

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

SZOKOLY ZSUZSANNA

MOSONMAGYARÓVÁR

2005

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

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

Doktori iskola vezetője és témavezető:
DR. SCHMIDT JÁNOS
MTA levelező tagja

**VÉDETT (BYPASS) FEHÉRJEKÉSZÍTMÉNY ELŐÁLLÍTÁSA
ÉS FELHASZNÁLÁSA NAGY TEJTERMELÉSŰ TEHENEK
TAKARMÁNYOZÁSÁBAN**

Készítette:
SZOKOLY ZSUZSANNA

MOSONMAGYARÓVÁR
2005

**„VÉDETT (BYPASS) FEHÉRJEKÉSZÍTMÉNY ELŐÁLLÍTÁSA ÉS
FELHASZNÁLÁSA NAGY TEJTERMELÉSŰ TEHENEK
TAKARMÁNYOZÁSÁBAN”**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Nyugat-Magyarországi Egyetem *Az állati termék előállítás biológiai, technológiai, ökológiai,
takarmányozási és ökonómiai kérdései* Doktori Iskolája
A gazdasági állatok táplálóanyagellátásának javítása alprogramjához tartozóan.

Írta:
SZOKOLY ZSUZSANNA

Készült a Nyugat-Magyarországi Egyetem program
..... (jelű:) alprogramja keretében

Témavezető: Dr. Schmidt János, egyetemi tanár, az MTA levelező tagja

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(alíírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Sopron/Mosonmagyaróvár

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(alíírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(alíírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(alíírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Mosonmagyaróvár,

a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

Az EDT elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	2
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1. A kérődzők N-forgalma.....	6
2.1.1 A takarmányfehérjék lebomlása a bendőben.....	7
2.1.2. A fehérjék bendőbeli lebonthatóságát befolyásoló tényezők.....	8
2.1.3. Mikrobafehérje szintézis a bendőben.....	11
2.1.4. N-forgalom az emésztőcső posztruminális szakaszában.....	15
2.1.5. A fehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentése fizikai és kémiai úton.....	16
2.1.5.1. Fehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentése kémiai anyagokkal.....	17
2.1.5.2. Fehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentése fizikai úton.....	22
2.2. Védett fehérjék etetésével szerzett tapasztalatok.....	25
3. Saját vizsgálatok	34
3.1. A vizsgálatok célkitűzése.....	34
3.2. Anyag és módszer.....	35
3.2.1. A kísérleti takarmányok kezelése.....	35
3.2.2. Állatkísérleti módszerek.....	38
3.2.2.1. In situ vizsgálatok.....	38
3.2.2.2. A fehérje posztruminális emészthetőségének megállapítása mobil bag technikával.....	40
3.2.2.3. A kombinált kezeléssel előállított készítmény bendőfermentációra gyakorolt hatásának vizsgálata.....	41
3.2.2.4. A kombinált kezeléssel előállított készítmény mikrobafehérje szintézisre gyakorolt hatásának megállapítása.....	43
3.2.2.5. A kombinált kezeléssel előállított készítmény etetésének hatása a sav-bázis egyensúlyra.....	45
3.2.2.6. Üzemi tejtermelési kísérlet.....	46
3.2.3. A kísérletek során alkalmazott kémiai vizsgálati eljárások.....	50
3.2.4. Az adatok statisztikai értékelése.....	53
3.3. Kísérleti eredmények és azok megbeszélése.....	53

3.3.1. A sósavval végzett kezelés, valamint a kombinált kezelés hatása a szójafehérje bendőbeli lebonthatóságára.....	53
3.3.2. A kombinált kezelés hatása az extrahált szójadara fehérjéjének posztruminális emészthetőségére.....	66
3.3.3. A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény hatása a bendőfermentációra	69
3.3.4. A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény etetésének hatása a mikrobafehérje szintézisre.....	77
3.3.5. Kombinált kezeléssel előállított készítmény etetésének hatása az állatok nettó sav-bázis ürítésére.....	79
3.3.6. A kombinált kezelés hatása más abraktakarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságára.....	82
3.3.7. A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény etetésének hatása a tejtermelésre és a tej összetételére.....	85
4. Új tudományos eredmények.....	92
5. Összefoglalás.....	94
6. A felhasznált szakirodalom jegyzéke	99

Védett (bypass) fehérjekészítmény előállítás és felhasználása nagy tejtermelésű tehenek takarmányozásában

A szerző olyan kombinált (kémiai és fizikai) kezelési eljárást dolgozott ki, amellyel az extrahált szójadara fehérjéjének aktuális bendőbeli lebonthatósága relatíve 63%-kal csökkenthető, anélkül hogy az UDP posztruminális emészthetősége romlana. A készítmény napi 1,5 kg-os adagban történő etetése a tehenek átlagos napi tejtermelését a laktáció első harmadában napi mintegy 1 literrel növeli. A tej összetételét a készítmény etetése nem befolyásolja. A kidolgozott eljárással más fehérjében gazdag takarmányok bendőbeli degradabilitása is csökkenthető.

Production of a protected (bypass) protein product and its use in the feeding of high yielding dairy cows

The author improved an combined (chemical and physical) method. As a result of the treatment the effective degradability of the protein of the extracted soybean meal in the rumen reduced in comparison to the untreated soybean meal, relatively by 63%. The combined treatment does not affect the post-ruminal digestibility of the UDP. Feeding with daily ration of 1.5 kg extracted soybean meal made with the combined treatment increased the daily milk production of the cows significantly by approximately 1 litre. This combined method is also favourable for the reducing rumen degradability of the other feedstuffs rich in protein.

1. Bevezetés

Az elmúlt másfél évtizedben jelentősen növekedett a fejlett szarvasmarha-tenyésztéssel rendelkező országokban a tehenek laktációs termelése. Ez a fejlődés mind Magyarországon, mind pedig Szlovákiában megfigyelhető, hiszen Magyarországon a termelésellenőrzésbe bevont állomány laktációs termelése 1985 és 2003 között 4 875 literről 7 618 literre nőtt (1. táblázat), míg Szlovákiában 3 362 literről 5 724 literre emelkedett (2. táblázat).

1. táblázat

**Az ellenőrzött tehenállomány laktációs termelésének alakulása
Magyarországon 1985-2003 között**
(Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. adatai)

Év	Standard laktációk száma	Tej kg	Tejzsír %	Tejfehérje %
1985	293000	4875	3,71	-
1990	288000	5534	3,66	3,24
1995	200000	5856	3,87	3,23
1998	202200	6399	3,73	3,36
1999	206148	6523	3,77	3,33
2000	220221	6773	3,78	3,28
2001	192398	7195	3,75	3,27
2002	184679	7449	3,76	3,29
2003	176411	7618	3,82	3,27

2. táblázat

**Az ellenőrzött tehénállomány laktációs termelésének alakulása
Szlovákiában 1985-2004 között
(Štátny plemenársky ústav SR adatai)**

Év	Standard laktációk száma	Tej kg	Tejzsír %	Tejfehérje %
1985	354 084	3 362	3,91	
1990	391 333	3 650	3,98	
1995	182 800	3 667	4,07	3,27
1998	151 570	4 173	4,07	3,27
1999	147 549	4 463	4,08	3,31
2000	150 394	4 624	4,09	3,30
2001	149 325	4 940	3,93	3,27
2002	148 604	5 246	3,97	3,29
2003	143 919	5 556	4,02	3,26
2004	127 254	5 724	4,00	3,23

A tejtermelés emelkedése növelte a tehenek táplálóanyag szükségletét. Elsősorban a tehenek energia- és fehérjeszükséglete nőtt meg. A tehenek növekvő fehérjeszükségletét nem lehet kizárólag a takarmányadag fehérjetartalmának emelésével fedezni, egy bizonyos határon túli fehérjefogyasztás ugyanis rontja a szaporodási eredményeket. Számos kísérlet eredménye igazolja, hogy a takarmányadag nyersfehérje-tartalma és a szaporodási eredmények között negatív korreláció áll fenn (Kaufmann és Lüpping, 1978, Bruckental és mtsai, 1996). Ez arra vezethető vissza, hogy a takarmányadag fehérjetartalmának növekedésével - főleg ha a bendőben könnyen lebomló fehérjét tartalmazó takarmányokat etetünk - növekszik a bendőfolyadék NH₃-tartalma, ami a vérplazma karbamid tartalmának emelkedését, ennek

következtében pedig a szaporodási eredmények (spermaindex, termékenyülési %, két ellés közötti idő hossza) romlását eredményezi.

A megoldást az jelenti, hogy a tejtermelés emelkedésével arányosan növeljük a napi takarmányadagban azt a fehérjehányadot, amely nem a bendőben, hanem az emésztőcső azt követő részében bomlik le, illetve szívódik fel.

Ezt úgy tudjuk megvalósítani, hogy a fehérjeszükséglet egy részét olyan takarmányokkal fedezzük, melyeknek fehérjéje az átlagosnak tekinthető 70%-nál kisebb mértékben bomlik le a bendőben. Olyan takarmányadaggal, amelyben a fehérje lebonthatósága 70%, vagy azt meghaladó, mindössze 25-30 kg napi tejtermelés fehérjeszükséglete fedezhető a szaporodási eredmények romlása nélkül. A napi tejtermelés növekedésével a takarmányadag fehérjéjének lebonthatóságát fokozatosan 55-60%-ra szükséges csökkenteni (Schmidt, 2003). Brydl (1998) szerint a laktációs csúcstermelés időszakában a napi nyersfehérje szükséglet 30-35%-át, a laktáció közepén 20%-át, a laktáció végén pedig 10%-át célszerű védett fehérjében biztosítani.

Az a tény, hogy a hazai növényi eredetű takarmányok között csak kevés olyan takarmány található, amelynek nagy a fehérjetartalma és ugyanakkor fehérjéjének kicsi a bendőbeli degradabilitása, olyan eljárások (technológiák) kifejlesztését indította el, amelyekkel úgy lehet mérsékelni a takarmányfehérjék bendőbeli lebonthatóságát, hogy közben a fehérje posztruminális emészthetősége ne, vagy csak kismértékben csökkenjen. A védett (bypass) fehérjékkel kapcsolatos további fontos követelmény, hogy kedvező aminosav-összetételűek legyenek, ugyanis a nagy tejtermelésű tehenek relatíve kevesebb mikrobafehérjéhez jutnak,

viszont a nagy tejtermelés más táplálóanyagok mellett az esszenciális aminosavakból is kifogástalan ellátást követel meg (Schmidt, 2003).

Tekintettel arra, hogy a BSE terjedésének megakadályozását célzó állategészségügyi rendszabályok állati eredetű takarmányok kérődzőkkel történő etetését az Európai Unió országaiban tiltják, a kutatás napjainkban kizárólag növény eredetű, értékes aminosav-összetételű fehérjék felhasználásával kíván bypass hatású védett fehérjekészítményeket kifejleszteni.

Az említett kezelések két csoportba sorolhatók: lehetnek fizikai, vagy kémiai eljárások. A fizikai kezelések közül a hőkezelést (pl. az extrudálást, a lapkázást), a kemikáliák közül pedig leginkább az aldehideket (formaldehid, glioxál, glutáraldehid), illetve a tannint használják fel ilyen célra.

A tejlő tehének laktációs termelése a jövőben várhatóan tovább növekszik majd, amiből következően egyre nagyobb szerephez jutnak azok a fehérjetakarmányok, amelyeknek fehérjéje az átlagosnál lényegesen kisebb mértékben bomlik le a bendőben. A folyamatosan növekvő termelés fehérjeigényét ugyanis csak az ilyen takarmányok fokozott mértékű felhasználásával lehet a szaporodási eredmények romlása nélkül fedezni.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A kérődzők N-forgalma

A kérődzők előgyomraiban uralkodó körülmények (szerves anyagok jelenléte, pH, hőmérséklet, vízaktivitási viszonyok, anaerob körülmények) alkalmassá teszik őket arra, hogy bennük élénk mikrobás élet alakuljon ki (Schmidt és mtsai, 2000b). A bendőben mintegy 200 baktériumfaj és 28-30 infuzórium faj él, a csíraszám 1 ml bendőtartalomban akár a 10^9 - 10^{11} értéket is elérheti (Kakuk és Schmidt, 1988). Az infuzóriumok száma a baktériumokénál kisebb, csak 10^5 - 10^7 /ml bendőtartalomban (Püschner és Simon, 1977). Az etetett takarmány kémiai összetétele jelentős mértékben határozza meg a mikrobiális ökoszisztéma létszámát és faji összetételét. Az előgyomrokban élő baktériumokat aszerint osztályozzák, hogy főképpen milyen szubsztrátot bontanak el. Ezek alapján megkülönböztetünk cellulóz-, keményítő-, hemicellulóz-, és cukorbontó baktériumokat, továbbá organikus savakat felhasználó baktériumokat, metanogén, proteolitikus, valamint lipolitikus baktériumokat. A különböző szubsztrátok bontására specializálódott baktériumok élettevékenysége és szaporodása, valamint a takarmány összetétele között igen szoros kölcsönhatás alakul ki. Amennyiben ez a kölcsönhatás egy hirtelen takarmányváltozás folytán felborul, a baktériumszám több nagyságrenddel csökken, amíg ki nem alakul az új takarmányhoz (táptalajhoz) adaptálódott új bendőflóra.

2.1.1. A takarmányfehérjék lebomlása a bendőben

A bendőben élő mikroflóra a takarmányozásától viszonylag független proteolitikus aktivitással rendelkezik, aminek eredményeként az oda bejutó fehérjék több tényezőtől függően 40-80%-os mértékben lebomlanak. A bendőben végbemenő fehérje lebontás fő formája a hidrolízis, amelynek során peptidek és aminosavak képződnek. Ez utóbbiakat a mikrobák vagy közvetlenül fehérjeállományuk felépítéséhez hasznosítják, vagy dezaminálják. A fehérje lebontást a bendőben elsősorban a baktériumok végzik, a protozoák proteolitikus aktivitása csekély (Nugent és Mangan, 1981). A juhok bendőfolyadékában mintegy 10%, a szarvasmarhákéban k.b. 38% a proteolitikus aktivitású baktériumok aránya (Szabó, 1980). Fehérjebontásra nemcsak az obligát fehérjebontók képesek, hanem a szénhidrátbontó baktériumok egy része is hidrolizálja a fehérjéket. A bendőmikrobák részben extra-, másrészt pedig intracelluláris fehérjebontó enzimekkel (proteáz, polipeptidáz) bontják le aminosavakra a fehérjéket. A folyamat pH optimuma 6-7 között van (Blacburn és Hobson, 1960). A protozoák fehérjebontó tevékenysége a sejten belül zajlik le (Chalupa, 1978). A szabaddá váló aminosavak 20-30%-át saját testfehérjéjük szintéziséhez használják fel, 70-80%-át azonban dezaminálják a bendőmikrobák. Az aminosavbontás energianyeresége nem arányos a fehérjeszintézis igényével, ezért a képződött NH_3 nagyobb része a bendőfolyadékba jut. A bendőfolyadék peptid és szabad aminosav tartalma kicsi, ami arra utal, hogy az aminosavak beépítése, de méginkább a dezaminálás gyorsabban végbemenő folyamat, mint a proteolízis.

2.1.2. A fehérjék bendőbeli lebonthatóságát befolyásoló tényezők

A takarmányfehérjék bendőbeli lebonthatóságát részben a fehérjék szerkezete, aminosav összetétele, a fehérje oldhatósága, tehát maga a fehérje, másrészt pedig a takarmány előkészítése, a takarmányozás intenzitása, a takarmány szecskahosszúsága, illetve részecskénagysága, a bendőfermentáció élénksége, vagyis a fehérjétől független tényezők határozzák meg. A takarmányfehérjék lebonthatósága a számos befolyásoló tényező következtében igen széles határok között változik, hiszen némely takarmányfehérjéje bendőbeli degradabilitása (pl. zöld lucerna, lucernaszilázs, zab, napraforgó) eléri, illetve meghaladja a 80%-ot, ezzel szemben olyan takarmányokat is ismerünk (pl. baromfi vérliszt, kukoricaglutén, halliszt), amelyek fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága mindössze 17-25% közötti érték (Schmidt és mtsai, 2000).

Számos kísérletben igazolták, hogy a takarmányfehérjék lebonthatósága egyenes arányban áll oldhatóságukkal. Az összefüggés szorosságáról viszont megoszlik az egyes szerzők véleménye. Szoros összefüggésről számolnak be Hendrix és Martin (1963), valamint McDonald (1952), míg De Boever és mtsai (1984), továbbá Loerch és mtsai (1983) szerint ez az összefüggés kevésbé szoros a korábban feltételezettnél. De Boever és mtsai (1984) 20 takarmány vizsgálatakor $r = 0,76-0,86$ erősségű korrelációt találtak a fehérje oldhatósága és bendőbeli lebonthatósága között, ennek ellenére úgy gondolták, hogy az oldhatóság csak egyazon fajta takarmány mintáinak rangsorolására alkalmas. Chrenkova és mtsai (2000) különböző fehérjeforrások fehérjetartalmának oldhatóságát, bendőbeli és intesztinális lebonthatóságát vizsgálták. Kísérleteik során arra a megállapításra

jutottak, hogy a fehérje oldhatóságával egyenes arányban változik annak bendőbeli lebonthatósága. A vékonybélben mért emészthetőség a le nem bomló fehérje hányadának arányában nőtt.

Mangan (1972) arra a megállapításra jutott, hogy a fehérjék bendőbeli lebonthatóságában megfigyelhető különbségek a fehérjék szerkezetében fennálló eltérésekkel állnak összefüggésben. A diszulfid kötések tartalmazó fehérjék nehezebben bonthatók le a bendőben. A ciklikus tulajdonság ugyancsak nehezíti a lebontást. A metilén kötések is csökkentik a lebontás mértékét (Ferguson és mtsai, 1967).

A takarmányfehérjék bendőbeli lebonthatóságát befolyásolja az is, hogy a különböző takarmányokban más az egyes fehérjefrakciók aránya. Így például nehezen oldható fehérjék az albumin, a globulin, a glutelin, valamint a prolamin (Schniffen 1974, Wohlt és mtsai, 1976). Tamminga (1979) azt találta, hogy azokban a fehérjékben, amelyekben több lizin, arginin, aszparaginsav, glicin, valamint prolin található, jól lebomlanak a bendőben.

