabályozás ellenőrzi. A nyálmirigyek egyszerű csövekből álló, elágazó vagy összetett csöves mirigyek, amelyek elszórtan helyezkednek el a szájban és a garatban. A csövek egy közös üregbe nyílnak, ahonnan egy vagy két kivezető járat vezet a szájüregbe. A nyálelválasztás folyamatának szakaszait Chodnik (1948) írta le részletesen. A száraz takarmány lenyelését a mucinban gazdag nyál

termelése segíti. Ennek a nyálnak az amilázaktivitása nagyon kicsi. A szájfenék izmainak hiánya miatt a nyelés máshogy alakul a baromfinál, mint az emlős állatok esetében. A szilárd takarmány lenyelésének folyamata aktív és passzív szakaszból áll. Az aktív fázis során a szájüregbe jutott takarmány a nyelv mozgatásával jut tovább, majd a garat izmainak összehúzódása juttatja a falatot a nyelőcsőbe. A passzív fázis során a nyelőcső perisztaltikus mozgásának eredményeként során jut a falat a begybe, majd tovább a mirigyes gyomorba. A baromfi vízfelvételében fontos szerepet játszik a gravitáció, ugyanis az állat a fej felemelésével segíti a víznek a szájgaratüregből a nyelőcsőbe, majd a gyomorba való jutását.

A szájgaratüreg folytatása az igen tágulékony nyelőcső. A madár nyelőcsőve aránylag hosszú és átmérője elég tág. Nyálkahártyáját többretegű laphám borítja, melynek kötőszövetében helyezkednek el a nyelőcsői mirigyek, amelyek váladékot juttatnak a nyelőcsőbe.

A nyelőcső mellüregbe történő beszájadzásánál, annak folytatásaként található a begy (ingluvies), melynek alakja a különböző madárfajoknál változó. Egyes fajoknál a begy hiányozhat is (*Duke, 1984*). Tyúknál a jobb oldalon található. A begy egy vékony falú zsák, amelynek burka a tápanyag raktározás segítése érdekében mélyen redőzött. Nyálkamirigyek nincsenek a begyben (*Hill, 1971*). A nyál és a mucinváladék által sikamlóssá vált és felpuhított falat a begybe kerül. A begy dorzális falán van a begy vályú. A begy fala mirigyekben szegény. A begynek a takarmány tárolásában és további felpuhításában van fontos szerepe. A takarmányfelvétel során először a gyomorba jut a táplálék, majd annak

telítődése után a begyben raktározódik a többi, ahonnan a gyomrok ürülése után jut tovább.

A madarak gyomrának kettős funkciója van. Egyrészt emésztőnedvet termel, amely enzimaktivitásával a takarmány kémiai lebontását végzi, másrészt a takarmány aprításával vesz részt annak lebontásában. A baromfi gyomra két részből, egy mirigyes és egy zúzógyomorból áll. A két rész anatómiaiailag és funkcionálisan is elkülönül egymástól.

A nyelőcső folytatása a közel 4 cm hosszúságú mirigyes gyomor (ventriculus glandularis), amit befűződés választ el az izmos zúzógyomortól. Helyileg a máj két lebenye között helyezkedik el, a nyelőcső alsó szakasza és a zúzógyomor között. Fejlődésének folyamatát *Dawson és Moyer (1948)* írták le részletesen. A mirigyes sejtek differenciálódása már az egyszerű mirigyek kialakulásával megkezdődik, illetve a sav- és enzimkiválasztás is minden sejtben megindul a következő 9 nap után (*Toner, 1965b*). A mirigyes gyomor (proventrikulus) szerepe elsősorban az emésztőnedv kiválasztás, de raktározó szerepe is lehet (*Duke, 1984*). A mirigyes gyomor falát nyálkahártya, izomréteg és savós hártya alkotja. A nyálkahártya felületén találhatóak a mirigyek kivezetőnyílásait képező szemölcsök. A nyálkahártya felületét borító egyrétegű hengerhám a nyálkahártya kötőszövetébe is behúzódik, ahol mucint termelő felületes propriamirigyek találhatóak. A nyálkahártya csöves végkamrákból álló mély mirigyeket is tartalmaz, amelyek a gyomorba vezetnek.

A mirigyes gyomrot követi az izmos falu zúzógyomor (ventriculus muscularis), amely a mirigyes gyomor mögött, elülső részével a máj

lebenyei között helyezkedik el. Szerkezeti felépítését és fejlődését *Hibbard (1942)*, illetve *Van Alten és Fennell (1957)* írták le. A zúzógyomor szokatlan aprító tevékenysége éveken keresztül a kutatás homlokterében állt, aminek következtében kiterjedten vizsgálták fejlődését és felépítését (*Mangold, 1929, Farner, 1960, Calhoun, 1961*). A zúzógyomor oldalsó felületeit inlemezzel borított izmok alkotják. Az izmos falú zúzógyomor feladata a takarmány felaprítása, illetve a felaprított takarmány és az emésztőnedvek összekeverése. A zúzógyomor a legtöbb fajnál két pár izomból, az úgynevezett intermediális és a laterális izomból, vagy a mai kifejezésekkel a vékony és a vastag izompárból áll (*Dziuk és Duke, 1972*). Az oldalsó felületek elülső és hátulsó görbületén egy-egy vakzsák található. A craniális vakzsákba vezet a mirigyes gyomor, amit egy kiöblösödés, tyúknál a pylorus követ, amely az epésbélbe torkollik. A zúzógyomor falát nyálkahártya, vastag izomréteg és savóshártya alkotja. A nyálkahártyát egyrétegű hengerhám borítja, melyen a nyálkahártya mirigyeinek sűrű váladékából, levált hámsejtekből és a tápanyagok beszáradt anyagából álló vastag, kemény, elszarusodott keratinoid réteg található. Ez a keratinoid réteg védi a mélyebb rétegeket a mechanikai hatásoktól és a savas pH-jú gyomornedvtől. Ez a réteg a legtöbb fajnál időnként leválk és újra képződik. A keményebb táplálékot fogyasztó fajoknál vastagabb, mint a puha táplálékon élőkénél (*Duke, 1984*).

A baromfi bélsatornája viszonylag rövid, ezért a felvett táplálék gyorsan áthalad rajta. *Toner (1965a)* elektronmikroszkópos vizsgálat során sejtes szerkezetét hasonlónak találta az emlősökéhez. *Imondi és Bird (1966)* a

sejtek megújulásának tanulmányozásakor azt tapasztalták, hogy a bélcsatorna hámszövetének regenerálódásához a többi állatfajhoz hasonlóan időre van szükség, ugyanis a regenerálódás körülbelül 48 órát vesz igénybe. A lehámlott epithel sejtek észrevehető mennyiségű endogén nitrogénnel járulnak hozzá a chimus nitrogéntartalmához (*Bird, 1968*). Csirkék esetében a bélcsatorna hámsejtjeinek újraképződéséhez két nap szükséges (*Imondi és Bird, 1966*). *Visek (1969)* véleménye szerint a bélben élő baktériumok kedvező hatást gyakorolnak a bélcsatorna nyálkahártya sejtjeinek újraképződési idejére. Erre abból következtet, hogy kísérleteiben csökkent a bélhámsejtek megújulása, amikor a csibék antibiotikumot tartalmazó takarmányt fogyasztottak.

A madarak vékonybelének első szakasza - éppúgy mint az emlősökének -, az epésbél (duodenum), de az éhbél (jejunum) és a csípőbél (ileum) már nem határolódik el olyan egyértelműen, mint az emlősöknél. A vékonybél rövidegét ellensúlyozza a bélnyálkahártyát borító fejlett bélbolygó hálózat. A vékonybél nyálkahártyája hasonló az emlősökéhez kivéve, hogy a bélbolygók a madarak esetében általában magasabbak, sokkal vékonyabbak és nagyobb számban vannak jelen. A vékonybél fala nyálkahártyából, izomrétegből és savóshártyából áll. A nyálkahártyát mikrobolygókkal fedett hengerhám borítja. A bélbolygók elektronmikroszkópos vizsgálata a vér kapillárisok élesen kirajzolódó hálózatát mutatja ki, viszont a nyirokerekek esetében ez nem áll fenn. A nyálkahártya hámsejtjei között kehelysejtek, kötőszövetben pedig Lieberkühn-féle mirigyek találhatóak, amelyek a bélnedv termelését végzik. A baromfi epésbelében a Brunner-féle mirigyek hiányoznak, bár

néhány madárfajnál a bél nyálkahártyájában csöves mirigyek találhatóak, amelyek az emlősök Brunner-féle mirigyeinek felelnek meg (*Duke, 1984*). A vékonybél fala egy belső körkörös és egy külső hosszanti izomrétegből áll. Az izomrétegek között ganglionok találhatóak. A vékonybél körkörös izomzata a remesebéllel való találkozásánál záróizmot képez. A vékonybelet a májvezeték és a szikhólyag maradványa három szakaszra osztja fel.

A vékonybél párhuzamos le- és felszálló ágai U alakú kacsot alkotnak, amelyek a hasnyálmirigyet veszik körül. Ezeket szalagok kötik össze. Az epésbél felszálló ágába torkollanak az epe és a hasnyálmirigy vezetékai. Ezt a szakaszt bélöbölnek nevezik. A zúzógyomorból a savas kémhatású béltartalom az epésbélbe kerül. A vékonybél néha erős antiperisztaltikus mozgásának következtében az epésbéltartalom egy része visszajuthat a zúzógyomorba.

A vékonybél következő szakasza az éhbél (jejunum), ami a középbél leghosszabb szakasza. Tyúkban az éhbél 10-11 nagyobb és 10 kisebb éhbélkacsból áll. Az éhbél csípőbél felőli szakaszánál gyakran előfordul egy vakzsák, amit Meckel-féle divertikulumnak neveznek. Ez az embrionális szikhólyag (petezacskó) maradványa.

Az utolsó vékonybél szakasz az egyenes csípőbél (ileum). A csípőbél a kétoldalt helyeződő páros vakbelet határolja, amelyekkel szalagok kötik össze.

A baromfi mája testtömegéhez képest nagy, a testsúly 1,5-4,1 %-a. A máj a szív mögött, a zúzógyomor és a vékonybél előtt helyezkedik el. A májat kívülről a savós hártya zsigeri lemeze veszi körül, amely alatt vékony

kötőszöveti tok van. A májon két felületet különböztetünk meg. A domború fali felületet, amely a testüreg falának alakjához idomul, és a zsigeri felületet, amely a mirigyes gyomorral, az epésbéllal, a léppel és az epehólyaggal érintkezik. A baloldali májvezeték közvetlenül kapcsolódik a duodenumhoz, a jobboldali vezeték pedig leágazik az epehólyaghoz (*Duke, 1984*). A baromfi mája két lebenyre, a bal és a jobb oldali lebenyre tagolódik. A bal oldali lebeny kisebb a jobb oldali lebenynél. A két lebenyt elől és hátul egy-egy bemetszés választja el. A parenchima hídszerű összeköttetést alkot, ahol egy árok található. Ennél az ároknál lépnek be a májba az artériák és a verőceér (vena portae), illetve itt lépnek ki az epevezetékek. Tyúknál a baloldali lebeny további két lebenyre tagolódik egy bemetszés által, ami egy belső és egy külső lebenyre tagolja azt.

Az epehólyag a máj jobb lebenyének zsigeri felületén található. A jobb lebeny nagyobb részéből két vezeték szállítja az epét az epehólyagba, ahonnan az egy másik vezetéken az epésbél felszálló ágába kerül. A jobb lebeny kisebb részéből és a bal lebenyből egy közös vezeték szállítja az epésbélbe az epét. Az epehólyagból kilépő epevezeték a duodenumba ürül, közel a disztális hurokhoz (*Duke, 1984*).

A hasnyálmirigy az epésbél fodrának belső felületén helyezkedik el, amely bélszakaszhoz szalagok kapcsolják. Három lebenye van: dorsalis, ventrális és léplebeny. A hasnyálmirigynek tyúknál három kivezető csöve van. Ezek az epésbél felszálló ágába vezetnek. A hasnyálmirigyet kívülről savóshártya borítja, alatta pedig a vékony kötőszöveti tok található. A parenchyma endokrin, úgynevezett Langerhans-szigetektől áll.

A baromfi vastagbele a páros vakbélből, a remesebélből és a kloákából áll. A vastagbél falát nyálkahártya, izomréteg és savóshártya alkotja. A vékonybél és a vastagbél kapcsolódásánál elhelyezkedő vakbél, a madaraknál az emlősöktől eltérően általában páros szerv. Mérete függ a táplálkozási szokásoktól (*Duke, 1984*). A két zsák nyílását ileo-cekális billentyűk határolják, amelyek fontosak a béltartalom áramlásában. A vakbél teste előre irányul, majd vak vége visszahajlik. Az önálló mozgást végző vakbél telítődését és kiürülését a csípőbél és a remesebél mozgása, valamint az ileocekális billentyűk záródása és nyílása szabályozza. A páros vakbelet szalagok rögzítik a csípőbélhez. A vékonybélből a vakbélbe jutott béltartalom mennyisége a takarmány minőségétől függ. A vakbél tartalma barna színű, kenőcsös anyag, ami külön ürül a bélsártól.

A madarak vastagbele (colon) viszonylag rövid és nem határolódik el élesen a végbéltől (rectum) úgy, mint az emlősöknél (*Duke, 1984*). A remesebél (colo-rectum) egy rövid egyenes szakasz, amely bélfodorral kapcsolódik a hasfalhoz. A remese a béltartalmat perisztaltikus mozgása segítségével juttatja tovább a kloákába. Ugyanakkor a remese antiperisztaltikus mozgása és a vakbél szívó hatása következtében a béltartalom egy része visszajut a vakbélbe. A remesében történik a víz és az elektrolitok felszívódása. A remese rövid szakaszát egy záróizom választja el a kloákától.

A vastagbél utolsó szakasza a rövid, de tágas kloáka. *Boyden (1922)* részletes tanulmányt készített ennek a szervnek a szövettanáról és fejlődéséről. A kloáka a baromfi emésztőkészülékének, húgy- és ivarszerveinek közös kivezető nyílása. A baromfi esetében a bélsár és a

vizelet keveredik és együtt ürül a kloákán át. A kloáka gyors és erős összehúzódását a végbél telítődése váltja ki. A kloákát belül két redő coprodeumra, urodeumra és proctodeumra osztja. A coprodeumot záróizom választja el a remesebélről. Itt tárolódik átmenetileg a bélsár. Az urodeumba torkollik a két húgyvezető, illetve hímekben a két ondóvezető, a tojóknál pedig a petevezető. A proctodeumban található hímeknél a nemiszerv. A proctodeumot egy záróizom zárja.

2.1.2. A baromfi emésztési folyamatai

Az emlősökhöz hasonlóan a madaraknál is a hipotalamusz központjai vesznek részt a tápanyagfelvétel szabályozásában. A hipotalamusz ventromediális részének sérülései hyperphágiát (túlzott nyelést), a laterális sérülések pedig nyelési zavarokat okoznak. Ezen túlmenően számos más tényező is befolyásolja a takarmányfelvételt, így például a magas környezeti hőmérséklet, az etetett takarmány nagy energia-, illetve nagy fehérje koncentrációja a takarmányfogyasztás csökkenését okozza, míg az alacsony környezeti hőmérséklet és a tojástermelés növelik a takarmányfelvételt. Ha a takarmánynak nagy a fehérjetartalma, de alacsony az energiatartalma, a takarmányfogyasztás a normálisnál nagyobb lesz. A takarmány energiatartalma a takarmányfelvétel szempontjából látszólag fontosabb szabályozó tényező, mint a fehérjetartalom. A baromfi képes különbséget tenni az azonos energiakonzentrációjú, de különböző fehérjetartalmú takarmányok között. A 8, 12 vagy 23 % fehérjét tartalmazó tápokkal szemben a 16 % fehérjét

tartalmazó takarmányt választják az állatok. Képesek továbbá a megfelelő metionin tartalmú, a hiányos és a túl sok metionint tartalmazó takarmányokat is megkülönböztetni. Kolecisztokinin (CCK) adagolása - mely anyag normális esetben megtalálható a zsigeri szervekben és az agyban - a takarmányfelvétel csökkenését okozza (Duke, 1984).

A szájgaratüregben a nyálmirigyek száma és elhelyezkedése fajtól függően változik. Általában azoknál a fajoknál, amelyek nedves takarmányt fogyasztanak kevesebb nyálmirigy található, mint azokban, amelyek takarmánya száraz. A legtöbb madárfaj nyálmirigyeinek csak mucinózus folyadékot termelő sejtjeik vannak, bár néhány fajnál szerózus folyadékot termelő sejteket is kimutattak, illetve a baromfi nyálában amilázt is találtak. A legtöbb madárfajnál a takarmány puhítása már a szájüregben megkezdődik, ahol a takarmány azonban csak rövid ideig tartózkodik. Mivel a baromfi nyálában amiláz is található, a szájban kismértékű szénhidrát emésztés történhet. Hasonlóképpen gyorsan halad keresztül a takarmány a nyelőcsövön is, amely kiválasztó tevékenysége során elsősorban nyálkaszerű mucinózus anyagot termel a takarmány áthaladásának könnyítése érdekében (Duke, 1984).

A begyben a felvett takarmány keveredik a nyállal és az ivóvízzel, felpuhul és így az emésztés során könnyebben hozzáférhetővé válik. Mivel a begy nyálkahártyájában emésztőmirigyek nincsenek, enzimes emésztés itt nem történik (Husvéth, 1994). Legfeljebb a nyálban található amiláz fejtheti ki hatását. A takarmány keményítő tartalmának egy része lebomolhat egyszerű cukrokra, illetve a mikrobás fermentáció során illózsírsavakra és alkoholra. Ezek az anyagok a begyből felszívódhatnak

és hozzájárulhatnak a szervezet energiaellátásához. A madarak begyében ugyancsak termelődik nyálkaszerű anyag, illetve amiláz is van jelen, amely származhat a nyálmirigyekből, az elfogyasztott takarmányból, a begy baktériumaiból, valamint a duodenumból visszaáramlott béltartalomtól. *Duke (1984)* véleménye szerint kevés amilázt a begy nyálkahártyája is termel. *Bolton (1965)* szerint a csirke begyében a bakteriális tevékenység eredményeként jelentős mennyiségű keményítő emésztődik meg. *Pritchard (1972)* összegyűjtötte levágott csirkék begytartalmát, majd a benne lévő baktériumokat kloroformmal elpusztította. A begytartalom inkubációjakor azt tapasztalta, hogy a szacharóz tovább emésztődött, tehát a szénhidrátoknak nemcsak bakteriális emésztése folyhat a begyben.

A begyet elhagyva a felvett takarmány alapos mechanikai felaprózódáson és kémiai emésztésen megy keresztül a gyomorban és a bélben. A mirigyes gyomor nyálkahártyájában lévő végkamrák hámszöve a pepszinogén és a sósavtermelésben vesz részt. A mirigyes gyomor nyálkahártyájában lévő mirigyek tyúknál 5-30 ml emésztőnedvet termelnek óránként, amely szekréció a takarmány folyamatos felvétele és ürülése miatt állandó. A mirigyes gyomorban kétféle mirigy az uralkodó, nevezetesen az egyszerű mirigyek, amelyek csak nyálkát és az összetett mirigyek, amelyek nyálkát, sósavat és pepszinogént is termelnek. Az összetett mirigyek funkciójukat tekintve látszólag megegyeznek az emlősök gyomrában található fő és fali sejtekkel. Jóllehet a gyomornedv a mirigyes gyomorban termelődik, a fehérje lebontás első fázisa, a sósav-pepszines emésztés legnagyobb részt az izmos zúzógyomorban történik

meg. A takarmány mechanikai szétaprózása a legtöbb fajnál túlnyomórészt szintén itt zajlik. Aktív fehérjebontás esetén a gyomornedv pH-ja 0,5-2,5 körül alakul a növényevőknél (*Herpol, 1967*). *Long (1967)* vizsgálatai szerint csirkéknél 8,8 ml/testtömeg kg gyomornedv választódik ki óránként, ami számottevően magasabb, mint az emlősök esetében. Hasonlóképpen magasabb a sav koncentráció is, ugyanakkor a gyomornedv pepszin koncentrációja viszont kisebb, mint a legtöbb emlősnél. Ezzel szemben az egységnyi testtömegre jutó pepszintermelés (pepszin egység/kg/óra) a baromfinál nagyobb, mint az emlősöknél.

Az emésztőnedv szerves és szervetlen anyagokat egyaránt tartalmaz. A szerves anyagok közül a fehérjebontó pepszin a legfontosabb, amely inaktív pepszinogén alakjában a mélyebb mirigyek sejtjeiben termelődik. Ez a gyomor savas pH-jának, illetve a sósavnak a hatására aktiválódik. További fontos szerves anyagok még egy további fehérjebontó enzim, a katepszin és a B₁₂-vitamin felszívódását segítő intrinsic faktor. A szervetlen alkotók közül a sósavat kell kiemelni, amely a gyomor alacsony pH-ját biztosítja. Baromfinál a sósav és a pepszin termelését ugyanazok a sejtek végzik. A baromfi gyomornedve erősen savas, intenzív sósav termeléskor a gyomornedv sósav koncentrációja 145 mmol/l is lehet. A gyomornedv termelést, illetve a gyomornedv sósav koncentrációját és a pepszin aktivitását jelentősen befolyásolja a hisztamin. Befolyásolják a gyomornedv elválasztását a bélmozgások is. A begy tágulása növeli, az epésbél tágulása pedig csökkenti az emésztőnedv termelését. A mirigyes gyomor térfogata kicsi, így a felvett takarmány itt csak rövid ideig tartózkodik. Fontos funkciója a pepszinogén és a sósav

termelése mellett, hogy ez alatt az idő alatt a pepszin és a sósav összekeveredjen a gyomortartalommal.

A zúzógyomorban emésztőnedv nem termelődik. A takarmány felaprításának segítéséhez a zúzógyomor kavicsokat tartalmaz, amit az állat táplálkozása során vesz fel. Ennek a fogak hiánya miatt van nagy jelentősége. A zúzógyomorban a táplálék az ott folyó lebontás miatt hosszabb ideig tartózkodik. Az ott töltött idő függ a takarmány fizikai állapotától. A gyomor falának összehúzódása és ennek révén a benne uralkodó nagy nyomás hatására ebben a gyomorban történik a táplálék aprítása, továbbá a gyomortartalom összekeverése, illetve a pepszin is itt fejti ki proteolitikus hatását. A mirigyes és a zúzógyomor összehúzódásai a begy és a vékonybél mozgásaival is jól összehangoltak. Ezt az összehangolt mozgást gasztrointesztinális ciklusnak nevezik. A zúzógyomor összehúzódása két szakaszból áll. Először a caudo-ventrális vakzsák összehúzódásával a gyomortartalom egy részét az epésbélbe továbbítja, majd a laterális izmok összehúzódásával őrli a táplálékot és annak egy részét visszajuttatja a mirigyes gyomorba. Ott a táplálék újra összekeveredik az emésztőnedvvel, növelve ezzel a gyomor proteolitikus hatását. Ezt követi a mirigyes gyomor összehúzódása, aminek következtében annak tartalma visszakerül a zúzógyomorba.

A vékonybél a bélfal sejtjei által kiválasztott számos emésztőenzim következtében a kémiai emésztés és a táplálóanyagok felszívódásának elsődleges helyszíne. A bélcsatorna nyálkahártyája a baromfi esetében is rendelkezik proteolitikus aktivitással, továbbá a duodenum nyálkahártyájában aminopeptidázok és karboxipeptidázok is találhatóak.

Baromfinál a bélben megfigyeltek amiláz termelést és számos fajnál szacharáz és maltáz termelést is. Bél eredetű eszteráz aktivitásról ugyancsak beszámoltak (*Duke, 1984*).

A bélcsatorna pH-ja a madaraknál 5,6-7,2 között alakul (*Herpol és van Grembergen, 1967*). A bél egyes szakaszainak pH-ját az adott bélszakasz kiválasztó tevékenysége szabályozza. A bélcsatorna pH-ja a végbélnyílás felé haladva növekszik (*Hurwitz és Bar, 1968*). Az éhbél és a csípőbél hámsejtjeiben az emésztőenzimek közül megtalálható a proteáz, a lipáz és a diszacharidáz. Ezek a hámsejtek leválása és szétesése után kerülnek a bélbe. A bélcsatornában a 6-7 körüli pH az optimális. A vakbélben és a vastagbélben a bakteriális fermentáció savas vegyhatású termékei (szerves savak) csökkentik a pH-t. A tápanyagok emésztését a bélcsatornában a hasnyálmirigy enzimeit, a mikrobiális enzimeket és a bél nyálkahártyájának enzimeit végzik. A hasnyálmirigyben az emésztő enzimek mellett egy pufferanyagokat tartalmazó vizes fázis is termelődik. Ez utóbbi feladata, hogy a savas gyomortartalmat semlegesítve 6-8 közötti pH-t biztosítson a vékonybélben. A hasnyálmirigy kivonat amilolitikus aktivitással bír, amit több madárfajnál kimutattak. A hasnyál a baromfi legfontosabb amiláz forrása. Baromfiban hasnyálmirigy eredetű lipázt is kimutattak, ami valószínűleg más fajokban is jelen van. A hasnyálmirigy proteolitikus aktivitását szintén több madárfajban mutatták ki. A hasnyálmirigy kivonatban csibe és pulyka esetében tripszint és kimotripszint is találtak. Csirke hasnyálmirigy kivonatában ezen túlmenően dipeptidáz, aminopeptidáz és karboxipeptidáz aktivitást is mértek, sőt α - és β -elasztáz, ribonukleáz és dezoxiribonukleáz aktivitása

is van a hasnyálnak. Az említett enzimek 5,7-8,5 pH tartományban működnek optimálisan. *Kokue és Hayama (1972)* kimutatták, hogy a hasnyálmirigy kiválasztó tevékenységének mértéke a madaraknál viszonylag nagyobb, mint egyes emlősök esetében, illetve, hogy azt a koplalás madaraknál kevésbé befolyásolja, mint az emlősöknél.

Az aminosavak felszívódásának ütemét a vékonybélben uralkodó pH viszonyok és a B₆-vitamin ellátottság befolyásolják. A szénhidrátok felszívódása a baromfiban is monoszacharidok formájában történik. A nyersrost lebontását baromfiban megnehezíti, hogy a takarmány rövid ideig tartózkodik a bélcsatornában. A takarmány nyersrost tartalmának növelése károsan befolyásolja a többi táplálóanyag, főleg a fehérje emészthetőségét. Ennek ellenére a baromfi fiatal korban 3-4%, kifejlett korban pedig 4-6% nyersrostot igényel a bél normális működéséhez és a perisztaltika fenntartásához. A baromfi nagyon jól emésztí a zsírt.

A zsírok a baromfi szervezetében is di- és monogliceridekre, illetve zsírsavakra bomlanak le, amelyek a nyirokérrendszeren át jutnak a májba. Amint arról a korábbiakban már szó volt, a vékonybélben folyó kémiai emésztésben a hasnyál, az epe és a bélnedv vesznek részt.

Mivel az epe és a hasnyálmirigy vezetékei az epésbél disztális szakaszába torkollanak, így pufferoló hatásukat csak később tudják kifejteni. Ezért az epésbél tartalmának kémhatása 3-4 pH között van, így a pepszin proteolitikus hatása itt is érvényesül. A savas környezet kedvező az epésbél nyálkahártyájának szekretin és kolecisztokinin-pankreoizimin (CCK-PZ) termeléséhez, illetve növekszik a hasnyál kiválasztása is. Az epésbélnedv mucinózus váladék, amely amiláz, proteáz és invertáz

enzimeket tartalmaz. Ezek közül az amiláz van eredetileg az epésbélnedvben, a proteáz és az invertáz enzimek valószínűleg a gyomornedvből vagy a hasnyálból származnak.

A hasnyálmirigyben termelt nedv és a bélnedv pufferoló hatása következtében a béltartalom pH-ja 6-8 közötti értékre emelkedik, ami már kedvező a hasnyál emésztő enzimeinek számára. Tyúknál a naponta kiválasztott hasnyál mennyisége 8-10 ml/testtömeg kg. A hasnyálmirigy kiválasztó tevékenységét a nervus vagus mellett hormonális hatások, így például a szekretin is szabályozza.

Az epe termelése a májban történik, amit az epesavak mennyisége határoz meg. Az epetermelés baromfinál folyamatos. Az epének a duodenumba történő kiválasztása a béltartalom semlegesítését segíti elő. A kiválasztott epe mennyisége tyúknál 1-1,5 ml lehet óránként. Az epe termelésében és az epehólyag összehúzódásában a szekretin, a gasztrin és a CCK-PZ is szerepet játszik. A baromfi epéje sok epesavas sót tartalmaz. Ezeknek a zsírok emulgeálásában, a zsíremésztés során keletkező termékek felszívódásában és a lipáz aktiválásában van fontos szerepe.

Madaraknál az epesavas sók az ileum hátulsó szakaszából részben visszaszívódnak, visszakerülnek a májba és újra felhasználódnak, másrésztük a takarmány összetételétől függően konjugálódnak, illetve metabolizálódnak. Több fajnál találtak amilázt is az epében (*Duke, 1984*). Az epe az epesavas sókon kívül epefestékeket is tartalmaz. Az epefestékek közül bilirubin és biliverdin található a baromfi epéjében.