Az egyes fehérjék eltérő bendőbeli lebonthatósága mellett különbségeket találtak az aminosavak lebomlásában is. Zebrowska (1997) szerint a glutaminsav és az aszparaginsav nagyobb mértékben bomlik le a bendőben, mint a többi aminosav, tekintet nélkül a takarmányféleségre. A lebomlás gyorsasága tekintetében Chalupa (1976) három csoportra osztotta az egyes esszenciális aminosavakat:

- gyorsan lebomlók: arginin, treonin
- közepes sebességgel lebomlók: lizin, leucin, izoleucin, fenilalanin
- lassan lebomlók: valin, metionin

A takarmányfehérje bendőbeli lebonthatóságát befolyásolja a takarmány bendőben tartózkodásának ideje is (Ganev és mtsai, 1979; Hartnell és Satter, 1979; Stern és Satter 1983). Nagy szálastakarmány hányadú takarmányadag etetésekor a takarmány hosszabb ideig tartózkodik a bendőben, következésképpen több fehérje lebontására van lehetőség. Ugyanílyen okra visszavezethetően kisebb a fehérjelebontás mértéke ad libitum etetés esetén, mint szabott adag etetésekor. A lebontás mértéke fokozott, ha a szárazanyagfelvétel nem éri el a testsúly 2%-át. Az intenzíven termelő juhok vagy tehének esetében, amelyeknek nagy a takarmányfelvétele, a lebontás mértéke jóval kisebb.

Az etetett takarmány mennyisége mellett annak fizikai struktúrája, részecske mérete szintén befolyásolja a bendőben tartózkodás idejét, így a lebonthatóságot. A szecskahosszúságnak, illetve a részecskeméretnek a takarmány bendőben tartózkodási idejére gyakorolt hatása arra a tényre vezethető vissza, hogy csak megfelelő aprítottságú takarmányrészecskék juthatnak át a recés-százrétű nyíláson.

A fehérje bendőbeli lebonthatóságát a gyomormozgások intenzitására gyakorolt hatásával módosíthatja a környezet hőmérséklete is. A hőmérséklet csökkenése ugyanis megnöveli a takarmány bendőből történő kiáramlásának ütemét és ezzel mérsékeli a fehérje bendőbeli degradabilitását (Kennedy és mtsai, 1976).

A takarmányfehérje bendőbeli lebonthatóságát egyes takarmány előkészítési eljárások, valamint a takarmány konzerválásának módja is befolyásolják. A zöld és a silózott takarmányokat összehasonlítva megállapítható, hogy a silózott takarmányokban lényegesen több a

gyorsan lebomló fehérje mennyisége, ami a silózáskor fellépő enzimes lebontás és az erjedés következménye.

Az erjesztéssel ellentétben a szárítás csökkenti a fehérje bendőbeli lebonthatóságát. Ez a jelenség mind a nagyobb hőfokon (pl. a forrólevegős zöldliszt készítés során) végzett szárítás esetében, mind pedig az alacsony hőfokon szárított takarmányoknál (pl. a renden szárított széna) megfigyelhető. Az alacsony hőfokon szárított takarmányok fehérjéjének a szárítás előtti állapothoz képest mért kisebb bendőbeli lebonthatósága a dehidratáció hatásának tudható be.

2.1.3. Mikrobafehérje szintézis a bendőben

A kérődzők bendőjében lejátszódó fermentációs folyamatok során a takarmányfehérje és más szerves anyagok lebomlása mellett jelentős mértékű mikrobafehérje szintézis valósul meg. A kérődzők fehérjeszükségletének a tejtermelésétől függően mintegy 50-70%-át a bendőben szintetizált mikrobafehérje fedezi.

A kérődzők számára a mikrobafehérje kedvező aminosav összetételű fehérjeforrást jelent annak ellenére is, hogy metioninból a nagy tejtermelésű tehenek számára szükségesnél kevesebbet tartalmaz (Clark 1975, Schwab és mtsai, 1976).

A mikrobiális fehérjeszintézist elsősorban a mikrobák energia- és N-ellátása határozza meg. A legfontosabb energiaforrást a bendőben a takarmány szénhidrátjai jelentik. A lipidek és a fehérjék nem játszanak jelentős szerepet a mikrobák energiaellátásában. Bauchop és Eldsen (1960) modellszámításai szerint 3,62 mol ATP szükséges 100 g baktérium szárazanyag képződéséhez. Baldwin (1970), valamint Russel

és Wallace (1989) szerint egy molnyi ATP-ből 16,5 g, illetve 20 g baktérium szárazanyag képződésére lehet számítani. A keletkező bakteriális szárazanyag mennyiségét a rendelkezésre álló energián túlmenően az is jelentősen módosíthatja, hogy az energia milyen forrásból származott. Ez ugyanis döntő hatással van a mikroorganizmusok osztódásának sebességére. A legkisebb az osztódási sebesség, amikor cellulóz áll energiaforrásként rendelkezésre, míg a legnagyobb mikrobaszaporodást az egyszerű cukrok etetésekor figyelték meg. A lassúbb osztódási sebesség kisebb baktériumtömeg képződését teszi lehetővé (Fébel és Fekete, 1998). Mivel a szénhidrátoknak a bendőben lezajló anaerob erjedése lényegesen kevesebb ATP képződését teszi lehetővé, mint a glükóz teljes oxidációja, ezért a mikrobafehérje szintézist az esetek többségében a mikrobák energiaellátása limitálja (Tamminga, 1979).

A mikrobiális fehérjeszintézishez nemcsak energiára, de nitrogénre is szükség van. A mikrobák számára a fermentációs folyamatok során a takarmányok lebomlásából és az endogén eredetű nitrogénforrások állnak rendelkezésre. A fehérjeszintézis dinamikája összhangban van a proteolízis mértékével. Számos kísérlet erősítette meg azt a feltételezést, hogy a legtöbb bendőbaktérium növekedéséhez az ammóniát, mint nitrogénforrást előnyben részesíti. A mikrobák által beépített nitrogén 60-80%-a a bendőben felszabaduló ammóniából származik. A bendőmikrobák az ammónia mintegy 80%-át aminosav szintézishez, 20%-át pedig elsősorban nukleinsav előállításához használják fel. Az egyes baktériumtörzsek eltérő mértékben részesítik előnyben az aminosavakat a mikrobafehérje szintézis során, a baktériumok azonban

inkább peptideket, mint aminosavakat vesznek fel. Bryant és Robinson (1963) szerint a bendőbaktériumokat N-szükségletük alapján három csoportba lehet besorolni:

- Az obligát NH_3 -hasznosítók - a bendőflóra kb. egyharmada -, fehérjeszintézisükhöz kimondottan csak ammóniát tudnak felhasználni.
- A bendőflóra mintegy felét a fakultatív NH_3 -hasznosítók alkotják. Ezek kizárólag NH_3 -t tartalmazó táptalajon is képesek szaporodni, de az aminosavakat is feltudják venni, sőt ez utóbbiakat előnyben részesítik.
- A bendőflóra 10-20%-át kitevő heterotróf aminosav-hasznosító baktériumok ugyan képesek ammóniát felhasználni, de a fehérjeszintézishez aminosavakra feltétlenül szükségük van.

A bakteriális fehérjeszintézist viszonylag jól ismerjük. A bendőbaktériumok az emlősállatokhoz hasonlóan ugyanazt a 20 aminosavat építik be fehérjéjükbe (ifj.Baintner, 1974). D-aminosavak kizárólag csak a baktériumok sejtfalában találhatók. D-aminosavak közül egyesek (2,6-diamino-pimelinsav, D-glutaminsav, D-aszparaginsav) mikrobiális markerként használhatók fel a bendőben szintetizálódott mikrobafehérje mennyiségének megállapításakor (Ørskov és mtsai, 1971, Ibrahim és Ingalls, 1972, Hogan és Weston, 1980, Csapó és mtsai, 2001). Ezt az teszi lehetővé, hogy a 2,6-diamino-pimelinsav (DAPA) a baktérium sejtfal mukopeptidjének alkotórészeként sok baktériumfajban megtalálható és nem fordul elő élő növényekben, valamint protozoákban (Csapó és mtsai, 2001). A DAPA mellett az RNS-t, a DNS-t, illetve a

teljes nukleinsavtartalmat is használják marker anyagként. A bakteriális fehérjeszintézis megállapítására olyan izotóp jelölőanyagokat is felhasználnak, amelyeket a baktériumok felvesznek. Ilyen az ^{15}S , a ^{32}P és a ^{15}N .

Az aminosavak egy részét a mikrobák nukleinsav szintézis céljára is felhasználják. A takarmányban levő nukleinsavak nitrogénjét a kérődzők nem tudják hasznosítani, ugyanis a nukleinsavakat a bélhám polinukleotidáz enzime elbontja, majd energiaforrásként hasznosulnak.

A bakteriális fehérjeszintézis legfontosabb alapanyaga az ammónia, függetlenül attól, hogy az szintetikus NPN forrásból, a takarmányban felvett valódi fehérjéből, a takarmány amidfrakciójából vagy a ruminohepatikus körforgás útján a bendőbe jutott karbamidból származik (Kakuk és Schmidt, 1988). A ruminohepatikus körforgás útján kétféle módon juthat karbamid a bendőbe. Visszakerülhet a nyállal, vagy a bendő nyálkahártyáján keresztül történő kiválasztással. A kérődzők a takarmány N-tartalmától függően képesek szabályozni a vesék által kiválasztott és a vizelettel kiürített karbamid mennyiségét. Fehérjében gazdag takarmányozás esetén csökken, míg a szűkös N-ellátás esetében viszont nő a visszatartott N mennyisége. Nitrogénhiány viszonylag ritkán limitálja a mikrobiális fehérjeszintézist. Satter és Slyter (1974) szerint már 6 mg (3,5mmol/l) NH_3 is elegendő 100 ml bendőfolyadékban a mikrobafehérje szintézishez. Alacsony ammónia-szint esetében az obligát ammóniahasznosító baktériumok (pl. cellulózbontók) növekedése kisebb, ami a szénhidrátbontás és a takarmányfelvétel csökkenését idézi elő (Tamminga, 1980). A bendőben kismértékben lebomló fehérjetakarmány (halliszt, vérliszt) etetésekor a kisebb ammónia koncentráció mellett az

ecetsav:propionsav arány szűkülését figyelték meg (Fébel és mtsai, 1993, Kellems és mtsai, 1993).

Az ammóniumsók ugyancsak különösen alkalmasak a mikrobák N-szükségletének fedezésére, mivel csaknem 100%-os mértékben NH_4^+ -re mint kationra és valamilyen anionra disszociálnak, amely NH_4^+ -ion azonnal felvehető forrást jelent a bendőbaktériumok számára (Bergner, 1980). A bendőben az NH_4 -ion formájában jelen levő nitrogén az NH_3 kötésben levő nitrogénnél kedvezőbben értékesül. Ifj. Baintner (1974) szerint ennek az az oka, hogy a biológiai membránok lipidrétege akadályt jelent a felszívódáskor, ennek következtében pedig az NH_4^+ lassabban szívódik fel, mint az ammónia és ezért huzamosabb időn át jelent N-forrást a bendő mikrobái számára. A szerves savak ammónium sóit a fentiekén túl még azért is sorolja a legkedvezőbb hatású NPN anyagok közé Bergner (1980), mert az anion nem terheli meg a bázis háztartást, sőt a kérődzők energiaforrásként tudják hasznosítani.

2.1.4. N-forgalom az emésztőcső posztruminális szakaszában

A kérődzők posztruminális emésztése az alapvető élettani folyamatok tekintetében megegyezik a monogasztrikus állatok gyomor- és bélemésztésével. Amint az a korábbiakban említésre került, a takarmányfehérje nem egészen bomlik le a bendőben, hanem egy része érintetlenül hagyja el a bendőt, majd érkezik az oltógyomorba, valamint a duodenumba, ahol enzimatis hidrolízis során emésztődik. Az emésztés során a legjelentősebb szerepet a proteáz enzimek játsszák (Armstrong és Hutton, 1975). Az endopeptidázok közül a pepszin, tripszin, valamint a kimotripszin, az exopeptidázok közül pedig az aminopeptidázok, a

karboxipeptidázok, valamint a dipeptidázok végzik a fehérjebontást. A ruminohepatikus körforgáshoz hasonlóan nemcsak a bendőbe, hanem az emésztőcső ezen szakaszába is választódik ki karbamid, amely a bendőben le nem bomló, valamint a vékonybélben sem emészthető fehérjével együtt N-forrást jelent az utóbélben tevékenykedő baktériumok számára. Ez magyarázza, hogy a kérődzők esetében a bélsárral sokszor több nitrogén ürül, mint amennyi a csípőbélből az utóbélbe került (Schmidt és mtsai, 2000). A takarmány nem emészthető fehérjetartalma, valamint az endogén fehérje, illetve az utóbélbe kiválasztódó karbamid mikrobás fermentációra ad lehetőséget a vakbélben és a remesében. A fermentáció intenzitása függ a rendelkezésre álló energiától, ugyanis amennyiben van elegendő energia, úgy aktív mikrobás tevékenység alakul ki az utóbélben. Mindezt az a tény igazolja, hogy ilyen esetben a bélsár fehérjetartalmának 55-70%-a mikrobiális eredetű (Kakuk és Schmidt, 1988).

2.1.5. A fehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentése fizikai és kémiai úton

Mivel a takarmányozás számára csak kevés olyan nagy fehérjetartalmú, de ugyanakkor a bendőben csak kismértékben lebomló takarmány áll rendelkezésre, amelyekkel érdemben csökkenthető a takarmányadag bendőbeli lebonthatósága, régi törekvés olyan kezelési eljárások kifejlesztése, amelyekkel csökkenthető a takarmányok fehérjéjének bendőbeli degradabilitása, anélkül hogy nagyobb mértékben romlana posztruminális fehérjeemészthetőségük.

A takarmányfehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentésére szolgáló módszerek két csoportba sorolhatók. Vannak eljárások, amelyek fizikai módszerek segítségével, míg mások kémiai anyagokkal kívánják a fehérje degradabilitást mérsékelni. A fizikai kezelések közül a hőkezelést (pl. az extrudálást, a lapkázást), a kemikáliák közül pedig leginkább az aldehideket (formaldehid, glioxál, glutáraldehid), illetve a tannint használják fel a fehérjék bendőbeli degradabilitásának csökkentésére. A beavatkozásnak lehetőleg csak a bendőbeli lebonthatóságot szabad csökkenteni, mert ha a fehérje posztruminális emészthetősége is kisebb lesz, úgy az rontja az eljárás hatékonyságát. Az azonos mértékben csökkenő bendőbeli lebonthatóság és posztruminális emészthetőség nemcsak az eljárás hatástalanságára utal, hanem káros is, mert csökkenti a takarmány emészthető fehérjetartalmát.

2.1.5.1. Fehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentése kémiai anyagokkal

A fehérje bendőbeli degradabilitásának csökkentésére az elmúlt években többféle anyaggal is végeztek kísérleteket. A legtöbb kísérlet formaldehiddel történt (Kaufmann és Lüpping, 1979, Ceresnakova és mtsai, 1989, Hadjipanayiotou és Photiou, 1995, Ortega és mtsai, 1998, Park és mtsai, 1999, Wacyk és mtsai, 2000, González és mtsai, 2000, Manterola és mtsai, 2000, Kanjanapruthipong és mtsai, 2002, Aksu és Deniz, 2003, Petit, 2003). Ferguson és mtsai (1967) elsőként használtak fel formaldehidet ilyen céllal. Egy órán keresztül tízszeres mennyiségű 4%-os kereskedelmi formaldehidet (formalint) használtak a takarmány kezelésére, ami feleslegessé tette a takarmány mosását.

A formaldehiddel történő kezelés hatására először metilol csoportok képződnek az aminosavak speciális csoportjának (lizin ϵ -aminocsoportja, arginin guanidil csoportja, treonin és szerin hidroxil csoportja, cisztein szulfhidril csoportja) helyén, majd ezt követően metilénkötések létesülnek a fehérjeláncok között (Barry, 1976). A reakció megfelelő dózis esetén reverzibilis, savas körülmények között a formaldehid felszabadul, a metilénkötések felszakadnak és az aminosavak említett speciális csoportjai visszaalakulnak (Barry, 1976, Kowalczyk, és mtsai 1979). A formaldehiddel kezelt fehérjének kisebb a bendőbeli lebonthatósága, miután azonban az oltógyomorban visszaáll a fehérje eredeti szerkezete, az a posztruminális bélszakaszban emészthető, aminosavai felszívódhatnak. Annak következtében, hogy a fehérje lebontásának helye részben áthelyeződik, javul a fehérjehasznosítás. A bendőben lebomló fehérje ugyanis nem alakul át teljes egészében baktériumfehérjévé, hanem miután a fehérjelebomlásból származó és a mikrobafehérje szintézis céljára fel nem használt NH_3 a májban karbamiddá alakult, annak egy része a vizelettel eltávozik a szervezetből. Az optimális mennyiségű formaldehiddel kezelt fehérjével végzett kísérletekben javult a fehérje posztruminális emészthetősége (Hemsley és mtsai, 1970), kedvezőbb volt a N-retenció, növekedett a vérplazmában a szabad aminosavak koncentrációja. Yalcin és mtsai (2001) 3, bendőkanüllel ellátott merinó kossal vizsgálták a formaldehidnek az extrahált szójadara fehérjének bendőbeli lebonthatóságára gyakorolt hatását. Közepes intenzitású takarmányozás során a formaldehiddel (0,8 g formaldehid/100 g nyersfehérje) kezelt szójadara fehérjének bendőbeli degradabilitása 50,50%-ról 32,90%-ra csökkent. Hasonló

megállapításra jutottak Prasad és mtsai (1998), amikor kísérletükben a földidió-pogácsa 1% formaldehiddel (10,9 g/100 g nyersfehérje) történő kezelésének hatására 55%-ról 47%-ra csökkent a fehérje tényleges bendőbeli lebonthatósága.

A formaldehid mellett egyéb aldehidekkel (glioxál, glutáraldehid) is végeztek kísérleteket (Ashes és mtsai, 1992, Sipőcz, 2000, Schmidt és mtsai, 2000a).

Az aldehidekkel végzett kísérletek eredményeiben viszonylag nagy szórás figyelhető meg, ami arra vezethető vissza, hogy az alkalmazott formaldehid dózis az egyes kísérletekben igen különböző volt. Az aldehidek optimális dózisének eldöntésekor nemcsak az emészthető UDP mennyiségének alakulására kell tekintettel lenni, hanem arra is, hogy az aldehid dózis milyen hatással van a bendőmikrobák működésére, illetve aktivitására, hiszen az aldehidek meghatározott koncentráció fölött egyértelműen rontják a mikrobák működési feltételeit a bendőben.

Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható, hogy a kezelendő takarmány nyersfehérjéjének 1-3%-át kitevő formaldehid dózis jelentős mértékben csökkenti a fehérje bendőbeli lebonthatóságát, miközben nem mérsékli érdemben a fehérje posztruminális emészthetőségét.

Számos kísérletben vizsgálták a tanninnak a fehérje bendőbeli lebonthatóságára gyakorolt hatását, de az eredmények ebben az esetben is ellentmondásosak. Elsőként Zelter és Leroy (1966) számoltak be arról, hogy a takarmány fehérjéje és a gesztenyéből származó tannin egy komplex vegyületet képeznek, amelyet a bendő mikrobái csak kismértékben tudnak lebontani. A kötés az emésztőcső posztruminális részében felszakad, aminek következtében több fehérje, illetve aminosav

jut a duodenumba. Kérődzők esetében tartós tannin kiegészítés, vagy nagyobb tannintartalmú takarmányok hosszabb időn át történő etetésekor azonban olyan mikrobák szaporodnak el a bendőben, amelyek a tannint bontó tannáz enzimmel rendelkeznek (Menke és Leinmüller, 1991). Ugyanakkor Kaitho és mtsai (1997) különböző takarmányok tanninnal történő kiegészítése során azt tapasztalták, hogy a bárányok N-visszatartása szignifikánsan növekedett. Azt is megállapították, hogy a növekvő tannintartalommal arányosan szignifikánsan csökkent a takarmányfehérje bendőbeli lebonthatósága. Hasonló megállapításra jutottak Yalçin és mtsai (2002), amikor 3, 6 és 9%-os tanninsavval kezelt napraforgódara etetése során érdemben csökkent a napraforgódara nyersfehérjéjének bendőbeli degradabilitása, miközben a tápanyagok in vivo úton mért emészthetősége változatlan maradt. Hervas és mtsai (2000) ugyancsak eltérő mértékű tannin-kezelésekkel kísérelték meg a szójafehérje bendőbeli lebonthatóságát csökkenteni. A vizsgálatok során azt tapasztalták, hogy a tanninnal végzett kezelés jelentős mértékben csökkenti a szójafehérje bendőbeli degradabilitását. Leghatékonyabbnak az 1% tannin kiegészítés bizonyult. Kísérleteikben az 1,5%-os és 2,5%-os kezelés jelentős mértékben csökkentette a szójafehérje posztruminális emészthetőséget. Növekedett a kecskegidák napi testtömeg-gyarapodása Sengar és Mudgal (1982) kísérletében, amikor az állatok tanninnal kezelt földidiódarát fogyasztottak. A felsorolt kedvező tapasztalatokkal ellentétben Raso és mtsai (2001) kísérletében a hidrolizált tanninnal kezelt szójadara etetése nem volt hatással a bárányoknak sem a takarmányfelvételére, sem pedig a napi súlygyarapodásra, a takarmányhasznosításra, valamint a hízalás időtartamára.

Az aldehideken és tanninon kívül egyéb kemikáliákkal is végeztek kísérleteket a fehérje bendőbeli degradabilitásának csökkentésére. Így Corley és mtsai (1999) etanollal kívánták csökkenteni a bendőbeli lebonthatóságot. Schmidt és mtsai (1998) arról számolnak be, hogy a vérliszt fehérjének bendőbeli lebonthatósága ortofoszforsavval történő kezeléssel 29,2%-ról 25,1%-ra csökkenthető, anélkül, hogy a kezelt takarmány fehérjének a sósav-pepszines *in vitro* emészthetősége érdemben mérséklődne.

Számos kísérletben vizsgálták a xilóz hatását is a takarmányfehérje bendőbeli lebonthatóságára. Wulf és Südekum (2005) vizsgálatai során érdemben csökkent a xilózzal kezelt repcedara, valamint a formaldehiddel kezelt szója fehérjének bendőbeli degradabilitása a kezeletlen takarmányokhoz képest. A kemikáliák hatékonyságát az a tény is bizonyította, hogy a kezelt takarmányok etetése során jelentősen csökkent a bendőfolyadék NH_3 koncentrációja. Ugyancsak xilóz, valamint lignoszulfonát (2% xilóz, vagy 10% lignoszulfonát) felhasználásával kívánták csökkenteni a repcedara fehérjének bendőbeli lebonthatóságát McAllister és mtsai (1993), miközben a kémiai kezelést hőkezeléssel is kombinálták. A takarmányfehérje bendőbeli lebonthatósága a hőkezelés hatására szignifikánsan csökkent, a hatás azonban még kifejezettebb volt, amikor az egyes kémiai kezeléseket hőkezeléssel kombinálták, azaz amikor a xilózzal, valamint a lignoszulfonáttal végzett kezelést egy 2 órás 100°C -on történő hőntartás követte. Harstad és Prestlokken (2000) az extrahált szójadara, valamint a xilózzal kezelt extrahált szójadara tényleges bendőbeli lebonthatóságát, a fehérje intesztinális emészthetőségét, valamint a fehérjét felépítő

aminosavak emészthetőségét kísérték figyelemmel. A xilózzal kezelt extrahált szójadara (SoyPass® - védett fehérjekészítmény – Lignotech USA, Inc.) fehérjéjének aktuális bendőbeli lebonthatóságát intenzív takarmányozás során (amikor a bendőtartalomnak óránként 8%-a távozik a bendőből) 29%-nak találták, míg a kezeletlen extrahált szójadara aktuális degradabilitása 53% volt.

2.1.5.2. Fehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentése fizikai úton

A fizikai módszerek közül leggyakrabban a hőkezelést alkalmazzák a takarmányok valamely tulajdonságának befolyásolására, megváltoztatására. A termikus eljárások során a hőhatás száraz környezetben éri a takarmányt, míg a hidrotermikus eljárások alkalmával a hőkezelés nedves környezetben történik. Amint az a korábbiakban említésre került, a takarmányfehérjék bendőbeli degradabilitásának csökkentésére szolgáló módszerekkel kapcsolatos egyik nagyon fontos követelmény, hogy a beavatkozásnak lehetőleg csak a bendőbeli lebonthatóságot szabad csökkenteni, mert ha a fehérje posztruminális emészthetősége is kisebb lesz, úgy az rontja az eljárás hatékonyságát. A takarmányokat a feldolgozás, valamint a tartósítás folyamán érő egynemű behatás következtében egyes aminosavak olyan változáson esnek át, amely felszívódásukat ugyan nem akadályozza, azt azonban nem teszi lehetővé, hogy a fehérjeszintézis során felhasználódjanak (Hegesdűs és mtsai, 1981). A hőkezelés során, továbbá a zsírsavperoxid jelenlétekor ilyen behatások érhetik a fehérjét, illetve az aminosavakat, különösen a lizint. A túlzott hőkezelés szénhidrátok jelenléte nélkül is

rontja az egyes aminosavak hasznosíthatóságát, pl. a metionin metionin-szulfoxiddá, illetve metionin-szulfonná alakul. A hőkezelés káros hatása a szénhidrátok jelenlétében még tovább fokozódik. Ilyenkor a redukáló cukrok oxocsoportja, valamint a fehérje szabad aminocsoportjai között játszódik le a reakció (Maillard-reakció) (Nishimuta és mtsai, 1974, Broderick, 1975, Ferguson, 1975). A hőkezelés során a fehérjelánc szerkezetének módosulása, denaturálódás, továbbá a Maillard reakció következtében csökken a fehérjék oldhatósága (Ceresnakova és Sommer, 1979a, 1979b). Amikor a hőmérséklet eléri a 110-130°C-ot, az aminosav veszteség jelentős mértékben megnövekszik, különösen a lizin veszteség lesz nagy.

A fehérje bendőbeli degradabilitásának csökkentésére a kísérletekben leggyakrabban az extrudálást alkalmazták. A magas hőmérséklet következtében biopolimer reakciók sora (pl. fehérje denaturálódása, enzimaktivitás változás) játszódik le a takarmányban (Marsman és mtsai 1995). Az irodalomban számos olyan publikáció található, melyek az extrudált, vagy az expandált takarmányok fehérjéjének kisebb bendőbeli lebonthatóságáról számolnak be. Így Prestløkken és mtsai (2001) árpa alapú koncentrátum, Goelema és mtsai (1999) roppantott borsó, csillagfürt és lóbab keverék, Mabjeesh és mtsai (1999) teljes gyapotmag expandálásával, Sommer és mtsai (1998) full-fat szója, Marsman és mtsai (1995) extrahált szójadara, Schmidt és mtsai (1993) pedig borsó és full-fat repce keverék extrudálásával, illetve az eljárásnak a fehérje bendőbeli lebonthatóságára gyakorolt hatásával kapcsolatban számolnak be kedvező eredményekről. Wang és mtsai (1997) ugyancsak hőkezeléssel próbálták csökkenteni a full-fat repce

fehérjéjének bendőbeli degradabilitását. A mikronizálás során szignifikánsan csökkent a fehérje bendőbeli lebonthatósága, az őrlést követően pedig javult a fehérje intesztinális emészthetősége is. Ezzel ellentétben Petit és mtsai (1997) kísérletei során a full-fat repce bendőbeli fehérjelebonthatósága az extrudálást követően nem változott, szignifikánsan csökkent viszont a fehérje degradabilitása az extrudált full-fat szója esetében. A bendőbeli fehérje lebonthatóság eredményes csökkentésről számolnak be Eweedah és mtsai (1996). Kísérleteik során különböző módon kezelt (száraz extrudálás 145°C-on 25 mp-ig, nedves-extrudálás 95°C-on 30 percig, tósztolás 105°C-on 30 percig) full-fat szójabab, valamint extrahált szójadara és kezeletlen full-fat szójabab mintákat vizsgáltak. Kísérleteikben megállapítást nyert, hogy a full-fat szója fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága a kezelések hatására statisztikailag igazolhatóan ($P < 0,01$) csökkent. A nedves extrudálás, valamint a tósztolás hatása között nem volt szignifikáns eltérés. Vadi és mtsai (2003) ugyancsak a hőkezelés hatását vizsgálták a repcepogácsa fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságára. A 98°C-on hőkezelt repcepogácsa fehérjéjének bendőbeli fehérjelebonthatósága a 4 órás inkubációt követően 58,8% volt, míg a 112°C-on hőkezelt repcepogácsa fehérjéjének degradabilitását 16 órás inkubációt követően mindössze 53,3%-nak találták. Magyar és mtsai (2004) extrahált szójadarát hőkezelték 118°C-on eltérő ideig (10, 20, 30 és 35 perc). Azt találták, hogy a 20, illetve 30 percig tartó hőkezelés során a szójafehérje bendőbeli lebonthatósága a 48 órás inkubációt követően a kontroll szójadarára jellemző 80%-ról 46,8%-ra, illetve 39,4%-ra csökkent. A fehérje posztruminális emészthetősége a 20 percig tartó hőkezelés során

nem változott a kontroll szójadarához képest, a 30 perces hőkezelés azonban már jelentősen csökkentette a fehérje posztruminális emészthetőségét.

2.2. Védett fehérjék etetésével szerzett tapasztalatok

Az irodalomban számos olyan kísérlet ismert, amelyeket eredetileg is nagy bypass fehérje hányadú takarmánnyal, vagy védett fehérjével végeztek. Ezeknek a kísérleteknek az volt a céljuk, hogy a kérődző állatok fehérje-, illetve aminosav szükségletét, a fehérjék bendőbeli lebonthatóságát is figyelembe véve minél tökéletesebben fedezzék és ennek az állatok termelésére, a fehérjetranszformáció hatékonyságára gyakorolt befolyását megállapítsák.

A halliszt fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát több forrás (NRC 1985, INRA 1989, Hvelplund és Madsen 1990) kicsinek adja meg. Ezért számos kísérletben vizsgálták a halliszt hatását a tehének tejtermelésére, illetve a hízómarhák testtömeg-gyarapodására.

Abu-Ghazaleh és mtsai (2001) 12 holstein fríz tejelő tehénnel vizsgálták a szójadara halliszttal történő helyettesítésének a takarmány-felvételre, a tejtermelésre, a tej összetételére, valamint a vérplazma szabad aminosav tartalmára gyakorolt hatását. Vizsgálataik során arra a megállapításra jutottak, hogy amikor a szójadara 25, 50 és 100%-át halliszttal pótolták, a kezelések sem a szárazanyag felvételre, sem pedig a tejtermelésre nem voltak hatással. Amikor a szójadara teljes mennyiségét halliszttal helyettesítették, szignifikáns mértékben növekedett a tej fehérjetartalma. Ezzel szemben a tejsírtermelés, valamint a tejsírszázalék statisztikailag igazolhatóan csökkent. Hazai

vonatkozásban Várhegyi (1993) végzett tejelő tehenekkel eredményes kísérleteket. Kísérletei során ugyancsak extrahált szójadarát helyettesített fehérjearányosan halliszttel. Kísérleteiben napi 728 g, illetve 1086 g halliszt etetésekor napi 2,1 illetve 1,9 kg-mal növekedett a tejtermelés a kísérleti csoportokban. A tej összetételében egyik kísérletben sem következett be szignifikáns változás. O'Mara és mtsai (1998) ugyancsak halliszttel és szójadarával végzett kísérleteik során azt találták, hogy a hallisztet tartalmazó kiegészítő etetésének hatására növekedett a tejtermelés, a tej fehérjetartalma, valamint a fehérje- és a laktóztermelés. A kiegészítő nagyobb koncentrációban történő etetése szignifikánsan növelte a duodenumba belépő szárazanyag, szerves anyag, valamint aminosavak mennyiségét. López és mtsai (1999) 27 holstein fríz üszővel végzett kísérleteik során, arra a megállapításra jutottak, hogy napi 500 g halliszt etetésekor 158 g-mal növekedett a napi testtömeg-gyarapodás a kontroll csoporthoz képest. A halliszt etetése nem befolyásolta a bendőtartalom pH-ját, valamint ammónia-nitrogén tartalmát. Várhegyi és mtsai (2002) az ellés előtt végzett bypass fehérje kiegészítés hatását vizsgálták a tehenek tejtermelésére. A kísérleti csoport tehenei kiegészítésként 0,3 kg hallisztet kaptak. A vizsgálatok során azt tapasztalták, hogy az ellés előtt bypass fehérje kiegészítésben részesült, többször ellett tehenek naponta 2,2 kg-mal ($P < 0,05$) több tejet termeltek. Az ellés előtt bypass fehérje kiegészítésben részesült csoport tejének fehérjetartalma nem különbözött számottevően a kontroll csoporttól, a tej zsírtartalma viszont a kontroll csoportban szignifikánsan nagyobb volt.

Számos kísérletet végeztek tejelő tehenekkel a bendőben ugyancsak kismértékben lebomló kukoricaglutén etetésével is. Korhonen és mtsai (2002) vizsgálatai szerint a kukoricaglutén növelte a tejtermelést, a laktóz, valamint a tejfehérje termelést, viszont nem volt hatással a tejjel termelt zsír mennyiségére. A kísérlet során azt tapasztalták, hogy a kukoricaglutén etetése során növekedett a duodenumba jutó nitrogén- és aminosav-mennyiség. Jelentősen, napi 2,4 literrel nőtt a tehenek tejtermelése kukoricaglutén etetésekor Belibasakis és mtsai (1995) kísérletében. Ceresnakova és mtsai (2002) kukoricaglutén, extrahált repcedara, védett repcedara, szójadara, extrudált full-fat szója, valamint napraforgódara nyersfehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát, és az aminosavak posztruminális emészthetőségét vizsgálták három bendő-, illetve duodenumkanüllel ellátott bikával. A legkisebb nyersfehérje lebonthatóságot a kukoricaglutén esetében mérték (29,3%).

Az említett eredményes kísérletek mellett azonban olyan publikációk is találhatóak az irodalomban, amelyek eredménytelen kukoricaglutén etetési kísérletekről számolnak be. Így például Stamples és mtsai (1984) nedves kukoricaglutén etetésekor a tejtermelés csökkenéséről számolnak be, bár az FCM-re számított tejtermelés nem csökkent, mert a glutén-adag növelésével a tej zsírtartalma konzekvensen növekedett. Holter és mtsai (1994) kísérletében is eredménytelen volt a kukoricaglutén etetése. A tejtermelés csak a laktáció második szakaszában növekedett és a laktáció egészét tekintve a tejtermelés csak kismértékben nőtt meg a glutén etetés hatására. Pereira és mtsai (2000) négy különböző koncentrátumnak (1. szójadara bázisú koncentrátum, 2. koncentrátum + 10% kukoricaglutén, 3. koncentrátum + 5% hús- és csontliszt, 4.

koncentrátum + 15% kukoricaglutén) a szárazanyag felvételre, a nyersfehérje bendőbeli lebonthatóságára, a tejtermelésre, a tej összetételére, valamint a testtömeg-gyarapodásra gyakorolt hatását vizsgálták. Kísérleteik során nem találtak statisztikailag igazolható különbséget az egyes kezelések között a tejtermelés és a tejfehérje termelés tekintetében és nem növekedett a kezelés hatására a testtömeg-gyarapodás sem.

Az állati eredetű takarmányok közül a toll-lisztnek és a vérlisztnek is kicsi a bendőbeli lebonthatósága. A toll-liszt fehérje bendőbeli lebonthatóságát feldolgozásának technológiája - elsősorban a feltáráskor alkalmazott hőmérséklet, illetve nyomás - is befolyásolja. Az átlagos feltárási technológiával (60 perc hőntartás 140°C -on) előállított toll-liszt fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága a takarmányozás intenzitásától függően Schmidt (1989) szerint 28-39% között változik. A toll-liszt egyéb más fehérjeforrásokkal történő kombinálásának kedvező hatását támasztják alá Klemesrud és mtsai (1998) adatai, akik a szójadarát, toll-lisztet, baromfi melléktermékekből előállított lisztet, valamint a toll-liszt és a baromfi melléktermékekből előállított liszt keverékét vizsgálták a fehérjehasznosítás, valamint a fehérje tényleges emészthetőségének megállapítása céljából. Toll-liszt etetésekor a fehérjehasznosítás mértéke szignifikánsan növekedett a többi vizsgált takarmányhoz képest, míg a fehérje tényleges emészthetőségében az egyes kezelések között nem volt statisztikailag kimutatható különbség. A toll-liszt és a halliszt együttes etetésének kedvező hatását Wright és mtsai (2003) figyelték meg kísérleteik során, míg a toll-liszt, a szárított vérliszt, a kukoricaglutén,

valamint a SoyPass[®] kombinálásának kedvező hatásáról Robinson és mtsai (2001) számolnak be.