A táplálóanyagok bélcsatornából történő felszívódása a csirkénél viszonylag jól ismert. A csípőbél (ileum) felszálló ága a megemésztett

zsirok, szénhidrátok és fehérjék felszívódásának a legfontosabb helye. Az epesavas sók nagy része a csípőbél alsó szakaszából, a takarmányfehérjékből származó aminosavak legnagyobb részt a csípőbél felszálló szakaszából szívódnak fel, míg az endogén eredetű fehérjék lebontásából származó aminosavak felszívódásának fő helye a csípőbél alsó szakasza. A D-glükóz, D-galaktóz, D-xilóz, 3-metil-glükóz, alfa-metil-glikozid és talán a D-fruktóz aktív mechanizmus útján szívódik fel. Másik hét monoszacharid látszólag passzív transzport útján szállítódik. Hasonlóan az emlősökhöz, csirkéknél is megtalálható egy nátrium-függő mobil szállító (carrier) rendszer a cukrok aktív transzportjához (*Alvarado és Monreal, 1967*), ami csirkék esetében már a kelés előtt, tehát az embrionális élet során is működik. A glükóz felszívódás maximális kapacitását látszólag az első héten éri el, majd ezt követően csökken a felszívódás. Az aminosavak szintén karrier anyag segítségével szállítódnak, de az aminosavak szállítása a korrallal nem csökken (*Lerner és mtsai, 1976*). A madaraknál éppúgy mint az emlősöknél, a legtöbb fehérjeszerű termék peptidként szívódik fel, de a bélfodri vérben aminosav formájában jelenik meg (*Kan, 1975*). A monoamino-monokarbonsavak szállítása sokkal gyorsabb, mint a diamino-monokarbon, vagy monoamino-dikarbonsavaké. Minden aminosav típusra (semleges, bázisos, savas) egynél több szállító rendszer létezik, illetve egy-egy különálló aminosav továbbítása ugyancsak több transzport mechanizmussal is történhet. Például a glutaminsav diffúzió útján, vagy karrier anyag segítségével is szállítható (*Lerner és Messier, 1978*). Az azonos transzport rendszerrel továbbított aminosavak általában gátolják

egymás szállítását. Csirkéknél az L-leucin transzportját gátolja az L-valin, az L-izoleucin, vagy az L-metionin jelenléte. Hasonlóképpen akadályozza az L-lizin transzportját az L-arginin, az L-fenilalanin, vagy az L-hisztidin jelenléte is. A D-aminosavak általában gátolják az L-aminosavak transzportját. Az L-aminosavak in vivo felszívódásának mértéke nem függ a molekulásúlytól, de a hosszú apoláros oldallánccal rendelkező aminosavak (pl. metionin, valin, leucin) sokkal könnyebben felszívódnak, mint a poláros oldalláncú aminosavak.

2.1.3. Mikrobás folyamatok szerepe az emésztési folyamatokban

Régóta elfogadott tény, hogy az emésztőcsatorna mikroflórájának a gazdaállat tápanyagellátására gyakorolt hatása káros és hasznos egyaránt lehet. Mivel az állat bélcsatornájában élő komplex baktérium populáció hatásának megállapítása nehéz, az antibiotikumok és a gnotobiotikus állatok megjelenéséig csak kismértékű előrehaladás történt ezen a területen. Baromfi esetében egyes kutatók azt tapasztalták, hogy a csíramentes állatok gyakran jobban fejlődnek, mint a normál bélflórával rendelkező társaik. Ez a tény, illetve az antibiotikumok használatakor észlelt kedvező hatások azt jelzik, hogy a bélben élő baktériumok tevékenysége esetenként ártalmas lehet a gazdaállatra. Meg kell azonban jegyezni, hogy a nutritív célú antibiotikum adagolásnak a csirkék növekedésére gyakorolt hatására vonatkozóan a szakirodalomban található eredmények némely esetben ellentmondanak egymásnak (*Branion és mtsai, 1952, Braude és mtsai, 1953, Combs, 1956, Taylor, 1957, Luckey, 1959, Francois, 1962 és Bird, 1969*).

A baromfi emésztőkészülékében számos obligát, nem patogén mikroorganizmus faj található. Különösen sokféle baktérium él a vakbélben. Egyes baktériumok aktív szerepet játszanak a táplálóanyagok és az endogén anyagok anyagcseréjében. Ezek a mikroorganizmusok a takarmány felszívódásra alkalmas alkotóelemeire történő lebontásában, illetve fehérjék, aminosavak és vitaminok szintézisében is résztvesznek. Természetesen élnek az emésztőcsőben indifferens baktérium fajok is.

Fuller (1972) (cit. Karsai, 1982) szerint a szimbióta baktérium fajok közül legfontosabbak a begy falához tapadó *Lactobacilus* fajok. Ezek az általuk termelt tejsavval a begytartalom aciditásának kialakításában vesznek részt, és így hatással vannak az egész bélcsatorna baktériumflórájára. A begytartalom 4,5 körüli pH-ja megakadályozza egyes patogén csírák, mint például az *Escherichia coli* elszaporodását. Hátrányos viszont a baktériumoknak a hasnyálmirigy eredetű amilázt károsító hatása, amivel a szénhidrát emésztésben okoznak zavart.

Az egészséges napos csibék emésztőcsatornája steril, azonban környezetükből gyorsan felveszik a mikroorganizmusokat. Ennek a mikroflórának a faji összetétele függ a környezet higiéniás állapotától. Ez a folyamat addig folytatódik, amíg egy úgynevezett normál mikroflóra ki nem alakul. Normál flórának nevezhető a szokványos környezetben felnevelt és szemmel látható tüneteket nem mutató állatok bélcsatornájának populációja. Az állatok által felvett baktériumok egy része nem talál kedvező körülményeket a bélben (hőmérséklet, oxigén ellátás, pH, stb.). Az emésztőnedv is károsíthatja ezeket a baktériumokat és végül az ürülékkel távoznak a szervezetből. Egyes mikroszervezetek csak meghatározott körülmények között képesek szaporodni a bélben. Némelyek eleinte fejlődnek, majd később kiürülhetnek a mikroflóra más képviselőinek tevékenysége következtében. Az emésztőcsőbe csak később bejutott mikroszervezetek számára a már ott élő flóra által létrehozott körülmények ugyanis kedvezőtlenek lehetnek (*Jayne-Williams és Fuller, 1971*).

Jóllehet, az elfogyasztott táplálóanyagok egy része közvetlenül bejuthat a mirigyves gyomorba (*Halnan, 1949*), a táplálóanyagok döntő része bejut a begybe, ahol ennek egy része néhány órát tartózkodik. A begyről, illetve funkciójáról *Blount (1947)*, valamint *Bolton (1965)* készítettek részletes leírást. Számos kutató (*Sieburth és mtsai, 1954, Wiseman és mtsai, 1956, Lev és Briggs, 1956, Eyssen és mtsai, 1962, Smith, 1965a*) kimutatta, hogy a begyben élő baktériumok között a Lactobacilusok vannak túlsúlyban (10^9 /g nedves tömeg), bár a három naposnál fiatalabb csirkék begyéből hiányozhatnak. *Eyssen és mtsai (1965)* a begyben élő Lactobacilusok között nagy arányban találtak Lactobacilus acidophilus-t, amelynek tápanyagellátásában a nukleinsav szintetizáló képesség hiányossága következtében a begyben lehámlott epithel sejtek nagy szerepet játszhatnak. Ezen kívül Enterococcus és Coli-aerogenes baktérium fajok (több, mint 10^5 /g), illetve ritkán kis számban Micrococcus, Staphylococcus fajok és élesztő lehet jelen még a begyben. A bélben élő baktérium fajok közül a szorosán vett anaerobok (Bakteroidok, Clostridiumok) a redox potenciál, a Lactobacilusok túlsúlya, a szubsztrát típusa és más kedvezőtlen tényezők miatt normál esetben nem fordulnak elő a begyben.

A takarmány is befolyásolja a begy mikroflóráját. *Smith (1965 b)* csirkéket etetett csak búzát, vagy csak hús- és csontlisztet tartalmazó takarmánnyal. Az utóbbi takarmánnyal etetett állatoknál 10^5 mennyiségben Clostridium welchii-t talált a begytartalomban grammonként, míg búza etetésekor nem figyelt meg Clostridiumokat a begyben. Hús- és csontliszt etetésekor Escherichia coli és kevés

Lactobacillus is előfordult a begyben. *Herpol és Van Grembergen (1961)* vizsgálatai szerint a begy pH-ja 6,0 és 7,0 között alakul. Mások (*Bolton, 1965, Smith, 1965b*) ennél alacsonyabb, 4,0 és 6,0 közötti pH értékeket találtak. Egyes körülmények között a Lactobacillus flóra helyébe nagy mennyiségű szerves savat (nem tejsavat) termelő szervezetek léphetnek, ezáltal alacsonyabb pH alakul ki a begyben. *Bolton (1965)* egyik közleményében egy „savas begy”-ről számolt be, melynek pH-ja 3,7 körüli volt.

Ivorec-Szylit és Szylit (1965) a bakteriális tevékenység következtében keletkező DL-tejsavat mutatott ki a begyből. Keményítőben gazdag takarmány etetésekor ennek koncentrációja az idővel exponenciálisan növekedett és a maximumot az etetés után 5 órával érte el. *Ivorec-Szylit és mtsai (1965)* kimutatták, hogy a keményítő tartalmú takarmány glükózzal való kiegészítése (1 %) csökkenti a keményítő lebontását, mert a glükóz keményítőnél kedvezőbb energiaforrás a Lactobacilusok számára. *Bolton (1962)* olyan felnőtt állatok begyének tartalmát vizsgálta, amelyeket egy óra takarmányfogyasztás után levágtak. Az etetés utáni első két és fél órában növekedett, négy óra múlva viszont csökkent a begyben a redukáló cukor koncentrációja. A pH ugyancsak csökkent, az alkohol, ecetsav és tejsav koncentrációja pedig emelkedett az etetést követően. *Bensadoun és Ichhponani (1968)* 46,5 % keményítőt tartalmazó takarmány csirkékkel történő kényszeretetése után 2 órával azt tapasztalták, hogy a begyben nagyon megnőtt a tejsav koncentrációja (132 mg /100 g begytartalom). *D.J.Jayne-Williams (Jayne-Williams és Fuller, 1971)* a begy Lactobacilusainak száma és a tejsav koncentrációja közötti

összefüggést vizsgálták egy kísérletben, melynek során 8 hetes állatokat egy kereskedelmi forgalomban lévő takarmánnyal etettek 2 óra hosszan, majd az etetés befejezése után 15 órán keresztül 3 óránként és ivaronként 2-2 állatot levágtak. A begy tartalmát sterilen összegyűjtötték, lemérték, majd jól összekeverték a *Lactobacilusok* számának meghatározása (*Rogosa és mtsai, 1951*) és a tejsav mennyiségének mérése előtt (*Barker és Summerson, 1941, Pennington és Sutherland, 1956*). Vizsgálatuk során azt tapasztalták, hogy amilyen mértékben a begytartalom súlya folyamatosan csökkent, úgy növekedett a *Lactobacilusok* száma, illetve a kezdeti elmaradás után a tejsav mennyisége is.

A bélcsatornának a mirigyes gyomortól az ileo-caeco-colic elágazásig tartó szakaszát bakteriológiai szempontból számos kutató vizsgálta (*Barnes és Shrimpton, 1957, Ochi és Mitsuoka, 1958, Eissa, 1961, Ochi és mtsai, 1964, Timms, 1968*). A begyből kikerülő mikroszervezetek keresztülhaladnak a mirigyes és a zúzógyomron, ahol a savas környezet (2,0-4,0 közötti pH) káros hatásainak következtében számuk a korábbi érték tized, vagy század részére csökken. Az epésbélből továbbhaladva a béltartalom pH-ja 7,5-ről 5,8-ra csökken (*Herpol és Van Grembergen, 1961, Smith, 1965a, Timms, 1968*), ezzel együtt a baktériumok száma növekszik (*Lev és Briggs, 1956*). Mivel a béltartalom gyorsan áthalad a vékonybél elülső szakaszán, nincs elegendő idő a baktériumok nagyobb mértékű elszaporodásához. *Eyssen és mtsai (1962)* vizsgálatuk során azt tapasztalták, hogy a mirigyes gyomor savas pH-ja akadályozza a mikrobák szaporodását. Ezzel, valamint a chimusnak a vékonybélben történő gyors áthaladásával magyarázható, hogy a mikrobaflóra - melynek

faji összetétele azonos a begy flórájával - a vékonybélben csak kismértékben szaporodik. *Smith (1965a)* arról számolt be, hogy amikor a madarakat a begyben zajló bakteriális szaporodáshoz szükséges kémhatású (pH 2) takarmánnyal etették, a vékonybél elülső szakaszában a baktériumok száma drasztikusan csökkent. Hasonló eredményeket kapott a begy műtéti úton való eltávolításával, amiből arra következtetett, hogy a normális takarmányozási körülmények között az állatok bélcsatornájában lévő baktériumok többsége nem a vékonybélben, hanem a begyben zajló mikrobaszaporodásból származik.

Csirkéknél a vékonybél súlyát vizsgálva azt tapasztalták, hogy az átlagos takarmányt fogyasztó csirkék belének súlya nagyobb, mint a csíramentes állatoké (*Gordon, 1952, Pepper és mtsai, 1953, Coates és mtsai, 1955, Jukes és mtsai, 1956, Draper, 1958, Coates és Jayne-Williams, 1966*). Úgy tűnik, hogy ez a hatás a bél hosszára vonatkozóan kevésbé jut kifejezésre, amiből az következik, hogy a mikroorganizmusok, illetve anyagcseretermékeik jelenléte a bélfal vastagságának növekedését okozzák. Ebből azt a következtetést kellene levonni, hogy a csíramentes és az antibiotikummal etetett csirkéknél megfigyelt nagyobb testtömeggyarapodás oka a vékonyabb bélfalon történő hatékonyabb felszívódás. Ezzel szemben mások azt találták, hogy a bél tömege csökken az antibiotikummal etetett állatoknál, ugyanakkor azonban a testtömeg nem növekszik (*Hill és mtsai, 1957*).

Antibiotikumot nem fogyasztó madarak bélsúlyának növekedése részben a nyálkahártya kötőszövet (lamina propria) tömegének növekedésével (*Gordon és Bruckner-Kardos, 1961*), másrészt a nyirokszövet tömegének

növekedésével (*Gordon és mtsai, 1957-58*) és a szabad reticulo-endothelialis sejtek számának a csípőbél nyálkahártyájában, illetve a submucosában történő növekedésével magyarázható (*Gordon és Bruckner-Kardos, 1958-59*).

Közeledve az ileo-caeco-colic elágazáshoz a béltartalom sokkal lassabban halad és így van idő a mikroorganizmusok szaporodásához. Itt a pH 6,5-7,8 körüli (*Herpol és Van Grembergen, 1961, Smith, 1965a, Timms, 1968*), ami szintén kedvező a mikrobiális élethez. A baktériumok számában bekövetkező növekedést a bélcsatornának ezen a pontján *D.J.Jayne-Williams* (*Jayne-Williams és Fuller, 1971*) vizsgálta. Háromhetes csíramentes csirkéket baromfi béltartalomból elkülönített *Clostridium Sp.* tiszta tenyészetével oltottak be szájon át az említett kísérletben. Egy hét után a csirkéket leölték és az emésztőcsatorna különböző szakaszaiból bakteriológiai vizsgálatok céljára mintákat vettek. A begyben ismeretlen eredetű mikrobákat találtak, a vékonybélben azonban nem nőtt a csíraszám. Ugyanakkor az ileo-caeco-colic elágazás kezdetétől észrevehetően megszorodott a mikrobaszám.

2.2. Az endogén N mennyiségének hatása a fehérje valódi emészthetőségére

Az aminosavak emészthetőségének állatkísérletekkel történő meghatározásakor a látszólagos emészthetőség függ a kísérleti takarmány fehérje, illetve aminosav tartalmától (*Donkoh és Moughan, 1994; Dubblecz, 1995, Dubblecz és mtsai, 1996*). Az ebből eredő hiba a fehérje, illetve az aminosavak valódi emészthetőségének megállapításával küszöbölhető ki (*Sibbald, 1979*). Ehhez azonban ismerni szükséges az ürített endogén fehérje, illetve aminosavak pontos mennyiségét. A madarak bélrendszerében jelentős mennyiségű anyagcsere nitrogén található, aminek egyik oka a nagy bélhám kopás lehet (*Vincze, 1999*). *Bolton (1967)* szerint az ürülékben az anyagcsere nitrogén nyolcszorosa is lehet az emészthetetlen nitrogénnek. *McNab (1992)* véleménye szerint ugyanakkor a vizelettel ürülő endogén aminosav mennyiség madarakban viszonylag kicsi százalékát képezi a teljes aminosav ürítésnek.

Sibbald (1987) ezt az endogén hányadot két részre osztotta. Az egyik a metabolikus hányad, amelybe az emésztő enzim, valamint a bélhámsejt eredetű aminosavak tartoznak. A másik hányad a bakteriális eredetű aminosavakat foglalja magában. A kétféle hányadot együtt mérik, mivel nehéz őket egymástól elkülöníteni. A két hányad összegét endogén aminosav ürítésnek (EAAL) nevezik. Ennek ismeretében meghatározható az aminosavak tényleges emészthetősége.

Bielorai és mtsainak (1985) tapasztalatai szerint nitrogénmentes takarmány etetésekor a bélrendszer endogén aminosavainak nagy része (95 %-

a) az ileum végéig felszívódik, a bélsár endogén aminosav tartalma ezért nagyrészt a bakteriális tevékenység eredménye.

2.2.1. Az endogén N nagyságát befolyásoló tényezők

A tényleges és a látszólagos emészthetőség eltérését eredményező endogén aminosav ürítés több tényezőtől is függ. Az állatok életkora szignifikánsan befolyásolja az endogén aminosav veszteség mértékét, aminek oka az idősebb állatok vakbelében folyó fehérjeszintézis (*Dublecz és mtsai, 1998*). Ezzel magyarázható az a megfigyelés is, hogy brojlercsirkék esetében a kor előrehaladtával csökken a fehérje látszólagos emészthetősége (*Hakansson és Eriksson, 1974; Fonolla és mtsai, 1981; Zuprizal és mtsai, 1992*). Az eltérő életkorra visszavezethető különbségeket találtak egyes aminosavak emészthetőségében *Wallis és Balnave (1984)*.

Függ továbbá az endogén aminosav ürítés a takarmányfelvételtől is, amelynek emelkedésével nő az ürített endogén aminosav mennyisége. *Krawielitzki és Bock (1976)*, (*cit. Terpstra, 1979*) kísérleti eredményei azt igazolják, hogy a bélsár és a vizelet endogén nitrogén tartalma az etetett fehérje mennyiségétől is függ. Az EAAL nagyságát és összetételét *Carlson és Bayley (1970)* szerint az etetett fehérje aminosav összetétele is meghatározza. Befolyásolja az endogén N mennyiséget az is, hogy az emésztőcsatorna melyik szakaszából vesszük a mintát (*Dublecz és mtsai, 1998*).

Az endogén aminosavhányad mennyiségét és összetételét a vakbélben zajló bakteriális tevékenység is befolyásolja. *Salter és Fulford (1974)* szerint az utóbél baktériumflórájának inkább a testszövetekből származó endogén nitrogéntartalmú anyagok újra hasznosításában van szerepe. *Vincze (1999)* szerint a mikrobák takarmányonként eltérő mértékben befolyásolják az endogén aminosav ürítést, és így az aminosavak emésztési együtthatóit.

A szakirodalomban több olyan kísérleti eredmény is ismert, ami azt bizonyítja, hogy a különböző műtéti beavatkozások (vakbélírtás, colon vagy ileocekális fisztula beültetése) szintén befolyásolják, nevezetesen növelik az állatok endogén aminosav ürítését (*Bragg és mtsai, 1969, Yamazaki és mtsai, 1977, Kessler és mtsai, 1981, Yamazaki, 1983, Parsons, 1984b, 1985, McNab, 1990, Karasawa és Maeda, 1992*).

Az endogén aminosav ürítés függ a meghatározás módszerétől is (*Bielorai és Iosif, 1987, Siriwan és mtsai, 1993, Dublec és mtsai, 1996, 1998*). *Dublec és mtsai (1998)* fiatal csibék esetében az ileális chimus vizsgálatok szignifikánsan nagyobb EAAL (EAAL = endogen amino acid loss = endogén aminosav ürítés) értéket kaptak, ami feltehetően az állatok intenzívebb anyagcseréjére, élénkebb enzimtermelésére vezethető vissza. Az ürülék minták vizsgálata alapján ugyanakkor az idősebb csirkék esetében találtak nagyobb EAAL értéket, ami az idősebb állatok vakbelében zajló mikrobás fehérjeszintézisnek lehet a következménye. Ezzel magyarázható, hogy kilenches csirkék ileális chimusban mért EAAL értékét alacsonyabbnak találták az ürülék vizsgálatával megállapított EAAL értékénél. Ebből a szerzők arra következtettek, hogy

a vakbélben madarak esetében az aminosavak szintézise van túlsúlyban. Kilenchetes csirkék ürülékében az ileális chimushoz viszonyítva minden aminosav esetében nagyobb EAAL értéket kaptak. Az esszenciális aminosavak közül a lizin, arginin, metionin és glicin esetében volt a legnagyobb az eltérés.

Soares és Kiefer (1971) a csíramentes állatokkal mért látszólagos aminosav emészthetőségeket minden aminosav esetében magasabbnak találták a normál állatokhoz képest. *Payne és mtsai (1968)* első kísérleteik során megállapították, hogy vakbélírtott állatok esetében az aminosavak látszólagos és tényleges emészthetősége is kisebb volt. Későbbi kísérleteikben *Payne és mtsai (1971)* viszont nem találtak különbséget vakbélírtott és normál állatok fehérje emésztési együtthatói között. *Raharjo és Farrell (1984a,b)*, valamint *Johns és mtsai (1986a,b)* egymással ellentétes eredményeket kaptak vakbélírtott és normál állatokkal végzett kísérleteikben, aminek oka az alkalmazott módszer különbözősége lehetett. Ad libitum és kényszeretetés során ugyanis másként alakul a vakbél tartalom aminosav emészthetőséget módosító hatása. *Green és mtsai (1987a)* nem találtak különbséget a tényleges emészthetőségben intakt és vakbélírtott állatokkal végzett kísérletekben több takarmány esetében sem. *Parsons (1984a)* a vakbélírtott állatok ürülékében többet mért treoninból, szerinből és izoleucinből, míg *Green és mtsai (1987b)* egyes takarmányoknál az intakt állatok esetében talált magasabb treonin, glicin és alacsonyabb lizin emészthetőséget. Az egyes aminosavak közötti eltérések nagyságát valószínűleg az endogén aminosav ürítés is befolyásolja, mivel a vakbél főleg az endogén fehérje

aminosav összetételét módosítja. Kényszeretetés esetében az endogén hányad relatíve nagyobb részét képezi a vakbélbe jutó kimusznak, ezért nagyobb különbség várható vakbélírtott és normál állatok között. Ezzel szemben *Green és mtsai (1987a)* nitrogénmentes takarmány etetésekor nem tapasztaltak szignifikáns eltérést vakbélírtott és normál állatok endogén aminosav ürítésében.

Az endogén nitrogénürítést vizsgálva megállapítható, hogy nem mindegy, hogy a nitrogénmentes takarmány etetése ad libitum vagy kényszeretetéssel történik, mert a takarmányfelvétel növeli az endogén aminosav ürítést. Ennek megfelelően *Dublecz és mtsai (1998)* is a kényszeretetés során mértek nagyobb EAAL mennyiséget az ad libitum takarmányozott csoporthoz képest. Ennek oka, hogy a kényszeretetés előtt éhező állatokban gyorsabb a takarmány áthaladása a bélcsatornán, ami csökkenti az emésztőenzimek felszívódását a vékonybélből. *Parsons és mtsai (1983)* a takarmány szénhidrát tartalmának, *Raharjo és Farrell (1984b)* a takarmány rosttartalmának endogén aminosav ürítést befolyásoló hatását figyelték meg. Ebből következően a takarmányok tényleges aminosav emészthetősége sem állandó. *Raharjo és Farrell (1984b)* eredményével megegyezően *Janssen és mtsai (1977)* azt találták kísérleteik során, hogy a sok savdetergens rostot tartalmazó takarmányok csökkentik az aminosavak ileális emészthetőségét. *Parsons és mtsai (1983)* ugyancsak azt figyelték meg, hogy a nitrogénmentes takarmány rosttal történő kiegészítése növelte a kakasok endogén aminosav ürítését. Ezzel szemben nem növekedett az endogén aminosav ürítés a takarmány rosttartalmának növelésekor *Sibbald (1980)*, *Muztar és Slinger (1980)*,

Sibbald és Wolynetz (1985), valamint *Green (1988)* kísérletében. Az ellentmondó kísérleti eredmények feltehetően a nyersrost összetételével (eltérő lignin tartalmával) lehetnek összefüggésben. Az tűnik logikusnak, hogy a nagyobb lignin tartalmú nyersrost bélnyálkahártyát koptató hatása kifejezettebb, de nem zárható ki az sem, hogy a lignin az endogén nitrogén egy részével ligno-protein komplexeket alakít ki, amelyeket a vakbél mikrobái sem tudnak lebontani, így ez utóbbi tény is hozzájárulhat az endogén nitrogén növekedéséhez.

2.2.2. Az endogén N mennyiség mérésének módszerei

Az endogén aminosav veszteség (EAAL) mérésére a kutatás gyakorlatában nincs egyértelműen elfogadott, illetve elterjedt módszer. Ez azzal magyarázható, hogy a különböző módszerek eléggé eltérő eredményeket adnak (*Van Es és Rérat, 1980, Dublec és mtsai, 1998*). Az endogén aminosav ürítés több módszerrel is meghatározható. Végezhetjük a vizsgálatokat regressziós módszerrel, nitrogénmentes takarmány kényszeretetésével, valamint éheztetett állatokkal, de ismeretesek más eljárások is. *Dublec és mtsai (1998)* az éheztetett állatok esetében mérték legkisebbnek az endogén aminosav ürítést, nitrogénmentes takarmány kényszeretetésekor nagyobb EAAL értéket kaptak, míg a legnagyobb EAAL értéket a regressziós módszer alkalmazásakor, növekvő szárazanyag felvétel esetében állapították meg. A különböző módszerekkel mért endogén aminosav ürítési eredmények szignifikánsan különböznek egymástól. Az eltérő eredmények egyértelműen metodikai

eredetűek. A legpontosabb eredmények a nitrogénmentes takarmány etetésével és a regressziós módszerrel érhetőek el (*Dublecz és mtsai, 1998*). A kényszeretetés hibája, hogy a takarmány pangást okozhat a begyben, ami csökkentheti a bél tartalom áthaladásának ütemét a bélcsatornában (*Sibbald és Morse 1983*).

Mivel az endogén aminosav ürítést befolyásolja a takarmányfelvétel mértéke, az éheztetett állatokkal kapott értékek eltérnek a takarmányt fogyasztó állatokkal nyert eredményektől. Ennek oka, hogy az éhező állat emésztőnedv termelése kicsi, és minimális a bélhám eróziója is. Ezzel szemben az etetett állatok esetében nagyobb az emésztőenzim termelés, a takarmány emésztőcsövön való áthaladása pedig növeli a bélhám kopását. Ezért a takarmányadag növekedésével nő az endogén aminosav ürítés is (*McNab és Fisher, 1981, Farrell, 1978*). A valódi fehérje emészthetőség megállapításakor ezért az endogén ürítéssel végzett korrekció esetén az endogén aminosav ürítést az aktuális takarmányfogyasztásra kell vonatkoztatni (*Vincze, 1999*). *Dublecz és mtsai (1998)* nitrogénmentes takarmány kényszeretetésével kisebb endogén aminosav ürítést mértek, mint a lineáris regressziós eljárással. Ez arra utal, hogy a takarmányfelvétel növeli az EAAL értékét. *Bielorai és Iosif (1987)* viszont nitrogénmentes takarmány etetésekor kaptak nagyobb EAAL értékeket, míg *Siriwan és mtsai (1993)* ezzel ellentétes eredményre jutottak.

Az endogén aminosav ürítés guanidinizált fehérjék etetésével is mérhető. Ebben az esetben a takarmányfehérjék lizintartalmát homoargininné alakítják, ami a többi aminosavval azonos mértékben szívódik fel, a

fehérjeszintézisben viszont nem vesz részt (*Ryan és mtsai, 1968*). A homoarginin a májban alakul lizinné, aminek következtében nem jut vissza a bélbe, mint endogén aminosav. Ha csak guanidinizált fehérjét etetünk, az ileális chimusra jellemző aminosav - homoarginin arányból következtetni lehet az endogén aminosav ürítésre. *Siriwan és mtsai (1994)* így határozták meg brojlerek endogén aminosav ürítését. A kapott érték kétszerese-háromszorosa volt a regresszióval és a nitrogénmentes takarmány etetésével mért EAAL értéknek. *Siriwan és mtsai (1993)* az endogén aminosav ürítésen belül az esszenciális aminosavak közül a treonin, a valin, a glicin és a leucin arányát találták a legnagyobbaknak. Ez azt jelenti, hogy ezeknek az aminosavaknak a látszólagos és tényleges emészthetősége között legnagyobb a különbség.