A vérliszt fehérjének bendőbeli lebonthatósága ugyancsak kicsi: 17% (Schmidt és mtsai, 1998). Lizin, treonin és triptofán tartalma meghaladja a halliszt fehérjéét, metioninból - amely a nagy tejtermelésű tehenek esetében legtöbbször az első limitáló aminosav (Rulquin, 1994, Pisulewski és mtsai, 1996) - viszont kevesebbet tartalmaz. Kakuk és Schmidt (1988) szerint rontja biológiai értékét extrémén tág leucin-izoleucin aránya is. Ezért a szarvasmarhák takarmányozásában egyedüli bypass fehérjeforrásként csak ritkán használták a korábbi években is. A vérliszt kiegészítés növeli a duodenumba jutó eszenciális aminosavak (kivéve a lizin, valamint a valin) és a nem eszenciális aminosavak (kivéve az alanin, valamint a prolin) mennyiségét. A duodenumba jutó NAN (nem ammónia nitrogén) mennyisége a vérliszt kiegészítéssel arányosan, lineárisan ugyancsak növekedik (Rangngang és mtsai, 1997). Schor és Gagliostro (2001) holstein fríz tejelő tehenekkel végzett kísérleteikben a szójadarának, valamint a vérlisztnek a bendő fontosabb paramétereire, a tejtermelésre, továbbá a tej összetételére gyakorolt hatását vizsgálták. A vérliszt etetése során az tapasztalták, hogy csökkent a bendőfolyadék ammónia tartalma, míg a pH és az illószírsav koncentráció változatlan maradt. A tejtermelés, valamint a tejfehérje termelés növekedett. Eredményes vérliszt etetésről számolnak be Grummer és mtsai (1994), amikor a vérlisztet csontos húsliszttel kombinálva holstein fríz tehenek takarmányozásában használták. A hőkezelt szójadarához viszonyítva napi 0,8 literrel növekedett a

tejtermelés. A nagyobb UDP hányadú takarmányadag növelte a tejjel termelt fehérje és zsír mennyiségét is.

Hangsúlyozni szükséges azonban, hogy a szarvasmarhák fertőző, szivacsos agyvelőbántalmának (BSE) megelőzésével összefüggő állategészségügyi rendszabályok az Európai Unió országaiban nem engedik meg az állati eredetű takarmányok felhasználását szarvasmarhák takarmányozásában.

Számos kísérletet végeztek tejelő teheneken kémiai eljárással védett fehérjékkel is. Formaldehiddel kezelt szójadara etetésekor a szárazanyag-felvétel, a tejtermelés, az FCM tej, valamint a tej zsírtartalmának szignifikáns növekedését figyelték meg M'hamed és mtsai (2001). Wacyk és mtsai (2000) ugyancsak formaldehiddel kezelt szójadarának a bendő fontosabb paramétereire, a tejtermelésre, valamint a tej összetételére gyakorolt hatását vizsgálták. A kísérletek során azt tapasztalták, hogy a formaldehiddel kezelt szójadara nem befolyásolta károsan a bendő vizsgált paramétereit, továbbá kedvező hatást gyakorolt a tejtermelésre. Manterola és mtsai (2000) ugyancsak formaldehid alkalmazásakor jutottak arra a megállapításra, hogy a formaldehiddel kezelt szójadara etetése során érdemben csökkent a szójadara fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága, miközben a posztruminális emészthetősége változatlan maradt. Hasonló hatást értek el González és mtsai (2000), amikor az etetett takarmányadag 8,4%-a formaldehiddel kezelt szójadara volt. A kezelt szójadara etetésének hatására a takarmányadag fehérjéjének aktuális lebonthatósága 89,6%-ról (kontroll csoport) 73,3%-ra csökkent. Chowdhury és mtsai (2002) 24 tejelő kecskével végzett kísérleteik során azt találták, hogy a formaldehiddel

védett szójadara etetésekor szignifikánsan növekedett a tejszír mennyisége, valamint a tej nettó energia tartalma. Az ikerellő kecskék szárazanyag felvétele ($110\text{g/kg W}^{0,75}/\text{nap}$) szignifikánsan növekedett az egyet ellőkhöz képest ($102\text{g/kg W}^{0,75}/\text{nap}$).

Jó eredményt értek el azokban a kísérletekben, amelyekben SoyPass[®] néven forgalmazott védett szójakészítményt etettek. A készítményt a szójának xilózzal történő kezelésével állítják elő. Lebzien és mtsai (1995) holstein fríz tehennel végzett kísérletükben három különböző fehérjetartalmú koncentrátumnak a fehérje bendőbeli lebonthatóságára, a nitrogén ürítésre, valamint a bendőfolyadék rövidszénláncú zsírsav- és ammónia koncentrációjára gyakorolt hatását vizsgálták. Kísérleteik során azt tapasztalták, hogy amikor az etetett koncentrátum 9%-a Soypass volt, szignifikánsan csökkent (7,4% és 8,7%-al) a fehérje bendőbeli lebonthatósága a kontroll fehérjekoncentrátumokhoz képest. A vizelettel ürülő nitrogén mennyiség is szignifikánsan csökkent, míg a bélsárral és a tejjel ürülő nitrogént nem befolyásolta a kezelés. Losand és mtsai (1996) szerint a Soypass etetése több mint 10%-al növeli a tejtermelést, valamint a tejjel termelt zsír és fehérje mennyiségét. Ezzel ellentétben Dawson és mtsai (1999) ikerellő anyajuhokkal végzett kísérletében a Soypass etetése nem volt hatással az anyák főcstej termelésére, annak összetételére, ahogyan a bárányok születési súlyára és a napi testtömeg-gyarapodására sem.

A kémiai úton védett takarmányokkal végzett kísérleteken túl, az irodalomban több beszámoló található fizikai módszerekkel kezelt (védett) takarmányokkal lefolytatott vizsgálatokról is. Tymchuk és mtsai (1998) szerint a hőkezelt repcedara etetésének hatására növekedett a

tejjel termelt zsír mennyisége a kezeletlen repcedarához képest. A szárazanyag-felvételre, a tejtermelésre, valamint a tejfehérje és laktóz termelésre viszont nem volt hatással a kezelés. A hőkezelésnek a tejtermelésre, valamint a tejfehérje mennyiségére gyakorolt pozitív hatását Faldet és mtsai (1991) is alátámasztották. Mindezekkel ellentétben Gonthier és mtsai (2005) szerint a mikronizált, valamint extrudált lenmag etetése 1,8 kg-al csökkentette a napi tejtermelést, illetve 1,4 kg-mal az FCM mennyiségét.

Az irodalomban olyan publikációk is ismertek, melyekben arról számoltak be, hogy kémiai és fizikai kezelés kombinálásával eredményesen csökkentették a takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát, anélkül, hogy annak posztruminális emészthetősége romlott volna. Eredményes hő- és tanninkezelésről számolnak be Loyola és mtsai (1998). Kísérleteik során azt figyelték meg, hogy a hőkezelés, valamint a tanninnal történő kezelés hatására növekedett a vékonybélből felszívódó UDP mennyisége. Ugyancsak a kombinált kezelés hatékonyságát bizonyították McAllister és mtsai (1993), amikor a repcedara fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát csökkentették eredményesen kémiai és fizikai kezelés kombinálásával (2% xilózzal, 10% lignoszulfonáttal, majd egy azt követő hőkezeléssel).

Több etetési kísérletben vizsgálták a Ca-szappannal védett fehérjetakarmányok tejtermelésre, valamint a tej összetételére gyakorolt hatását is. Pieszka és Brzóska (2001) Ca-szappannal védett repce-, valamint szójadara etetése során a napi tejtermelés szignifikáns növekedését tapasztalták. Kísérleteik során hasonló megállapításra

jutottak Kowalsky és mtsai (1997), valamint Maiga és Shingoethe (1997) is.

A védett fehérjék etetésének előnyei közé tartozik az a kedvező hatás is, amit a kisebb bendőbeli fehérjelebonthatóságú takarmányok etetése a tehenek szaporodásbiológiai státuszára fejt ki. A bendőfolyadék NH_3 -tartalma ugyanis csökken a kisebb bendőbeli lebonthatóság következtében, aminek hatására kisebb lesz a vérplazma karbamid tartalma. Ez utóbbi ténynek a termékenyülési eredményekre gyakorolt kedvező hatását több kísérletben is megerősítették (Madibela és mtsai, 2002, Yang és mtsai, 2001, Kridli és mtsai, 2001, Bruckental és mtsai, 1996).

3. Saját vizsgálatok

3.1. A vizsgálatok célkitűzése

A tehenek laktációs termelésének jelentős növekedése megnövelte az olyan fehérjetakarmányok iránti igényt, amelyek fehérjéje a bendőben az átlagosnál kisebb mértékben bomlik le, ugyanakkor azonban a szarvasmarha takarmányozás céljára idehaza rendelkezésre álló takarmányok között az állati eredetű takarmányok tilalma óta csak kevés olyan takarmány van, amely ennek a feltételnek megfelel. Kísérleti munkánk célja a fentiek alapján egy olyan kezelési eljárás kidolgozása volt, amellyel az értékes aminosav-összetételű extrahált szójadara fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága - a fehérje posztruminális emészthetőségének sérülése nélkül - érdemben csökkenthető.

A kísérleti munka során a következőket kívántuk megállapítani:

- Milyen hatást gyakorol a fehérje bendőbeli lebonthatóságára az extrahált szójadarának sósavval történő kezelése?
- Fokozható-e a sósavas kezelés fehérje lebonthatóságot csökkentő hatása hőkezeléssel?
- Befolyásolja-e a kombinált kezelés (sósavas kezelés + hőkezelés) a szójafehérje posztruminális emészthetőségét?
- Helyettesíthető-e a hagyományos hőkezelés a termék extrudálása során fellépő hőhatással ?
- Milyen hatást gyakorol a kombinált kezeléssel előállított készítmény etetése a bendőben zajló mikrobás fermentációra?
- Befolyásolja-e a kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara-készítmény etetése a mikrobafehérje szintézist?

- Milyen eredménnyel használható fel az extrahált szójadarára kidolgozott eljárás egyéb, fehérjében gazdag takarmányok esetében a fehérje bendőbeli lebonthatóságának csökkentésére?
- Milyen hatást gyakorol az előállított szójadara-készítmény etetése az állatok sav-bázis egyensúlyára?
- Hogyan alakul a tehenek tejtermelése, valamint a tej összetétele a kombinált eljárással előállított extrahált szójadara-készítmény etetésekor?

3.2. Anyag és módszer

3.2.1. A kísérleti takarmányok kezelése

A kísérletek során elsősorban az értékes aminosav-összetételű extrahált szójadara fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát kívántuk csökkenteni. Ezt kétféle módon, nevezetesen sósavval végzett kezeléssel, valamint a savas kezelésnek hőkezeléssel történő kombinálásával kívántuk elérni.

A kísérletek során két eltérő sósav mennyiségnek a fehérje bendőbeli lebonthatóságát csökkentő hatását vizsgáltuk. A kísérletek indulásakor 100 g extrahált szójadarát 50 ml 10%-os sósavval kezeltünk. Ez 1 g szójadarára vonatkozóan 0,0525 g sósav adagolását jelentette.

A további vizsgálatok során elsősorban az eljárás gazdaságosságának javítása céljából a felhasznált sósav mennyiségének csökkentésére törekedtünk. Ez utóbbi törekvésünkben azonban az a szándék is közrejátszott, hogy csak annyi sósavat használjunk fel a kezeléshez, amely mennyiség már érdemlegesen csökkenti a szójafehérje bendőbeli

lebonthatóságát, de biztosan nem befolyásolja károsan a mikrobás fermentációt.

Kísérleteink arra is kiterjedtek, hogy a sósav dóziséban túlmenően a sósav töménysége is befolyásolja-e a fehérje lebonthatóságot csökkentő hatást. Ezért a 0,021 g sósav/g extrahált szójadara dózis esetében a kezelést a 10%-os sósav mellett 30%-os sósavval is elvégeztük. A kezelésekhöz szükséges sósavat a Molar Chemicals Kft.-től szereztük be puriss minőségben.

Az anyagforgalmi kísérletekhez szükséges kezelt extrahált szójadarát laboratóriumi körülmények között állítottuk elő. Ennek során a vizsgált mennyiségű és koncentrációjú sósavat finom permet formájában, a szójadara többszöri átkeverésével juttattuk rá a takarmányra. A kezelés következtében a takarmány nedvességtartalma meghaladja a légszáraz állapotra jellemző víztartalmat (23-25 %), ezért azt szárítani szükséges. A szárítást kétféleképpen végeztük el: egyrészt 60°C-on légszáraz állapotig történő szárítással, vagy 100°C-on 30 percig végzett szárítás útján. Ez utóbbi esetben a szárítás egyúttal a savas kezelést kiegészítő hőkezelést is jelentett. A sósavval végzett kezelést, valamint az azt követő hőkezelést a továbbiakban kombinált kezelés néven említjük. Tekintettel arra, hogy a hőkezelés tovább javította a sósavval végzett kezelés hatékonyságát, azokat a kísérleteket, amelyek során a kifejlesztett eljárással előállított szójakészítmény takarmányozási értékét vizsgáltuk, már a kombinált kezelési eljárással állított készítménnyel végeztük.

A kifejlesztett készítmény takarmányozási értékének megállapítását célzó kísérletek (a készítmény bendőfermentációra, mikrobafehérje szintézisre, tejtermelésre, a tej összetételére gyakorolt hatásának

vizsgálata) elvégzéséhez nagyobb, laboratóriumi körülmények között már nem produkálható mennyiségű készítményre volt szükség, ezért eljárást dolgoztunk ki a készítmény üzemi méretű előállítására. A megoldásra váró feladat a hőkezelés üzemi méretű elvégzése volt. Erre kétféle megoldást is vizsgáltunk. Az első esetben a Bocchi szemestermény pelyhesítő berendezés (Bocchi AG – Cremona) kondicionáló tartályában forró gőzzel, 100°C-on 30 percig történt a hőkezelés. Ezt követően a terméket a Bochi berendezés szárító részében szárítottuk, illetve hűtöttük. Az extrahált szójadara sósavval történő kezelését ezúttal is manuálisan végeztük. A berendezés kondicionáló tartályába már savkezelt szójadara került. A kísérletet a Herceghalmi Kísérleti Gazdaság Keverőüzemében végeztük.

A másik hőkezelési eljárás a savazott szójadara extrudálása volt. A rendelkezésünkre álló extruder (Monex-700 típusú berendezés - Gyártó: Monori ÁG.) az extrahált szójadara önmagában történő extrudálására nem volt alkalmas, ezért az extrudálandó savkezelt szójadarához 30%-os részarányban szemes kukoricát adagoltunk. A 70% savazott extrahált szójadara + 30% szemes kukorica arányú keveréket kifogástalanul tudtuk extrudálni. A hőmérséklet 150°C-ra növekedett az extrudálás során. A savkezelt szójadara szemes kukoricával történő keverése azért is előnyös, mert ezáltal növekszik az extrudálandó anyag keményítőtartalma, ami előnyös az extrudálás hatékonysága szempontjából. Az extrudált termék légszáraz volt, további szárítást nem igényelt. A kísérletekhez szükséges mennyiségű készítményt Hernádon, a Galdorf Kft. extruder üzemében állítottuk elő.

3.2.2. Állatkísérleti módszerek

3.2.2.1. In situ vizsgálatok

A sósavval, valamint a kombinált módszerrel végzett kezelésnek a fehérje bendőbeli lebonthatóságára gyakorolt hatását az *in situ* módszer segítségével vizsgáltuk. A kísérleteket 4, bendő- és duodenumkanüllel ellátott holstein fríz tinóval végeztük, amelyek a következő összetételű takarmányadagot fogyasztották:

- 14,0 kg silókukorica szilázs
- 2,0 kg réti széna
- 2,5 kg abrakkeverék

Az abrakkeverék összetétele, valamint a napi takarmányadag táplálóanyag tartalma a következő volt:

Kukorica	84,3%
Extrahált napraforgódara	12,7%
Takarmánymész	1,0%
Takarmánysó	1,5%
Bábolnai 2401 egységes borjú premix	<u>0,5%</u>
Összesen	100,0%

A napi adag táplálóanyag tartalma:

Száranyag	8,6 kg
NEm	6,30 MJ
NEg	3,76 MJ
MFE	677 g
MFN	489 g
Nyersrost	1723 g
ebből strukturális rost	95%

Nyersrost a szárazanyagban 20,5%

Az *in situ* vizsgálatok során használt zsákocskák Scrynel műanyagszövetből készültek (Zürcher Beuteltuchfabrik AG. Schweiz), amelyek pórusátmérője 40 mikron volt. A 120x60 mm méretű zsákocskákba mindig 2,0 g vizsgálandó takarmányt mértünk, így 1 cm² zsákocskára felületre 13,9 mg anyag jutott.

Abban az esetben, amikor a kezeléseknél a fehérje bendőbeli lebonthatóságra gyakorolt hatását vizsgáltuk, az inkubációs idő 24 óra volt. Amikor az előállított készítmény fehérjéjének aktuális lebonthatóságát kívántuk meghatározni 0, 2, 4, 8, 16, 24 és 48 órán át inkubáltuk a mintákat a bendőben.

Minden kísérlet során kezelésként 5 zsákocskába mértük be a vizsgálandó anyagot. A kísérleteket a kezelés hatásának vizsgálatokor egyszer, az aktuális fehérjelebonthatóság megállapításakor pedig kétszer megismételtük.

A vizsgált takarmányokat tartalmazó zsákocskákat egy 600 g-os vas nehezékhez kötöttük azért, hogy azok a bendő folyadékfázisába kerüljenek.

A zsákocskákat az inkubációt követően rázógép segítségével 8x10 percig mostuk, a mosóvizet minden alkalommal tiszta vízre cseréltük. A zsákocskákat a mosást követően 60°C-os szárítoszekrényben szárítottuk.

A vizsgált készítmények aktuális fehérje lebonthatóságát *Kristensen és mtsai (1982)* következő összefüggésével számítottuk ki:

$$EDP = \sum_{i=0}^n [PD_{(ti+1)} - PD_{(ti)}] \times f_{(ti, ti+1)} + PD_0$$

ahol: PD = fehérjelebontás

$t_i, t_i + 1$ = egymást követő inkubációs időpontok

$f_{(t_i, t_i + 1)}$ = fehérje mennyisége a bendőben a különböző inkubációs időpontokban

$$f_{(t_i)} = e^{-k_{px}t_i}$$

$$f_{(t_i, t_i + 1)} = 0,5 \times (e^{-k_{px}t_i} + e^{-k_{px}(t_i + 1)})$$

$$i = 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 \text{ óra}$$

A számítást intenzív takarmányozási viszonyokra vonatkozóan végeztük el, azaz azt feltételeztük, hogy a bendőtartalomnak óránként 8%-a hagyja el a bendőt.

3.2.2.2. A fehérje posztruminális emészthetőségének megállapítása mobil bag technikával

A fehérje posztruminális emészthetőségét a mobil bag módszerrel vizsgáltuk. Az erre a célra használt zsákocskák anyaga ugyancsak Scrynel műanyagszövet, mérete pedig 60x30 mm volt. Kezelésenként 20 zsákocskát vizsgáltunk. A zsákocskákba 0,5g anyagot mértünk, majd a bendőbeli lebonthatóság vizsgálatához használt nagyobb méretű zsákocskákba helyeztük őket (3 mobil zsákocska/bendő zsákocska). Az ezt követő 24 órás bendőbeli inkubáció után a zsákocskákat kimostuk, majd 6 zsákocskát a bendőbeli fehérjelebonthatóság megállapítása

céljából felbontottunk, míg a megmaradókat 48 órás in vitro sósav-pepszines emésztésnek vetettük alá, majd a kanülön át a duodenumba helyeztük. Az emészthetetlen fehérje mennyiségét a bélsárból összegyűjtött zsákocskákban visszamaradt takarmány vizsgálatával állapítottuk meg.

3.2.2.3. A kombinált kezeléssel előállított készítmény

bendőfermentációra gyakorolt hatásának vizsgálata

A vizsgálatokat 4, bendőkanüllel rendelkező holstein fríz tinóval végeztük szakaszos kísérleti módszerrel. Az 1. kísérlet során hagyományos módon hőkezelt savazott készítmény, a 2. kísérletben pedig extrudálással hőkezelt savazott készítmény bendőfermentációra gyakorolt hatását kívántuk megállapítani. Az állatok a két kísérletben a következő takarmányadagot fogyasztották:

8,0 kg silókukorica szilázs

2,0 kg réti széna

3,0 kg abrakkeverék

Az abrakkeverék összetételét, valamint a napi takarmányadag táplálóanyag tartalmát a 3. táblázatban tüntettük fel.

3. táblázat

**A kombinált kezelés bendőfermentációra gyakorolt hatásának
vizsgálatakor etetett abrakkeverék összetétele, valamint a napi
takarmányadag táplálóanyag tartalma**

Takarmány, illetve táplálóanyag		1. kísérlet		2. kísérlet	
		Kontroll csoport	Kísérleti csoport	Kontroll csoport	Kísérleti csoport
Az abrakkeverék összetétele					
Kukorica	%	47,0	47,0	41,5	20,2
Búza	%	-	-	5,5	5,5
Extrahált szójadara					
kezeletlen	%	50,0	-	50,0	-
hőkezelt	%	-	50,0	-	-
Extrudált extrahált szója+kukorica	%	-	-	-	71,3
Takarmánymész	%	1,0	1,0	1,0	1,0
Takarmánysó	%	1,5	1,5	1,5	1,5
Egységes szarvasmarha premix,	%	0,5	0,5	0,5	0,5
Összesen	%	100,0	100,0	100,0	100,0
A napi adagban:					
Szárazanyag	kg	7,8		7,6	
NEm	MJ	51,0		52,9	
NEg	MJ	31,2		33,5	
MFE	g	782		865	
MFN	g	747		811	
Nyersrost	g	1570		1313	
Nyersrost a szárazanyagban	%	20,1		17,4	
Ca	g	32,2		34,1	
P	g	23,4		25,1	

A vizsgálati szakaszok (kontroll és a kísérleti szakasz) 5 naposak, az ezeket megelőző előtetési szakaszok pedig 9 naposak voltak. A vizsgálati szakaszokban naponta két alkalommal - a reggeli etetés előtt, majd a reggeli etetés után 3 órával - a kanülön át mintát vettünk a bendőfolyadékból és megállapítottuk annak pH értékét, NH_3 - és illószénsav-tartalmát, továbbá vizsgáltuk a minta mikrobiológiai aktivitását.

3.2.2.4. A kombinált kezeléssel előállított készítmény mikrobafehérje szintézisre gyakorolt hatásának megállapítása

A sósavval végzett kezeléssel, valamint az azt követő extrudálás útján végrehajtott hőkezeléssel előállított terméknek a bendőben zajló mikrobafehérje szintézisre gyakorolt hatását 2, bendő- és duodenumkanüllel ellátott tinóval, szakaszos kísérlet keretében vizsgáltuk. A kontroll és a kísérleti szakasz ebben a kísérletben 4 napos volt, míg a vizsgálati szakaszok előtt 10 napos előtetési szakaszt tartottunk. A kísérleti szakasz 2. és 4. napján reggel 6 óra és délután 16 óra között kétóránként - összesen 6-6 alkalommal - a duodenumkanülön keresztül mintát vettünk a duodenális chymusból. A kísérleti szakasz 3. napján a bendőkanülön át nagyobb mennyiségű - mintegy 3 liter - mintát nyertünk a bendőfolyadékból. Ebből állítottuk elő a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje megállapításához szükséges mikrobamasszát. Ennek fehérje-, valamint DAPA tartalmát ugyanis ismerni szükséges a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje mennyiségének megállapításához.

Az állatok a következő összetételű takarmányadagot fogyasztották a kísérlet során:

12,0 kg silókukorica szilázs

2,0 kg réti széna

3,0 kg abrakkeverék

Az abrakkeverék összetétele:

41,5% kukorica

5,5% búza

50,0% extrahált szójadara

1,0% takarmánymész

1,5% takarmánysó

0,5% Bábolnai 2401 egységes borjú premix

A kísérleti szakaszban az extrahált szójadarát, valamint a kukorica egy részét az extrudálással előállított készítmény helyettesítette. Az extrudált készítmény 2,14 kg-ot tett ki a napi takarmányadagban. Ebből a sósavval kezelt extrahált szójadara mennyisége 1,5 kg volt.

A napi adag táplálóanyag tartalma:

Száranyag	9,2 kg
NEm	62,0 MJ
NEg	38,7 MJ
MFE	1053,2 g
MFN	971,3 g
Nyersrost	1676,6 g
Nyersrost a szárazanyagban	18,2 %
Ca	38,5 g
P	23,0g

Tekintettel arra, hogy az állatok nem átfolyó (re-entrant), hanem T-kanüllel rendelkeztek, a duodenumon áthaladó chymus mennyiségének megállapításához jelölőanyag használatára volt szükség. Jelölőanyagként a titán-dioxidot (TiO_2) választottuk, mert túl azon, hogy a jelölőanyagok minden szükséges tulajdonságával rendelkezik (egyenletesen halad át az emésztőcsövön, nem szívódik fel, nem befolyásolja az emésztést és a táplálóanyagok felszívódását), mennyisége könnyen megállapítható a chymusban. Az állatok etetésenként (naponta kétszer) 30 g TiO_2 -t kaptak, amelyet az abrak egy részéhez (100 g abrakhoz) kevertünk és a bendőkanülon keresztül az etetést megelőzően közvetlenül a bendőbe juttattunk. Ezzel a módszerrel kívántuk elérni, hogy az állatok hiánytalanul hozzájussanak a szükséges TiO_2 mennyiséghez.

A duodenális chymus mintáknak a vizsgálatok során megállapítottuk a pH értéket, szárazanyag-, nyersfehérje-, NH_3 -, DAPA-, valamint TiO_2 -tartalmát.

3.2.2.5. A kombinált kezeléssel előállított készítmény etetésének hatása a sav-bázis egyensúlyra

Tekintettel arra, hogy a kifejlesztett készítmény etetésekor minden g extrahált szójadarával 0,021 g HCl jut a bendőbe, egy kísérlet keretében azt is vizsgáltuk, hogy a készítmény etetése milyen hatással van az állatok sav-bázis egyensúlyára. Ebből a célból a 3.2.2.3. fejezetben leírt kísérletek közül a 2. kísérletben - amelyben a kombinált kezeléssel előállított készítménynek a bendőfermentációra gyakorolt hatását vizsgáltuk - mind a kontroll-, mind pedig a kísérleti szakaszban, a szakasz valamennyi napján övvel az állatokra rögzített vizeletgyűjtő

tasakkal vizeletmintát is vettünk az állatoktól, amely minták alapján megállapítottuk a vizelettel történő nettó sav-bázis ürítést.

3.2.2.6. Üzemi tejtermelési kísérlet

Annak megállapítására, hogy a kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara-készítmény milyen hatást gyakorol a tehenek tejtermelésére, a tej összetételére, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségére, a Darnózseli Mezőgazdasági Rt tehenészeti telepén üzemi tejtermelési kísérletet állítottunk be. A kísérletet az ún. tehénpáros módszerrel végeztük. A tehénpárok összeállításakor a következő szempontokat vettük figyelembe:

- tejtermelés az előző laktációban,
- befejezett laktációk száma,
- laktációs stádium (az elléstől eltelet napok száma)
- tejtermelés a kísérlet indulásakor

A fenti szempontok alapján 28 tehénpárt alakítottunk ki, amelynek egyik tagját a kísérleti, a másikat pedig a kontroll csoportba soroltuk be. A párok kiválogatásakor figyelembe vett paraméterek a két csoportban a 4. táblázatban leírt módon alakultak.

4. táblázat

**A tehénpárok összeállításakor figyelembe vett paraméterek
alakulása az üzemi kísérletben**

Paraméter	Kontroll csoport	Kísérleti
Csoportlétszám, db	28	28
Átlagos tejtermelés az előző laktációban, l	9779±1403	9699 ±1525
Eddigi laktációk száma	2,6±1,4	2,5±1,3
Az elléstől eltelt napok száma	67,0±35,6	64,3±41,8
Napi átlagos tejtermelés a kísérlet kezdetén, l/tehen	33,7 ±4,5	34,3±4,5

A kísérletben etetett takarmányadag összetételét és táplálóanyag tartalmát az 5. és 6. táblázatban tüntettük fel. Mint látható, a kísérletben olyan extrahált szójadara készítményt vizsgáltunk, amelynek előállításakor a sósavas kezelést követően extrudálással végeztük el a hőkezelést.

A kísérletben etetett takarmányadaghoz 8 napig tartó előtetetési szakaszban szoktattuk az állatokat. A szokásosnál (10-12 nap) rövidebb előtetetési szakaszra az adott lehetőséget, hogy a tehenek takarmányadagja a kísérlet során csak kismértékben változott a korábban etetett takarmányadaghoz képest. Az előtetetési szakaszt követően a kísérleti csoport állatai 17 napon át napi 1,5 kg extrudált készítményt - benne 1,05 kg sósavval kezelt extrahált szójadarát – (1. kísérleti szakasz), majd 16 napig napi 2,0 kg extrudált készítményt - benne 1,4 kg savkezelt extrahált szójadarát – (2. kísérleti szakasz) fogyasztottak a napi abrakadag részeként. A kombinált kezeléssel előállított készítménnyel a

kontroll csoport abrakkeverékében is szereplő extrahált szójadara és kukorica egy részét helyettesítettük.

5. táblázat

A napi takarmányadag összetétele és táplálóanyag tartalma az üzemi kísérlet 1. szakaszában (17 nap)

Takarmány, illetve táplálóanyag		Kontroll	Kísérleti
		csoport	
Kukorica szilázs	kg	21,0	
Lucerna szenázs	kg	10,0	
Árpa szenázs	kg	5,0	
Réti széna	kg	2,0	
Nedves répaszelet	kg	10,0	
Melasz	kg	1,2	
Tejelőtáp	kg	10	
Kukorica	%	30,50	26,00
Árpa	%	29,05	29,05
Extrahált napraforgódara	%	10,00	10,00
Extrahált szójadara	%	26,00	15,50
Extrudált szójadara készítmény	%	-	15,00
MCP	%	0,4	0,4
Takarmánysó	%	0,5	0,5
Biomass yeast	%	0,05	0,05
Szódabikarbóna	%	1,00	1,00
KSZP-961 premix	%	2,50	2,50
A napi adagban:			
Száranyag	kg	24,0	23,99
NE ₁	MJ	155,2	154,7
UDP	%	37,8	40,02
MFE	g	2390,6	2422,9
MFN	g	2407,2	2417,5
Nyersrost	g	4968,1	4926,5
ebből strukturális rost	%	73,8	74,4
Nyersrost a sza.-ban	%	20,7	20,5
Ca	g	158,0	156,5
P	g	103,0	101,0
Ca:P		1,53	1,55

6. táblázat

**A napi takarmányadag összetétele és táplálóanyag tartalma az
üzemi kísérlet 2. szakaszában (16 nap)**

Takarmány, illetve táplálóanyag		Kontroll	Kísérleti
		csoport	
Kukorica szilázs	kg		21,0
Lucerna szenázs	kg		10,0
Árpa szenázs	kg		5,0
Réti széna	kg		2,0
Nedves répaszelet	kg		10,0
Melasz	kg		1,2
Tejelőtáp	kg		10
Kukorica	%	56,55	50,35
Extrahált napraforgódara	%	12,00	12,00
Extrahált szójadara	%	27,00	13,00
Extrudált szójadara készítmény	%	-	20,00
MCP	%	0,4	0,4
Takarmánysó	%	0,5	0,5
Biomass yeasst	%	0,05	0,05
Szódabikarbóna	%	1,00	1,20
KSZP-961 premix	%	2,50	2,50
A napi adagban:			
Szárazanyag	kg	23,9	23,9
NE ₁	MJ	155,4	154,7
UDP	%	39,1	42,1
MFE	g	2394,4	2437,4
MFN	g	2426,7	2440,5
Nyersrost	g	4999,3	4943,9
ebből strukturális rost	%	73,3	74,2
Nyersrost a sza.-ban	%	20,9	20,7
Ca	g	157,7	155,7
P	g	102,9	100,3
Ca:P		1,5	1,6

Az állatokat a tehenészetben naponta kétszer fejték. Az üzemben számítógéppel összekapcsolt fejőállás működött, így lehetőségünk volt arra, hogy a tehenek termelésének alakulását naponta és fejésenként nyomon kövessük.

A tej összetételét hetente egy alkalommal egyedenként vizsgáltuk. A vizsgálandó mintákat a reggeli és esti fejés tejéből a kifejt tej literek aránya alapján állítottuk össze. A vizsgálat során a tej szárazanyag-, zsír-, fehérje-, laktóz-, valamint zsírintes szárazanyag-tartamát állapítottuk meg. A vizsgálatokat a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. (Mosonmagyaróvár) végezte Milkoscan FT 120 (Foss Electric) típusú berendezéssel.

3.2.3. A kísérletek során alkalmazott kémiai vizsgálati eljárások

A kísérletek során etetett takarmányok szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, nyershamu-, Ca- és P- tartalmát, továbbá a bendőfolyadék, valamint a duodenális chymus minták szárazanyag-, illetve nyersfehérje-tartalmát a Magyar Takarmánykódex 2. kötetében javasolt vizsgálati eljárásokkal (5.1., 6.1., 7.1., 8.1., 10.1., 10.3. és 11.6. fejezetek) határoztuk meg. Az ehhez felhasznált berendezések: Nyersfehérje: Kjeltec System 1026 Distilling Unit, Tecator Ltd; Nyersrost: Fibertec System M, Tecator Ltd, Nyerszsír: Soxtec System, Tecator Ltd; Ca és P: AAS-3 atomabszorpciós spektrofotométer, Carl Zeiss, Jena.

A bendőfolyadék, valamint a duodenális chymus pH-értékét OP 211/1 típusú (Radelkis – Budapest) elektromos pH-mérővel, NH₃-

tartalmát pedig OP-264/2 típusú (Radelkis - Budapest) ammóniaérzékeny elektróddal állapítottuk meg.

A bendőfolyadék mikrobiális aktivitását nitritredukciós próbával, 3 különböző nitritkoncentrációval (0,025%-os KNO_2 oldatból 0,2; 0,5 és 0,7 ml/10 ml bendőfolyadék) vizsgáltuk (*Horváth, 1979*). Reagensként alfa-naftil-amint használtunk. A bendőmikrobák aktivitására abból az időtartamból következtettünk, amelyre a bendőbaktériumoknak a nitrit redukációjához szükségük volt.

A bendőfolyadék illózsírsav-tartalmát Chrom-5 típusú gázkromatográfval (Laboratorni Přístroje Praha) határoztuk meg (173°C termosztát hőmérséklet, N vivógáz, lángionizációs detektor). Az eredményeket Digint L80 típusú integrátorral értékeltük. A bendőfolyadékot a vizsgálathoz először 15000/perc fordulatszámom végzett centrifugálással, illetve szűréssel tisztítottuk, majd az injektálás előtt - az oszloptöltet tulajdonságainak megfelelően - 0,3 molos oxálsav oldattal kezeltük. Az oszloptöltet Supelco Carbo-packTM B-DA (Supelco Park) gyanta volt. Az azonosításhoz használt vizes standardoldat 0,1%-os töménységben tartalmazta a vizsgált zsírsavakat. A zsírsav standardokat az Aldrich Chemie cégtől szereztük be.

A chymus minták TiO_2 -tartalmát *Brandt és Allan (1987)* módszerével kénsavas roncsolást követően Spekol (Carl Zeiss Jena) típusú fotométerrel határoztuk meg. A TiO_2 -ből képződő vegyület kénsavas-foszforsavas közegben H_2O_2 -dal sárga színreakciót ad. A minták fényelnyelését 405 nm hullámhosszon mértük.

A duodenumon áthaladó chymus mennyiségét a takarmányadag, valamint a chymus minták TiO_2 tartalmának ismeretében a következő összefüggés segítségével állapítottuk meg:

$$\text{Duodenumon áthaladó chymus (g/nap)} = \frac{\text{takarmány } \text{TiO}_2 \text{ tartalma (mg/nap)}}{\text{chymus } \text{TiO}_2 \text{ tartalma (mg/nap)}}$$

A bendőfolyadékból a mikrobamasszát *Krawielitzki és Piatkowski (1977)* módszerével nyertük ki. A bendőmikrobák szaporodását formaldehiddel (20 ml formaldehid/1000 ml bendőfolyadék) állítottuk le. A bendőfolyadékot először szűrtük, majd 3000/perc fordulatszámon végzett centrifugálással leválasztottuk a takarmányrészecskéket és az protozoákat. Ezt követően 16000/perc fordulatszámu centrifugálással nyertük ki a bendőfolyadékból a bendőbaktériumokat. A kinyert bendőbaktérium masszát liofilezéssel szárítottuk (MLW LGA 05 típusú liofilező – Spezialwerkstatt Labor-, Kühl-, und Ultra-Zentrifugen, Leipzig).

A mikrobafehérje massa, valamint chymus minták diamino-pimelinsav (DAPA) tartalmát Aminochrom-II (OE-914 típusú–Laboratóriumi Műszergyár Rt – Budapest) típusú aminosavanalizátorral állapítottuk meg. A gyantatöltet Kemochrom 9 volt (Kemona Kft.). A DAPA jó elválasztása érdekében a metionint a vizsgálandó mintában perhangyasavval metionin-szulfonná oxidáltuk (Degussa Analitik/Analysis 1986). Az oxidációt követő hidrolízist 6 n sósavval 24 óra hosszan, visszafolyós hűtővel végeztük. A DAPA a metionin helyén, a valin és az izoleucin között jelenik meg.