2.3. Vakbélben zajló mikrobás folyamatok szerepe a baromfi emésztésében

A vakbélnek a baromfi emésztési - főleg a fehérje emésztési - folyamatokban betöltött szerepét illetően megoszlik a kutatók véleménye. Egyes kutatók szerint a vakbél a benne zajló mikrobás fermentáció következtében fontos szerepet játszik a baromfifajok emésztésében, míg más kutatók véleménye szerint a vakbélben folyó mikrobás lebontó és szintézis folyamatok csak kismértékben befolyásolják a baromfi fajok fehérje emésztését. A baromfifajok vakbélének kisebb jelentőséget tulajdonítók arra hivatkoznak, hogy a béltartalomnak csak kis része jut be a vakbélbe. A vakbél szerepét fontosnak tartók szerint ugyanakkor a

vakbélben folyó nyersrost és fehérje lebontás során keletkező illózsírsavak, valamint aminosavak fontosak az állatok energia, illetve aminosav szükségletének fedezésében. A vakbélben ugyanis nemcsak lebomlanak a gyomorban és a vékonybélben meg nem emésztett táplálóanyagok, hanem a vakbél elülső részéből felszívódás is történik.

Salter (1973) a bélbaktériumoknak a fehérje hasznosításra, illetve a fehérje ürítésre gyakorolt hatásáról összeállított tanulmányában arra a következtetésre jutott, hogy a bélbaktériumok csak kismértékben befolyásolják a gazdaállat fehérje anyagcseréjét. Ezt a véleményét *Salter* más munkáiban is kifejti (*Salter és Coates, 1971, Salter és Fulford, 1974, Salter és mtsai, 1974*). Véleményét más szerzők is alátámasztják (*Erbersdobler és mtsai, 1975, Fuller és Coates, 1983*). *Parsons és mtsai (1982a,b)* megállapították, hogy a baromfi ürülékében sokkal kevesebb mikroba található, mint az ember, vagy a sertés ürülékében. A baromfi ürülékében előforduló aminosavaknak csak 20-30 %-a bakteriális eredetű. A kérődzők esetében ez az arány meghaladja a 75 %-ot (*Kakuk és Schmidt, 1988*).

Green és mtsai (1987a), valamint *Picard és mtsai (1983)* ugyancsak azok közé tartoznak, akik a vakbél mikrobiológiai folyamatainak hatását a baromfi esetében nem tekintik jelentősnek. Ezen a véleményen vannak *Longstaff és mtsai (1991)*, valamint egyik későbbi munkájában *McNab (1994)* is.

Nem kevés azoknak a kutatóknak a száma, akiknek véleménye szerint az egymásnak ellentmondó kísérleti eredmények miatt nehéz állást foglalni a baromfi utóbelében zajló mikrobás folyamatok hatásairól (*Payne és mtsai,*

1971, Fuller és Coates, 1983, Raharjo és Farrell, 1984a,b, Parsons, 1985).

Ugyanakkor számos kutató van azon a véleményen, hogy a baromfifajok vakbelében élnek, kihatásaiban is jelentős bakteriális tevékenység zajlik. Így Nesheim és Carpenter (1967) véleménye szerint a vakbélben folyó mikrobiológiai aminosav szintézis hozzájárul a baromfi aminosav szükségletének fedezéséhez. Green és mtsai (1987b) is hangsúlyozzák, hogy a vakbélben nemcsak aminosav lebontás, hanem szintézis is folyik. Fontos hatásúnak ítélik meg a vakbél mikroflórájának tevékenységét Parsons (1985), Johns és mtsai (1986a), valamint korábbi munkáiban McNab (1973) is. A vakbél kedvező körülményeket biztosít a bakteriális szaporodáshoz. A vastagbél tartalomból retroperisztaltikával a vakbélbe bejutó anyag kevés vizeletet is tartalmaz, ami miatt folyékony, a pH-ja a baktériumok számára kedvező: 6,5-7,5 (Herpol és Van Grembergen, 1961, Smith, 1965a, Timms, 1968). A körülmények a vakbélben anaerobok és mivel a vakbél csak minden 6-8 órában üríti ki tartalmát, ezért időnként pangás léphet fel benne. A vakbél tartalomban jelentős számban található baktériumok, számuk több mint 10^9 /g nedves súly. A bélcsatorna elülső szakaszában gyakran előforduló baktérium típusok (laktobacilusok, streptococcusok) mellett több kutató beszámolt anaerob spóraformák jelenlétéről is (Ochi és Mitsuoka, 1958, Barnes és Goldberg, 1962, Ochi és mtsai, 1964, Mitsuoka és mtsai, 1965a, Smith, 1965a). Vizsgálataik során megfelelő anaerob módszerek használatával nagy számú kimondottan anaerob Gram-negatív baktériumot (bakteroidot) mutattak ki a baromfi vakbelében. A bakteroidokon kívül a baromfi

vakbelében bifidobacteriumok és peptostreptococcus szervezetek is előfordulnak (*Mitsuoka és mtsai, 1965b, Barnes és Impey, 1970*). *Smith és Crobb (1961)* azonban azt hangsúlyozzák, hogy a baromfi ürülékében található baktérium fajok száma jelentősen ingadozik.

2.3.1. A vakbélben lejátszódó szintetizáló és lebontó folyamatok

A baromfifélék által elfogyasztott tápanyagoknak csak körülbelül 10 %-a jut be a vakbélbe és alakul át a mikrobás fermentáció során. A vakbélben emésztőenzimek nem termelődnek. Fontos szerepe van viszont a benne zajló mikrobás fermentációnak, illetve a vakbél elülső részén történő felszívódásnak. A fermentáció során az emésztetlen és fel nem szívódott tápanyagok használnak fel. *McNab (1973)* számos fontos funkciót tulajdonít a vakbélnek, amelyek közül az egyik legjelentősebb a cellulóz mikrobiális lebontása. A házi baromfifajokkal ellentétben a vadonélő baromfifélék napi energiaszükségletük nagy részét a rost bakteriális fermentációjából nyerik főként télen, amikor csak rosszabb minőségű táplálékhoz jutnak hozzá (*Gasaway, 1976*).

Az utóbél mikrobáinak hatása a fehérjék emészthetőségére még nem teljesen tisztázott. A meg nem emésztett fehérjék az utóbélbe jutva ott átalakulnak. *Green és mtsainak (1987b)* vizsgálatai szerint a madarak vakbelében egyaránt folyik aminosavak szintetizálása és dezaminálása is. A vékonybélben le nem bontott fehérjék tehát a vakbélben lebomolhatnak. A képződött ammónia egy része a vakbél falán át felszívódik (*Karasawa és mtsai, 1988, Karasawa és Maeda, 1994*,

Karasawa és mtsai, 1997, Karasawa, 1999), csökkentve ezzel az ürülékkel távozó nitrogén mennyiségét. Az összetettebb nitrogénvegyületek, mint a vakbélben szintetizálódó baktériumfehérje, a vastagbélből nem képesek felszívódni, tehát azokat nem tudja hasznosítani a gazdaszervezet. *Salter (1973)* az utóbélben folyó mikrobás fermentáció szerepét vizsgálva megállapította, hogy az állatok megfelelő fehérjeellátása esetén a baktériumok csak kismértékben befolyásolják az állat fehérje anyagcseréjét, így megfelelő takarmányozás esetén a baktériumflórának nincs nagy hatása a gazdaállat N-forgalmára. Hiányos fehérjeellátás esetén azonban a mikrobiális fehérjeemésztés szerepe megnő. A baktériumok proteáz enzimeikkel aminosavakra bontják le a vakbélbe jutó fehérjéket, amelyek ezt követően felszívódhatnak és így hozzájárulhatnak az állat aminosav szükségletének kielégítéséhez. Az aminosavak egy részéből a mikrobák mikrobafehérjéket is képezhetnek, ami azonban kiürül és nem hasznosítható az állat számára. Az emésztési kísérletekben főleg a fehérjék lebontását és az aminosavak felszívódását figyelték meg, vagyis a mikrobiális tevékenység hatására csökken az aminosav ürítés. Megjegyzendő azonban az is, hogy a vékonybél enzimeitől le nem bontott takarmányfehérje a mikrobák proteáz aktivitásának is jobban ellenáll. Több kutató szerint az a tény, hogy az utóbélben csökken a chimus aminosavtartalma, inkább az aminosavak lebontásával magyarázható mintsem felszívódásukkal. *Parsons (1985)* szerint ezért a vakbéllel rendelkező állatokkal végzett emésztési kísérletekben mért emésztési együtthatók felülértékelik a takarmányfehérje ténylegesen felszívódott és az állat számára rendelkezésre álló hányadát.

A vakbél baktériumai a vitamin előállításban is részt vesznek, több B-vitamin-komplexhez tartozó vegyületet, úgymint a tiamint, riboflavint, piridoxint, pantoténsavat, biotint, folsavat, niacint és kobalamint szintetizálnak. Ezek viszont csak nagyon kismértékben értékesülnek a gazdaállatban. *Coates és mtsai (1968)* kísérletükben átlagos és csíramentes környezetben elhelyezett csirkékkel különböző B-vitamin komplexekben hiányos takarmányokat etettek. Ezt követően a hiányzó vitaminok normál mennyiségben voltak megtalálhatók az átlagos környezetben tartott csirkék vakbél tartalmában, míg csíramentes csirkék vakbelében csak elhanyagolható mennyiséget találtak a nevezett vitaminokból. Annak ellenére, hogy a vitaminokban hiányos takarmányok okozta tünetek nem voltak enyhébbek az átlagos körülmények között tartott csirkék esetében sem, ezeknél mégis azt tapasztalták, hogy kismértékben hasznosítják a vakbél mikrobái által szintetizált vitaminokat. A fent felsorolt vitaminokon kívül nagy mennyiségű K-vitamint is termelnek a vakbél baktériumai, amelyhez viszont csak koprofágia útján juthat hozzá az állat.

A vizelet a kloákából annak antiperisztaltikus mozgása következtében a vastagbélbe kerül, ahonnan ugyancsak antiperisztaltikus mozgásokkal visszajuthat a vakbélbe. A vakbél egyik fontos feladata, hogy benne történik meg a víz felszívódása a vakbél tartalomából. Ennek következménye, hogy vakbélírtás után az ürülék nedvességtartalma 1-2 %-al magasabb (*Duke, 1984*).

A vakbélben történik a nagy molekulájú szénhidrátoknak, a növényi rostnak illó zsírsavakká történő lebontása is. A képződött illó zsírsavak

felszívódásuk után a szervezet energiaellátásában vesznek részt. A nyersrost emésztésének mégis kicsi a jelentősége, mert a takarmánynak csak kis része jut be a vakbélbe.

2.3.2. A vakbél mikrobás folyamatainak tanulmányozására szolgáló módszerek

A vakbél emésztésben betöltött szerepét többféle módszerrel is vizsgálhatjuk. Így tanulmányozhatjuk a vakbélben lejátszódó folyamatokat vakbélírtott állatokkal, levágott vagy kanüllel ellátott madarak ileumából vett chimus vizsgálatával, illetve baktériummentes állatokkal (*McNab, 1994*).

Számos kutató a vakbél eltávolításával vizsgálta a mikroflóra hatását (*Payne, 1968, Parsons, 1984b, Raharjo és Farrell, 1984a,b, Johns és mtsai, 1986a,b, Green és mtsai, 1987a,b*). Kizárható a vakbél és a remese mikrobapopulációjának emésztési együtthatókat módosító hatása az ileális chimusból vett minta elemzésével is. A vizsgálat során a középbélben lebomló fehérje mennyiségét az ileum végén vett chimusból állapítjuk meg. Hozzájuthatunk a chimushoz az úgynevezett post mortem módszerrel is. A chimus mintát ilyenkor az állatok levágása után vesszük az ileum terminális szakaszából (*Siriwan és mtsai, 1993, McNab, 1994, Duplecz és mtsai, 1998*), de nyerhető chimus az ileumból a csípőbél és a vakbél határán beültetett ileocekális fisztulával is (*Raharjo és Farrell, 1984a,b, Bielorai és Iosif, 1987, Ten Doeschate és mtsai, 1993, McNab, 1994, Tossenberger és Babinszky, 1998*). Az utóbél

mikrobapopulációjának az emésztési folyamatokban betöltött szerepét több kutató a kísérleti állatok emésztőcsatornájának antibiotikumokkal történő csiramentesítését követően vizsgálta (*Soares és mtsai, 1971, Kussabati és mtsai, 1982, Furuse és mtsai, 1985*).

2.4. Emészthető aminosavtartalom meghatározásának módszerei

Az emészthetőség fontos jellemzője a takarmányoknak, mert meghatározza a takarmány tápláléértékét és befolyásolja a takarmányból felvehető mennyiséget. A tápláléérték megállapításának alapjául tehát az emészthető táplálóanyag mennyisége szolgál (*Kakuk és Schmidt, 1988*).

Az állati szervezet a takarmányok táplálóanyag tartalmának csak egy részét tudja megemészteni, mivel a táplálóanyagok egy része olyan kémiai kötéssel kapcsolódik egymáshoz, amelyeket az emésztőenzimek nem tudnak felbontani. Emészthetőnek azokat a táplálóanyagokat nevezzük, amelyek az emésztőcsatornában olyan mértékben lebomlanak, hogy a lebomlást követően fel is tudnak szívódni (*Schmidt, 1993*).

Az új kutatási eredmények arra engednek következtetni, hogy a baromfifajok aminosav szükséglete a takarmány hasznosítható aminosav tartalma alapján elégíthető ki a legpontosabban. *Sibbald (1987)* a biológiai hasznosíthatóság fogalmát használta az anyagcsere során felhasználódó fehérje mennyiségének kifejezésére. Az aminosavaknak azt a hányadát tekintik általában hasznosíthatónak, amelyik ténylegesen felhasználódik a fehérjeszintézis helyén. A takarmányok hasznosítható aminosav tartalmáról azonban csak kevés adat áll rendelkezésre, ezért

egyelőre az emészthető aminosav tartalom használata tekinthető reális igénynek (*Tossenberger és Babinszky, 1996, Babinszky és mtsai, 1999*).

Valamely takarmány aminosavainak jellemzésekor az első lépés az emésztési együtthatójuk meghatározása, azaz annak megállapítása, hogy az etetett fehérje aminosavai milyen mértékben szívódnak fel az emésztőcsatornából az emésztés során. Mivel az emésztetlen aminosavak nem járulnak hozzá az állat szükségletének fedezéséhez, a takarmányok fehérjetartalmának jellemzésekor az emészthető aminosav tartalmat célszerű megadni, mert az tükrözi azt az aminosav mennyiséget, amely az életfenntartás és a termelés céljára ténylegesen felhasználható (*McNab, 1994*). Vita tárgyát képezi, hogy az egyes takarmányok, illetve aminosavak emészthetősége azonos-e valamennyi baromfifajnál (*Slump és mtsai, 1977; Terpstra, 1977, Skrede és mtsai, 1980, Green és Kiener, 1989*).

A takarmányok aminosavainak felszívódott és kiürített hányadát emésztési kísérletekkel lehet megállapítani. A felszívódott aminosavaknak ugyan csak egy része tud hasznosulni, a hasznosulás feltétele azonban a felszívódás. Az emészthető aminosav mennyiséget a felvett és kiürített aminosav mérése útján lehet megállapítani. Ilyen módon azonban csak az aminosavak látszólagos emészthetőségét lehet meghatározni, mert az ürülék aminosav tartalma nemcsak takarmányeredetű, hanem fel nem szívódott emésztő enzimek, lekopott bélhámsejtek és bakteriális eredetű fehérje aminosavait - azaz az endogén aminosav hányadot - is magában foglalja. Az endogén nitrogén, illetve

aminosav hányadról, annak meghatározásáról a 2.2. fejezetben található további részletek.

Az endogén aminosav ürítés megállapításának nehézségei, valamint a különböző módszerekkel megállapított endogén nitrogén, illetve aminosav értékek közötti jelentős eltérések miatt egyes kutatóknak az a véleménye, hogy a látszólagos emésztési együtthatók a valódi együtthatóknál megbízhatóbb alapot adnak a takarmányok emészthető nyersfehérje tartalmának meghatározásához (*Van Es és Rérat, 1980*). Ezzel szemben más kutatók a fehérje és az aminosavak valódi emészthetőségének meghatározását tartják szükségesnek (*Sibbald, 1979, Dublicz és mtsai, 1996, Vincze, 1999*).

A tényleges és látszólagos emésztési együtthatók közötti különbség függ a takarmányfelvételtől és a takarmány aminosav tartalmától is. Nagyobb takarmányfelvétel és ezen belül nagyobb aminosav hányad esetén ugyanis kisebb a két emésztési együttható közötti különbség. Ez arra vezethető vissza, hogy amikor az állatok kevés takarmányt fogyasztanak és így kevés aminosavhoz jutnak, akkor az ürülék aminosav tartalmán belül nagyobb részt tesz ki az endogén hányad, ami negatívan befolyásolja a látszólagos emészthetőséget. Ezért a kényszeretetéses módszereknél elkerülhetetlen az endogén aminosav veszteség mérése, illetve szükség lehet figyelembe vételére kis fehérjetartalmú takarmányok (pl. gabonafélék) ad libitum etetésekor is (*Vincze, 1999*).

Több kísérlet eredménye arra utal, hogy az aminosavak emészthetőségét befolyásolja az etetett takarmány táplálóanyagai közötti kölcsönhatás is (*Wallis és mtsai, 1985*).

Az egyes baromfifajok takarmányozása során több országban - köztük hazánkban is - az állatok esszenciális aminosav szükségletének kielégítésekor a takarmányok bruttó aminosav tartalmát veszik figyelembe (*Magyar Takarmánykódex, 1990, NRC, 1994*). Ennek a módszernek az a hibája, hogy az egyes aminosavak takarmányonként változó emészthetőségét nem veszi figyelembe. Ezért a baromfitakarmányozásban is régi törekvés, hogy a bruttó aminosav tartalom helyett az emészthető aminosav tartalom legyen a fehérjeérték megítélésének alapja (*Sibbald, 1987, Green, 1987a,b*).

Hollandiában *Janssen és mtsai (1979)* táblázatokban foglalták össze a baromfitakarmányoknak az ürülék vizsgálata alapján megállapított látszólagos emészthető aminosav tartalmát. *Likuski és Dorrell (1978)*, továbbá *Sibbald (1980)* kísérleteik során több baromfitakarmány valódi emészthető aminosav tartalmát állapították meg.

2.4.1. A fehérje, illetve az aminosavak emészthetőségének megállapítása az ürülék vizsgálata alapján

A fehérje, illetve az aminosavak emészthetőségét a baromfi esetében technikailag legegyszerűbben az ürülék, illetve a bélsár vizsgálata alapján lehet megállapítani. Az eddig használt aminosav emésztési együtthatók többsége ürülminták vizsgálatán alapszik. Ennek ellenére a fehérje és az aminosavak emészthetőségét a baromfifajok esetében nehezebb megállapítani, mint az emlős állatoknál. Ennek az az oka, hogy a vizelet és a bélsár a kloákában keveredve együtt ürülnek. Ennek a kétféle nitrogénnek a szétválasztása több módszerrel is megoldható. Az egyik lehetőség, hogy mesterséges végbélnyílást (*anus praeternaturalis*) alakítanak ki a vastagbél húgycső beszájadzása előtt történő elvágásával és a kaudális csont végbélnyílás alatti kivezetésével (*Ivy és mtsai, 1968*). Ennél az eljárásnál az ürített bélsár és a vizelet elkülönített gyűjtése további gondot okoz.

Egy további műtéti lehetőség, amikor a colon átvágása után ebbe a szakaszba T-fisztulát helyeznek be, melynek segítségével a bélsár gyűjthető. (*Bragg, és mtsai, 1969, Yamazaki és mtsai, 1977, Babinszky és mtsai, 1999*). Több kísérlet eredményei is azt mutatták azonban, hogy a műtött állatoknál nő az endogén nitrogén mennyisége (*Yamazaki és mtsai, 1977, Kessler és mtsai, 1981, Yamazaki, 1983, Parsons, 1984b, 1985, McNab, 1990, Karasawa és Maeda, 1992*).

Bragg és mtsai (1969) összehasonlították normál és vastagbélipollyal ellátott állatok aminosav emésztési együtthatóit. A normál állatokkal

kapott együtthatók jelentős mértékben eltértek a vastagbélisipollyal ellátott állatok adataitól, amit a műtött állatok nagyobb mértékű endogén aminosav kiválasztása okozott. Az eredmények alapján a normál állatokkal kapott együtthatókat valószínűbbnek találták. Hasonló eredményekkel néhány japán kutató is alátámasztotta ezeket a feltevéseket (*Yamazaki és mtsai, 1977, Yamazaki, 1983*). Ezek az eredmények *Bragg és mtsainak (1969)* azt a feltevését is igazolják, miszerint a műtéti eljárás azáltal is befolyásolja a nitrogén kiválasztást, hogy a vizelet nitrogéntartalma a vastagbél antiperisztaltikus mozgása ellenére sem jut vissza a vakbélbe, aminek következtében romlik a nitrogén mérleg. *Karasawa és Maeda (1992)* újabb tanulmányai is azt igazolják, hogy a vastagbélisipolyos műtéti eljárás a nitrogén visszatartás csökkentésével módosítja az állatok nitrogén anyagcseréjét.

Szétválasztható a vizelet és a bélsár nitrogéntartalma kémiai úton is, mivel a baromfifajoknál a fehérjeforgalomban elhasználódott és a főlegesen bevitt nitrogén nagyrészt húgysavként ürül a vizelettel. A vizelet nitrogéntartalmának 70-80 %-át a húgysav nitrogénje teszi ki, ezért a kevert ürülék húgysav tartalmából következtetni lehet a vizelettel ürülő nitrogén mennyiségére (*O'Dell és mtsai, 1960, Nesheim és Carpenter, 1967, Terpstra és De Hart, 1974, Vincze és mtsai, 1992*). *Terpstra és De Hart (1974)* szerint a húgysav és az ammónia nitrogénje együtt 90 %-át adja a vizelet nitrogén tartalmának. *O'Dell és mtsainak (1960)* is az a véleménye, hogy a húgysav és az ammónia nitrogén tartalmának összege állandóbb arányban áll a vizelet összes nitrogén tartalmával, mint csak a húgysav nitrogén mennyisége. *Terpstra és De*

Hart (1974) regressziós összefüggéseket is publikáltak erre vonatkozóan. A kevert ürülék húgysavtartalmának meghatározásakor a húgysavhányados takarmányonkénti változása gondot okoz, ami miatt nem helyes állandó húgysavhányadossal számolni (*Schmidt, 1993*).

O'Dell és mtsai (1960), továbbá *Teekell és mtsai (1968)* megállapították, hogy a baromfi vizelet nitrogéntartalmának 2 %-át adják aminosavak, amely mennyiség független a takarmány feleségétől. *Terpstra (1977)* szerint éheztetett madaraknál a kevert ürülék aminosavainak 86-97 %-a bélsár eredetű. Kérdéses tehát az is, hogy az emésztési kísérletek során a vizelettel ürülő aminosavak mennyiségét figyelembe szükséges-e venni, vagy azok elhanyagolhatók az aminosavak emésztési együtthatóinak megállapításakor (*Bragg és mtsai, 1969, Terpstra, 1977*). Ez utóbbit látszanak alátámasztani *Terpstra (1979)* kísérleti eredményei is, amelyek szerint a kevert ürülék aminosavainak 93 %-át a bélsár aminosavai adják.

Az ürülék gyűjtésekor betartandó fontos szempontokat *Sibbald (1986)* foglalta össze. Ide sorolja a bélsár gyakori összegyűjtését (12 óránkénti) eltávolítását a gyűjtőedényből, vagy a gyűjtőzacskóból, a folyamatos szellőztetést, a tok és a tollak folyamatos eltávolítását a bélsárból. Az ürülék pontos összegyűjtéséhez az állatra felrögzített zacskót tartja a legalkalmasabbnak, amely eljárást korábban már több kutató is leírta (*Blakely, 1963, Hayes és Austic, 1982, Almeida és Baptista, 1984, Sibbald, 1986*). Az ürülék maradék nélküli összegyűjtését a vizelet és a bélsár kémiai úton való szétválasztása, majd a bélsár aminosavtartalmának meghatározása követi. Ez a módszer viszont

pontatlan, mert nem veszi figyelembe a vastagbélben, illetve a vakbélben folyó bakteriális tevékenységet.

2.4.2. A fehérje és az aminosavak emészthetőségének megállapítása a chimus vizsgálata alapján

További gondot okoz a fehérje és az aminosavak emészthetőségének megállapításakor, hogy a bélsárral ürülő nitrogén mennyiségét, és ezzel a fehérje, illetve az aminosavak emésztési együtthatóját a vakbélben és a remesében zajló mikrobás élet is befolyásolja. Több kutató eredményei is arra utalnak, hogy a vakbélben folyó mikrobás fermentáció jelentős hatást gyakorol a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatójára (*Nesheim, 1965, Nesheim és Carpenter, 1967, Parsons, 1985, Johns és mtsai, 1986a,b*). *Payne és mtsai (1968)* is megállapították, hogy az emésztőcsatorna mikroflórája megváltoztatja a chimus összetételét.

A vakbélben zajló mikrobás fermentációnak a fehérje, illetve az aminosavak emésztési együtthatóit módosító hatása kétféle módon zárható ki (*Siriwan és mtsai, 1993*). Az egyik lehetőség, hogy a fel nem szívódott aminosavak mennyiségét a vékonybélből vett chimus minta vizsgálatával állapítjuk meg. Ezt a módszert *McNab (1979, 1989)* is alkalmasnak tartja a fehérje, illetve az aminosavak emészthetőségének megállapítására. A másik lehetőség a vakbél fehérje, valamint az aminosav emészthetőséget befolyásoló szerepének kizárására, hogy a kísérletet vakbelüktől műtéti úton megfosztott (vakbélírtott) állatokkal

végezzük. Erről a módszerről a következő fejezetben (2.4.3.) található további ismeretek.

A vékonybélből két különböző módszerrel nyerhető a vizsgálatokhoz szükséges chimus. Az egyik módszer, hogy a bélbe műtéti úton kanült ültetnek be és ezen keresztül vesznek mintát a chimusból. A másik módszer esetében a levágott állatok vékonybeléből veszik a vizsgálatokhoz szükséges chimus mintákat. Ez utóbbi eljárás post mortem módszer néven vált ismertté.

A kanülok behelyezésére, illetve a kivezetőcsövek felületre történő kivarrására általános műtéti technikák használatosak. A kísérleti állatok műtétre való előkészítése koplaltatással, gyógyszeres kezeléssel, fertőtlenítéssel történik. Az állatok a műtét utáni teljes felgyógyuláshoz szükséges kb. 10 nap után kísérletbe állíthatók (*Czakó, 1982.*).

Raharjo és Farrell (1981, 1984b) több vizsgálatot is végeztek kanülözött állatokkal a különböző állati és növényi eredetű takarmányok fehérje és aminosav emészthetőségének megállapítására. A csípőbélből, a csípőbél utolsó szakaszából, valamint a vakbél utáni bélszakaszból vett chimus minták, továbbá a kevert ürülekéből származó minták analízise alapján arra kerestek választ, hogy miként alakul a különböző takarmányok fehérjéjének, valamint az egyes aminosavaknak az emészthetősége az említett bélszakaszokban. A kísérlet során az endogén nitrogén és az endogén aminosav mennyiségének alakulását is figyelemmel kísérték.

Az emésztési együtthatókat a takarmányhoz kevert Cr_2O_3 aránya, valamint a csípőbél említett helyeiről vett chimus minták és az összegyűjtött összes ürülék analízisének eredményei alapján számították

ki. *Vohra (1972)* a Cr_2O_3 -ot megfelelő jelzőanyagként találta baromfival végzett kísérletei során.

Raharjo és Farrell (1981, 1984b) említett kísérleteikben megállapították, hogy a nitrogén (nyersfehérje), valamint az aminosavak emészthetősége a csípőbél utolsó szakaszában szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb, mint az említett többi mintavételi helyen. Ez arra utal, hogy a Meckel-féle divertikulum és a csípőbél utolsó szakasza között még történik aminosav felszívódás. Az ürületekből vett minták fehérjéjének emészthetősége volt a legkisebb, ami a vizelet nitrogén tartalmára vezethető vissza.

A kísérleti eredmények megerősítik azt a feltevést, hogy a csípőbél utolsó szakasza és a vakbél utáni szakasz között mikrobiális fermentáció zajlik, ami a szintézis, a hasznosítás, illetve az ammónia termelés és felszívódás folytán módosítja a chimus fehérjetartalmát és aminosav összetételét (*McNab, 1973*).