Az állatok vizelettel történő sav-bázis ürítését a Kutas-féle vizelettitrálásos módszerrel állapítottuk meg (Gaál, 1999). A nettó sav-bázis ürítést a következő összefüggéssel számítottuk ki:

$$\text{NSB} = 10 (10 \times \text{fogyott HCl ml} - \text{fogyott NaOH ml})$$

ahol NSB = nettó sav-bázis ürítés, mmol/l

3.2.4. Az adatok statisztikai értékelése

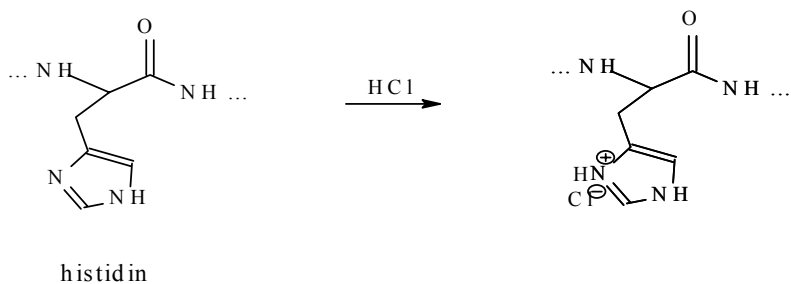
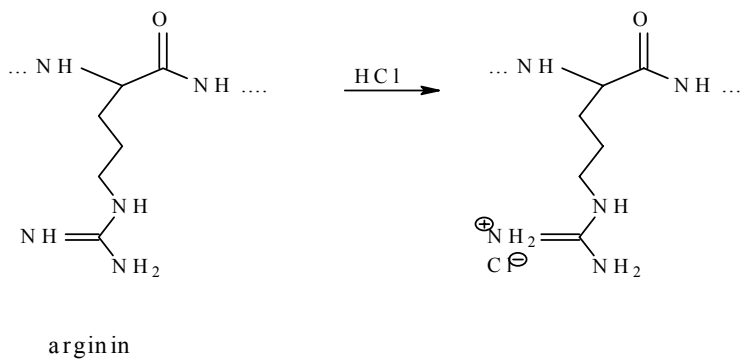
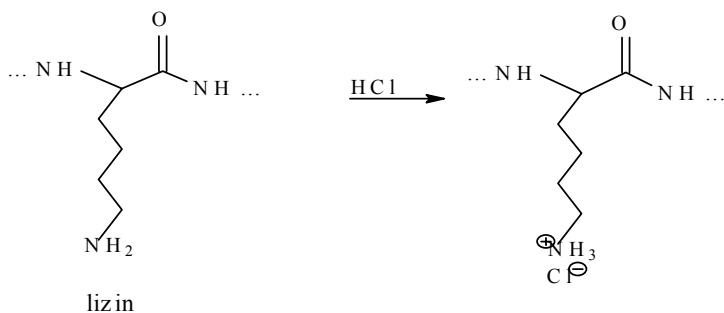
A kísérleti eredmények statisztikai értékelését a Statistica 6.0 és Microsoft Excel programok segítségével végeztük el. A számítások során a kontroll, valamint a kísérleti szakaszok, illetve csoportok eredményei közötti eltérések szignifikanciáját a t-próba segítségével vizsgáltuk. A sósavval végzett kezelés hatékonysága, valamint a takarmány aminosav-összetétele (diamino-monokarbonsav tartalma) közötti összefüggést kétváltozós lineáris regresszió-analízissel, a regressziós koefficiens megállapításával vizsgáltuk. A kiugró értékeket a Dixon-próbával ellenőriztük (Sváb, 1981)

3.3. Kísérleti eredmények és azok megbeszélése

3.3.1. A sósavval végzett kezelés, valamint a kombinált kezelés hatása a szójafehérje bendőbeli lebonthatóságára

A szójafehérje sósavval történő kezelésekor abból a feltevésből indultunk ki, hogy a sósav a fehérjében peptidkötésben előforduló egyes aminosavak (a diamino-monokarbonsavak közé tartozó lizin, arginin és hisztidin) bázikus csoportjaival (a lizin ϵ -amino csoportjával, az arginin guanidino csoportjával, a hisztidin imidazol csoportjával) sőt képez,

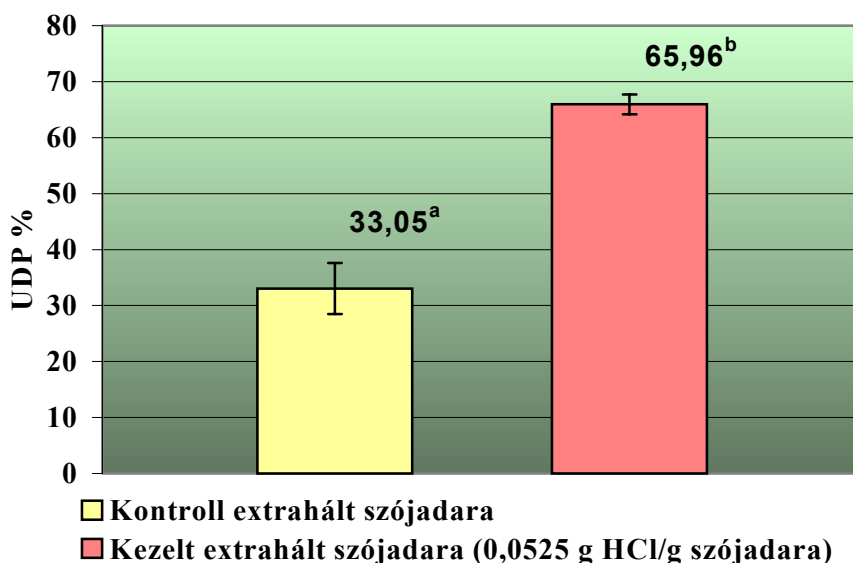
amely kötés a bendőre jellemző pH tartományban stabil, akadályozva ezzel a fehérjelánc mikrobiális lebontását. A reakció Bruckner és mtsai (1982) szerint a következőképpen játszódik le:



Első tájékozódó jellegű kísérletünkben 50 ml 10%-os sósavval kezeltünk 100 g extrahált szójadarát, mely dózissal 0,0525 g sósavat vittünk 1 g szójadarára. A kezelésnek a fehérje bendőbeli lebonthatóságára gyakorolt hatását az 1. ábrán szemléltetjük.

1. ábra

A sósavval végzett kezelés hatása az extrahált szójadara fehérjéjének bendőbeli stabilitására (24 órás inkubáció)
(n=80)



a, b,: A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($P < 0,001$)

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a 10%-os sósavval végzett 0,0525 g sósav/g extrahált szójadara koncentrációjú kezelés

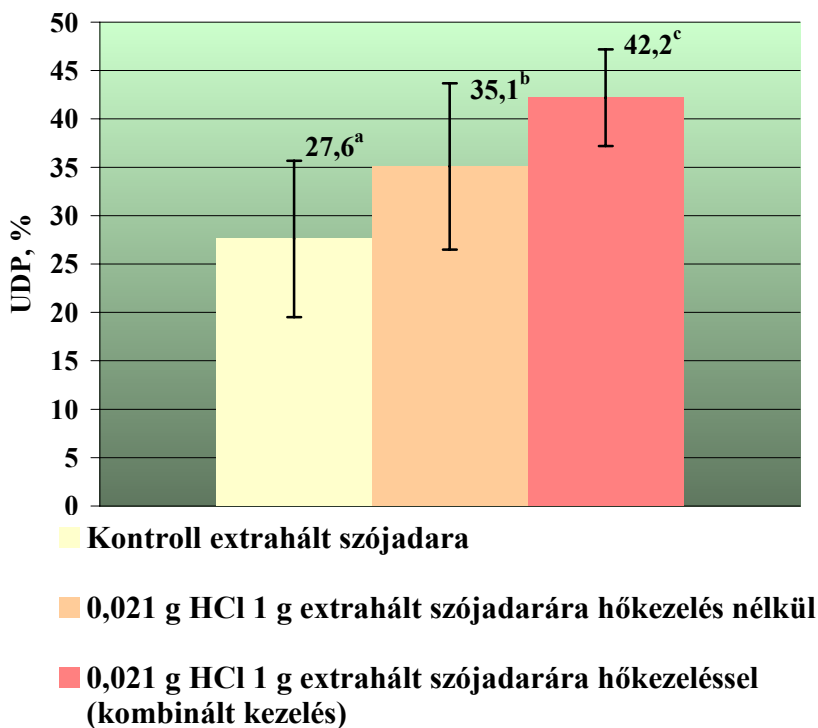
hatására a felére csökkent ($P<0,01$) a szójafehérje bendőbeli lebonthatósága.

Kísérleteink során a 3.2.1. fejezetben tárgyalt meggondolásból a 100 g extrahált szójadara kezeléséhez felhasznált 10%-os sósav mennyiséget 50 ml-ről 20 ml-re csökkentettük, aminek következtében az 1 g szójadarára jutó sósav mennyisége is 60%-kal, azaz 0,021 g-ra csökkent. A sósav adag csökkentésének a fehérje bendőbeli lebomlására gyakorolt hatását a 2. ábra mutatja be. Mint látható, a kisebb sósav dózissal végzett kezelés ugyan kisebb UDP növekményt eredményezett, de a csökkenés mértéke kisebb annál, mint amennyivel a sósav adagot mérsékeltek. A sósav adag 60%-kal történő mérséklése ugyanis a nagyobb sósav adaghoz képest relatíve csak 46,8%-kal csökkentette a szójadara UDP-hányadát, a kontroll szójadara UDP értékéhez viszonyított 27,1%-os növekmény azonban még mindig érdemi ($P<0,01$) változás.

2. ábra

**A csökkentett sósav dózissal végzett kezelés hatása a szójadara
fehérjének bendőbeli stabilitására (24 órás inkubáció)**

(n=120)



a, b, c: A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($P < 0,01$)

A 10%-os sósavval végzett kezelés során az extrahált szójadara szárazanyag-tartalma 73-75%-ra csökken, ezért a készítményt a kezelést követően szárítani szükséges, mely szárítás alkalmat ad arra, hogy a kémiai kezelés fehérje lebonthatóságát csökkentő hatását hőkezeléssel tovább fokozzuk. Kísérleteink folyamán ezért a sósavas kezelést követően a takarmányt 30 percen át 100°C-on szárítottuk. Ennek a

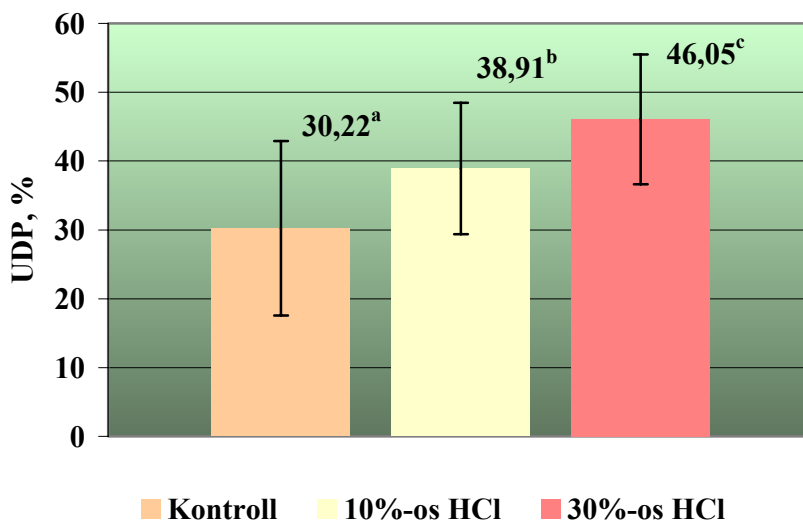
fehérje bendőbeli lebonthatóságára gyakorolt hatását is a 2. ábra szemlélteti. Az adatok alapján megállapítható, hogy a hőkezelés tovább növelte a szójafehérje bendőbeli stabilitását, ugyanis a kombinált kezelésben részesült extrahált szójadara UDP értéke 7,2%-kal, relatív értékben 20,5%-kal nagyobb, mint a csak sósavval kezelt szójadaráé. A különbség $P < 0,01$ szinten szignifikáns.

A kísérletek során azt is vizsgáltuk, hogy a sósav koncentrációjának növelése milyen hatással van a szójafehérje bendőbeli lebonthatóságára. A 10%-nál töményebb sósavval végzett kezelés ugyanis kisebb mértékben növelné az extrahált szójadara nedvességtartalmát, ami lehetővé tenné a hőkezelés időtartamának csökkentését. Egy in situ módszerrel végzett kísérletben 10, illetve 30%-os sósavval kezeltük az extrahált szójadarát. A dózis mindkét sósav koncentráció esetén 0,021 g HCl volt 1 g extrahált szójadarára vonatkozóan. A sósavval végzett kezelést ebben az esetben is 100°C-on végzett 30 perces hőkezelés követte. A 3, bendő- és duodenumkanüllel ellátott tinóval, az in situ módszerrel elvégzett kísérletet ebben az esetben is egyszer megismételtük. A kísérlet eredményeit a 3. ábra mutatja be.

3. ábra

A sósav koncentrációjának hatása a szójafehérje bendőbeli stabilitására (24 órás inkubáció)

(n=60)



a, b, c A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól

A 3. ábra adatai azt igazolják, hogy nemcsak a sósav mennyisége, hanem annak koncentrációja is befolyásolja a kezelésnek a fehérje bendőbeli lebonthatóságára gyakorolt hatását, ugyanis a töményebb (30%-os) sósav szignifikáns mértékben ($P < 0,001$) növelte a 10%-os sósavval végzett kezeléshez képest az extrahált szójadara UDP hányadát. Ez az eredmény minden valószínűség szerint azzal áll összefüggésben, hogy a töményebb savval végzett kezelés esetében nagyobb hatékonysággal játszódik le a sósav és a bázikus aminosavak korábban említett csoportjai közötti reakció.

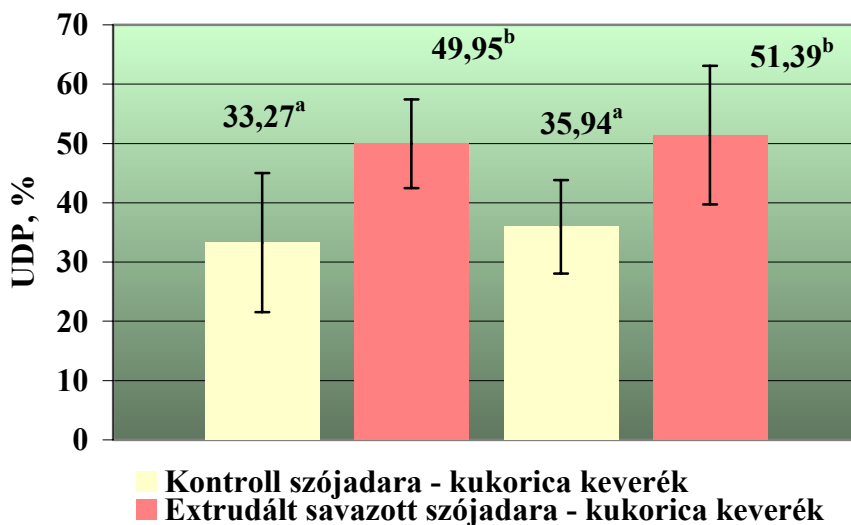
A töményebb sósavval végzett kezelésnek az előnyökön (jobban csökkenti a fehérje bendőbeli lebonthatóságát, kisebb mértékben növeli meg a kezelt takarmány nedvességtartalmát) túlmenően azonban hátrányai is vannak, nevezetesen a kisebb savmennyiség homogén rávitele a kezelendő takarmányra technikailag nehezebb feladat, de említeni szükséges azt a hátrányt is, hogy töményebb sav nagyobb mértékben korrodálja a berendezéseket és használata (főleg a 30%-os sósav esetében) nagyobb munkaegészségügyi veszélyekkel jár. Ezért további kísérleteink folyamán 10%-os sósavval kezeltük a vizsgált takarmányokat.

Amint az a metodikai fejezetben (3.2.1.) már említésre került, a savkezelt extrahált szójadara hőkezelését kétféle módon, nevezetesen normál légköri nyomáson (szárítószekrényben, vagy üzemi méretben a Bocchi-berendezés kondicionáló tartályában), másrészt extruderben (túlnyomáson) végeztük. Az anyagforgalmi kísérletek során ezért vizsgáltuk az extrudálással hőkezelt, savazott szójadara fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát is. A kísérletek eredményeit a 4. ábra szemlélteti.

4. ábra

Extrudálással hőkezelt savazott extrahált szójadara + kukorica keverék fehérjének bendőbeli stabilitására

(n=80)



a, b A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan különböznek egymástól ($P < 0,001$)

A 2., valamint a 4. ábra adatainak összehasonlítása alapján megállapítható, hogy az extrudálással végrehajtott hőkezelés gyakorlatilag ugyanolyan hatékonyságú, mint a szárítószekrényben 100°C -on 30 percen át tartó hőkezelés. Ez utóbbi hőkezelés ugyanis 53%-kal, míg az extrudálás 47%-kal növelte a készítményben az UDP hányadot a kezeletlen kontroll takarmányhoz viszonyítva. A két eljárás hatékonyságának összehasonlításakor arra is tekintettel kell lenni, hogy az extrudált készítményben a fehérjének mintegy 8%-át a szója fehérjénél

kisebb bendőbeli lebonthatóságú kukorica fehérje adja, amely fehérje ennek következtében a szója fehérjénél kisebb mértékben reagál a kezelésre.

A két hőkezelési eljárás gyakorlatilag azonos hatékonysága azzal magyarázható, hogy az extruderben uralkodó 150°C-on ugyan kevesebb, mint egy percet tartózkodik csak a takarmány, de a berendezésben fellépő nagy nyomás kompenzálja a rövidebb ideig tartó hőhatást.

A kísérletek során megállapítottuk a kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény fehérjéjének aktuális bendőbeli lebonthatóságát is. A vizsgált készítményt Herceghalomban, a Kísérleti Gazdaság keverőüzemében Bocchi berendezéssel állítottuk elő.

A kísérlet eredményeit a 7. táblázatban foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a kezelt szójadara fehérjéjének kisebb bendőbeli lebonthatósága már az inkubáció első óráiban megfigyelhető, valamint hogy az inkubációs idő előrehaladásával a kontroll és a kezelt takarmány közötti különbség egyre inkább nő. Az intenzív takarmányozási viszonyokra jellemző (a bendőtartalom kiáramlása a bendőből 8%/óra) aktuális UDP érték a kombinált kezelés hatására 19,2%-kal, relatíve 40,0%-kal növekedett, ami a fehérje bendőbeli stabilitásának számottevő javulását jelenti.

7. táblázat

**A kombinált kezelés hatása az extrahált szójadara fehérjéjének
aktuális bendőbeli lebonthatóságára**

(n=720)

Inkubációs idő Óra	UDP, %	
	Extrahált szójadara (Kontroll)	Kombinált kezeléssel előállított készítmény
0	84,4±2,5	85,3±2,8 NS
2	78,7±16,6	82,2±10,3 NS
4	76,1±5,3	79,2±4,6 NS
8	68,1±7,1	77,0±3,7***
16	57,7±5,2	65,6±8,1*
24	13,1±3,9	34,5±8,2***
48	2,4±0,7	30,9±10,9***
Aktuális RDP, %	52,0±1,99	32,8±1,53***
Aktuális UDP, %	48±1,99	67,2±1,53***

NS Nem szignifikáns

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$

Mivel sem a nemzetközi, sem pedig a hazai szakirodalomban nem található olyan kísérletek, melyekben a takarmányfehérjék bendőbeli lebonthatóságát sósavval történő kezeléssel csökkentették, ezért a saját vizsgálataink eredményeit csak más kémiai anyaggal végzett kezelés bendőbeli fehérjelebonthatóságra gyakorolt hatásával tudjuk összevetni.

A 2.1.6. fejezetben leírtak egyértelműen igazolják, hogy a formaldehid alkalmas arra, hogy vele a takarmányok fehérjéjének

bendőbeli lebonthatóságát mérsékeljük. Ezt a megállapítást igazolják Hadjipanayiotou és Photiou (1995), Kastanova és mtsai (1995), Tymchuk és mtsai (1997), valamint Mustafa és mtsai (2000) kísérleti eredményei. A szójadara fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága szignifikáns mértékben ($P < 0,05$) csökkent Gorgulu és mtsai (2003) által végzett kísérletekben is. Freer és Dove (1984) ugyancsak eredményes kísérletekről számolnak be. Formaldehiddel végzett kezeléssel ugyanis csökkenteni tudták a fehérje bendőbeli lebonthatóságát. Vizsgálataik során az extrahált napraforgódara, valamint a repcedara fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága a formaldehyd hatására 80%-ról 15%-ra illetve 72%-ról 19%-ra csökkent. Kísérleteik során azt is vizsgálták, hogy milyen hatást gyakorol a kémiai kezelés pelletálással történő kombinálása a takarmányok bendőbeli lebonthatóságára. Vizsgálataik szerint a pelletálás növelte a formaldehiddel kezelt extrahált napraforgódara, valamint a repcedara bendőbeli lebonthatóságát (31, illetve 41%-ra).

Az is kiderül az irodalom tanulmányozása során, hogy más aldehidekre, pl. a glioxálra, valamint a glutáraldehidre vonatkozóan csak kevés kísérleti eredmény áll rendelkezésre. Ferguson és mtsai (1975) szerint a glioxállal és a glutáraldehiddel is olyan eredmények érhetők el, mint a formaldehiddel. A dialdehideket Broderick (1975) véleménye szerint is ugyanolyan eredménnyel lehet felhasználni a fehérjék bendőbeli védelmére, mint a formalint. Sipőcz (2000) a glioxál és a glutáraldehyd hatását vizsgálta különböző takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságára. Kísérletei során arra a megállapításra jutott, hogy amikor a kukoricaglutént nyersfehérje-tartalmának 5, illetve 10%-át

kitevő glutáraldehiddel kezelte, nyersfehérjéjének mindössze mintegy 13%-át tudták a mikrobák lebontani a bendőben.

Amint az már korábban említésre került, a szakirodalom olyan kísérletek eredményeiről is beszámol, melyekben az aldehideken kívül más kémiai anyagok felhasználásával is eredményesen csökkentették a takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát. Yalcin és mtsai (2002) kísérleteiben az extrahált napraforgódara fehérjéjének aktuális bendőbeli lebonthatósága érdemben csökkent 3, 6 és 9%-os tanninsavval történő kezelés hatására. Hasonló megállapításra jutottak Fruttos és mtsai (2004) amikor tanninnal kiegészített takarmányokat etettek juhokkal, kecskékkal, tehennel, valamint őzekkel. A kiegészítés hatására szignifikáns ($P < 0,05$) mértékben csökkent a takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága, valamint a bendőfolyadék NH_3 -tartalma. Ezzel ellentétben Poncet és Remond (2002) úgy találták, hogy a tanninnal végzett kezelés (30g /kg nyersfehérje) nem csökkenti a borsófehérje bendőbeli degradabilitását.

Mosmanyana és Movat (1992) kísérleteiben a szójadara fehérjéjének bendőbeli degradabilitása szignifikáns ($P < 0,01$) mértékben csökkent, amikor a szójadarát 4%-os töménységű xilóz oldattal kezelték. Wulf és Südekum (2005) xilózzal kezelt repcedara, valamint formaldehiddel kezelt szójadara in vivo és in situ módszerrel történő vizsgálatakor azt találták, hogy az említett kémiai kezelések jelentős mértékben csökkentették a fehérje bendőbeli lebonthatóságát.

Kifejlesztett kombinált kezelési eljárásunkat más, a fehérje lebonthatóságát csökkentő módszerekkel összehasonlítva megállapítható, hogy eljárásunk a hatékonyság tekintetében azonosnak tekinthető az

aldehidekkel és a xilózzal végzett kezeléssel. Eljárásunkkal az extrahált szójadara fehérjéjének aktuális bendőbeli lebonthatósága relatíve 63%-kal csökkenthető, miközben a fehérje posztruminális emészthetősége változatlan marad. Aldehidekkel végzett kezeléssel ugyan ennél nagyobb degradabilitás csökkenés is elérhető, ilyen esetben azonban már a fehérje posztruminális emészthetőségének csökkenésére lehet számítani.

3.3.2. A kombinált kezelés hatása az extrahált szójadara fehérjéjének posztruminális emészthetőségére

A kísérleti munka során azt is vizsgáltuk, hogy a kombinált kezelés milyen hatással van a készítmény UDP hányadának posztruminális emészthetőségére. A nyert eredményeket a 8. táblázatban tüntettük fel.

8. táblázat

Kombinált kezelés hatása az extrahált szójadara fehérjéjének posztruminális emészthetőségére

(n=160)

Paraméter	Kezeletlen extrahált szójadara	Kezelt
UDP, %	48,0±1,99	67,2±1,53***
UDP posztruminális emészthetősége, %	98,0±0,42	98,1±0,27NS
Posztruminálisan emészthető fehérje, g/kg szójadara	216,3±0,93	303,3±0,83***
A szójafehérje posztruminálisan felszívódó hányada, %	47,0±0,20	65,9±0,18***

Mint a 8. táblázat adataiból látható, annak ellenére, hogy a kombinált kezelés jelentősen csökkentette a szójafehérje bendőbeli lebonthatóságát, nem befolyásolja az UDP-hányad posztruminális emészthetőségét. A jó posztruminális emészthetőség azt igazolja, hogy a sóformában kötött aminosavak az oltógyomorban és a vékonybélben felszabadulnak, az UDP döntő hányada emészthető, aminosavai felszívódhatnak. A jó posztruminális emészthetőségből arra is következtetni lehet, hogy az alkalmazott hőkezelés sem csökkenti a szójafehérje emészthetőségét.

A bendőbeli lebonthatóság, valamint az UDP posztruminális emészthetősége alapján kiszámítható az elfogyasztott szójafehérje posztruminálisan felszívódó hányada. Ezek az adatok is a 10. táblázatban találhatóak. Megállapítható, hogy a kombinált kezelés eredményeként az emészthető UDP mennyisége 87,0 g-mal, azaz 40,2%-kal növekedett a kezeletlen extrahált szójadarához képest. Ez azt jelenti, hogy a kezelt extrahált szójadara fehérjéjének 18,9%-kal nagyobb hányada szívódott fel a vékonybélből. Ez azért előny, mert amikor a fehérje a bendőben bomlik le, aminosavai nem teljes egészében használódnak fel mikrobafehérje szintézis céljára, hanem a belőlük származó ammónia, illetve az abból képződött karbamid egy része a vizelet útján elhagyja a szervezetet.

Ferguson (1975) 14 takarmány, illetve takarmányadag formaldehiddel történő kezelésekor egy eset kivételével az emészthető nyersfehérje-tartalom csökkenését állapította meg. Véleménye szerint a fehérje emészthetőség csökkenés csak kismértékű, ha a formaldehid dózisa nem több a fehérjetartalom 1%-ánál. Kowalczyk és mtsai (1982) kísérleteikben a formaldehiddel kezelt repcedara posztruminális

emészthetőségének csökkenését figyelték meg. Faichney és Davis (1972) kísérleteiben a formaldehiddel végzett kezelés hatására kismértékben ugyancsak csökkent a fehérje emészthetősége. Wolf (1990) kísérleteiben ugyanakkor a formaldehiddel kezelt extrahált szójadara (Milkiprotein S[®]) nem volt negatív hatással a szerves anyag emészthetőségére. Faichney és mtsai (1994) viszont arra a megállapításra jutottak, hogy a formaldehiddel végzett kezelés jelentős mértékben rontja a szerves anyag emészthetőségét, de csökkenti a vizelettel ürülő N-mennyiségét, valamint javítja a N-retenciót. Antoniewicz és mtsai (1992) vizsgálatai során a repcedarának formaldehiddel történő kezelése (30, illetve 40 g formalin/kg nyersfehérje) számottevően csökkentette a nyersfehérje posztruminális emészthetőségét. Hasonló megállapításra jutottak Hervas és mtsai (2004) tannin extrakt intraruminális adagolásakor, melynek következtében szignifikáns mértékben ($P < 0,01$) csökkent a nyersfehérje emészthetősége. Ezzel ellentétben Yalcin és mtsai (2002) szerint sem a 3, 6, és 9%-os tanninsavval, sem pedig az 5%-os lignoszulfonáttal végzett kezelés nem befolyásolta a napraforgódara fehérjéjének posztruminális emészthetőségét. Amikor a lignoszulfonát mennyiségét 10%-ra növelték, a fehérje emészthetősége szignifikáns mértékben ($P < 0,01$) csökkent.

Harstad és Prestlokken (2000) kísérleteik során az extrahált szójadara, valamint a xilózzal kezelt szójadara (SoyPass) aktuális bendőbeli lebonthatóságát és az egyes aminosavak posztruminális emészthetőségét vizsgálták az in situ módszerrel. Az extrahált szójadara nyersfehérjéjének aktuális bendőbeli lebonthatóságát 52%-nak találták, míg a xilózzal végzett kezelés hatására ez az érték 27%-ra csökkent. A posztruminálisan emészthetetlen aminosav hányad 1,8% és 2,0% volt a

szójadara, ill. a SoyPass esetében. A különbséget a szerzők szignifikánsnak ($P < 0,05$) találták. A nyersfehérje posztruminálisan emészthetetlen hányada hasonlóképpen alakult, az extrahált szójadara esetében 2,0%, míg a xilózzal kezelt szójadaránál 2,3% volt az emészthetetlen fehérjehányad.

3.3.3. A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény hatása a bendőfermentációra

Kísérleteink annak megállapítására is kiterjedtek, hogy a kifejlesztett készítmény etetése milyen hatást gyakorol a bendőben zajló mikrobás fermentációra. Az elvégzett két kísérlet eredményeit 9-12. táblázatokban foglaltuk össze.

9. táblázat

**A kombinált kezeléssel (savkezeléssel és hagyományos hőkezeléssel) előállított extrahált szójadara készítmény etetésének hatása a bendőfolyadék összetételére és aktivitására
(etetés előtt vett minta)
(n=40)**

Paraméter	Kontroll szakasz	Kísérleti
pH	6,77±0,08	6,85±0,12*
NH ₃ , mg/100 ml	16,20±1,23	18,65±2,37**
0,2 ml KNO ₂ , perc	3,00±0,00	3,00±0,00 NS
0,5 ml KNO ₂ , perc	5,13±0,88	4,87±1,15 NS
0,7 ml KNO ₂ , perc	7,19±1,98	6,94±1,77 NS
Ecetsav, mmol/l	55,45±8,06	56,95±8,49 NS
Propionsav, mmol/l	14,04±2,02	14,71±2,20 NS
C ₂ :C ₃	3,99±0,45	3,89±0,25 NS
i-Vajsav, mmol/l	1,25±0,18	1,26±0,13 NS
n-Vajsav, mmol/l	11,46±1,87	9,65±1,55***
i-Valeriánsav, mmol/l	0,88±0,19	0,78±0,15NS
n-Valeriánsav, mmol/l	0,88±0,12	0,81±0,17 NS
Összes illózsírsav, mmol/l	83,96±11,02	84,11±12,19 NS

NS = nem szignifikáns *P≤0,05, **P≤0,01, ***P≤0,001

10. táblázat

A kombinált kezeléssel (savkezeléssel és hagyományos hőkezeléssel) előállított extrahált szójadara készítmény etetésének hatása a bendőfolyadék összetételére és aktivitására (etetés után 3 órával vett minta)
(n=40)

Paraméter	Kontroll	Kísérleti szakasz
pH	6,50±0,08	6,59±0,17NS
NH ₃ , mg/100 ml	17,57±2,75	15,87±1,58 NS
0,2 ml KNO ₂ , perc	3,00±0,00	3,00±0,00 NS
0,5 ml KNO ₂ , perc	5,69±1,40	5,94±1,84 NS
0,7 ml KNO ₂ , perc	8,38±2,53	8,38±2,39 NS
Ecetsav, mmol/l	64,28±9,82	61,45±7,09NS
Propionsav, mmol/l	18,36±3,91	16,47±2,22 NS
C ₂ :C ₃	3,57±0,47	3,75±0,24 NS
i-Vajsav, mmol/l	1,36±0,27	1,06±0,12**
n-Vajsav, mmol/l	15,55±3,72	11,85±2,11**
i-Valeriánsav, mmol/l	0,98±0,17	0,67±0,13***
n-Valeriánsav, mmol/l	1,47±0,44	0,98±0,20**
Összes illózsírsav, mmol/l	101,97±16,22	92,42±10,66 NS

NS = nem szignifikáns *P≤0,05, **P≤0,01, ***P≤0,001

11. táblázat

A kombinált kezeléssel (savkezeléssel és extrudálással) előállított extrahált szójadara készítmény etetésének hatása a bendőfolyadék összetételére és aktivitására (etetés előtt vett minta)
(n=40)

Paraméter	Kontroll	Kísérleti szakasz
pH	6,72±0,10	6,77±0,08 NS
NH ₃ , mg/100 ml	18,35±1,74	18,00±1,75 NS
0,2 ml KNO ₂ , perc	3,80±1,00	3,80±1,01 NS
0,5 ml KNO ₂ , perc	9,25±1,97	9,52±1,97 NS
0,7 ml KNO ₂ , perc	11,60±2,33	11,6±2,33 NS
Ecetsav, mmol/l	57,54±7,76	57,62±6,76 NS
Propionsav, mmol/l	15,32±1,65	14,65±1,40 NS
C ₂ :C ₃	3,75±0,27	3,92±0,25 NS
i-Vajsav, mmol/l	1,43±0,12	1,36±0,09 NS
n-Vajsav, mmol/l	12,26±2,10	10,78±1,19**
i-Valeriánsav, mmol/l	1,06±0,12	0,91±0,08NS
n-Valeriánsav, mmol/l	1,10±0,48	0,96±0,16 NS
Összes illózsírsav, mmol/l	88,71±11,33	86,43±12,45NS

NS = nem szignifikáns *P≤0,05, **P≤0,01, ***P≤0,001

12. táblázat

A kombinált kezeléssel (savkezeléssel és extrudálással) előállított extrahált szójadara készítmény etetésének hatása a bendőfolyadék összetételére és aktivitására (etetés után 3 órával vett minta) (n=40)

Paraméter	Kontroll	Kísérleti szakasz
pH	6,49±0,18	6,51±0,13 NS
NH ₃ , mg/100 ml	27,48±2,75	26,59±2,33NS
0,2 ml KNO ₂ , perc	3,10±0,45	3,10±0,45 NS
0,5 ml KNO ₂ , perc	4,55±1,73	5,90±2,07*
0,7 ml KNO ₂ , perc	6,55±3,07	8,20±2,52 NS
Ecetsav, mmol/l	66,78±6,52	67,44±9,76NS
Propionsav, mmol/l	18,76±1,9	18,09±2,33 NS
C ₂ :C ₃ (8)	3,56±0,47	3,73±0,24 NS
i-Vajsav, mmol/l	1,52±0,11	1,44±0,16 NS
n-Vajsav, mmol/l	15,61±2,17	13,79±2,28**
i-Valeriánsav, mmol/l	1,06±0,12	1,09±0,23 NS
n-Valeriánsav, mmol/l	1,10±0,48	1,71±0,36 NS
Összes illózsírsav, mmol/l	104,83±11,46	103,56±10,35

NS = nem szignifikáns *P_≤0,05, **P_≤0,01, ***P_≤0,001

A két kísérlet eredményeiből arra lehet következtetni, hogy a kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény napi 1,5 kg-os adagban etetve csak kismértékben befolyásolta a

bendőfermentációt. A bendőfolyadék pH-értéke az 1. kísérletben a kísérleti szakaszban 0,08-0,09 értékkel magasabb volt mint a kontroll szakaszban, ami azzal áll összefüggésben, hogy a kísérleti szakaszban az etetést követő időszakban nem szignifikánsan, de valamivel kevesebb illózsírsav termelődik a bendőben. A 2. kísérletben viszont még kismértékben sem csökkent az illózsírsav termelés, ennek megfelelően a bendőfolyadék pH értéke a kontroll és a kísérleti szakaszban gyakorlatilag azonos volt (13. és 14. táblázat).

A bendőfolyadék ecetsav és propionsav tartalmában egyik kísérletben sem találtunk szignifikáns eltérést a kontroll és a kísérleti szakasz között. Ennek megfelelően nem tér el egymástól a kontroll és a kísérleti szakaszban az ecetsav-propionsav arány sem.

Szignifikáns különbséget a kezeletlen és a kombinált kezelésben részesülő két szója etetésekor csak a bendőfolyadéokban kis mennyiségben előforduló illózsírsavak esetében mértünk. Az 1. kísérletben az i- és n-vajsav, valamint az i- és n-valeriánsav mennyisége, a 2. kísérlet során azonban csak az n-vajsav mennyisége csökkent szignifikáns mértékben a bendőfolyadékban.

Azzal kapcsolatban, hogy a kombinált kezelés miért csökkentette konzekvensen mindkét kísérletben a bendőfolyadék vajsav-koncentrációját, a szakirodalomban sem találtunk magyarázatot. Feltételezhető, hogy vajsav valamint a valeriánsav előállításában érintett baktériumok működését zavarja a készítménnyel a bendőbe kerülő sósav, de az sem zárható ki, hogy a kísérleti szakaszban a bendőfolyadék kisebb aminosav tartalma mérsékeli a vajsav termelést. Ismert ugyanis, hogy vajsav nemcsak a szénhidrátok bendőbeli fermentációja során keletkezik,

hanem a vajsavtermelő baktériumok aminosavakból is tudnak vajsavat előállítani. A kombinált kezelés, valamint a bendőfolyadék vajsavtartalma közötti összefüggés magyarázatára további kísérleti munkára van szükség.