Raharjo és Farrell (1984b) említett eredményeik alapján az aminosavak felszívódásának vizsgálatára a csípőbél utolsó szakaszát találták a megfelelő helynek. Több szempontból is a felnőtt kakasokat tartják a legalkalmasabbnak az ilyen és hasonló kísérletekhez. A viszonylag nagy csípőbélbe ugyanis könnyen behelyezhető a kanül. Az állatok műtét utáni felépülése gyors, illetve a kanül kezelése és a mintavétel elvégzése egyszerű. Az állatok egyedi elhelyezésével a takarmányfelvétel is pontosan meghatározható. Mindezek alapján a csípőbél utolsó szakaszába behelyezett T-kanüllel végzett vizsgálatot egyszerű és járható módszernek tartják az aminosav emészthetőség meghatározására. Más kutatóknak is az a véleménye, hogy ezzel a módszerrel nyerhetők a legmegbízhatóbb

adatok a fehérje és az aminosavak emészthetőségéről (*Ten Doeschate és mtsai, 1993, Tossenberger és Babinszky, 1996, Babinszky és mtsai, 1999*). *Bielorai és Iosif (1987)* ugyancsak ezen a véleményen vannak, bár ők csak kis különbséget találtak az ileális chimus, valamint az ürülék vizsgálatával megállapított aminosav emésztési együtthatók között. Ezt a chimusnak az emésztőtraktuson történő gyors áthaladásának, valamint a vastagbél viszonylag kis terjedelmének tulajdonítják.

A fehérje és az aminosavak emészthetősége – amint az már a korábbiakban is említésre került – megállapítható a post mortem eljárással is, amelynek során a levágott állatok csípőbeléből veszik a vizsgálatokhoz szükséges chimust. A módszert, mint az aminosavak felszívódásának megállapítására felhasználható eljárást *Payne és mtsai (1968)*, illetve *Varnish és Carpenter (1975)* írták le elsőként. A módszer hátrányaként említi *Low (1980)*, hogy a levágáskor sokkos állapotban lévő állatok belében mucosa lelöködés történik, ami befolyásolhatja a fehérje és az aminosavak emészthetőségét. Ezért szerinte ez a módszer ileális emészthetőség megállapítására nem használható.

2.4.3. A fehérje és az aminosavak emészthetőségének megállapítása vakbélírtott állatokkal

Ismert és elterjedt módszer a fehérje, illetve az aminosavak emészthetőségének megállapítására a vakbélírtott állatokkal végzett vizsgálat. A páros vakbél műtéti úton való eltávolításával a vakbél bakteriális tevékenységének torzító hatása kiküszöbölhető. A módszer hátránya, hogy a vakbél csonkban, illetve a remesében lezajló mikrobás fermentáció zavaró hatása ezzel a módszerrel sem zárható ki (Tossenberger és Babinszky, 1996, Babinszky és mtsai, 1999). További hibaforrás, hogy a vizelet aminosav tartalmát ennél a módszernél elhanyagolhatónak kell feltételezni.

Payne és mtsai (1968) is kísérleteztek vakbélírtott állatokkal az aminosav emészthetőség vizsgálata céljából, és arról számoltak be, hogy a látszólagos aminosav emészthetőség alacsonyabb volt a vakbélírtott állatok esetében, mint az ép állatoknál. Későbbi kísérleteik során viszont nem tapasztaltak különbséget az ép és a vakbélírtott állatok látszólagos aminosav emészthetősége között (Payne, 1968, Payne és mtsai, 1971). Hasonló eredményeket kaptak Raharjo és Farrell (1984a,b), Johns és mtsai (1986a,b), továbbá Green és mtsai (1987b) is. Ezzel szemben Kessler és mtsai (1981), valamint Parsons (1984a, 1985) vizsgálataiban a vakbélírtott állatok több endogén aminosavat ürítenek ki, mint az ép állatok, aminek következtében a műtött állatok esetében kisebb a fehérje és az aminosavak látszólagos emészthetősége. Ezt a tényt támasztották alá McNab (1994) eredményei is. Green és mtsai (1987a) ezzel ellentétben

viszont arról számoltak be, hogy fehérjementes takarmány etetésekor az ép és a vakbélírtott madarak endogén aminosav kiválasztása nem különbözött egymástól érdemben.

Bár *Ratcliffe (1991)* kiemelte a bélcsatornában élő mikroorganizmusok jelentőségét a fehérje emésztésben, véleménye szerint az emésztési vizsgálatokat ennek ellenére ép állatokkal egyszerűbb elvégezni, mint a vakbélírtottakkal. A szakmai közvélemény ettől függetlenül a vakbélírtott állatok használatát részesíti előnyben (*McNab, 1994*).

3. SAJÁT VIZSGÁLATOK

3.1. A kísérletek célkitűzései

A baromfi emésztésével, N-forgalmával, valamint a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatójának megállapításával kapcsolatos terjedelmes hazai és nemzetközi irodalmat áttekintve megállapítható, hogy több, a baromfi takarmányok fehérjeértékének megállapításához szükséges lényeges kérdésben nincs egységesen álláspont. Ez jórészt arra vezethető vissza, hogy még mindig nem rendelkezünk elegendő homogén kísérleti eredménnyel egy-egy állásfoglalás kialakításához. Mindezt figyelembe véve kísérleteim során a következőket kívántam megállapítani:

- Az endogén nitrogén ürítés megállapításához leggyakrabban felhasznált módszerek közül (fehérjementes takarmány etetése, regressziós módszer, post mortem eljárás) melyik a legalkalmasabb pecsenyecsibék endogén ürítésének mérésére?
- Mennyi a húshibrid csibék endogén fehérje, lizin, metionin, cisztein és treonin ürítése?
- Az endogén ürítés milyen mértékben befolyásolja a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatóját pecsenyecsibékben, szükség van-e a fehérje és az aminosavak tényleges emésztési együtthatóinak megállapítására?
- Milyen hatást gyakorol a pecsenyecsibék N-forgalmára a vakbélben zajló mikrobás fermentáció, olyan mértékű-e az

esetleges hatás, amely már érdemben befolyásolja a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatóját?

- Hogyan alakul néhány fontos baromfitakarmány (kukorica, búza, extrahált szója, halliszt) lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának látszólagos és tényleges emészthetősége pecsenyecsibékben?
- Milyen előnyökkel jár a pecsenyecsibe hizlalás során, ha a csibék keveréktakarmányának szükséges lizin és metionin tartalmát a bruttó lizin és metionin tartalom helyett a ténylegesen emészthető lizin és metionin tartalom alapján állapítjuk meg?

3.2. Anyag és módszer

3.2.1. A kísérletek során felhasznált állatkísérletek módszere

3.2.1.1. Az endogén nitrogén és endogén aminosav ürítés meghatározása

3.2.1.1.1. Az endogén nitrogén ürítés meghatározása fehérjementes takarmánnyal

A kísérletet 35 napos, 1400-1600 g testtömegű Ross húshibrid intakt (kontroll), illetve vakbélírtott kakasokkal végeztem. A kísérleti állatok vakbelét az alábbi módon elvégzett műtéttel távolítottuk el. Az állatoktól a műtét előtt 24 órával elvontam a szilárd takarmányt. A csirkéket 15 perccel a műtét előtt egy izomba adott ketaminum hatóanyagú Calypsol, illetve Calypsovet injekcióval elbódítottuk. A csirkék hasáról

eltávolítottuk a tollakat és a területet jódos oldattal fertőtlenítettük, majd lidocainum tartalmú Lidocainnal érzéstelenítettük. Ezt követően közepén, a medence és a mellcsont disztális vége között egy közel 40 mm-es vízszintes metszéssel felnyitottuk a hasfalat. A páros vakbél két ágát a bélfodorról lefejtettük, a csípőbélnél lévő elágazáshoz minél közelebb külön-külön elkötöttük, majd a lekötött vakbél ágakat levágtuk. Miután a vakbelet eltávolítottuk, antibiotikus oldattal, rifamicin hatóanyagú Rifijettel kezeltük a megmaradt csonkokat, majd a belet visszahelyeztük a hasüregbe. A vágásokat a hashártyán és az izomrétegen felszívódó cérnával, míg a bőrszövetet fel nem szívódó cérnával varrtuk össze. A műtét befejezte után Penicillin injekcióval oltottuk be az állatokat. A műtét után további 24 órára megvontam az állatoktól a szilárd takarmányt, de vizet fogyaszthattak. 10 nappal a műtét után a bőrből a varratot eltávolítottuk. A csirkéket a műtét után 10 napig megfigyelés alatt tartottuk, illetve utókezelésként Penicillin injekciót adtunk nekik 3 napon át.

A kísérletet a műtétet követő 10. napon kezdtem, amikor a takarmányfogyasztás már az állatok korának és testtömegének megfelelő volt. Az állatokat gyógyulásig szalmás mélyalmon, ezt követően rácspadozatos egyedi ketrechen helyeztem el, amely lehetőséget adott a takarmányfogyasztás és az ürülék mennyiségének pontos megállapítására. A ketrechez és az etetett takarmányhoz 7 napos előtetési szakaszban szoktattam az állatokat. Ezt 4 napos kísérleti szakasz követte. Az ürüléket a gyűjtőtálcákról a kísérleti szakasz során két alkalommal, a második és a negyedik napon szedtem le és szállítottam a laboratóriumba. A

laboratóriumba kerülő mintákból az elhullatott tollakat gondosan eltávolítottam. Azért, hogy az állatok testtömegének növekedése ne befolyásolja a kísérleti eredményeket, nem szakaszos, hanem csoportos kísérletet végeztem.

A vakbél eltávolításának az endogén nitrogén ürítésre gyakorolt hatását N-mentes takarmány kényszeretetésével vizsgáltam. A kísérlet 3 ismétlésben, ismétlésenként 6-6 db kontroll, illetve műtött csirkével, azaz összesen 18-18 állattal folyt. A kényszeretetéshez 0,5 cm átmérőjű gumicsövet használtam, melynek a végére egy műanyag tölcserít erősítettem. Az etetés előtt a keményítő alapú takarmányt 1:2 arányban vízzel hígítottam, majd homogenizáltam. A gumicsövet az állat nyelőcsövén keresztül vezettem le a begybe és ezen keresztül juttattam be a vízzel hígított takarmányt közvetlenül a begybe. A napi 100 g-os takarmányadagot úgy osztottam fel, hogy a reggeli etetéskor 60 g-ot, a délutáni etetéskor pedig 40 g-ot etettem az állatokkal az előbb leírt módszer szerint. A kísérlet során etetett nitrogénmentes takarmánykeverék kukoricakeményítóből, továbbá ásványi anyag kiegészítőkből és mikroelem-, illetve vitaminpremixből állt, amit a rostellátás érdekében árpaszalmából készített szalmaliszttel egészítettem ki.

Az 1. táblázat adataiból megállapítható, hogy a fehérjementes takarmányadag egy kevés nitrogént is tartalmazott, ami egyrészt azzal magyarázható, hogy az etetett élelmiszer minőségű keményítőben volt egy minimális mennyiségű (4,1 g/kg keményítő) fehérje. Ezen túlmenően tartalmazott fehérjét az a keményítőhöz adagolt 4,7 % árpaszalma liszt is,

amit azért kevertem a takarmányhoz, hogy biztosítsam az állatok számára az emésztőtraktus normális működéséhez szükséges minimális mennyiségű nyersrostot. A N-mentes takarmány fehérjéjének emészthetőségét nullának vettem az endogén N ürítés számításakor. Ezt az tette lehetővé, hogy a N-mentes takarmány fehérjéjét sósavas-pepszinnel végzett *in vitro* emésztési kísérletben gyakorlatilag emészthetetlennek (0,31 % fehérje emészthetőség) találtuk.

A kísérletekben etetett takarmánykeverékek ME tartalmát a WPSA által kidolgozott és hazánkban is bevezetett összefüggések (*Vincze, 2000*) segítségével számítottam ki.

3.2.1.1.2. Az endogén nitrogén ürítés meghatározása regressziós módszerrel

A kísérleteket 35 napos, 1400-1500 g súlyú Ross húshibrid kakasokkal végeztem. A kísérleti csoport kakasainak vakbelét a kísérletet megelőzően az előző, 3.2.1.1.1. fejezetben leírt műtéti eljárással távolítottuk el. A kísérletet ebben az esetben is 10 nappal a műtét után kezdtem, amikor az állatoknak már kifogástalan volt a takarmányfogyasztása. A műtétet követően szalmás mélyalmon, a kísérlet során pedig rácspadozatos egyedi ketrecekben helyeztem el az állatokat, melyben a korábbiakban említettek szerint lehetőség volt az elfogyasztott takarmány és az ürülék mennyiségének pontos megállapítására. A ketrechez és az etetett takarmányhoz 7 napos előetelési szakasz során szoktattam az állatokat, melyet ebben a kísérletben is egy 4 napos kísérleti szakasz követett. A

kísérleti szakasz során kétnaponta szedtem le a gyűjtőtálcákról a vizsgálatokhoz szükséges ürüléket. Az állatok a takarmányt ad libitum fogyasztották.

Azért, hogy az állatok testtömegének növekedése ne befolyásolja az eredményeket, ebben az esetben is a csoportos kísérleti módszert választottam. A kísérletet két különböző nyersfehérje-tartalmú takarmánnyal (17 és 20 %) végeztem, majd egyszer megismételtem. A két kontroll, illetve két kísérleti csoport 4-4 intakt, illetve vakbélírtott állatból állt, így a kísérlet összesen 32 állattal folyt le. Az etetett takarmánykeverékek nulla N-visszatartásra korrigált, látszólagos ME-tartalmát a WPSA által kidolgozott összefüggések (*Vincze, 2000*) segítségével számítottam ki.

3.2.1.2. A látszólagos és tényleges fehérje emészthetőség megállapítása vakbélírtott állatokkal

A kísérleteket 35 napos, 1400-1600 g testtömegű Ross húshibrid kontroll, illetve vakbélírtott kakasokkal végeztem. A műtétet a 3.2.1.1.1. fejezetben leírtak szerint folytattuk le ebben az esetben is. A kísérlet körülményei (az állatok elhelyezése, az előetelési és a kísérleti szakasz hossza, az ürülék gyűjtésének módja, a takarmány energiaértékének kiszámítási módja) azonosak voltak az előző fejezetben leírtakkal. A kísérlet módszere ez alkalommal is a csoportos módszer volt.

A kísérlet során azt vizsgáltam, hogy a caeectomizáció milyen hatást gyakorol a brojlerek nitrogénforgalmára, valamint a fehérje látszólagos és

tényleges emészthetőségére. A kísérletet 6-6 mütött, illetve intakt (kontroll) állattal háromszori ismétlésben végeztem, azaz a kísérlet 36 állattal került lefolytatásra. Az állatok ad libitum fogyaszthatták a takarmányt.

3.2.1.3. Fontosabb baromfitakarmányok látszólagos és tényleges lizin, metionin, cisztin és treonin emészthetőségének megállapítása vakbélírtott állatokkal

A kísérletet 35 napos, 1400-1600 g súlyú Ross húshibrid kakasokkal végeztem. A mütétet, az állatok elhelyezését, az előtetési és kísérleti szakasz hosszát, az ürülék gyűjtésének módját illetően csak utalok a 3.2.1.1.1. fejezetben leírtakra.

A kísérletet 6-6 mütött, illetve intakt (kontroll) állattal végeztem. Azért, hogy az állatok esetleg eltérő takarmányfogyasztása ne okozzon gondot az értékelés során, kényszerítettem őket a 3.2.1.1.1. számú fejezetben leírt módon.

A kísérlet során kukorica, búza, extrahált szója, illetve halliszt alapú takarmányokat ettettem. A takarmánykeverékek összeállítása során arra törekedtem, hogy a napi fehérje bevitel az extrahált szójadara és a halliszt etetésekor napi 23 g, tehát az állatok szükségletének megfelelő legyen, míg a kukorica és a búza esetében az elérhető legnagyobb fehérje felvétel biztosítása volt a cél, ami e két takarmány etetésekor napi 10-10 g fehérje volt. Az említett fehérje szinteket úgy alakítottam ki, hogy a vizsgált takarmányokhoz különböző mennyiségű kukoricakeményítőt adagoltam.

A takarmányok ezen kívül ásványi anyag kiegészítőket, továbbá mikroelem- és vitaminpremixet tartalmaztak. Az egyes takarmányokhoz 2 g/kg dózisban titándioxidot is kevertem. Ennek céljára a következő fejezetben térek ki.

3.2.1.4. Az ileális emészthetőség megállapítása post mortem módszerrel

A 3.2.1.3. fejezetben leírt kísérlet kontroll állataival a kísérletet követően a fehérje és az aminosavak ileális emészthetőségének megállapítása céljából post mortem vizsgálatot végeztem. A vizsgálat során a csirkék levágását követően felnyitottam a hasüreget és a csípőbélnek a vakbél beszájadzása előtti utolsó 10-15 cm-es szakaszából eltávolítottam a chimust. Ezt követően laboratóriumi vizsgálatokkal megállapítottuk a chimus minták nyersfehérje, aminosav és jelölőanyag (TiO_2) tartalmát. Ugyanis azért, hogy a chimus vizsgálati eredmények alapján a fehérje, illetve az aminosavak emésztési együtthatóit meg tudjam állapítani, az etetett takarmánykeverékekhez már az előző kísérletben 2 g/kg titándioxidot kevertem jelölőanyagként. A fehérje és az aminosavak emészthetőségét a következő összefüggéssel számítottam ki:

$$\text{Emésztési együttható} = \frac{IA_B - IA_T}{IA_B} * 100$$

ahol: IA_B = indikátor anyag : aminosav arány az ürülékben

IA_T = indikátor anyag : aminosav arány a takarmányban

3.2.1.5. Brojlerhízlalás tényleges aminosav emészthetőség alapján összeállított keveréktakarmánnyal

Annak megállapítására, hogy a tényleges emészthető metionin és lizin tartalom alapján összeállított indító-, nevelő- és befejezőtáppal milyen hízlalási eredmények érhetők el a bruttó aminosav tartalom alapján programozott tápokhoz képest, üzemi pecsenyecsirke hízlalási kísérletet állítottam be. A kísérletet szexált Ross húshibrid csirkékkel végeztem. A kísérletet 250 db csibét befogadó nagyságú fülkékre osztott nevelő-hízlaló kísérleti istállóban állítottam be. Az istálló mélyalmos technológiájú, az etetés és itatás önetetőkkel, illetve önitatókkal történik. A kísérlet összesen 1000 db csibével folyt, melyek közül 250 kakas és 250 jérce csibe a kontroll csoportot és ugyanennyi kakas és jérce csibe pedig a kísérleti csoportot alkotta. A kakas és jérce csirkék természetesen külön fülkékben kerültek elhelyezésre.

A kísérlet során etetett indító-, nevelő-, illetve befejezőtáp kukoricát, búzát, extrahált szójadarát, hallisztet, továbbá ásványi anyag és vitamin kiegészítőket, valamint ipari úton előállított metionint és lizint tartalmazott. A kísérleti és kontroll csoport takarmányai abban különböztek egymástól, hogy amíg a kísérleti csoport tápjainak lizin és metionin tartalmát az állatok tényleges emészthető lizin és metionin igényét, illetve a takarmányok tényleges emészthető lizin és metionin tartalmát figyelembe véve határoztuk meg, addig a kontroll csoport tápjainak lizin és metionin szintjét a takarmányok bruttó lizin és metionin tartalma és természetesen az állatok bruttó lizin és metionin szükséglete

alapján állítottuk be. A csibék tényleges emészthető lizin és metionin szükségletét a *Degussa (1997)* ajánlása alapján állapítottam meg.

A csibék 3 hetes korukig indítótápot, ezt követően 3 hétig nevelőtápot, majd a 7 hetes hizlalás utolsó hetében az egészségügyi várakozási időre való tekintettel gyógyszermentes befejezőtápot fogyasztottak.

A csibéket a kísérlet során két alkalommal, nevezetesen 21 napos korban - az indítótáp elfogyasztása után - és 49 napos korban - a kísérlet végén - egyedileg lemértük.

Ezt követően próbavágást végeztem, melynek során 5-5 kontroll kakast és jércét, illetve 5-5 kísérleti kakast és jércét vágunk le. A próbavágás előtt lemértem az állatok élősúlyát, majd mértem a konyhakész súlyukat, a mell, a combok, a szív, a zúza, a máj és a hasúri zsír súlyát, illetve laboratóriumi vizsgálattal a hasúri zsír zsírsav összetételét is megállapítottuk.

3.2.2. A kísérletek során felhasznált kémiai vizsgálati eljárások

A kísérletek során etetett takarmányok szárazanyag, nyersfehérje, emészthető nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost és nyershamu tartalmát a *Magyar Takarmánykódex (1990)* 2. kötetében ajánlott módszerekkel (5.1., 6.1., 6.3., 7.1., 8.1., 10.1., 10.3. és 11.6. fejezetek) állapítottuk meg. Az ürülék szárazanyag, valamint nyersfehérje tartalmát ugyancsak az említett módszerekkel vizsgáltuk.

Az ürülék húgysavtartalmát *Kristen és Poppe (1966)* foszforwolfrámsavas módszerével állapítottuk meg. A mintából a húgysavat litium-karbonáttal,

melegen történő extrahálással nyertük ki. A kinyert húgysav foszforwolfrámsavval kék színeződést ad, amit 615 nm-en fotometráltunk. A vizsgálathoz szükséges foszfor-18-wolfrámsavat oly módon állítottunk elő, hogy 50 g Na-wolframátot 40 ml 85 %-os ortofoszforsavval és 350 ml vízzel, visszafolyós hűtővel ellátott lombikban 4 órán keresztül főztünk.

Az ürülék ammóniatartalmát NH_3 -érzékeny elektróddal (Radelkisz OP 242-2 típusú berendezéssel) határoztuk meg. A mintaelőkészítés során 10 g mintából, desztillált vízzel 100 g-ra hígítva 10 %-os vizes oldatot készítettünk, majd 1 cm^3 10 normál NaOH-al felszabadítottuk az ammóniát.

Az etetett takarmányok, illetve az ürülék és a chimus aminosav tartalmát oszlopkromatográfiás úton, Aminochrom-II. típusú aminosav analizátorral vizsgáltuk. Az oszloptöltet Kemochrom-9 gyanta volt. A minta hidrolízisét 6 molos HCl-al MLS-1200 típusú mikrohullámú berendezéssel végeztük.

A chimus titándioxid (TiO_2) tartalmát *Brandt és Allam (1987)* által javasolt módszerrel határoztuk meg.

A vakbélben szintetizálódó mikrobafehérje mennyiséget az ürülék DAPA tartalma alapján állapítottam meg. Ehhez a *Csapó és mtsai (1991)* által kidolgozott DAPA meghatározási eljárást használtam fel.

A hasúri zsír zsírsav összetételét Chrom-5 típusú gázkromatográfjal határoztuk meg. A kolona töltet Supelco SP2330 gyanta volt.

3.3. Kísérleti eredmények és azok megbeszélése

3.3.1. Pecsenyecsibék endogén fehérje ürítésének meghatározása

A baromfitakarmányok emészthetőségével kapcsolatos irodalom tanulmányozása során megállapítható, hogy a kutatók egy része a takarmányok fehérjeértékének, a fehérje és az aminosavak emészthetőségének jellemzésére a tényleges emészthetőséget a látszólagos emészthetőségnél jobb, pontosabb paraméternek tekinti. Ezért kísérleteim egyik célkitűzése a legfontosabb baromfitakarmányok ténylegesen emészthető lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának megállapítása volt. Ahhoz, hogy ezt elvégezhessem, először a pecsenyecsibék endogén nitrogén és endogén aminosav ürítését volt szükséges megállapítani.

Az irodalom áttekintése során arról is meggyőződtem, hogy az endogén fehérje, illetve aminosav ürítés mértéke jelentősen függ attól, hogy azt milyen módszerrel állapítják meg, ezért ezzel kapcsolatos kísérleteimet többféle módszerrel (fehérjementes takarmány etetése, regressziós módszer, post mortem eljárás) is elvégeztem.

Irodalmi tanulmányaim során az is egyértelművé vált, hogy a vakbélben zajló mikrobás fermentációnak a baromfi nitrogénforgalmára, az emésztési együtthatókra gyakorolt hatása tekintetében megoszlik a kutatók véleménye, ezért kísérleteimet intakt és vakbélírtott állatokkal egyaránt végeztem.

3.3.1.1. Az endogén nitrogén ürítés meghatározása nitrogénmentes takarmány etetésével

Ezzel kapcsolatos kísérleteimet a 3.2.1.1.1. fejezetben leírt metodika szerint végeztem el. A kísérletekben etetett nitrogénmentes takarmány összetétele és táplálóanyag tartalma az 1. táblázatban található.

1. táblázat

A nitrogénmentes takarmány összetétele és táplálóanyag tartalma

Takarmány, illetve táplálóanyag		
Kukoricakeményítő	%	91,00
Árpszalma	%	4,70
Takarmánymész	%	0,70
MCP	%	2,70
Só	%	0,40
Vitamin és mikroelem premix	%	0,50
Összesen	%	100,00
Száranyag	g/kg	877,25
Nyersfehérje	g/kg	5,28
Nyerszsír	g/kg	3,33
Nyersrost	g/kg	17,62
Nyershamu	g/kg	37,92
N-mentes kivonat	g/kg	813,10
ME	MJ/kg	13,33
Ca	g/kg	7,49
P	g/kg	6,24

Amint az a táblázat adatai alapján is megállapítható, a takarmánykeverék a kukoricakeményítő és az árpszalma fehérjetartalmából következően

tartalmazott egy minimális mennyiségű nitrogént, amit azonban - amint az a 3.2.1.1.1. fejezetben már említésre került - sem az endogén nitrogén, sem pedig a fehérje emészthetőségének megállapításakor nem vettem figyelembe, hiszen a keverék fehérjéjét egy in vitro kísérletben gyakorlatilag emészthetetlennek találtam (sósav-pepszines emészthetősége mindössze 0,31 % volt).

A nitrogénmentes takarmánnyal végzett N-forgalmi kísérlet eredményeit a 2. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat

**A caeectomizáció hatása a brojlerek N-forgalmára
N-mentes takarmány etetéskor**

Paraméter		Kontroll	Caeectomizált
		csoport	
N-felvétel	g/nap	0,118	0,118
Ürülékben:			
Összes N	g/nap	0,387±0,071	0,441±0,096*
Húgsav N	g/nap	0,058±0,030	0,098±0,053***
Ammónia N	g/nap	0,047±0,018	0,034±0,023*
Vizelet N	g/nap	0,131±0,040	0,165±0,078*
Bélsár N	g/nap	0,256±0,050	0,276±0,099
Emészthetetlen N	g/nap	0,118	0,118
Endogén N	g/nap	0,138±0,050	0,158±0,072
Összes endogén N	g/nap	0,269±0,054	0,323±0,041***

A kontroll csoporthoz viszonyítva

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy eredményeim az endogén nitrogén ürítés mértékét illetően is jó egyezőséget mutatnak az irodalomban fellelhető adatokkal. *Gebhardt (1981)* egyenletével (endogén

nitrogén, mg = $230 \times \text{testtömeg}^{0,75}$) számolva kísérletemben az endogén nitrogén ürítés 0,311 g/nap, míg a ténylegesen mért ürítés az intakt állatoknál 0,269 g/nap volt.

A bélsárral ürülő endogén nitrogén mennyisége, amely az endogén aminosav ürítéssel hasonlítható össze, ugyancsak beleesik az irodalomban található eredmények intervallumába. Így *Dublecz és mtsai (1998)* nitrogénmentes takarmány etetésekor 1 g szárazanyag fogyasztásra vonatkozóan 8,64 mg endogén aminosav ürítést mértek. *Pérez és mtsai (1993)* ugyancsak nitrogénmentes takarmányt etetve 312,1 mg-nak találták az endogén aminosav ürítést, ami kísérletükben 1 g szárazanyag fogyasztásra vonatkozóan 7,8 mg endogén ürítésnek felel meg. *Green és mtsai (1987a,b)*, valamint *Green és Kiener (1989)* korábbiakban említett kísérletében az 1 g szárazanyag fogyasztásra jutó endogén aminosav ürítés nitrogénmentes takarmány etetésekor intakt kakasok esetében 7,3, illetve 10,2 mg, míg caeectomizált kakasoknál 8,3, valamint 10,9 mg volt. Saját vizsgálataimban az intakt kakasoknál 6,84 mg-nak, a vakbélírtott állatoknál pedig 7,84 mg-nak mértem az 1 g szárazanyagra jutó endogén fehérje mennyiségét. Az egyezés az említett irodalmi adatokkal jónak értékelhető.

A kísérlet keretében azt is vizsgáltam, hogy a caeectomizálás milyen hatással van az endogén nitrogén veszteség alakulására. Ezt azért tartottam szükségesnek tanulmányozni, mert azokat a kísérleteknek a nagy részét, amelyekben a vakbélben zajló mikrobás fermentációnak a fehérje emésztési együtthatókra gyakorolt hatását vizsgálták, vakbélírtott állatokkal végezték. Ugyanakkor - amint arról a bevezetésben már

szóltam - az irodalomban több olyan kísérleti eredmény is található, amelyek szerint a különböző műtéti eljárások megnövelik az endogén nitrogén veszteséget. Más szerzők viszont nem tudtak ilyen hatást kimutatni.

A caeectomizáció hatásával kapcsolatos kísérleti eredményeim ugyancsak a 2. táblázatban találhatóak. Ezek alapján megállapítható, hogy a vakbélírtott állatok nitrogénmentes takarmány etetésekor több nitrogént ürítettek, ami azt jelenti, hogy a vakbélírtás megnövelte az állatok endogén nitrogén veszteségét. Az intakt állatokhoz mért növekmény 0,054 g/nap (relatív 13,9 %), mely különbséget 5 %-os szinten szignifikánsnak találtam a biometriai analízis során. Hasonló eredményekről számolnak be *Green és mtsai (1987a,b)*, valamint *Green és Kiener (1989)* is, akik a nitrogénmentes takarmányon tartott caeectomizált kakasok endogén aminosav ürítését 12,9, illetve 7,4 %-kal találták nagyobbak intakt társaikénál. Ennél nagyobb (25,8 %) különbséget mértek a colostomizált és az intakt állatok endogén aminosav ürítése között *Bragg és mtsai (1969)*. Az eredmények értékelésekor azonban arra is tekintettel kell lenni, hogy milyen módszerrel (éheztetett állatokkal, nitrogénmentes takarmányadag etetésével, regressziós módszerrel) állapították meg az endogén nitrogén, illetve endogén aminosav ürítést (*Bielorai és Iosif, 1987, Siriwan és mtsai, 1993, Dublicz és mtsai, 1996, 1998*). Az a következtetés azonban mindenképpen levonható az ismert irodalmi megállapítások, valamint saját vizsgálati eredményeim alapján, hogy a vakbélírtás megnöveli az endogén nitrogén veszteséget, mely hatást mindazokban a kísérletekben, amelyekben

caeectomizált állatokkal állapítják meg valamely takarmány fehérjéjének a valódi emészthetőségét, figyelembe célszerű venni.

3.3.1.2. Az endogén nitrogén ürítés megállapítása regressziós módszerrel

Egy következő kísérletben a regressziós módszerrel vizsgáltam a brojlercsibék endogén nitrogén ürítését.

3. táblázat

A regressziós kísérlet során etetett takarmányok összetétele és táplálóanyag tartalma

Takarmány, illetve táplálóanyag		17 %	20 %
		fehérjetartalmú takarmány	
Kukorica	%	54,15	42,43
Búza	%	10,00	10,00
Extrahált szója	%	21,00	31,27
Perfett 40	%	9,76	12,06
Takarmánymész	%	1,54	1,52
MCP	%	2,22	1,52
Só	%	0,40	0,40
DL-metionin	%	0,29	0,30
Lizin	%	0,14	-
Vitamin és mikroelem premix	%	0,50	0,50
Összesen	%	100,00	100,00
Szárazanyag	g/kg	891,35	896,45
Nyersfehérje	g/kg	169,49	206,15
Nyerszsír	g/kg	60,00	68,05
Nyersrost	g/kg	32,50	41,85
Nyershamu	g/kg	57,50	61,90
N-mentes kivonat	g/kg	571,86	518,50
ME	MJ/kg	13,11	13,06
Lizin	g/kg	9,80	11,26
Metionin	g/kg	5,41	6,17
Cisztin	g/kg	2,91	3,44
Ca	g/kg	9,83	8,71
P	g/kg	7,72	6,32

Az ennek során etetett takarmánykeverékek összetétele és táplálóanyag tartalma a 3. táblázatban található.

Mint az adatokból látható, a kísérlet során két különböző fehérjetartalmú, egy 17 és egy 20 % nyersfehérje-tartalmú keveréket etettem, melyekben az eltérő nyersfehérje-tartalmat az extrahált szójadara részarányának változtatásával alakítottam ki.

4. táblázat

Brojlerszibék N-forgalmának alakulása eltérő fehérjetartalmú takarmányok etetésekor

Paraméter		Kontroll	Caectomizált
		csoport	
17 % fehérjetartalmú takarmány etetésekor			
N-felvétel	g/nap	4,900	4,830
N-ürítés az ürülékben			
Összes N	g/nap	1,907±0,258	2,158±0,340
Húgysav N	g/nap	0,638±0,139	0,640±0,145
Ammónia N	g/nap	0,269±0,099	0,340±0,036
Vizelet N	g/nap	1,133±0,162	1,225±0,203
Bélsár N	g/nap	0,774±0,133	0,933±0,466
20 % fehérjetartalmú takarmány etetésekor			
N-felvétel	g/nap	5,940	5,640
N-ürítés az ürülékben			
Összes N	g/nap	2,151±0,471	2,664±0,413
Húgysav N	g/nap	0,720±0,267	1,006±0,110*
Ammónia N	g/nap	0,324±0,140	0,440±0,085
Vizelet N	g/nap	1,305±0,266	1,808±0,162
Bélsár N	g/nap	0,846±0,256	0,856±0,316

A kontroll csoporthoz viszonyítva

*p < 0,05

*p < 0,01

A két eltérő fehérjetartalmú takarmánnyal végzett N-forgalmi kísérlet eredményeit a 4. táblázatban foglaltam össze.

A regressziós összefüggések számításába a nitrogénmentes takarmánnyal végzett kísérlet eredményeit is bevontam. Ezzel az volt a célom, hogy növeljem a megállapított regressziós összefüggések megbízhatóságát. A számítások során a 4. táblázatban található vizelet és bélsár nitrogén ürítési adatok, továbbá a nitrogénmentes takarmány etetésekor mért vizelet és bélsár nitrogén ürítési eredmények (2. táblázat) alapján regresszió analízissel vizsgáltam a takarmány fehérjetartalma, valamint a vizelettel, illetve a bélsárral ürített nitrogén mennyisége közötti összefüggést. A kísérleti eredmények azt valószínűsítették, hogy a takarmány fehérje tartalma, valamint az ürülék nitrogén tartalma között a vizsgált fehérjetartományban (0-20 %) lineáris összefüggés áll fenn, ezért a regresszió analízist lineáris függvény illesztésével végeztem el. Feltevésemet igazolta, hogy a kapott összefüggések szignifikánsnak bizonyultak. A regresszió analízis során az alábbi összefüggéseket állapítottam meg:

	Intakt	Vakbélírtott
		állatok
Vizelet	$y=0,0556x+0,1493$ $R=0,933$	$y=0,0727x+0,1859$ $R=0,9364$
Bélsár	$y=0,0319x+0,2615$ $R=0,8400$	$y=0,00328x+0,2814$ $R=0,5732$

y = a vizelet, illetve a bélsár N-tartalma, g
 x = a takarmány nyersfehérje tartalma, %

A vizeletben és a bélsárban ürülő endogén nitrogén mennyiség úgy számítható ki a fenti összefüggések segítségével, hogy azokat nulla fehérje fogyasztásra extrapoláljuk. Ezt elvégezve a következő endogén nitrogén mennyiségeket kaptam:

	Intakt	Caecectomizált állatok
Vizelet, g/nap	0,1493	0,1859
Bélsár, g/nap	0,2605	0,2814
Összesen, g/nap	0,4098	0,4673

Amennyiben ezeket az adatokat a fehérjementes takarmány etetésekor megállapított endogén nitrogén ürítéssel összehasonlítjuk megállapítható, hogy a regressziós módszerrel átlagosan (intakt és caecectomizált állatok együtt) 48,5 %-kal nagyobb endogén N ürítést mértem. Az összes endogén N ürítésen belül elsősorban a bélsár endogén N tartalma növekedett meg jelentősen. Amíg ugyanis a vizelettel ürített endogén nitrogén mennyisége a regressziós módszer esetében átlagosan csak 13,2 %-kal volt nagyobb, mint amikor az állatok fehérjementes takarmányt fogyasztottak, addig a bélsárban ürített endogén nitrogén 83,1 %-kal volt több a regressziós kísérletben, mint a fehérjementes takarmánnyal végzett kísérlet esetében. Ez azt igazolja, hogy az endogén N veszteség nagyobb részét a takarmányt fogyasztó állatoknál az emésztőnedvek, a bélnyálkahártya eróziójából származó, továbbá a mikrobiális eredetű fehérje aminosavai teszik ki.

Eredményeim több szerző megállapításaival is egyeznek. Így *Dublecz és mtsai (1998)* ugyancsak arra a megállapításra jutottak, hogy a regressziós módszerrel kapott endogén N ürítés nagyobb, mint amikor azt fehérjementes takarmány etetésekor határozzuk meg. Egyeznek eredményeim *Krawielitzki és Bock (1976)*, (*cit. Terpstra, 1979*) véleményével is, akik szerint a vizelet és a bélsár endogén N-tartalma az etetett fehérje mennyiségétől is függ. Ugyanezen a véleményen van *Vincze (1999)* is. Itt jegyzem meg, hogy kísérletemben a regressziós módszer esetében mért nagyobb endogén N ürítés nemcsak a takarmány nagyobb fehérjetartalmával indokolható, hanem szerepe van a megnövekedett ürítésben annak is, hogy a regressziós kísérletben naponta átlagosan 39,3 g-mal nagyobb volt a csibék takarmányfogyasztása, mint a fehérjementes takarmány kényszeretetésekor.

A fehérjementes takarmánnyal végzett kísérlethez hasonlóan a regressziós kísérlet eredményei is azt támasztották alá, hogy a vakbélirtás növeli az endogén nitrogén veszteséget. A növekedés mértéke relatíve 14,0 %, ami valamivel kisebb a fehérjementes takarmány etetésekor mért 20,0 %-os növekedésnél. Amint arra már a bevezetésben, valamint a fehérjementes takarmánnyal kapott kísérleti eredményeim értékelésekor is kitértem, az irodalomban számos olyan vélemény található, amelyek szerint - kísérleti eredményeimmel egyezően - a műtéti beavatkozások növelik a baromfi endogén nitrogén veszteségét.

3.3.2. Pecsenyecsibék endogén aminosav ürítésének megállapítása

A baromfifajok számára készülő keveréktakarmányok összeállításakor a komponensek nyersfehérje-tartalma mellett a leggyakrabban limitáló aminosavak mennyiségét is figyelembe vesszük, ezért kísérleteim során az endogén fehérje ürítés mellett az endogén lizin, metionin, cisztin és treonin veszteséget is megállapítottam, hiszen ezek nélkül nem tudtam volna az említett aminosavak tényleges emészthetőségét meghatározni.

Az endogén aminosav ürítést fehérjementes takarmány etetésével állapítottam meg. A fehérjementes takarmány összetétele és táplálóanyag tartalma azonos az 1. táblázatban szereplő takarmányéval. Ezeket a vizsgálatokat is intakt és caeectomizált állatokkal egyaránt elvégeztem. A kísérleti metodikával kapcsolatos adatok a 3.2.1.1.1. fejezetben találhatóak meg.

A vizsgált aminosavak endogén ürülésére vonatkozó adatokat az 5. táblázatban foglaltam össze.

Az endogén aminosav ürítéssel kapcsolatos irodalmat áttekintve megállapítható, hogy a napi endogén aminosav ürítésre vonatkozó irodalmi adatokban viszonylag nagy szórás figyelhető meg. Ez arra vezethető vissza, hogy az endogén aminosav ürítés mértékét több tényező is befolyásolja. Erről dolgozatom bevezetőjében már szóltam. Az endogén ürítés nagyságát leginkább meghatározó tényezők egyike a takarmányadag nagysága (*Farrell, 1978, McNab és Fischer, 1981, Dublecz és mtsai, 1998, Vincze, 1999*), ezért amennyiben az endogén aminosav ürítést egységnyi szárazanyag, vagy légszáraz

takarmányfogyasztásra vonatkozóan is kiszámítjuk, az adatok szórása jelentős mértékben csökkent.

5. táblázat

Ross 308 húshibrid csibék endogén aminosav ürítése

Aminosav	Endogén aminosav ürítés			
	Intakt állatok		Vakbélirtott állatok	
	mg/nap	mg/g sza.	mg/nap	mg/g sza.
Lizin	58,28±11,44	0,664	60,41±11,75	0,689
Metionin	20,61±4,66	0,235	21,83±7,73	0,249
Cisztin	21,64±9,39	0,247	27,72±4,24	0,316
Treonin	55,15±12,57	0,629	57,28±32,65	0,653

Amennyiben az 1 g szárazanyag-fogyasztásra vetített adataimat más szerzők eredményeihez viszonyítom megállapítható, hogy eredményeim belesznek abba a tartományba, melyben az irodalmi adatok elhelyezkednek. Így pl. *Dublecz és mtsai (1998)* fehérjementes takarmány etetésekor 1 g szárazanyag-fogyasztásra vonatkozóan 0,49 mg lizin, 0,14 mg metionin, 0,38 mg cisztin és 0,63 mg treonin endogén ürítést mértek. *Green és mtsai (1987a,b)* a lizin, a metionin, a cisztin, valamint a treonin esetében, intakt állatokkal végzett kísérletben a fenti sorrendben 0,45 mg, 0,10 mg, 0,23 mg, illetve 0,40 mg endogén aminosav ürítést állapítottak meg 1 g légszáraz takarmányra vonatkozóan. Egy későbbi kísérletükben *Green és Kiener (1989)* az 1 g légszáraz fehérjementes takarmányra jutó

endogén ürítést a következőnek találták: lizin 1,02 mg, metionin 0,22 mg, ciszтин 0,65 mg, treonin 1,05 mg.

Az 5. táblázat adatai alapján az is megállapítható, hogy a vakbélírtott állatok több aminosavat ürítettek, mint intakt társaik. Ez is egyezik más szerzők megállapításaival. *Green és mtsai (1987a,b)* kísérletében a caeectomizált állatok 17 aminosav átlagában 12,9 %-kal több endogén aminosavat ürítettek, mint az intakt állatok. *Green és Kiener (1989)* kísérleteiben a vakbélírtott állatok esetében, ugyancsak 17 aminosav átlagában 7,4 %-kal volt nagyobb az aminosav ürítés, míg *Bragg és mtsai (1969)* 25,8 %-kal mértek nagyobb endogén aminosav ürítést a colostomizált állatoknál az intakt állatokhoz képest. A vakbélírtott állatok nagyobb endogén ürítése elsősorban a vakbélben zajló mikrobás folyamatokra vezethető vissza, de kisebb mértékben szerepet játszik a nagyobb ürítésben az is, hogy a műtéti eljárások növelik az endogén ürítést (*Bragg és mtsai, 1969, Kessler és mtsai, 1981, Yamazaki, 1983, Parsons, 1984b, 1985, McNab, 1990, Karasawa és Maeda, 1992*).

3.3.3. A fehérje látszólagos és tényleges emészthetőségének megállapítása vakbélírtott brojlerekkel

A baromfitakarmányozással foglalkozó irodalomban nagyon sok olyan publikáció található, amelyek a baromfifajok emésztésével, a baromfitakarmányok táplálóanyagainak emészthetőségével kapcsolatos kísérletek eredményeiről számolnak be. Az igen tekintélyes számú irodalom ellenére néhány alapvető kérdésben napjainkban sincs

kikristályosodott, egységes álláspont. Ilyen a vakbélben zajló mikrobás fermentációnak a fehérje emésztési együtthatókra gyakorolt hatása.

Azzal valamennyi kutató egyetért, hogy a bélsárral ürülő nitrogén mennyiségét és ezzel a fehérje emésztési együtthatóját a vakbélben és a remesében zajló mikrobás fermentáció is befolyásolja, abban azonban igen megoszlik a vélemény, hogy ez a hatás milyen mértékű. Számos kísérlet eredménye arra utal, hogy a vakbélben folyó mikrobás fermentáció jelentős hatást gyakorol a fehérje emésztési együtthatójára, míg más kísérletek eredményei alapján a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy a vakbél és a remese baktériumflórája nem gyakorol lényeges befolyást a baromfi N-forgalmára.

Mindebből kiindulva, azzal a céllal, hogy további adatokkal járuljak hozzá a vakbélben folyó mikrobás fermentáció hatásainak tisztázásához, emésztési és N-forgalmi vizsgálatokat végeztem intakt és vakbélírtott brojlerekkel. A kísérlettel kapcsolatos metodikai kérdések a dolgozat 3.2.1.2. fejezetében találhatók meg.

A kísérletek során a csibék az alábbi összetételű és táplálóanyag tartalmú takarmányt fogyasztották:

Kukoricadara	63,30 %
Extrahált szójadara	27,00 %
Perfett 40	6,00 %
Takarmánymész	1,35 %
MCP	1,35 %
Só	0,35 %
DL-metionin	0,15 %

Vitamin és mikroelem premix	0,50 %
Összesen	100,00 %
Szárazanyag	898,76 g/kg
Nyersfehérje	192,70 g/kg
Nyerszsír	44,68 g/kg
Nyersrost	43,57 g/kg
Nyershamu	55,91 g/kg
N-mentes kivonat	561,90 g/kg
ME	12,91 MJ/kg
Lizin	10,03 g/kg
Metionin	4,22 g/kg
Cisztin	3,02 g/kg
Ca	7,74 g/kg
P	6,04 g/kg

Az emésztési és N-forgalmi kísérlet eredményei a 6. táblázatban találhatóak.

A táblázat eredményei alapján megállapítható, hogy a vakbélírtott állatok szignifikánsan több nitrogént ürítettek ki, mint a kontroll kakasok. Ennek magyarázatául több indok is felhozható. Oka lehet a nagyobb ürítésnek, hogy a középbelben emészthetetlennek bizonyuló fehérje, valamint az endogén fehérje aminosavait a vakbél mikroflórája lebontja és az ennek kapcsán keletkező NH_3 egy része nem a mikrobafehérje szintézis céljára használdik fel, hanem felszívódik a vakbélből. Minthogy a vakbélírtott állatoknál ezek a lebontó folyamatok kiesnek, több fehérje ürül ki, ami rontja a fehérje látszólagos emészthetőségét. A caeectomizált állatok esetében talált kisebb fehérje-, illetve aminosav emészthetőséget más

szerzők is elsősorban erre vezetik vissza (*Payne és mtsai, 1968, Raharjo és Farrell, 1984 a,b, Johns és mtsai, 1986 a,b, Green és mtsai, 1987b, Parsons, 1984b*).

6. táblázat

**A caeectomizáció hatása a brojlerek N-forgalmára
és a fehérje látszólagos emészthetőségére**

Paraméter		Kontroll	Caeectomizált
		csoport	
N-felvétel	g/nap	5,48	5,40
Ürülékben:			
Összes N	g/nap	2,15±0,62	2,70±0,63***
Húgysav N	g/nap	0,79±0,30	1,00±0,39**
Ammónia N	g/nap	0,18±0,07	0,21±0,10
Vizelet N	g/nap	1,21±0,41	1,51±0,50**
Bélsár N	g/nap	0,94±0,31	1,19±0,45**
Nyersfehérje látszólagos emészthetősége	%	82,85±5,62	77,96±8,54**

A kontroll csoporthoz viszonyítva

** p<0,01 *** p<0,001

Oka lehet a műtött állatok nagyobb N-ürítésének az is, hogy ezeknek az állatoknak megnő az endogén N-ürítése. Ezt a lehetőséget a N-mentes takarmánnyal végzett és a későbbiekben tárgyalásra kerülő saját kísérleteim is igazolják. Az irodalomban több olyan kísérleti eredmény ismert, mely szerint nemcsak a caeectomizáció, hanem más műtéti

eljárások (colon-, vagy ileocekális fisztula beültetése) is megnövelik az állatok endogén N ürítését (*Bragg és mtsai, 1969, Yamazaki és mtsai, 1977, Kessler és mtsai, 1981, Yamazaki, 1983, Parsons, 1984b, 1985, McNab, 1990, Karasawa és Maeda, 1992*).

Felhozható a caeectomizált állatok nagyobb N ürítésének okául az is, hogy a vakbél eltávolítása következtében ezeknél az állatoknál az ürülékkel távozik el az a karbamid, valamint húgysav mennyiség is, amely az intakt állatok esetében a végbél antiperisztaltikus mozgása következtében a kloákából a vakbélbe jut és ott a mikrobaműködés eredményeként lebomlik, miközben az ennek során keletkező NH₃ egy része a vakbélből felszívódik. Erre a lehetőségre több irodalom is felhívja a figyelmet (*Karasawa és mtsai, 1988, Karasawa és Maeda, 1994, Karasawa és mtsai, 1997, Karasawa, 1999*).

Tekintettel arra, hogy kísérleti munkám során fehérjementes takarmány etetésével meghatároztam Ross 308 brojlerok endogén fehérje ürítését, lehetőség nyílt arra, hogy az etetett takarmánykeverék fehérjéjének tényleges emészthetőségét is megállapítsam. Ezeket az eredményeket a 7. táblázatban foglaltam össze. A számítást kétféle módon végeztem el, nevezetesen a caeectomizált állatok esetében úgy is kiszámítottam a fehérje valódi emészthetőségét, hogy az ürülékkel eltávozó fehérje mennyiségét az intakt állatok endogén nitrogén ürítésével korrigáltam. Ilyen módon ugyanis a műtétnek az endogén nitrogén ürítést növelő hatása kiszűrhető.

A 7. táblázat adatai arra utalnak, hogy a vakbélben zajló mikrobás folyamatok olyan mértékben csökkentik az ürülékkel távozó nitrogén

menyiségét, hogy az szignifikánsan mérsékeli a fehérje emészthetőségét. Kísérletemben a caeectomizált kakasokban a fehérje

7. táblázat

A caeectomizálás hatása a takarmány fehérjéjének valódi emészthetőségére brojlerekben

Fehérje emészthetőség		Kontroll	Caeectomizált
		csoport	
Látszólagos emészthetőség	%	82,85±5,62	77,96±8,54**
Valódi emészthetőség			
1. korrekcióval	%	87,75±5,62 ⁺⁺⁺	82,94±8,54 ^{** ++}
2. korrekcióval	%	-	83,94±8,53 ⁺⁺⁺

A kontroll csoporthoz viszonyítva

** p<0,01

A látszólagos emészthetőséghez viszonyítva

⁺⁺ p<0,01 ⁺⁺⁺ p<0,001

1. Intakt állatokon mért endogén nitrogénnel korrigálva
2. Caeectomizált állatokon mért endogén nitrogénnel korrigálva

látszólagos emészthetősége 4,89 %-kal (relatív 5,90 %-kal) kisebb volt, mint az intakt kakasok esetében. Eredményeim közel esnek *Hyoung-Ho Kim és mtsai (1996)* által megállapítottakhoz, akik perilla mag aminosavainak átlagos látszólagos emészthetőségét intakt állatokban 72,3 %-nak, míg caeectomizált állatok esetében 65,4 %-nak találták. *Green és Kiener (1989)* ugyancsak vakbélírtott állatokkal vizsgálta a vakbélben zajló mikrobás folyamatoknak a fehérje emészthetőségére gyakorolt

hatását. Intakt, illetve műtött állat sorrendben a következő átlagos látszólagos aminosav emészthetőségi értékeket állapították meg a vizsgált takarmányoknál: extrahált szójadara 85 és 83 %, extrahált napraforgódara I. 81 és 79 %, extrahált napraforgódara II. 86 és 82 %, húsliszt I. 60 és 54 %, húsliszt II. 75 és 67 %. A vizsgált takarmányok átlagában a caeectomizált állatokban az aminosavak látszólagos emészthetősége 4,4 %-kal (relatív 5,7 %-kal) volt kisebb az intakt állatok esetében mért emészthetőségnél.

Hasonlóképpen szignifikáns különbség áll fenn kísérletemben mind az intakt, mind a caeectomizált kakasok esetében a fehérje látszólagos és valódi emészthetősége között. Az intakt állatokban a fehérje tényleges emészthetősége 4,90 %-kal (relatív 5,91 %-kal) haladja meg a látszólagos emészthetőséget, amely különbséget már nemcsak a takarmányozási kísérletekben, hanem a gyakorlati takarmányozásban is célszerű tekintetbe venni. Tekintettel arra, hogy a vakbélírtás megnöveli az állatok endogén nitrogén ürítését, a caeectomizált állatok endogén nitrogén ürítésével végzett korrekció a valóságosnál kedvezőbb tényleges emészthetőséget eredményez. Ez a hatás kiszűrhető, ha a tényleges fehérje emészthetőség kiszámításakor a caeectomizált állatok nitrogén ürítését az intakt állatok endogén nitrogén ürítésével csökkentjük. Ennek megfelelően a kísérletemben etetett keverék tényleges fehérje emészthetősége 83,94 % helyett 82,94 %.

Az 8. táblázatban olyan kísérletek eredményeit foglaltam össze, amelyekben különböző takarmányok látszólagos és tényleges fehérje, illetve átlagos aminosav emészthetőségét állapították meg.

8. táblázat

**Takarmányok fehérjéjének, valamint aminosavainak
látszólagos és tényleges emészthetősége baromfiban**

Szerző, illetve takarmány	Kontroll	Vakbélírtott	Kontroll	Vakbélírtott
	Látszólagos		Tényleges	
	emészthetőség, %			
<i>Johns és mtsai (1986a)</i>				
Csontos húsliszt				
Aminosav (11 aminosav átlaga)			86,3	82,0
<i>Green és mtsai (1987a)</i>				
Kukorica				
Nyersfehérje	71,01		91,65	
Aminosav (17 aminosav átlaga)	65,23		90,27	
Búza				
Nyersfehérje	74,64		89,00	
Aminosav (17 aminosav átlaga)	69,11		88,24	
Árpa				
Nyersfehérje	68,10		83,94	
Aminosav (17 aminosav átlaga)	70,02		87,79	
<i>Parsons (1988)</i>				
Aminosav (3 aminosav átlaga)				
Toll-liszt			74,8	67,3
Húsliszt			87,5	83,0
Baromfi vágóhídi melléktermék			88,0	83,0
<i>Green és Kiener (1989)</i>				
Aminosav (17 aminosav átlaga)				
Extrahált szójadara	82,5	80,8	91,3	90,5
Extrahált napraforgódara I.	78,7	76,0	92,3	90,9
Extrahált napraforgódara II.	83,2	79,2	94,0	91,3
Húsliszt I.	58,7	53,5	67,7	61,6
Húsliszt II.	73,8	66,4	84,6	75,9
<i>Fuller és mtsai (1994)</i>				
Árpa				
Nyersfehérje	68,0	63,0	83,0	79,0
<i>Siriwan és mtsai (1993)</i>				
Keveréktakarmány (20% nyersfehérje)				
Aminosav (15 aminosav átlaga)	87,9		91,6	
<i>Hyoung-Ho Kim és mtsai (1996)</i>				
Perilla mag				
Aminosav (15 aminosav átlaga)	72,3	65,4	80,9	73,6
<i>Short és mtsai (1999)</i>				
Aminosav (7 aminosav átlaga)				
Kis fehérjetartalmú búza	67,0		70,9	
Nagy fehérjetartalmú búza	72,7		76,5	

Mint az eredményekből megállapítható, a kétféle emészthetőség közötti különbség takarmányonként változik, de a takarmány felesége mellett befolyást gyakorol a látszólagos és valódi fehérje emészthetőség közötti különbségre az is, hogy az endogén nitrogén ürítést milyen módszerrel állapították meg. A 8. táblázatban felsorolt kísérletekben a fehérje, illetve aminosav tényleges emészthetőség átlagosan 12 %-kal (relatíván 17 %-kal) volt nagyobb a látszólagos emészthetőségnél, ami azt a korábbi megállapításomat erősíti meg, hogy a pecsenyecsibék, valamint a tojótyúkocok fehérje, illetve aminosav ellátása a fehérje tényleges emészthetőségének használatával pontosabbá tehető.

3.3.4. Néhány takarmány látszólagos és tényleges aminosav emészthetőségének megállapítása intakt és vakbélírtott brojlerekkel

Azt követően, hogy a brojlerek endogén nitrogén, valamint endogén lizin, metionin, cisztin, illetve treonin ürítését megállapítottam, kísérletet állítottam be azzal a céllal, hogy a pecsenyecsibe tápokban leggyakrabban felhasznált takarmányok, a kukorica, a búza, az extrahált szójadara, továbbá a halliszt fehérjéjének, továbbá említett aminosavainak látszólagos és tényleges emészthetőségét meghatározzam. Ezekre az adatokra azért volt szükségem, hogy megvizsgáljam, milyen előnyökkel jár, ha a pecsenyecsibe hizlalás során etetett tápokban a komponensek bruttó aminosav tartalma helyett a ténylegesen emészthető aminosav tartalom alapján állítjuk össze.

9. táblázat

**A kísérletek során etetett takarmánykeverékek összetétele
és táplálóanyag tartalma**

Takarmány, illetve táplálóanyag		Takarmánykeverék			
		1.	2.	3.	4.
Kukoricakeményítő	%	-	11,40	46,60	67,10
Árpszalma	%	-	-	-	-
Kukorica	%	96,61	-	-	-
Búza	%	-	85,20	-	-
Extrahált szója	%	-	-	50,00	-
Halliszt	%	-	-	-	32,00
Takarmánymész	%	1,13	1,00	1,00	-
MCP	%	1,36	1,50	1,50	-
Só	%	0,40	0,40	0,40	0,40
Vitamin és mikroelem premix	%	0,50	0,50	0,50	0,50
Összesen	%	100,00	100,00	100,00	100,00
Száranyag	g/kg	886,75	865,05	872,20	876,35
Nyersfehérje	g/kg	95,69	100,93	205,20	267,56
Nyerszsír	g/kg	32,15	11,10	4,20	26,15
Nyersrost	g/kg	34,55	24,35	29,15	-
Nyershamu	g/kg	34,40	36,90	60,15	46,05
N-mentes kivonat	g/kg	689,96	691,77	573,50	536,59
ME	MJ/kg	13,36	12,29	10,88	13,61
Lizin	g/kg	3,09	2,46	15,75	13,54
Metionin	g/kg	1,83	1,30	2,79	6,43
Cisztin	g/kg	2,30	2,64	3,71	2,34
Treonin	g/kg				
Ca	g/kg	6,83	6,85	6,87	12,05
P	g/kg	5,91	6,00	5,84	8,21

A kísérlet során etetett takarmánykeverékek összetételére és táplálóanyag tartalmára vonatkozó adatok a 9. táblázatban találhatóak.

Mint látható, az etetett keverékek félszintetikusak voltak, azaz fehérjéhez csak a vizsgált takarmányokkal jutottak az állatok, míg energiaigényük egy részét keményítővel fedeztem.

Azért, hogy további adatokat nyerjek a vakbélben zajló mikrobás fermentációnak a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatójára gyakorolt hatását illetően, ezeket a kísérleteket is mind intakt, mind vakbélírtott állatokkal elvégeztem.

A négy vizsgált takarmány látszólagos és tényleges aminosav emésztési együtthatói a 10. táblázatban találhatóak. Ezek alapján megállapítható, hogy a látszólagos és a tényleges emésztési együtthatók valamennyi takarmány, illetve valamennyi aminosav esetében szignifikánsan különböznek egymástól. A két együttható közötti különbség elsősorban a kis fehérjetartalmú takarmányoknál jelentős (átlagosan 13-16 %). Nagyobb fehérjetartalmú takarmányok (extrahált szójadara, halliszt) esetében a különbség lényegesen kisebb (átlagosan 5-6 %), de még mindig szignifikáns. Eredményeim alapján az a következtetés vonható le, hogy a lizin, a metionin, a cisztin, valamint a treonin látszólagos és tényleges emésztési együtthatója között még a nagyobb fehérjetartalmú takarmányok esetében is olyan mértékű szignifikáns különbség áll fenn, amit az emészthető aminosav tartalom megállapításakor célszerű figyelembe venni.

10. táblázat

**Néhány takarmány lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának
látszólagos, valamint tényleges emészthetősége**

Takarmány, illetve aminosav	Emésztési együttható, %			
	Intakt állatok		Vakbélírtott állatok	
	Látszólagos	Tényleges	Látszólagos	Tényleges
Kukorica				
Lizin	72,81±3,23	88,83±3,23***	70,67±4,99	87,28±4,99***
Metionin	82,47±2,03	92,02±2,03***	81,66±3,13	91,76±3,13***
Cisztin	73,33±4,53	81,33±4,53**	67,18±6,32	77,42±6,32**
Treonin	62,82±6,16	83,69±6,16***	60,45±6,43	82,41±6,43***
Búza				
Lizin	61,84±7,67	81,96±7,67***	57,20±8,87	78,06±8,87***
Metionin	75,91±5,16	89,34±5,16***	74,31±5,89	88,55±5,89***
Cisztin	70,01±11,37	76,97±11,37	64,64±6,52	73,56±6,52*
Treonin	68,41±7,00	89,56±7,00***	63,00±12,07	84,97±12,07*
Extrahált szója				
Lizin	89,18±2,33	92,32±2,33*	87,77±3,25	91,03±3,25
Metionin	78,80±2,86	85,07±2,86**	76,54±3,05	83,18±3,05**
Cisztin	73,97±4,37	78,93±4,37*	73,10±6,26	79,45±6,26
Treonin	81,19±1,61	87,84±1,61***	79,44±2,48	86,34±2,48***
Hallszt				
Lizin	86,77±2,28	90,43±2,28**	85,08±2,76	88,87±2,76*
Metionin	91,40±1,92	94,12±1,92*	90,79±2,23	93,67±2,23*
Cisztin	71,73±6,88	79,60±6,88*	63,28±6,95	73,36±6,95*
Treonin	82,82±2,32	88,89±2,32**	81,22±5,53	87,52±5,53

A látszólagos emésztési együtthatóhoz viszonyítva

* p < 0,05

** p < 0,01

*** p < 0,001

A 11. táblázatban a vizsgált négy takarmány lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának látszólagos és tényleges emészthetőségére az irodalomban rendelkezésre álló adatok egy részét gyűjtöttem össze. Ezek alapján megállapítható, hogy saját kísérleti eredményeim jó egyezőséget mutatnak az irodalomban fellelhető adatokkal, döntő többségük beleesik az irodalmi adatok intervallumába, sőt közel helyezkedik el az egyes aminosavak esetében rendelkezésre álló adatok átlagához. Az irodalmi adatok is igazolják azt a megállapítást, hogy a látszólagos és a tényleges emészthetőség jelentősen különbözik egymástól.

Eredményeim alapján az is megállapítható, hogy a vakbélírtott állatok aminosav emésztési együtthatói mind a négy vizsgált takarmány esetében kisebbek az intakt állatokon mért együtthatóknál. A különbség ebben a tekintetben a látszólagos együtthatók esetében nagyobb, mint a tényleges együtthatóknál. Az a tény, hogy a vakbélírtott állatok több aminosavat ürítenek a kevert ürülékkel, mint intakt társaik, azzal magyarázható, hogy az intakt állatok vakbelében zajló mikrobás folyamatok során a fehérje, illetve aminosav lebontási folyamatok vannak túlsúlyban a mikrobafehérje szintéziséhez képest. A caeectomizált állatok esetében mért kisebb fehérje, illetve aminosav emészthetőséget más szerzők is elsősorban erre vezetnek vissza (*Payne és mtsai, 1971, Raharjo és Farrell, 1984a,b, Johns és mtsai, 1986a,b, Green és mtsai, 1987a,b, Parsons, 1984b*). Amint az a korábbiakban említésre került, a caeectomizált állatoknak nagyobb az endogén aminosav ürítése és kisebb mértékben ugyan, de ez is közrejátszik abban, hogy a vakbélírtott állatokban csökken az aminosavak emészthetősége.

11. táblázat

**A vizsgált takarmányok lizin, metionin, cisztin és treonin
tartalmának látszólagos és tényleges emészthetősége irodalmi adatok
alapján**

Takarmány, illetve aminosav	Látszólagos				Tényleges									
	szerző, illetve aminosav emésztési együttható, %													
Kukorica	1.	2.			14.	2.	6.	9.	12.	13.				14.
Lizin	74,0	38,3			56,1	80,3	84,2	81,0	81,0	88,0				82,9
Metionin	88,0	75,4			81,7	91,4	92,6	91,0	91,0	94,4				92,1
Cisztin	-	41,3			41,3	80,4	81,5	-	85,0	89,4				84,1
Treonin	62,0	43,2			52,6	86,3	-	84,0	84,0	90,3				86,1
Búza	1.	2.	3.	4.	14.	2.	6.	8.	9.	12.	13.			14.
Lizin	77,0	49,7	80,4	75,3	70,6	80,1	82,9	82,8	81,0	81,0	81,6			81,6
Metionin	85,0	78,0	89,4	85,6	84,5	89,5	89,1	92,1	87,0	87,0	85,7			88,4
Cisztin	-	70,4	-	-	70,4	92,2	87,8	89,6	-	87,0	89,6			89,2
Treonin	69,0	47,3	78,0	64,7	64,7	84,8	-	87,7	83,0	83,0	84,2			84,5
Extr.szója	1.	5.	10.		14.	5.	6.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Lizin	86,0	89,0	83,0		86,0	91,0	86,8	88,8	90,0	91,0	86,7	91,0	90,0	89,4
Metionin	89,0	80,0	80,0		83,0	92,0	88,7	90,2	91,0	87,0	88,9	92,0	91,7	90,2
Cisztin	-	69,0	67,0		68,0	85,0	78,7	80,7	-	89,0	81,6	82,0	84,2	83,0
Treonin	77,0	80,0	78,0		78,3	85,0	-	84,2	87,0	90,0	82,2	88,0	89,0	86,5
Halliszt	1.					7.	8.	9.	12.	13.				14.
Lizin	85,0					91,3	91,3	88,0	88,0	89,0				89,5
Metionin	87,0					93,1	92,3	92,0	92,0	90,2				91,9
Cisztin	-					85,7	74,3	-	73,0	77,6				77,6
Treonin	81,0					91,5	91,4	89,0	89,0	90,1				90,2

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Ravindran és mtsai (1999) 2. Green és mtsai (1987a,b) 3. Hew és mtsai (1999) 4. Hew és mtsai (1998) 5. Pérez és mtsai (1993) 6. Dalibard és Paillard (1995) 7. Haque és mtsai (1990) | <ol style="list-style-type: none"> 8. Farrell és mtsai (1999) 9. Parsons (1996) 10. Green és Kiener (1989) 11. Bielorai és Iosif (1987) 12. NRC (1994) 13. Degussa (1997) 14. Átlag |
|---|--|

A vakbélben zajló mikrobás fehérjeszintézis mértékét és mérlegét illetően a nemzetközi és hazai irodalomban többféle álláspont létezik. A szerzők nagyobb részének az a véleménye, hogy a vakbélben lejátszódó mikrobás folyamatok mértéke érdemben befolyásolja a baromfi nitrogénforgalmát és ezzel a fehérje emésztési együtthatóját. A szerzők kisebb hányada van azon a véleményen, hogy a vakbél mikrobás folyamatai olyan kis mértékűek, hogy azok nem gyakorolnak érdemi befolyást sem a baromfi nitrogénforgalmára, sem a fehérje emészthetőségére. Az a kérdés, hogy a vakbélben a fehérjét szintetizáló vagy lebontó folyamatok vannak-e túlsúlyban, nem válaszolható meg egyszerű igennel vagy nemmel. E folyamatok mérlegét ugyanis többféle tényező is befolyásolja. Lényeges ebben a tekintetben, hogy milyen minőségű az az emészthetetlen fehérje, amely a vakbélbe kerül, és talán ennél is fontosabb az, hogy a vastagbélbe jutó chimus mennyi bakteriálisan fermentálható (energiaforrásként felhasználható) táplálóanyagot tartalmaz. Ha a chimusban kevés ilyen anyag van, akkor az az ammónia, amely a vastagbélbe jutó emészthetetlen takarmányfehérje, valamint endogén fehérje mikrobás lebontásából származik, nagyrészt felszívódik és miután a májban karbamiddá alakul, többségében a vizelettel kiürül a szervezetből. Ilyen esetben a bélsárral kevesebb fehérje ürül, mint amennyi emészthetetlen fehérje a csípőbélből a vastagbélbe kerül. Ez azzal jár, hogy a fehérje emészthetőségét túlbecsüljük. Amikor viszont van elegendő, a mikrobák számára fermentálható táplálóanyag a chimusban, a fehérjebomlásból származó ammónia nagy része, sőt még a chimus NPN anyagai is felhasználódhatnak a mikrobiális fehérjeszintézis céljára. Ilyen esetben a

nagyobb fehérjeürítés következtében alábecsülhetjük a fehérje, illetve az egyes aminosavak emészthetőségét. Az ilyen eset viszonylag ritka, a vastagbélben általánosságban a lebontó folyamatok túlsúlya a jellemző, ezért amikor a bélsár vizsgálata alapján állapítjuk meg a fehérje és az egyes aminosavak emészthetőségét, túlbecsüljük a takarmányra jellemző emészthető fehérje-, illetve emészthető aminosav-tartalmat.

A vakbélben zajló emésztési folyamatok különböző mértékben befolyásolják az egyes aminosavak emésztési együtthatóját. A legkisebb mértékben (átlagosan 0,9-1,3 %-kal) a metionin emésztési együtthatója csökken a vakbélírtott állatokban a vizsgált négy takarmány etetésekor.

Ezzel szemben a cisztin esetében a csökkenés átlagosan is eléri a 3-5 %-ot, de például halliszt etetésekor a vakbélírtott állatokban 6,2-8,4 %-kal kisebb a cisztin emésztési együtthatója az intakt csibékhez képest. A lizin és a treonin emésztési együtthatója a vakbélírtott állatok esetében átlagosan 2,0-2,8 %-kal kisebb, de a takarmányonkénti eltérések ennél a két aminosavnál is tekintélyesek lehetnek (a búza esetében e két aminosav emészthetősége 4,6-5,4 %-kal csökken a caeectomizált állatokban).

A vakbélírtott és az intakt állatok aminosav emésztési együtthatói közötti különbséget nem találtam szignifikánsnak, ami elsősorban a kis állatlétszámmal (6 állat takarmányonként) áll összefüggésben. Ugyanakkor hangsúlyozni szükséges, hogy az adatokban határozott tendencia lelhető fel, hiszen a vakbélírtott állatok aminosav emésztési együtthatói minden takarmány, illetve valamennyi vizsgált aminosav esetében kisebbek az intakt állatok együtthatóinál.

Kísérleti eredményeim, továbbá az irodalmi adatok alapján arra a megállapításra jutottam, hogy a vakbélben zajló mikrobás folyamatok takarmányonként és aminosavanként eltérő mértékben ugyan, de egyértelműen befolyásolják a lizin, a metionin, a cisztin, valamint a treonin emészthetőségét, ezért ezt a hatást a takarmányok emészthető aminosav tartalmának megállapításakor az adatok pontosságának javítása céljából javasolom figyelembe venni.

A kísérlet befejezését követően a kontroll csoport állatait levágtuk azzal a céllal, hogy a vizsgált takarmányok lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának emészthetőségét a post mortem módszerrel is megállapítsam. A vizsgálatokhoz szükséges chimus mintát a csípőbélnek a vakbél beszájadzása előtti 10-15 cm-es szakaszából vettem.

A post mortem módszerrel megállapított emésztési együtthatókat a 12. táblázatban foglaltam össze.

12. táblázat

**Néhány takarmány aminosavainak post mortem módszerrel
megállapított emészthetősége**

Takarmány	Lizin	Metionin	Cisztin	Treonin
	emésztési együttható, %			
Kukorica	48,92±10,96	80,72±3,85	76,20±7,11	35,64±4,27
Búza	45,10±7,25	70,39±8,20	83,84±5,37	45,31±9,04
Extr. szója	69,93±5,55	74,96±9,81	70,68±5,56	53,20±8,30
Halliszt	73,14	81,15	84,43	64,88

Az adatokat az ürüleből megállapított emésztési együtthatókkal összevetve megállapítható, hogy a post mortem eljárással meghatározott emésztési együtthatók minden vizsgált takarmány esetében kisebbek az ürüleből mért együtthatóknál. Különösen nagy a különbség a lizin és a treonin emészthetőség tekintetében. A kétféle módszerrel meghatározott együtthatók a cisztinnél esnek a legközelebb egymáshoz. A vizsgált négy takarmány közül a halliszt aminosavainak emésztési együtthatói állnak a legközelebb az ürüleből megállapított együtthatókhoz. A hallisztet az extrahált szójadara követi ebben a tekintetben, míg a kukorica és a búza post mortem módszerrel megállapított lizin és treonin emésztési együtthatói jelentős mértékben különböznek az ürüleből megállapított együtthatóktól.

A post mortem eljárással kapcsolatban megoszlik a kutatók véleménye. *Payne és mtsai (1968)*, *Varnish és Carpenter (1975)*, valamint *Dublecz és mtsai (1998)* jó tapasztalatokról számolnak be ezzel a módszerrel kapcsolatban, míg *Low (1980)* - bár kísérleteit nem baromfival, hanem sertésekkel végezte - azt említi a módszer hibájául, hogy a levágáskor sokkos állapotban lévő állatok belében a mucosa egy része lelöködik, ami megváltoztatja az emésztési együtthatókat. Kísérleti eredményeim részben igazolják ezt a feltevést, hiszen a post mortem módszerrel általam meghatározott együtthatók két cisztin együttható (búza és halliszt) kivételével minden egyéb esetben kisebbek az ürülék vizsgálatával megállapított együtthatóknál.

Az a tény, hogy a nagyobb fehérjetartalmú takarmányok esetében (halliszt, extrahált szójadara) a post mortem együtthatók közelebb voltak

az ürülékből meghatározott együttthatókhöz, mint a kis fehérjetartalmú kukoricánál és búzánál, azt a gondolatot veti fel, hogy a post mortem módszer pontosságát a napi fehérjefogyasztás nagysága is befolyásolja. Ez utóbbi feltevés igazolásához azonban további vizsgálatok szükségesek.

3.3.5. A vakbélben szintetizált mikrobafehérje mennyiségének megállapítása

Azt a tényt, hogy a vakbélben intenzív mikrobás folyamatok zajlanak, nemcsak közvetett módon, azaz nemcsak a fehérje és az aminosavak emészthetőségére gyakorolt hatásukkal, hanem közvetlen módon is igazolni kívántam. Ezt oly módon valósítottam meg, hogy megállapítottam az intakt és a vakbélírtott csibék ürülékének mikrobafehérje tartalmát.

Ismert, hogy a baktériumok sejtfalában található mukoproteidek felépítésében résztvevő egyik aminosav, a diamino-pimelinsav (DAPA) csak a baktériumok sejtfalában található meg, a takarmányok nem tartalmazzák. Ez lehetőséget ad arra, hogy a bélsár DAPA tartalma alapján a bélsár mikrobiális eredetű fehérje hányadát megállapítsuk. Bár a baktériumok sejtfalának DAPA tartalma baktériumfajonként változik, az emésztőtraktusban előforduló vegyes baktériumflóra DAPA tartalma viszonylag állandó, ami lehetővé teszi a bélsár mikrobafehérje tartalmának becslését.

A kukorica, a búza, az extrahált szójadara, valamint a halliszt emészthetőségének vizsgálata során megállapítottam az intakt és a

vakbélírtott csibék ürülékének DAPA tartalmát is és ennek alapján kiszámítottam az ürülékkel távozó mikrobafehérje mennyiségét. A számítások során a mikrobafehérje DAPA tartalmát irodalmi adatok alapján 0,6 %-nak vettem (*Schmidt, 1989*). Az ürülék DAPA, illetve baktériumfehérje tartalmát a különböző takarmányok etetésekor a következőnek találtam:

	Napi ürülék DAPA tartalma, mg		Napi ürülék mikrobafehérje tartalma, g	
	Intakt	Vakbélírtott	Intakt	Vakbélírtott
	állatok		állatok	
Kukorica	7,20	4,28	1,20	0,71
Búza	10,90	7,03	1,82	1,17
Extrahált szója	12,95	6,52	2,16	1,09
Hallszt	5,95	3,87	0,99	0,64

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az intakt állatok ürüléke lényegesen, átlagosan mintegy 71 %-kal több DAPA-t, illetve mikrobafehérjét tartalmaz, mint a vakbélírtott állatoké. Az intakt állatok ürülékében található mikrobafehérje 17,8 %-át tette ki az ürülék nyersfehérje tartalmának. A vakbélírtás hatására ez az arány 11,2 %-ra - azaz relatíve közel 60 %-kal - csökkent.

A vakbélben a négyféle takarmány etetése során naponta 0,35-1,09 g, átlagosan 0,72 g mikrobafehérje szintetizálódott, ami az ürülékkel távozó

nyersfehérjének átlagosan 8,6 %-át tett ki. Mindezek az adatok azt igazolják, hogy a vakbélben élénk mikrobatevékenység zajlik.

Az a tény, hogy a vakbélirtott állatok ürülékében is található mikrobafehérje, azzal magyarázható, hogy mikrobatevékenység nemcsak a vakbélben, hanem az emésztőcső egyéb részein (begy, remesebél) is zajlik. Az irodalomban vannak olyan utalások, hogy a vakbél eltávolítása után annak szerepét részlegesen a remesebél veszi át (*Tossenberger és Babinszky, 1996, Babinszky és Tossenberger, 1999*).

Mint látható, a különböző takarmányok etetésekor eltérő mennyiségű mikrobafehérjét tartalmaz az ürülék. Ez részben az elfogyasztott fehérje mennyiségével, másrészt a fehérje emészthetőségével áll összefüggésben. A kukorica és a búza etetésekor a napi takarmányadag 9,6, illetve 10,1 g fehérjét tartalmazott, míg az extrahált szójadara és a halliszt etetésekor 20,5, illetve 26,7 g fehérjéhez jutottak a napi adaggal az állatok. A halliszt esetében az ürülék kis mikrobafehérje tartalma feltehetően a halliszt nagyon jó emészthetőségével magyarázható. Ez ugyanis azt eredményezi, hogy az aminosavak döntő része felszívódik, azaz nem jut el a vakbélig.

A vakbélirtott és az intakt állatok ürülékében lévő mikrobafehérje mennyiségéből, illetve a két érték különbségéből nem lehet a vakbélben zajló lebontó és szintézis folyamatok mérlegére vonatkozóan számszerű következtetéseket levonni. A mikrobafehérje termelés, valamint az emésztési és N-forgalmi kísérletek eredményei alapján azonban az egyértelműen megállapítható, hogy a vakbélben intenzív mikrobás fermentáció zajlik, amelynek során érdemleges mennyiségű

mikrobafehérje szintetizálódik, illetve, hogy ezek a mikrobás lebontó és szintézis folyamatok takarmányonként eltérő mértékben kihatnak a fehérje emésztési együtthatóinak alakulására is.

3.3.6. Brojlerhízlalás tényleges aminosav emészthetőség alapján összeállított tápokkal

Mivel pecsenyecsirkékkel végzett emésztési és N-forgalmi kísérleteim egyértelműen azt igazolták, hogy a fehérje, valamint az aminosavak valódi emészthetősége számottevő mértékben tér el a fehérje, illetve az aminosavak látszólagos emészthetőségétől, továbbá, hogy a vakbél mikrobás folyamatainak hatására is tekintettel kell lenni a fehérje, illetve az aminosavak emésztési együtthatójának megállapításakor, egy pecsenyecsirke hízlalási kísérletet állítottam be, melynek során azt vizsgáltam, hogy milyen hízlalási eredmények érhetők el olyan tápokkal, amelyben a tápok lizin és metionin koncentrációját a csibék tényleges emészthető lizin és metionin szükséglete, továbbá a tápok tényleges emészthető lizin és metionin tartalma alapján állapítottam meg.

A kísérlet során etetett indító-, nevelő- és befejezőtápok összetételét és táplálóanyag tartalmát a 13. táblázatban foglaltam össze. A tápok összeállításakor, illetve a metionin és lizin kiegészítés mértékének megállapításakor azokat a lizin, metionin és cisztin tényleges emésztési együtthatókat vettem figyelembe, amelyet saját vizsgálataim során megállapítottam.

A csibék tényleges lizin, metionin és cisztin szükségletét a *Degussa (1997)* ajánlása alapján határoztam meg.

13. táblázat

**A pecsenyecsibe hizlalási kísérlet során etetett takarmányok
összetétele és táplálóanyag tartalma**

Takarmány, illetve táplálóanyag	Indító		Nevelő		Befejező	
	Kontroll	Kísérleti	Kontroll	Kísérleti	Kontroll	Kísérleti
Kukorica, %	41,6	41,6	41,6	41,6	46,6	46,6
Búza, %	15,0	14,95	18,84	18,6	19,04	18,77
Extrahált szója, %	28,0	28,0	28,0	28,0	23,0	23,0
Halliszt, %	5,0	5,0	-	-	-	-
Perfett 40, %	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0
DL-metionin, %	0,2	0,25	0,26	0,3	0,06	0,23
L-lizin, %	-	-	0,1	0,3	-	0,1
MCP, %	1,1	1,1	1,1	1,1	1,16	1,16
Takarmány mész, %	1,3	1,3	1,3	1,3	1,34	1,34
Só, %	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ind., Nev. premix, %	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-
Befejező premix, %	-	-	-	-	0,5	0,5
Összesen, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Szárazanyag, g/kg	91,05	91,32	91,07	91,05	88,04	88,46
Nyersfehérje, g/kg	230,21	230,21	197,64	197,15	181,10	180,77
Nyerszsír, g/kg	6,99	8,02	5,33	5,44	5,14	4,70
Nyersrost, g/kg	5,13	4,00	4,36	4,93	3,84	4,05
Nyershamu, g/kg	4,71	5,93	5,26	5,12	5,11	4,93
ME, MJ/kg	12,42	12,41	12,35	12,32	12,58	12,55
Lizin, g/kg	12,3	12,43	11,1	12,49	8,97	9,66
Metionin, g/kg	5,39	5,88	5,02	5,40	2,87	4,52
Cisztin, g/kg	3,73	3,73	3,47	3,46	3,24	3,23
Ca, g/kg	8,99	8,99	6,91	6,90	7,20	7,20
P, g/kg	7,43	7,43	6,15	6,13	6,05	6,04

Mint látható, a tényleges aminosav emészthetőség és a tényleges emészthető aminosav igény alapján összeállított tápoknak nagyobb a lizin

és a metionin tartalma azokhoz a tápokhoz képest, amelyeket a takarmányok bruttó aminosav tartalma és a bruttó aminosav igény alapján állítottam össze. Ez arra vezethető vissza, hogy a bruttó aminosav igényre vonatkozó szükségleti adatok nincsenek tekintettel arra a veszteségre, amely a takarmány aminosavait az emésztés során éri, továbbá nem veszik figyelembe azokat az aminosavanként eltérő változásokat sem, amelyek a vakbélben lezajló fermentáció során következnek be.

A kontroll és a kísérleti csoport testtömeg-gyarapodására, takarmány-, energia- és fehérjeértékesítésre vonatkozó adatok a 14. táblázatban találhatóak. A fontosabb eredményeket ábrán is szemléltettem (1. ábra).

Ezek alapján megállapítható, hogy a valódi emészthető lizin, metionin és cisztin tartalom alapján összeállított tápokot fogyasztó csibék szignifikánsan nagyobb testtömeg-gyarapodást értek el mind az indító-, mind pedig a nevelő-, illetve befejező táp etetés időszakában, mint a bruttó aminosav igény, valamint bruttó aminosav tartalom alapján készült tápokot fogyasztó állatok. A különbség a nagyobb növekedési intenzitással rendelkező kakasok esetében a nagyobb (+3,8%). A kísérleti csoport állatainak nemcsak a testtömeg-gyarapodása, hanem a takarmányértékesítése is kedvezőbb. A kísérleti csoport jobb eredményei az állatok kedvezőbb lizin és metionin ellátására vezethetők vissza. Eredményeim egyeznek más szerzők tapasztalataival. Így *Rostagno és mtsai (1995)* nagyobb testtömeg-gyarapodást értek el pecsenyecsibékkel, amikor a lizin és metionin kiegészítést az emészthető aminosav tartalom alapján végezték. *Dublecz és mtsai (1996)* ugyancsak arra a megállapításra jutottak kísérleti eredményeik alapján, hogy az emészthető

aminosav tartalom alapján összeállított tápokkal kedvezőbb eredmények érhetőek el.

14. táblázat

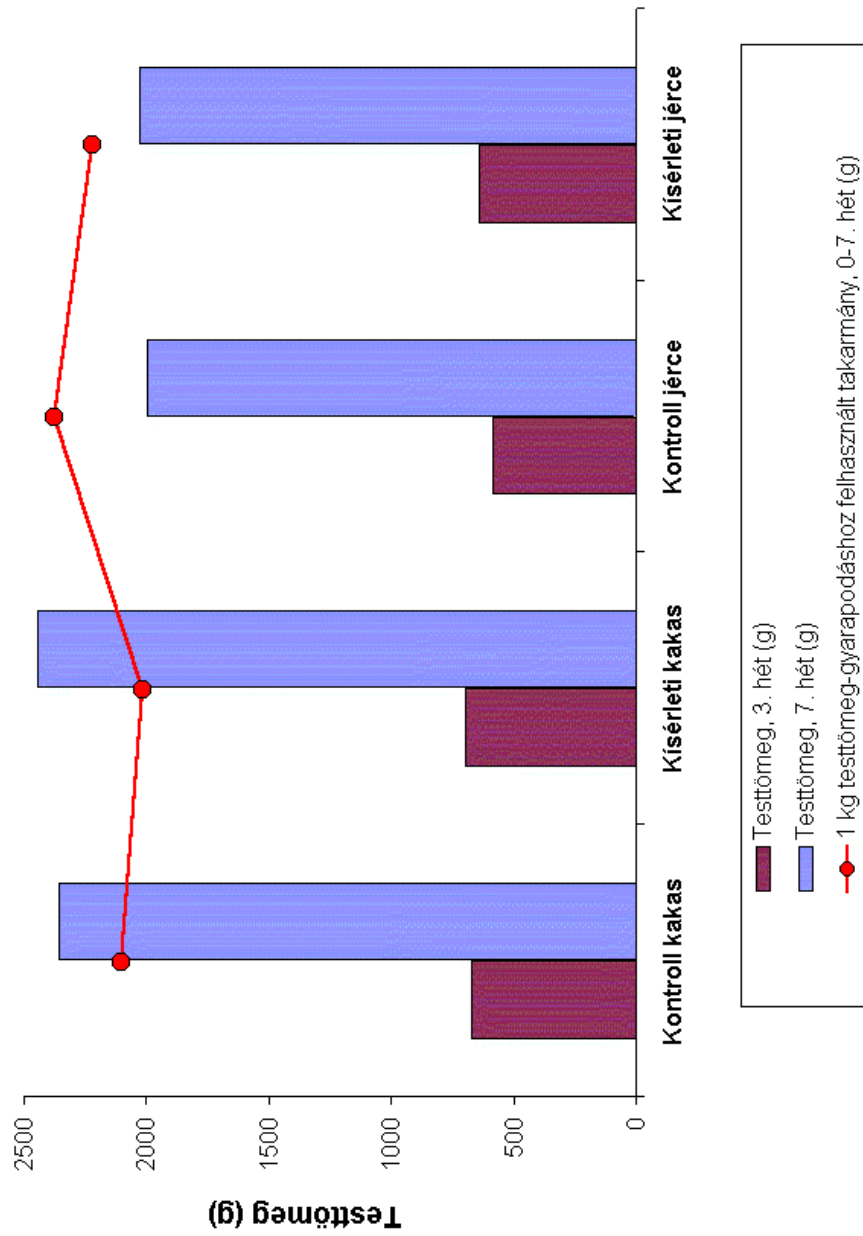
A testtömeg-gyarapodás és a takarmányértékesítés alakulása a kísérlet során

Paraméter		Kontroll kakas	Kísérleti kakas	Kontroll jérce	Kísérleti jérce
Testtömeg					
3. héten	g	670,59±79,43	697,46±77,99***	583,19±77,01	638,41±74,50***
7. héten	g	2355,27±248,82	2443,98±259,89***	1994,37±210,68	2025,93±228,75*
1 kg testtömeg-gyarapodáshoz felhasznált Takarmány					
0-3 hétig	g	1560	1414	1617	1581
4-7 hétig	g	2307	2250	2716	2508
0-7 hétig	g	2102	2016	2374	2220
Metabolizálható energia					
0-3 hétig	MJ	19,38	17,55	20,09	19,62
4-7 hétig	MJ	28,65	27,88	33,73	31,09
0-7 hétig	MJ	26,70	25,92	30,36	28,26
Nyersfehérje					
0-3 hétig	g	359,24	325,66	372,31	363,93
4-7 hétig	g	449,39	432,08	522,94	482,07
0-7 hétig	g	430,55	417,34	490,24	457,49

A kontroll csoporthoz viszonyítva

* $p < 0,05$

*** $p < 0,001$



Wang és Parsons (1998) pecsenyecsibékkel végzett kísérletében azok a csibék értek el kedvezőbb testtömeg-gyarapodást és takarmányértékesítést, amelyeknek a takarmányát nem a bruttó, hanem az emészthető aminosav tartalom alapján állították össze.

A pecsenyecsibe hizlalási kísérlet keretében vágópróbát is végeztem. Ennek eredményei a 15. táblázatban találhatók. Az eredményeket a 2. ábrán is bemutatom.

15. táblázat

A hizlalási kísérlet próbavágásának fontosabb eredményei

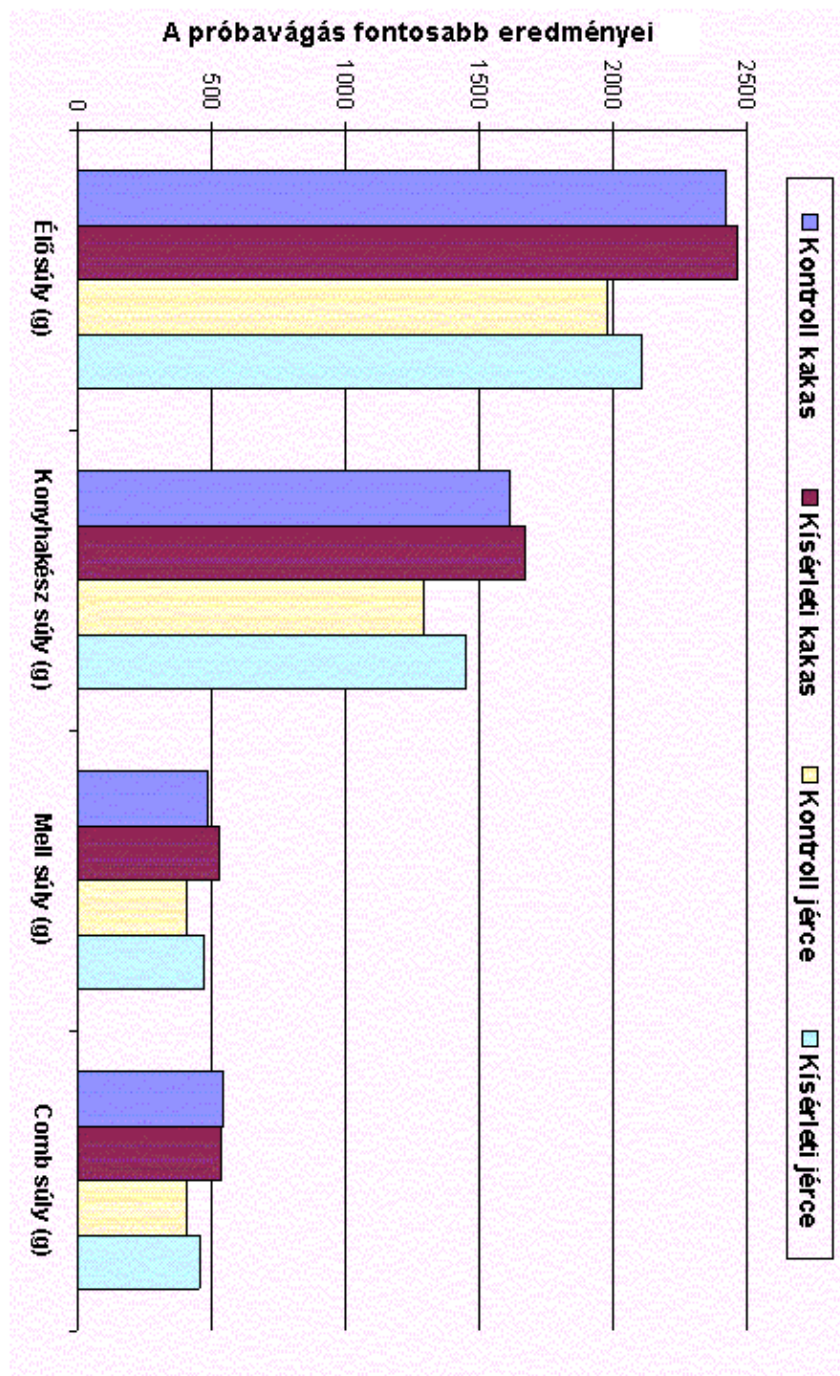
Paraméter		Kontroll kakas	Kísérleti kakas	Kontroll jérce	Kísérleti jérce
Élősúly	g	2422,00±100,91	2468,00±165,10	1981,00±92,22	2108,00±63,80
Konyhakész súly	g	1617,88±49,24	1674,10±137,84	1294,80±70,19	1450,32±42,78**
Mell súly	g	488,67±25,59	528,42±67,19	411,27±24,36	474,02±18,12**
Comb súly	g	546,32±20,08	539,95±33,98	410,34±25,05	457,92±15,24**
Hasúri zsír	g	40,64±10,43	32,45±12,36	46,02±11,76	46,34±3,47
Szív+máj+zúza	g	95,47±9,56	90,59±10,62	83,25±2,52	73,73±5,71**
Vágási veszteség ⁺	%	29,23±1,46	28,54±1,19	30,44±0,94	27,70±0,36***

A kontroll csoporthoz viszonyítva

** p< 0,01 *** p< 0,001

⁺ A konyhakész súly mellett a szív, máj és a zúza súlya is beszámítva

Ezek alapján megállapítható, hogy a kísérleti csoportban a csibék jobb lizin és metionin ellátásának eredményeként kedvezőbb volt a vágottáru minősége. A jobb metionin, de méginkább a teljesebb lizin ellátásának a vágottáru minőségét javító hatását több kísérletben is megerősítették



(Rostagno és mtsai, 1995, Rostagno és Pack, 1995, Kerr és mtsai, 1999, Dublec és mtsai, 2002).

A vágópróba alkalmával azt is vizsgáltam, hogy a kedvezőbb aminosav ellátás befolyásolja-e a zsírsav összetételt, ezért a vágást követően meghatároztuk a hasúri zsír zsírsav összetételét. A vizsgálat eredményeit a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat

A hasúri zsír zsírsav összetétele

Zsírsav		Kontroll csoport			Kísérleti csoport		
		Kakas	Jérce	Átlag	Kakas	Jérce	Átlag
Laurinsav, C _{12:0}	%	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mirisztinsav, C _{14:0}	%	0,51	0,55	0,53	0,42	0,49	0,45
Pentadekánsav, C _{14:1}	%	0,14	0,15	0,14	0,10	0,16	0,13
Palmitinsav, C _{16:0}	%	21,57	22,85	22,21	20,72	22,57	21,65
Palmitoleinsav, C _{16:1}	%	4,67	5,32	5,00	4,42	5,56	4,99
Sztearinsav, C _{18:0}	%	6,27	6,00	6,14	5,96	5,83	5,89
Olajsav, C _{18:1}	%	33,50	34,86	34,18	35,51	35,82	35,67
Linolsav, C _{18:2}	%	32,36	29,33	30,84	31,79	29,00	30,40
Linolénsav, C _{18:3}	%	0,58	0,52	0,55	0,54	0,50	0,52
Egyéb	%	0,39	0,41	0,40	0,53	0,06	0,29

Ezek azt igazolják, hogy a kedvezőbb aminosav ellátás csökkenti ugyan a hasúri zsír mennyiségét, annak zsírsav összetételét azonban nem befolyásolja. A kontroll és kísérleti csoport zsírsav összetételében talált

különbségek nem jelentősek, nem is tendenciózusak és mindezek következtében nem is szignifikánsak.

A komponensek tényleges emészthető lizin, metionin és cisztin tartalma alapján összeállított tápok nemcsak nagyobb testtömeg-gyarapodást és kedvezőbb takarmányértékesítést eredményeznek, hanem az ilyen tápokkal gazdaságosabb is a hizlalás. Ezt igazolják a hizlalás gazdaságosságára vonatkozó adatok (17. táblázat).

17. táblázat

A hizlalás gazdaságosságának alakulása ténylegesen emészthető aminosav tartalom alapján összeállított tápok etetésekor

Paraméter	Kontroll	Kísérleti
	csoport	
1 kg táp ára, Ft		
Indítótáp	62,83	63,26
Nevelőtáp	56,22	57,67
Befejezőtáp	47,15	49,15
1 csibe tápfogyasztása, kg		
Indítótáp	1,023	0,995
Nevelőtáp	2,658	2,585
Befejezőtáp	1,187	1,154
1 csibére jutó takarmányköltség, Ft	269,67	268,74
1 csibére jutó árbevétel, Ft	404,55	415,71
Árbevétel-takarmányköltség, Ft	134,88	146,97

A gazdaságossági számítások során az alábbi árakat vettem figyelembe:

Indítótáp	6283 Ft/100 kg
Nevelőtáp	5622 Ft/100 kg
Befejezőtáp	4715 Ft/100 kg
DL-metionin	850 Ft/kg
L-lizin	555 Ft/kg
Csibe átvételi ára	186 Ft/kg

Az adatok azt igazolják, hogy a kísérleti csoport állatainak kedvezőbb takarmányhasznosítása ellentételezi a többlet aminosav kiegészítés költségét, azaz a többlet aminosav kiegészítés nem növelte a takarmányozási költségeket, ami azt eredményezte, hogy a kísérleti csoport nagyobb testtömeg-gyarapodásából származó nagyobb árbevétel (12,09 Ft/csibe) teljes egészében a hizlalás nyereségét növelte.

Kísérleti eredményeimből az a következtetés vonható le, hogy az aminosavak tényleges emészthetősége alapján teljesebb képet kaphatunk a takarmányok fehérjeértékéről, ami a csibék aminosav szükségletének pontosabb fedezését teszi lehetővé. Mindez javítja a hizlalás természetes mutatóit, valamint a gazdaságosságot.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az elvégzett laboratóriumi vizsgálatok, az intakt és vakbélírtott pecsenyecsibékkel végzett emésztési és N-forgalmi kísérletek, valamint a pecsenyecsibe hízlalási kísérlet eredményei alapján a következő új tudományos eredmények fogalmazhatók meg:

1. A kísérletek során megállapítást nyert az 1,4-1,6 kg testtömegű Ross 308 húshibrid csibék endogén nitrogén, valamint endogén lizin, metionin, cisztin és treonin ürítése. A kapott endogén ürítések a következők:

	mg/nap	mg/w ^{0,75}
Endogén N-ürítés	409,8	198,46
Endogén lizin ürítés	58,28	43,00
Endogén metionin ürítés	20,61	15,21
Endogén cisztin ürítés	21,64	15,97
Endogén treonin ürítés	55,15	40,69

2. A vakbélírtás megnöveli a pecsenyecsibék endogén nitrogén, továbbá endogén lizin, metionin, cisztin és treonin ürítését. A növekedés mértéke a következő:
nitrogén 14,0 %, lizin 3,6 %, metionin 5,9 %, cisztin 28,1 %, treonin 3,8 %.

3. Pecsenyecsibék vakbelében az etetett takarmány fehérjetartalmától, illetve annak emészthetőségétől függően naponta 0,35-1,09 g, átlagosan 0,72 g mikrobafehérje szintetizálódik, ami az ürülék nyersfehérje-tartalmának átlagosan 8,6 %-át teszi ki. Ez, továbbá az intakt és a vakbélírtott állatok fehérje emésztési együtthatója között valamennyi kísérletemben fennálló tendenciózus különbség azt igazolja, hogy a vakbélben intenzív mikrobás folyamatok zajlanak, amit a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatójának megállapításakor az emésztési együtthatók pontosságának növelése érdekében célszerű figyelembe venni.
4. A kísérletek eredményei azt az álláspontot erősítik meg újabb adatokkal, hogy a tényleges emésztési együtthatók pontosabban tájékoztatnak a fehérje és az aminosavak emészthetőségéről, mint a látszólagos együtthatók. A korrekciót az intakt állatokon megállapított endogén nitrogén, illetve endogén aminosav ürítéssel kell elvégezni, mert így kiküszöbölhető a vakbélírtásnak (vagy egyéb műtéti eljárásnak) az endogén nitrogént növelő hatása.
5. A kísérletek során meghatározásra került a kukorica, a búza, az extrahált szójadara, valamint a halliszt - mint a leggyakrabban etetett baromfitakarmányok - lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának tényleges emészthetősége. A vakbélírtott állatokkal megállapított - azaz a vakbélben zajló fermentáció módosító hatását már nem tartalmazó - emésztési együtthatók az alábbiak:

	Lizin	Metionin	Cisztin	Treonin
	emésztési együttható, %			
Kukorica	87,28	91,76	77,42	82,41
Búza	78,06	88,55	73,56	84,97
Extrahált szójadara	91,03	83,18	79,45	86,34
Halliszt	88,87	93,67	73,36	87,52

6. Megállapítást nyert, hogy a tényleges emészthető lizin, metionin, cisztin és treonin tartalom alapján összeállított keveréktakarmányokkal nagyobb testtömeg-gyarapodás, jobb takarmány-, energia- és fehérjeértékesítés, továbbá kedvezőbb vágási minőség érhető el, mint a bruttó aminosav tartalom alapján készült tápokkal. Az emészthető aminosav tartalom alapján készült tápokkal a nagyobb aminosav tartalom és ebből következő drágább tápár ellenére gazdaságosabb a hizlalás.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A baromfi emésztésével, N-forgalmával, valamint a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatójának megállapításával kapcsolatos terjedelmes hazai és nemzetközi irodalmat áttekintve megállapítható, hogy több, a baromfi takarmányok fehérjeértékének megállapításához szükséges lényeges kérdésben nincs egységesen álláspont. Ez jórészt arra vezethető vissza, hogy még mindig nem rendelkezünk elegendő homogén kísérleti eredménnyel egy-egy állásfoglalás kialakításához. Mindezt figyelembe véve kísérleteim során a következőket kívántam megállapítani:

- Az endogén nitrogén ürítés megállapításához leggyakrabban felhasznált módszerek közül (fehérjementes takarmány etetése, regressziós módszer, post mortem eljárás) melyik a legalkalmasabb peccsenyecsibék endogén ürítésének mérésére?
- Mennyi a húshibrid csibék endogén fehérje, lizin, metionin, cisztin és treonin ürítése?
- Az endogén ürítés milyen mértékben befolyásolja a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatóját peccsenyecsibékben, szükség van-e a fehérje és az aminosavak tényleges emésztési együtthatóinak megállapítására?
- Milyen hatást gyakorol a peccsenyecsibék N-forgalmára a vakbélben zajló mikrobás fermentáció, olyan mértékű-e az esetleges hatás, amely már érdemben befolyásolja a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatóját?

- Hogyan alakul néhány fontos baromfitakarmány (kukorica, búza, extrahált szója, halliszt) lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának látszólagos és tényleges emészthetősége pecsenyecsibékben?
- Milyen előnyökkel jár a pecsenyecsibe hizlalás során, ha a csibék keveréktakarmányának szükséges lizin és metionin tartalmát a bruttó lizin és metionin tartalom helyett a ténylegesen emészthető lizin és metionin tartalom alapján állapítjuk meg?

A kísérleteket 35 napos, 1400-1600 g testtömegű Ross húshibrid intakt (kontroll), illetve vakbélírtott kakasokkal végeztem. A kísérleti állatok vakbelét műtéti úton távolítottuk el. A kísérleteket a műtétet követő 10. napon kezdem, amikor a takarmányfogyasztás már az állatok korának és testtömegének megfelelő volt. Az állatokat gyógyulásig szalmás mélyalmon, ezt követően rácspadozatos egyedi ketrecekben helyeztem el, amely lehetőséget adott a takarmányfogyasztás és az ürülék mennyiségének pontos megállapítására. A ketrechez és az etetett takarmányhoz 7 napos előtetetési szakaszban szoktattam az állatokat. Ezt 4 napos kísérleti szakasz követte. Az ürüléket a gyűjtőtálcákról a kísérleti szakaszok során két alkalommal, a második és a negyedik napon szedtem le. Azért, hogy az állatok testtömegének növekedése ne befolyásolja a kísérleti eredményeket, csoportos kísérleteket végeztem. A kísérletekben etetett takarmánykeverékek ME tartalmát a WPSA által kidolgozott és hazánkban is bevezetett összefüggések segítségével számítottam ki.

Az első kísérletben a vakbél eltávolításának az endogén nitrogén ürítésre gyakorolt hatását N-mentes takarmány kényszeretetésével vizsgáltam.

A második kísérlet során regressziós módszerrel állapítottam meg az endogén nitrogén ürítést. A kísérlet során két különböző, egy 17 és egy 20 % nyersfehérje-tartalmú takarmánykeveréket ettettem.

A harmadik kísérlet során azt vizsgáltam, hogy a caeectomizáció milyen hatást gyakorol a brojlerek nitrogénforgalmára, valamint a fehérje látszólagos és tényleges emészthetőségére.

A negyedik kísérletben néhány fontosabb baromfitakarmány látszólagos és tényleges lizin, metionin, cisztin és treonin emészthetőségét állapítottam meg. A napi fehérje bevitel az extrahált szójadara és a halliszt etetésekor napi 23 g, tehát az állatok szükségletének megfelelő volt, míg a kukorica és a búza esetében az elérhető legnagyobb fehérje felvétel biztosítása volt a cél, ami e két takarmány etetésekor napi 10-10 g fehérje volt. Az említett fehérje szinteket úgy alakítottam ki, hogy a vizsgált takarmányokhoz különböző mennyiségű kukoricakeményítőt adagoltam. A fehérje és az aminosavak ileális emészthetőségét egy kísérlet keretében a post mortem eljárással is vizsgáltam. A kísérlet során a csípőbélnek a vakbél beszájadzása előtti utolsó 10-15 cm-es szakaszából eltávolítottam a chimust, majd laboratóriumi vizsgálatokkal megállapítottuk a chimus minták nyersfehérje, aminosav és jelölőanyag (TiO_2) tartalmát. A fehérje és az aminosavak emészthetőségét a következő összefüggéssel számítottam ki:

$$\text{Emészthetési együttható} = \frac{IA_B - IA_T}{IA_B} * 100$$

ahol: IA_B = indikátor anyag : aminosav arány az ürülékben

IA_T = indikátor anyag : aminosav arány a takarmányban

Annak megállapítására, hogy a tényleges emészthető metionin és lizin tartalom alapján összeállított indító-, nevelő- és befejezőtáppal milyen hizlalási eredmények érhetők el a bruttó aminosav tartalom alapján programozott tápokhoz képest, üzemi pecsenyecsirke hizlalási kísérletet állítottam be. A kísérletet 500 kontroll, illetve 500 kísérleti szexált Ross húshibrid csibével végeztem. A kísérleti és kontroll csoport takarmányai abban különböztek egymástól, hogy amíg a kísérleti csoport tápjainak lizin és metionin tartalmát az állatok tényleges emészthető lizin és metionin igényét, illetve a takarmányok tényleges emészthető lizin és metionin tartalmát figyelembe véve határoztam meg, addig a kontroll csoport tápjainak lizin és metionin szintjét a takarmányok bruttó lizin és metionin tartalma és természetesen az állatok bruttó lizin és metionin szükséglete alapján állítottam be.

A kísérlet végén próbavágást végeztem, melynek során 5-5 kontroll kakast és jércét, illetve 5-5 kísérleti kakast és jércét vágunk le. A próbavágás során mértem az állatok konyhakész súlyát, a mell, a combok, a szív, a zúza, a máj és a hasúri zsír súlyát, illetve laboratóriumi vizsgálattal a hasúri zsír zsírsav összetételét is megállapítottuk.

Az elvégzett laboratóriumi vizsgálatok, az intakt és vakbélírtott pecsenyecsibékkel végzett emésztési és N-forgalmi kísérletek, valamint a

pecsenyecsibe hizlalási kísérlet eredményei alapján a következő új tudományos eredmények fogalmazhatók meg:

A kísérletek során megállapítást nyert az 1,4-1,6 kg testtömegű Ross 308 húshibrid csibék endogén nitrogén, valamint endogén lizin, metionin, cisztin és treonin ürítése. A kapott endogén ürítések a következők:

	mg/nap	mg/w ^{0,75}
Endogén N-ürítés	409,8	198,46
Endogén lizin ürítés	58,28	43,00
Endogén metionin ürítés	20,61	15,21
Endogén cisztin ürítés	21,64	15,97
Endogén treonin ürítés	55,15	40,69

A vakbélirtás megnöveli a pecsenyecsibék endogén nitrogén, továbbá endogén lizin, metionin, cisztin és treonin ürítését. A növekedés mértéke a következő:

nitrogén 14,0 %, lizin 3,6 %, metionin 5,9 %, cisztin 28,1 %, treonin 3,8 %.

Pecsenyecsibék vakbelében az etetett takarmány fehérjetartalmától, illetve annak emészthetőségétől függően naponta 0,35-1,09 g, átlagosan 0,72 g mikrobafehérje szintetizálódik, ami az ürülék nyersfehérje-tartalmának átlagosan 8,6 %-át teszi ki. Ez, továbbá az intakt és a vakbélirtott állatok fehérje emésztési együtthatója között valamennyi kísérletben fennálló tendenciózus különbség azt igazolja, hogy a vakbélben intenzív mikrobás folyamatok zajlanak, amit a fehérje és az aminosavak emésztési együtthatójának megállapításakor az emésztési együtthatók pontosságának növelése érdekében célszerű figyelembe venni.

A kísérletek eredményei azt az álláspontot erősítik meg újabb adatokkal, hogy a tényleges emésztési együtthatók pontosabban tájékoztatnak a fehérje és az aminosavak emészthetőségéről, mint a látszólagos együtthatók. A korrekciót az intakt állatokon megállapított endogén nitrogén, illetve endogén aminosav ürítéssel kell elvégezni, mert így kiküszöbölhető a vakbélirtásnak (vagy egyéb műtéti eljárásnak) az endogén nitrogént növelő hatása.

A kísérletek során meghatározásra került a kukorica, a búza, az extrahált szójadara, valamint a halliszt - mint a leggyakrabban etetett baromfitakarmányok - lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának tényleges emészthetősége. A vakbélirtott állatokkal megállapított - azaz a vakbélben zajló fermentáció módosító hatását már nem tartalmazó - emésztési együtthatók az alábbiak:

	Lizin	Metionin	Cisztin	Treonin
	emésztési együttható, %			
Kukorica	87,28	91,76	77,42	82,41
Búza	78,06	88,55	73,56	84,97
Extrahált szójadara	91,03	83,18	79,45	86,34
Hallszt	88,87	93,67	73,36	87,52

Megállapítást nyert, hogy a tényleges emészthető lizin, metionin, cisztin és treonin tartalom alapján összeállított keveréktakarmányokkal nagyobb testtömeg-gyarapodás, jobb takarmány-, energia- és fehérjeértékesítés, továbbá kedvezőbb vágási minőség érhető el, mint a bruttó aminosav tartalom alapján készült tápokkal. Az emészthető aminosav tartalom alapján készült tápokkal a nagyobb aminosav tartalom és ebből következő drágább tápár ellenére gazdaságosabb a hizlalás.

6. SUMMARY

Summarising the national and international literature about the digesting, N-cycling and protein and amino acid digestible coefficients of poultry it can be established that, there is no common stand in several important question which are required for determining the protein value of poultry feeds. It is mostly traceable to that, we do not have enough homogenous experimental results for elaborating some attitudes. Considering these facts I planed to determine the followings in my experiments:

- Among the used methods of determining endogenous nitrogen loss (feeding N-free diet, regression method, post mortem method) which is the most suitable for measuring endogenous loss of broiler chickens?
- How much is the endogenous protein, lysine, methionine, cystine and threonine loss of broilers?
- How does the endogenous loss influences the amino acid digestible coefficient of broilers, is it necessary to establish the true digestibility of protein and amino acids?
- How is the effect of microbial fermentation in caecum on the N-cycling of broilers, does this effect influence significantly the digestible coefficient of protein and amino acids?
- How much is the apparent and true digestibility of lysine, methionine, cystine and threonine content of some important poultry feeds (maize, wheat, extracted soyabean, fishmeal) in broilers?

- What are the advantages in broiler fattening, if the required lysine and methionine content of feeds are calculated on the basis of true digestible lysine and methionine content instead of gross content?

The experiment was carried out on 35 day-old, 1400-1600 g in weight Ross broiler intact (control) and caeectomised cockerels. The caecum was surgically removed of the experimental animals by the further method. The experiment was started on the 10th day after surgical operation, when feed intake of the animals was appropriate for their age and weight. Until the recovery of the animals we placed them on straw deep litter and after that in slatted floor cages individually, which made it possible to determine the feed intake and the quantity of mixed excreta. The animals accustomed to the cage and to the experimental feed in a 7-days pre-feeding period, which was followed by a 4 day long experimental period. The mixed excreta was collected from the trays on the second and fourth day of the experiment. Then it was carried to the laboratory, where the feathers from the excreta were removed. In order that the weight increase of the animals should not influences the experimental results, I carried out a grouped and not a periodical experiment.

In the first experiment I examined the effect of caeectomy on endogenous nitrogen loss by force-feeding a N-free diet.

In the second experiment I determined the endogenous nitrogen loss using a regression method. During the experiment I fed two different, 17 and 20 per cent protein content diets.

During the third experiment I examined the effect of caeectomy on N-cycling of broilers and on apparent and true digestibility of protein.

In the fourth experiment I established the apparent and true digestibility of lysine, methionine, cystine and threonine content of some important poultry feeds. In case of extracted soyabean and fishmeal the daily protein intake was 23 g, so in accordance with the requirements of the animals, while in case of maize and wheat the main point was to insure the possible highest protein intake, so it was 10 g per a day. I formulated these two protein levels in such a way that I mixed the examined feeds with maize starch in different quantity.

I examined the ileal digestibility of protein and amino acids using the post mortem method as well. During the experiment after extermination of the animals and opening the abdominal cavity I took out the chimus from the last 10-15 cm part of the ileum before entering the caecum. After that we established the crude protein, amino acid and marker (TiO_2) content of the chimus samples. I calculated the digestibility of protein and amino acids using the following relation:

$$\text{Digestible coefficient} = \frac{\text{IA}_B - \text{IA}_T}{\text{IA}_B} * 100$$

IA_B = marker : amino acid ratio in the faeces

IA_T = marker : amino acid ratio in the diet

In order to determine that, what kind of fattening results can be achieved by feeding a starter, fattening and finishing diets, which were formulated on the bases of true digestible methionine and lysine content compared to the gross amino acid content, I carried out a broiler fattening experiment in the practice. I performed the experiment with 500 control and 500 experimental sexed Ross broiler chickens.

Diets of the experimental and control group differed in that, while lysine and methionine content of the experimental diet was calculated on the bases of true digestible lysine and methionine requirements of the animals and true digestible lysine and methionine content of the feeds, lysine and methionine level of the control diet was calculated on the bases of gross lysine and methionine content and gross lysine and methionine requirements.

At the end of the experiment I did a test-killing on 5-5 control rooster and pullet and on 5-5 experimental rooster and pullet. During the test-killing I measured the bratfertig weight of the animals, the weight of breast, legs, heart, gizzard, liver and abdominal fat and we determined the fatty acid content of the abdominal fat by laboratory examination.

On the bases of the results of laboratory examinations, digestion and N-cycling experiments with intact and caeectomised broilers and broiler fattening experiment the further new scientific results can be composed:

The endogenous nitrogen and endogenous lysine, methionine, cystine and threonine loss of 1,4-1,6 kg Ross 308 broiler chickens were established during the experiments. The endogenous losses are the followings:

	mg/day	mg/w ^{0,75}
Endogenous N loss	409,8	198,46
Endogenous lysine loss	58,28	43,00
Endogenous methionine loss	20,61	15,21
Endogenous cystine loss	21,64	15,97
Endogenous threonine loss	55,15	40,69

Caecectomy increases the endogenous nitrogen and endogenous lysine, methionine, cystine and threonine loss of broiler chickens. The ratio of increase is the following:

Nitrogen 14,0 %, lysine 3,6 %, methionine 5,9 %, cystine 28,1 %, threonine 3,8 %.

0,35-1,09 g, averagely 0,72 g microbial protein has been synthetised per a day in the caecum of broiler chickens, depending on the protein content of the diet and its digestibility, which is averagely 8,6 % of the crude protein content of mixed excreta. This, and the tendentious different between the protein digestibility of intact and caecectomised animals measured in all of my experiments verify, that intensive microbial processes occur in the caecum, which are pratical to be taken into account in order to increase the correctness of digestible coefficients when determining digestibility of protein and amino acids.

Results of the experiments confirm the point of view, that true digestible coefficients more correctly inform about the digestibility of protein and amino acids than apparent digestible coefficients. Correction has to be done with the endogenous nitrogen and endogenous amino acid loss of intact animals, because in this way the effect of caecectomy (or other surgical procedure) which increases the endogenous nitrogen might be removable.

During the experiments true digestibility of lysine, methionine, cystine and threonine content of maize, wheat, extracted soyabean meal and fishmeal - poultry diets, which are fed most frequently - had to be established. Digestible coefficients determined with caecectomised animals - which do not contain the modifying effect of fermentation occurring in caecum - are the followings:

	Lysine	Methionine	Cystine	Threonine
	digestible coefficient, %			
Maize	87,28	91,76	77,42	82,41
Wheat	78,06	88,55	73,56	84,97
Extracted soyabean	91,03	83,18	79,45	86,34
Fishmeal	88,87	93,67	73,36	87,52

It was established, that with compound feeds which are based on true digestible lysine, methionine, cystine and threonine content, higher weight gain, feed-, energy- and protein utilisation and better slaughtering quality could be reach than with compound feeds based on gross amino acid content.

7. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK

Juhász Anita - Schmidt János (2001): A fehérje valódi emészthetőségének megállapítása vakbélirtott brojlerekkel - Állattenyésztés és Takarmányozás 50.4. 341-352.

Juhász Anita - Schmidt János (2001): A fehérje / energia arány hatása a fehérje látszólagos és tényleges emésztési együtthatójára baromfiban - A Baromfi 4.3. 76-79.

Juhász Anita - Schmidt János (2002): Brojlerhízlalás tényleges aminosav emészthetőség alapján összeállított tápokkal - Baromfi ágazat 3. 24-29.

Juhász Anita - Schmidt János (2001): Apparent and true digestibility of protein and amino acids in poultry feeds. Methods of determining protein and amino acid digestibility in poultry - Acta Agronomica Óváriensis (megjelenés alatt).

Juhász Anita - Schmidt János (2001): The effect of caecectomy on the N-cycling of broilers and on the apparent digestibility of protein - Acta Agronomica Óváriensis (megjelenés alatt).

Juhász Anita - Schmidt János (2001): A kísérleti módszer hatása brojlercsibék endogén nitrogén ürítésére - Állattenyésztés és Takarmányozás (megjelenés alatt).

Juhász Anita - Schmidt János (2001): Néhány takarmány látszólagos és valódi emészthető lizin, metionin, cisztin és treonin tartalmának megállapítása vakbélirtott brojlerekkel - Állattenyésztés és Takarmányozás (megjelenés alatt).

Juhász Anita (2002): A fehérje / energia arány hatása a fehérje látszólagos és tényleges emésztési együtthatójára baromfiban - VIII. Ifjúsági Tudományos Fórum kiadványa, 2002. március 28., Keszthely.

8. A FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE

- Akester, A.R. (1967):* J. Anat. 101. 569-594.
- Almeida, J.A., Baptista, E.S. (1984):* Poult. Sci. 63. 2501-2503.
- Alvarado, F., Monreal, J. (1967):* Comp. Biochem. Physiol. 20. 471-488.
- Babinszky, L., Tossenberger, J., Karakas, P., Halas V., Szabó J. (1999):* Állatteny. és Takarm. 48. 4. 445-453.
- Barker, S.B., Summerson, W.H. (1941):* J. Biol. Chem. 138. 535-554.
- Barnes, E.M., Shrimpton, D.H. (1957):* J. Appl. Bact. 20. 273-285.
- Barnes, E.M., Goldberg, H.S. (1962):* J. Appl. Bact. 25. 94-106.
- Barnes, E.M., Impey, C.S. (1970):* Br. Poult. Sci. 11. 467-481.
- Bensadoun, A., Ichhponani, J.S.A. (1968):* Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Mfrs. 115-118.
- Bielorai, R., Iosif, B., Neumark, H. (1985):* J. Nutr. 115. 568-572.
- Bielorai, R., Iosif, B. (1987):* J. Nutr. 117. 1459-1462.
- Bird, F.H. (1968):* Fedn. Proc. Fedn. Am. Socs. Exp. Biol. 27. 1194-1198.
- Bird, H.R. (1969):* Publ. Natn. Acad. Sci., Washington, 1679. 33-41.
- Blakely, R.M. (1963):* Canadian J. Anim. Sci. 43. 386-388.
- Blount, W.P. (1947):* Diseases of Poultry, Bailliére, Tindall and Cox, London. 142.
- Bolton, W. (1962):* Proc. Nutr. Soc. 21. xxiv.
- Bolton, W. (1965):* Digestion in crop - Br. Poult. Sci. 6. 97-102.
- Bolton, E. (1967):* Poultry Nutrition - Her Majesty's Stationary Office, London.
- Boyden, E.A. (1922):* Am. J. Anat. 30. 163-201.

- Bradley, O.C. (1960):* The Structure of the fowl - Revised by T. Grahame. 4th edit. Oliver and Boyd, Edinborough and London.
- Bragg, D.B., Ivy, C.A., Stephenson, E.L. (1969):* Poult. Sci. 48. 2135-2137.
- Brandt, M., Allam, S.M. (1987):* Arch. Anim. Nutr. 37. 453-454.
- Branion, H.D., Anderson, G.W., Hill, D.C. (1952):* Poult. Sci. 32. 335-347.
- Braude, R., Kon, S.K., Porter, J.W.G. (1953):* Nutr. Abstr. Rev. 23. 473-495.
- Calhoun, M.L. (1961):* Microscopic anatomy of the digestive system of the chicken - State University Press, Ames, Iowa.
- Carlson, K.H., Bayley, H.S. (1970):* J. Nutr. 100. 1353-1362.
- Chodnik, K.S. (1948):* Q. Jl. Microsc. Sci. 89. 75-87.
- Coates, M.E., Davies, M.K., Kon, S.K. (1955):* Br. J. Nutr. 9. 110-119.
- Coates, M.E., Jayne-Williams, D.J. (1966):* In: Physiology of the Domestic Fowl, Oliver and Boyd, Edinburgh and London. 181-188.
- Coates, M.E., Ford, J.E., Harrison, G.F. (1968):* Br. J. Nutr. 22. 493-500.
- Combs, G.F. (1956):* Publs natn. Res. Coun., Washington, 397. 107-125.
- Csapó, J., Gombos, S., Csapó, Jné., Tossenberger, J. (1991):* Állatteny. és Takarm. 40.5. 431-440.
- Czakó J. (szerk.) (1982):* Állattenyésztési kísérletek tervezése és értékelése - Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Dalibard, P., Paillard, E. (1995):* Anim. Feed Sci. Techn. 53. 189-204.
- Dawson, A.B., Moyer, S.L. (1948):* Anat. Rec. 100. 493-514.

- Degussa (1997):* Empfehlungen zur Versorgung von Geflügel mit Aminosäuren - Degussa AG, Geschäftsbereich Futtermitteladditive.
- Donkoh, A., Moughan, P.J. (1994):* Br. J. Nutr. 72. 59-68.
- Draper, H.H. (1958):* J. Nutr. 64. 33-42.
- Dublecz, K. (1995):* PATE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, I. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 90-94.
- Dublecz, K., Vincze L., Jakab E., Szűts G., Wágner L.(1996):* Országos Takarmányozástani Oktatási-Kutatási Napok, Keszthely, 28-34.
- Dublecz, K., Vincze, L., Kovács, G., Wágner, L., Szűts, G., Meleg, I. (1998):* Állatteny. és Takarm. 47. 1. 77-87.
- Dublecz, K., Pál, L., Bartos, Á., Tóth, G., Bányai, A., Bokor, Á. (2002):* A Baromfi 5.2. 68-71.
- Duke, G.E. (1984):* In: Swenson, M.J. (ed.): Dukes' physiology of domestic animals - Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, London, 359-366.
- Dziuk, H.E., Duke, G.E. (1972):* Am. J. Physiol. 222. 159-166.
- Eissa, Y.M. (1961):* J. Arab vet. Med. Ass. 21. 433-458.
- Erbersdobler, H., Gropp, J., Beck, H. (1975):* Proc. of the Nutr. Soc. 34. 21-28.
- Eyssen, H., de Prins, V., de Somer, P. (1962):* Poult. Sci. 41. 227-233.
- Eyssen, H., Swalen, E., Kowszky-Gindifer, Z., Parmentier, G. (1965):* Antonie van Leeuwenhoek 31. 241-248.
- Farner, D.S. (1960):* In: Biology and comparative physiology of birds - ed. Marshall, A.J. vol. I. 411-467. Academic Press, New York and London.

- Farrell, D.J. (1978):* Wld's Poult. Sci. J. 37. 72-83.
- Farrell, D.J., Mannion, P.F., Pérez-Maldonado, R.A. (1999):* Anim. Feed Sci. Techn. 82. 131-142.
- Fonolla, J., Prieto, C., Sanz, R. (1981):* Anim. Feed Sci. Techn. 6. 405-411.
- Francois, A.C. (1962):* Wld. Rev. Nutr. Diet 3. 23-64.
- Fuller, R., Coates, M.E. (1983):* In: Freeman, B.M. (ed.) Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl, Vol. 4. Academic Press, London, 51-61.
- Fuller, M.F., Darcy-Vrillon, B., Laplace, J.P., Picard, M., Cadenhead, A., Jung, J., Brown, D., Franklin, M.F. (1994):* Anim. Feed Sci. Techn. 48. 305-324.
- Furuse, M., Yokota, H., Tasaki, I. (1985):* Br. Poult. Sci. 26. 389-397.
- Gasaway, W.C. (1976):* Comp. Biochem. Physiol. 53A. 109-114.
- Gebhardt, G. (ed.) (1981):* Tierernährung. D. Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Gordon, H.A. (1952):* Colloquium Univers. Notre Dame, Lobund Institute.
- Gordon, H.A., Wagner, M., Wostmann, B.S. (1957-58):* Antibiotics A. 248-255.
- Gordon, H.A., Bruckner-Kardoss, E. (1958-59):* Antibiotics A. 1012-1019.
- Gordon, H.A., Bruckner-Kardoss, E. (1961):* Acta anat. 44. 210-225.
- Green, S. (1988):* Br. Poult. Sci. 29. 419-429.
- Green, S., Bertrand, S.L., Duron, M.J.C., Maillard, R. (1987a):* Br. Poult. Sci. 28. 631-641.

- Green, S., Bertrand, S.L., Duron, M.J.C., Maillard, R. (1987b):* Br. Poult. Sci. 28. 643-652.
- Green, S., Kiener, T. (1989):* Anim. Prod. 48. 157-179.
- Hakansson, J., Eriksson, S. (1974):* Swedish J. Agric. Res. 4. 195-207.
- Halnan, E.T. (1949):* Br. J. Nutr. 3. 245-253.
- Halpern, B.P. (1962):* Am. J. Physiol. 203. 541-544.
- Haque, A., Opstvedt, J., Njaa, L.R. (1990):* Acta Agric. Scandinavica 40.3. 259-265.
- Hayes, J.P., Austic, R.E. (1982):* Poult. Sci. 61. 2294-2295.
- Herpol, C. (1967):* Zuurtegraad en vertering in de maag van vogels - Natuurwet. Tijdschr. 49. 201-215.
- Herpol, C., Van Grembergen, G. (1961):* Annls. Biol. Anim. Biochem. Biophys. 1. 317-321.
- Herpol, C., Van Grembergen, G. (1967):* Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys. 7. 33-38.
- Hew, L.I., Ravindran, V., Mollah, Y., Bryden, W.L. (1998):* Anim. Feed Sci. Techn. 75. 83-92.
- Hew, L.I., Ravindran, V., Ravindran, G., Pittolo, P.H., Bryden, W.L. (1999):* - J. Sci. Food Agric. 79. 1727-1732.
- Hibbard, H. (1942):* J. Morph. 70. 121-149.
- Hill, C.H., Keeling, A.D., Kelly, J.W. (1957):* J. Nutr. 62. 255-267.
- Hill, K.J. (1971):* In: Bell, D.J., Freeman, B.M. (eds.): Physiology and Biochemistry of the domestic fowl. Academic Press, London, New York, 1-23.
- Hurwitz, S., Bar, A. (1968):* Poult. Sci. 47. 1029-1030.

- Husvéth, F. (szerk.) (1994):* A háziállatok élettana és anatómiája - Mezőgazda Kiadó. Budapest: 408-412.
- Hyoungho Kim, Ok Suk, Young Ho Cha (1996):* RDA J. Agric. Sci. 38. 1. 780-784.
- Imondi, A.R., Bird, F.H. (1966):* Poult. Sci. 45. 142-147.
- Ivorec-Szylit, O., Szylit, M. (1965):* Annls Biol. Anim. Biophys. 5. 353-360.
- Ivorec-Szylit, O., Mercier, C., Raibaud, P., Calet, C. (1965):* C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, 261. 3201-3203.
- Ivy, C.A., Bragg, D.B., Stephenson, E.L. (1968):* Poult. Sci. 47. 1771-1774.
- Janssen, W.M.M.A., Beeking, F.F.E., Terpstra, K. (1977):* The estimation of the digestibility of amino acids in poultry feeds - Spelderholt Mededeling 275.
- Janssen, W.M.M.A., Terpstra, K., Beeking, F.F.E., Bisalksy, A.J.N. (1979):* Feeding Values for Poultry - Spelderholt Mededeling 303.
- Jayne-Williams, D.J., Fuller, R. (1971):* In: Bell, D.J., Freeman, B.M. (eds.): Physiology and Biochemistry of the domestic fowl. Academic Press, London, New York, 73-92.
- Johns, D.C., Low, C.K., Sedcole, J.R., James, K.A.C. (1986a):* Br. Poult. Sci. 27. 451-461.
- Johns, D.C., Low, C.K., James, K.A.C. (1986b):* Br. Poult. Sci. 27. 679-685.
- Jukes, H.G., Hill, D.C., Branion, H.O. (1956):* Poult. Sci. 35. 716-723.

- Kakuk T., Schmidt J. (1988):* Takarmányozástan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kan, C.A. (1975):* Wld's Poult. Sci. J. 31. 46-56.
- Karasawa, Y. (1999):* J. Exp. Zoology 283. 418-425.
- Karasawa, Y., Okamoto, M., Kawai, H. (1988):* Br. Poult. Sci. 29. 119-124.
- Karasawa, Y., Maeda, M. (1992):* Br. Poult. Sci. 33. 815-820.
- Karasawa, Y., Maeda, M. (1994):* Br. Poult. Sci. 35. 383-391.
- Karasawa, Y., Son, J.H., Koh, K. (1997):* Br. Poult. Sci. 38. 439-441.
- Karsai, F. (1982):* Állatorvosi kórélettan - A bélbaktériumok szerepe baromfiban - Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 287-289.
- Kerr, B.J., Kidd, M.T., Halpin, K.M., McWard G.W., Quarles, C.L. (1999):* J. Appl. Poult. Res. 8. 381-390.
- Kessler, J.W., Nguyen, T.H., Thomas, O.P. (1981):* Poult. Sci. 60. 1576-1577.
- Kitchell, R.L. Ström, L., Zotterman, Y. (1959):* Acta Physiol. Scand. 46. 133-151.
- Kokue, E., Hayama, T. (1972):* Poult. Sci. 51. 1366-1370.
- Komlósné Orosz, Sz. (2000):* PhD értekezés - SZIE, Gödöllő, 36-40.
- Kristen, H., Poppe, S. (1966):* Arch. Geflügelzucht u. Kleintierkd. 15: 351.
- Kussaibati, R., Guillaume, J., Leclercq, B. (1982):* Br. Poult. Sci. 23. 393-403.
- Lerner, J., Burrill, P.H., Sattelmeyer, P.A., Janicki, C.F. (1976):* Comp. Biochem. Physiol. 54A. 109-112.

- Lerner, J., Messier, D.L. (1978):* Comp. Biochem. Physiol. 60A. 497-501.
- Lev, M., Briggs, C.A.E. (1956):* J. Appl. Bact. 19. 224-230.
- Likuski, H.J.A. and Dorrell, H.G. (1978):* Poult. Sci. 57. 1658-1660.
- Lindenmaier, P., Kare, M.R. (1959):* Poult. Sci. 38. 545-550.
- Long, J.F. (1967):* Am. J. Physiol. 212. 1303-1307.
- Longstaff, M., McBain, B. and McNab, J.M. (1991):* Anim. Feed Sci. Techn. 34. 147-161.
- Low, A.G. (1980):* J. Sci. Food Agric. 31. 1087-1130.
- Luckey, T.D. (1959):* In: Antibiotics: Their Chemistry and Non-Medical Uses - ed. H.S. Goldberg, New Jersey, 174-321.
- Magyar Takarmánykódex (1990):* Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest, II.
- Mangold, E. (1929):* In: Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der Landwirtschaftlichen Nutztiere. Ed. Mangold, E. Springer, Berlin.
- McNab, J.M. (1973):* Wld's Poult. Sci. 29. 251-263.
- McNab, J.M. (1979):* In: C.A. Kan and P.C.M. Symons (editors), Proc. 2nd Europ. Symp. Poult. Nutr. Beekbergen, Pudoc, Wageningen, 102-106.
- McNab, J.M. (1989):* The Feed Comp. 11. 43-47.
- McNab, J.M. (1990):* In: Institute de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (ed.), Proc. Of the 7th Europ. Symp. on Poult. Nutr. IRTA, Barcelona, Spain, 45-53.
- McNab, J.M. (1992):* Determination of available energy and amino acids in poultry diets - 53rd Minnesota Nutrition Conference.
- McNab, J.M. (1994):* In: Amino acids in farm animal nutrition. (ed. D'Mello, J.P.F.), Wallingford, UK, CAB International, 185-203.

- McNab, J.M., Fisher, C. (1981):* An assay for true and apparent metabolizable energy - Proc. of the 3rd Europ. Symp. on Poult.
- Mitsuoka, T., Segal, T., Yamamoto, S. (1965a):* Zentbl. Bakt. ParasitKde, 195. 69-79.
- Mitsuoka, T., Segal, T., Yamamoto, S. (1965b):* Zentbl. Bakt. ParasitKde, 195. 455-469.
- Muztar, A.J., Slinger, S.J. (1980):* Nutr. Rep. Intern. 22. 863-868.
- Nesheim, M.C. (1965):* In: Proc. of the 1965 Cornell Nutrition Conference, 112-118.
- Nesheim, M.C. and Carpenter, K.J. (1967):* Br. J. Nutr. 21. 399-411.
- Nishida, T., Paik, Y.K., Yasuda, M. (1969):* Jap. J. Vet. Sci. 31. 51-80.
- Nolf, P. (1938):* Archs int. Physiol. 46. 1-85.
- Noyan, A., Lossow, W.J., Brot, N., Chaikoff, I.L. (1964):* J. Lipid Res. 5. 538-541.
- NRC (National Research Council) (1994):* Nutrient requirements of poultry - 9th rev. ed. National Academic Press, Washington.
- Ochi, Y., Mitsuoka, T. (1958):* Jap. J. Vet. Sci. 20. 45-51.
- Ochi, Y., Mitsuoka, T., Segal, T. (1964):* Zentbl. Bakt. ParasitKde, 193. 80-95.
- O'Dell, B.L., Woods, W.D., Laerdal, O.A., Geffay, A.M. and Savage, J.E. (1960):* Poult. Sci. 39. 426-432.
- Parsons, C.M. (1984a):* Br. J. Nutr. 51. 541-548.
- Parsons, C.M. (1984b):* Poult. Sci. 63. 161.
- Parsons, C.M. (1985):* J. Agric. Sci. 104. 469-472.

- Parsons, C.M. (1988):* In: Proc. of Arkansas Nutr. Conf.. Univ. of Arkansas, Fayetteville, 18-25.
- Parsons, C.M. (1996):* Anim. Feed Sci. Techn. 59. 147-153.
- Parsons, C.M., Potter, L.M., Brown, R.D., Wilkins, T.D., Bliss, B.A. (1982a):* Poult. Sci. 61. 925-932.
- Parsons, C.M., Potter, L.M., Brown, R.D. (1982b):* Poult. Sci. 61. 999-946.
- Parsons, C.M., Potter, L.B. and Brown, R.D. (1983):* Poult. Sci. 62. 483-489.
- Payne, W.L. (1968):* Proc. of the Maryland Nutr. Conf. for Feed Manufacturers, 73-83.
- Payne, W.L., Combs, G.F., Kifer, R.R. and Snyder, D.G. (1968):* Federation Proc. 27. 1199-1203.
- Payne, W.L., Kifer, R.R., Snyder, D.G. and Combs, G.F. (1971):* Poult. Sci. 50. 143-150.
- Pennington, R.J., Sutherland, T.M. (1956):* Biochem. J. 63. 353-361.
- Pepper, W.F., Slinger, S.J., Motzok, I. (1953):* Poult. Sci. 32. 656-660.
- Pérez, L., Fernandez-Figares, I., Nieto, R., Aguilera, J.F., Prieto, C. (1993):* Anim. Prod. 56. 261-267.
- Picard, M., Bertrand, S., Duron, M., Maillard, R. (1983):* Proc. of the 4th Europ. Symp. on Poult. Nutr. Tours (France), 165.
- Pritchard, P.J. (1972):* Comp. Biochem. Physiol. 43A. 195-205.
- Raharjo, Y.C., Farrel, D.J. (1981):* In: D.J. Farrel (editor), Recent Advances in Animal Nutrition in Australia 1981. Univ. of New England Publishing Unit, 197-218.

- Raharjo, Y.C., Farrel, D.J. (1984a):* Australian J. Exp. Agric. 24. 516-521.
- Raharjo, Y.C., Farrel, D.J. (1984b):* Anim. Feed Sci. Techn. 12. 29-45.
- Ratcliffe, B. (1991):* In: Fuller, M.F. (ed.) In vitro digestion for pigs and poultry - CAB International. Wallingford, 19-34.
- Ravindran, V., Hew, L.I., Ravindran, G., Bryden, W.L. (1999):* Br. Poult. Sci. 40. 266-274.
- Rogosa, M., Mitchell, J.A., Wiseman, R.F. (1951):* J. Bact. 62. 132-133.
- Romanoff, A.L. (1960):* The avian embryo - The Macmillan Company, New York.
- Rostagno, H.S., Pack, M. (1995):* Growth and breast meat responses of different broiler strains to dietary lysine - 10th Europ. Symp. of Poult. Nutr. Antalya, Turkey.
- Rostagno, H.S., Pupa, J.M.R., Pack, M. (1995):* J. of Appl. Poult. Res. 4. 293-299.
- Ryan, W.L., Barak, A.J., Johnson, R.J. (1968):* Arch. Biochem. Biophys. 123. 294-297.
- Salter, D.N. (1973):* Proc. of the Nutr. Soc. 32. 65-71.
- Salter, D.N., Coates, M.E. (1971):* Br. J. Nutr. 26. 55-69.
- Salter, D.N., Fulford, R.J. (1974):* Br. J. Nutr. 32. 625-637.
- Salter, D.N., Coates, M.E. and Hewitt, D. (1974):* Br. J. Nutr. 31. 307-318.
- Schmidt J (1989):* A szarvasmarhák fehérje és aminosav ellátásának javítása - MTA doktora értekezés.

- Schmidt J. (szerk.) (1993):* Takarmányozás, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Short, F.J., Wiseman, J., Boorman, K.N. (1999):* Anim. Feed Sci. Techn. 79. 195-209.
- Sibbald, I.R. (1979):* Poult. Sci. 58. 668-675.
- Sibbald, I.R. (1980):* Poult. Sci. 59. 836-844.
- Sibbald, I.R. (1986):* The T.M.E. system of feed evaluation: methodology, feed composition data and bibliography - Technical Bulletin 1986-4E. Animal Research Centre. Research Branch. Agriculture Canada. Ottawa. Canada.
- Sibbald, I.R. (1987):* Canadian J. Anim. Sci. 67. 221-300.
- Sibbald, I.R., Morse, P.M. (1983):* Poult. Sci. 62. 68-76.
- Sibbald, I.R. and Wolynetz, M.S. (1985):* Poult. Sci. 64. 1972-1975.
- Sieburth, J.M., Jezeski, J.J., Hill, E.G., Carpenter, L.E. (1954):* Poult. Sci. 33. 753-762.
- Siriwan, P., Bryden, W.L., Mollah, Y., Annison, E.F. (1993):* Br. Poult. Sci. 34. 939-949.
- Siriwan, P., Bryden, W.L., Annison, E.F. (1994):* Br. J. Nutr. 71. 515-529.
- Skrede, A., Krogdahl, A. and Austreng, E. (1980):* Z. Tierphysiol., Teirernahr. Futtermittelkunde 43. 92-101.
- Slump, P., van Beek, L., Janssen, W.M.M.A., Terpstra, K., Leni, N.P. and Smits, B. (1977):* Z. Tierphysiol., Teirernahr. Futtermittelkunde 40. 257-272.
- Smith, H.W., Crobb, W.E. (1961):* J. Path. Bact. 82. 53-66.
- Smith, H.W. (1965a):* J. Path. Bact. 89. 95-122.
- Smith, H.W. (1965b):* J. Path. Bact. 90. 495-513.

- Soares, J.H., Kifer, R.R. (1971):* Poult. Sci. 50. 41-46.
- Soares, J.H., Miller, D., Fitz, N., Sandres, M. (1971):* Poult. Sci. 50. 1134-1143.
- Taylor, J.H. (1957):* Vet. Rec. 69. 278-288.
- Teekell, R.A., Richardson, C.E. and Watts, A.B. (1968):* Poult. Sci. 47. 1260-1266.
- Ten Doeschate, R.A.H.M., Scheele, C.W., Schreurs, V.V.A.M., van der Klis, J.D. (1993):* Br. Poult. Sci. 34. 131-146.
- Terpstra, K. (1977):* Proc. of the 5th Intern. Symp. on Amino Acids, Budapest, 1-8.
- Terpstra, K. (1979):* In: C.A. Kan, P.D.M. Simons (eds), Proc. 2nd Europ. Symp. Poult. Nutr. Beekbergen, PUDOC, Wageningen, 97-101.
- Terpstra, K., De Hart, N. (1974):* Z. Tierphysiol., Teirernähr. Futtermittelkunde 32. 306-320.
- Timms, L. (1968):* Br. Vet. J. 124. 470-477.
- Toner, P.G. (1965a):* Acta Anat. 61. 321-330.
- Toner, P.G. (1965b):* J. Anat. 99. 389-398.
- Tossenberger J., Babinszky L. (1996):* Országos Takarmányozástani Oktatási-Kutatási Napok, Keszthely, 21-26.
- Tossenberger J., Babinszky L. (1998):* Az aminosavak emészthetőségének vizsgálata baromfiban - Kutatási jelentés, Pate-Átk, Takarmányozástani Tanszék.
- Van Alten, P.J., Fennell, R.A. (1957):* Anat. Rec. 127. 677-695.
- Van Es, A.J.H., Rérat, A. (1980):* In: Oslage, H.J. and Rohr, K. (eds.) Proceedings of 3rd EAAP Symposium on Protein Metabolism and

Nutrition. European Association of Animal Production, Braun. West Germany, 3. 32.

Varnish, S.A., Carpenter, K.J. (1975): Br. J. Nutr. 34. 339-349.

Vincze, L. (szerk.) (1999): A baromfitakarmányok energia és fehérje értékelése - Keszthelyi Akadémiai Alapítvány, 99-162.

Vincze, L. (2000): Takarmányozás 3.1. 25-26.

Vincze, L., Dubblecz, K., Jakab, E., Szűts, G., Wágner, L. (1992): XIX. WPSA. Cong. Amsterdam, Proc. 3. 462-466.

Visek, M.J. (1969): Publs. Natn. Acad. Sci. Washington, 1679. 135-149.

Vohra, P. (1972): Wld's Poult. Sci. 29. 204-214.

Wallis, I.R., Balnave, D. (1984): Br. Poult. Sci. 15. 389-399.

Wallis, I.R., Mollah, Y. and Balnave, D. (1985): Br. Poult. Sci. 26. 265-274.

Wang, X., Parsons, C.M. (1998): Poult. Sci. 77. 1010-1015.

Wiseman, R.W., Bushnell, O.A., Rosenberg, M.M. (1956): Poult. Sci. 35. 126-132.

Yamazaki, M. (1983): Japanese J. Zootechn. Sci. 54. 729-733.

Yamazaki, M., Ando, M. and Kubota, D. (1977): Japanese Poult. Sci. 14. 232-235.

Zuprizal, Larbier, M. and Chagneau, A.M. (1992): Poult. Sci. 71. 1486-1492.