A bendőfolyadék vajsavtartalmának csökkenése egyébként kedvező folyamatként értékelhető, hiszen a vajsav a bendő falában β -hidroxivajsavvá alakul, amely anyagról tudjuk, hogy ketonanyag és ennél fogva hozzájárulhat a kezózis kialakulásához, illetve súlyosbításához.

A bendőfolyadék NH_3 -tartalma a kísérleti szakaszban az etetést követő időszakban mindkét kísérletben csökkent a kontroll szakaszhoz képest, a különbséget azonban egyik kísérlet esetében sem találtuk szignifikánsnak, azaz a kisebb bendőbeli lebonthatóságú extrahált szójadara készítmény etetése csak tendencia jelleggel mérsékelte a bendőfolyadék NH_3 -tartalmát. A bendőfolyadék NH_3 -tartalmának csökkenését védett fehérje etetésekor más szerzők is megfigyelték (Kaufmann, 1979, Wolf, 1990, Akbar és mtsai, 1999, Manterola és mtsai, 2000). Faichnej és mtsai (1994) formaldehiddel kezelt napraforgódara juhokkal történő etetése során az találták, hogy a kezelés hatására számottevően csökken a bendőfolyadék ammóniatartalma és ebből kifolyólag a vérplazma karbamid koncentrációja is. Virk és mtsai (1994) arra a megállapításra jutottak, hogy az 1,5%-os formaldehid dózis 40,5%-kal csökkentette a bendőfolyadék ammóniatartalmát és 46,8%-kal növelte a N-visszatartást. Hasonló megállapításra jutottak Sliwinski és mtsai (2002), amikor tanninban gazdag növényi kivonatnak a bendőfermentációra gyakorolt hatását vizsgálták. Kísérletükben a bendőfolyadék NH_3 -tartalma 21%-kal csökkent. A bendőbaktériumok,

valamint a protozoák száma a kiegészítés hatására nem változott. Kísérleteik során a bendőfolyadék NH_3 -koncentrációjának csökkenését figyelték meg formaldehiddel végzett kezelés esetén Wulf és Südekum (2005), McAllister (1993), valamint Kanjanapruthipong és mtsai (2002). Kastanova és mtsai (1995) vizsgálatai szerint a formaldehid kezelés hatására a bendőfolyadék pH-ja és illószénsav-tartalma nem változott, NH_3 -tartalma, azonban az etetést követő 3 órával vett mintában gyorsabban csökkent a kontroll csoporthoz képest. Madan és Puri (1997) kísérleteikben három különböző összetételű takarmányadag etetésének a bendőfermentációra gyakorolt hatását vizsgálták. A formaldehiddel kezelt mustármagpogácsa etetésének hatására szignifikáns mértékben ($P < 0,01$) csökkent a bendőfolyadék ammóniatartalma, valamint az ecetsav moláris aránya. A formaldehiddel kezelt repcedara etetésének hatására a bendőfolyadék ammónia-tartalma ugyancsak szignifikánsan ($P < 0,05$) csökken a kezeletlen takarmányhoz képest Kowalczyk és mtsai (1982) kísérletében. 9,9 mmol/l értékről (kontroll) 7,3 mmol/l értékre csökkent a bendőfolyadék ammónia-koncentrációja xilózzal kezelt repcedara etetésekor is (Wulf és Südekum, 2005).

A bendőfolyadék NH_3 -tartalmának csökkenését – mindaddig, amíg az nem olyan mértékű, hogy rontja a bendőmikrobák N-ellátását – kedvező hatásnak kell értékelni, mert csökkenti a máj ammónia terhelését és annak káros hatásait. (Kaim és mtsai, 1987, Teepe, 1990). A bendőfolyadék kisebb NH_3 -tartalmára vezeti vissza több szerző azt, hogy a védett fehérje etetése javítja a szaporodási eredményeket (Bruckental és mtsai, 1996, Kridli és mtsai, 2001, Yang és mtsai, 2001, Madibela és mtsai, 2002).

A bendőfolyadék aktivitására vonatkozó adatokból arra lehet következtetni, hogy a kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény etetése a kezeletlen extrahált szójadarához képest nem, vagy legfeljebb jelentéktelen mértékben befolyásolja a bendőben zajló mikrobás fermentációt. Az 1. kísérletben ugyanis a két szakasz nitritredukcióra vonatkozó adatai csak minimális mértékben – és ebből következően nem is szignifikánsan – térnek el egymástól és a 2. kísérletben is mindössze egy nitritredukciós adat esetében (0,5 ml KNO_2 – etetés után) volt 5%-os szinten szignifikáns a kialakult minimális különbség.

3.3.4. A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara

készítmény etetésének hatása a mikrobafehérje szintézisre.

Annak megállapítására, hogy a kombinált kezeléssel előállított szójadara készítmény milyen hatást gyakorol a bendőben zajló mikrobafehérje szintézisre, 2 bendő-, valamint duodenumkanüllel ellátott tinóval végeztünk kísérletet. Az állatok a kísérleti szakaszban savazott extrudált szójadara és kukorica keveréket fogyasztottak a kísérlet eredményeit a 13. táblázatban foglaltuk össze.

13 táblázat

**Kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény
etetésének hatása a mikrobafehérje szintézisre**

Paraméter	Kontroll	Kísérleti szakasz
Mikrobamassza nyersfehérje tartalma, g/kg szá.	541,39	529,82
Mikrobamassza DAPA tartalma, g/kg szá.	5,94	5,94
Duodenumba belépő szárazanyag, g/nap	5429	5291
Duodenális chymus nyersfehérje tartalma, g/kg szá.	235,55	252,42
Duodenumba belépő nyersfehérje, g/nap	1277,38±193,52	1334,04±145,67NS
Duodenális chymus DAPA tartalma, g/kg szá	1,98	2,04
Duodenumba belépő DAPA, g/nap	10,75	10,79
Duodenumba belépő mikrobafehérje, g/nap	979,79±30,48	962,42±10,39NS

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kísérleti és a kontroll szakaszban gyakorlatilag azonos mennyiségű mikrobafehérje szintetizálódott, hiszen a két szakasz mikrobafehérje termelése közötti különbség mindössze 17,4 g (1,7%). Ugyannakkor a kombinált kezelés bendőbeli fehérjelebonthatóságot csökkentő hatása következtében több fehérje jut lebontás nélkül a duodenumba. Amint a 13. táblázat adataiból látható, a kísérleti szakaszban naponta 56,7 g-mal (4,4%-kal) több fehérje lép be a duodenumba, mint a kontroll szakaszban. Tekintettel arra, hogy az állatok takarmányadagja csak az extrahált szójadara kezelt, illetve

kezeletlen mivoltában különbözött egymástól, feltételezhető, hogy az 56,6 g-os különbség az extrahált szójadara kombinált kezelésére vezethető vissza.

Az irodalomban csak kevés adat található arra vonatkozóan, hogy a különböző kezelések milyen hatással vannak a bendőben folyó mikrobafehérje szintézisre. Kastanova és mtsai (1995) vizsgálatai szerint a formaldehid hatására mérséklődött a mikrobafehérje szintézis a bendőben. Ezzel szemben Bhatta és mtsai (2001) arról számolnak be, hogy a tannin kiegészítés javította a mikrobafehérje szintézis hatékonyságát.

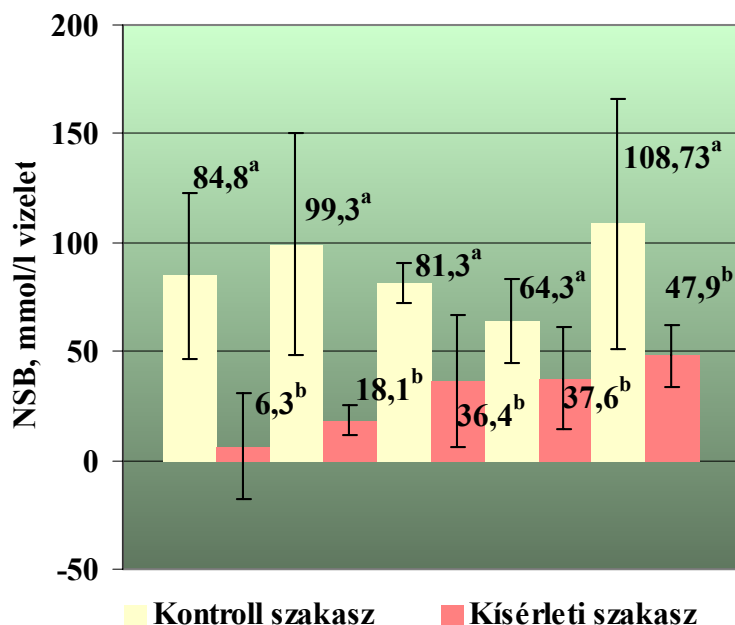
3.3.5. Kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény etetésének hatása az állatok nettó sav-bázis ürítésére

Tekintettel arra, hogy 1 kg savval kezelt extrahált szójadara etetésekor mintegy 18-20 g sósav kerül az állatok szervezetébe, amely terheli a sav-bázis egyensúlyt, egy kísérlet keretében vizsgáltuk az állatok nettó sav-bázis ürítésének alakulását is. A vizsgálatot összekötöttük azzal a kísérlettel, amelyben a savazott és extrudálással hőkezelt szójadara készítmény bendőfermentációra gyakorolt hatását vizsgáltuk. A 4. bendőkanüllel ellátott tinó naponta 2,15 kg extrudált készítményt (benne 1500 g savazott extrahált szójadarát) fogyasztott. A vizelettel napi nettó sav-bázis ürítés alakulását az 5. ábra mutatja be.

5. ábra

**A nettó sav-bázis ürítés alakulása kombinált kezeléssel előállított
extrahált szójadara készítmény etetésekor**

(n=40)



a, b, A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól

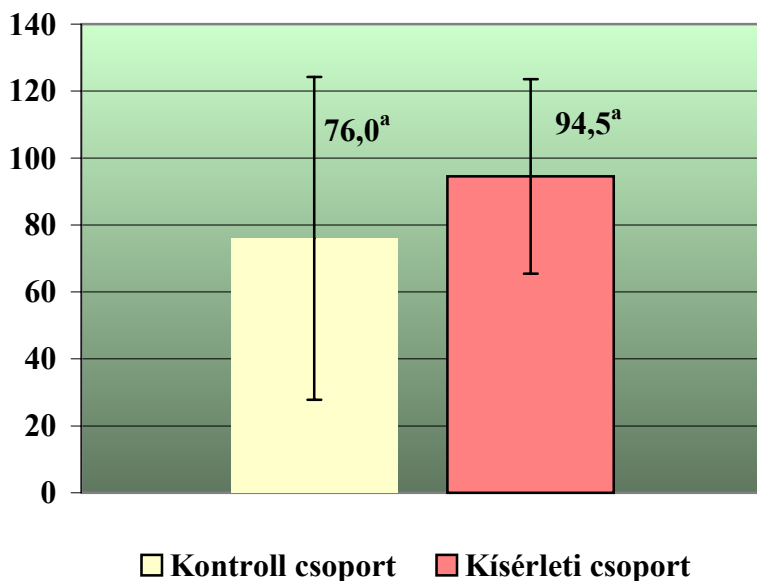
Az adatok alapján megállapítható, hogy az 1500 g savkezelt extrahált szójadara etetése savi irányba mozdítja el az állatok sav-bázis egyensúlyát, hiszen a kérődzőkre jellemző élettani NSB érték 50-150 mmol/l között változik. A kísérleti szakasz 1. napján mért 6,3 mmol/l érték latens acidózisra utal, ezért a kísérlet 2. napjától naponta 30g NaHCO₃-dal és 40g CaCO₃-dal egészítettük ki az állatok abrakadagját. A kiegészítés eredményeként fokozatosan javult a sav-bázis egyensúly és a

kísérlet 5. napján már lényegében az élettani értéknek megfelelően alakult az állatok nettó sav-bázis ürítése.

Az üzemi tejtermelési kísérletben a modell kísérlet eredményei alapján a kísérleti csoport abrakkeverékében 1,2 %-ra megnöveltük a bendőpuffer gyanánt etetett NaHCO_3 mennyiségét (lásd 6. táblázat). A kísérlet második szakaszában mind a kontroll-, mind a kísérleti csoportban 8-8 tehéntől vizeletmintát vettünk és megállapítottuk annak NSB értékét. A nyert értéket a 6. ábra mutatja be.

6. ábra

A nettó sav-bázis ürítés alakulása az üzemi tejtermelési kísérletben
(n=16)



a, b, A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól

Az adatok alapján megállapítható, hogy a bendőpuffer mennyiségének említett arányú növelése megfelelően ellensúlyozta a készítménnyel a szervezetbe kerülő sósav sav-bázis egyensúlyra gyakorolt hatását.

3.3.6. A kombinált kezelés hatása más abraktakarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságára

A kísérletek során azt is vizsgáltuk, hogy az extrahált szójadara mellett más fehérjetakarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága is csökkenthető-e a kialakított kombinált kezelési eljárással. A kísérleteket 4, bendőkanüllel ellátott tinóval az in situ eljárással végeztük. A kísérletek az extrahált szójadarán kívül extrahált napraforgódarával, extrahált repcedarával, borsóval, valamint full-fat mustármaggal, azaz fehérjében gazdag abraktakarmányokkal folytak. Az eredményeket a 14. táblázatban foglaltuk össze.

14. táblázat

**A kombinált kezelés hatása különböző takarmányokfehérjéjének
bendőbeli stabilitására (24 órás inkubáció)**

(n=400)

Takarmány	UDP, %
Extrahált szójadara	
kezeletlen	29,70±13,68
kezelt	50,77±14,17***
Extrahált napraforgódara	
kezeletlen	11,34±5,05
kezelt	38,26±10,53***
Extrahált repcedara	
kezeletlen	15,64±3,28
kezelt	21,46±7,03***
Borsó	
kezeletlen	16,25±6,80
kezelt	30,20±18,63**
Full-fat mustármag	
kezeletlen	11,47±6,95
kezelt	18,45±8,59**

P<0,01 *P<0,001

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a sósavval végzett kezelés valamennyi vizsgált takarmány esetében szignifikáns mértékben csökkentette a fehérje bendőbeli lebonthatóságát, a kezelés hatékonysága azonban nem minden takarmány esetében azonos. Ez több tényezővel is összefüggésben áll. Az egyik ezek közül a vizsgált takarmányok diamino

monokarbonsav (lizin, arginin, hisztidin) tartalma, hiszen ezek bázikus csoportjával képez sót a sósav. Ebből kiindulva vizsgáltuk, hogy milyen erősségű összefüggés áll fenn a kezelés hatékonysága, valamint a takarmányok fehérjéjének diamino monokarbonsav tartalma között. A kezelés hatékonyságát azzal mértük, hogy a kombinált kezelés a kezeletlen takarmányhoz képest hányszorosra növelte meg a takarmány UDP hányadát. Az összefüggés-vizsgálatot a következő adatok alapján végeztük el:

	A kezelés hatékonysága	Bázikus aminosavak a fehérjében, %
Extrahált szójadara	1,71	15,86
Extrahált napraforgódara	3,37	16,71
Extrahált repcedara	1,37	13,40
Borsó	1,86	16,74
Full-fat mustármag	1,61	15,65

A számítások során azt találtuk, hogy a két adatsor közötti összefüggés $r=0,61$, ami arra utal, hogy a kezelés hatékonyságát a fehérje diamino monokarbonsav tartalma mellett egyéb tényezők is befolyásolják. Ilyen tényezők lehetnek: a takarmány pufferkapacitása, a takarmány zsírtartalma, az aprítottság mértéke (szemcsenagyság).

Az eredmények közül különösen figyelemreméltó, hogy az extrahált napraforgódara jól reagál a kombinált kezelésre, ugyanis az extrahált napraforgódara a legfontosabb, a szarvasmarha takarmányozásban legnagyobb mennyiségben etetett fehérjetakarmány..

3.3.7. A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény etetésének hatása a tejtermelésre és a tej összetételére.

A kombinált kezeléssel előállított fehérjekészítménynek a tehenek tejtermelésére, a tej összetételére, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségére gyakorolt hatását üzemi tejtermelési kísérlet keretében vizsgáltuk.

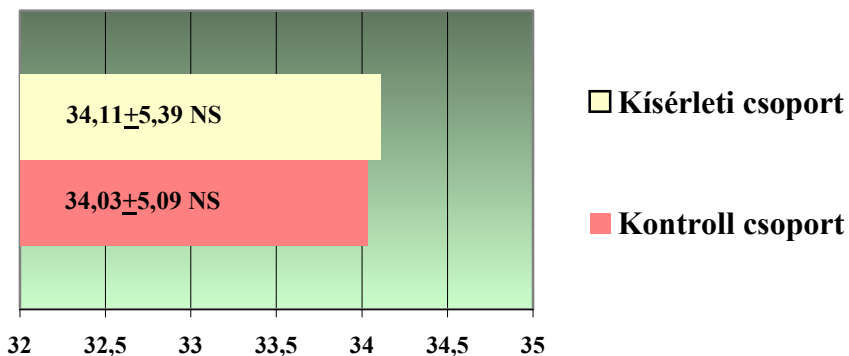
A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara-készítmény etetése mindkét szakaszban csökkentette a takarmányadag fehérjéjének bendőbeli degradabilitását, aminek következtében a kontroll csoport takarmányadagjára jellemző 37,8, illetve 39,1%-ról a kísérleti csoportok takarmányában 40,0 illetve 42,1%-ra növekedett a fehérje UDP hányada. Ez azt eredményezte, hogy a kísérleti csoport takarmányadagja –eltérően a két kontroll adagtól - mindkét kísérleti szakasz esetében fedezte az állatok metabolizálható fehérjeszükségletét.

A tejtermeléssel kapcsolatos adatokat a 7., valamint a 8. ábra szemlélteti. Mint ezekből látható, a tehenek tejtermelését a kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény etetése a kísérlet első szakaszában nem növelte érdemben. Ez azzal áll összefüggésben, hogy a kísérlet 1. szakaszában a napi 1,5 kg-os mennyiségben etetett kombinált kezeléssel előállított védett fehérje készítmény – amely 1,05 kg savkezelt szójadarát tartalmazott - a takarmányadag UDP hányadát mindössze 2,2 %-kal növelte meg, amely növekmény még nem eredményezte a tejtermelés szignifikáns növekedését. Ezzel szemben a kísérlet 2. szakaszában, amikor a készítmény adagját napi 2,0 kg-ra növeltük és ennek folytán a kombinált kezelésben részesülő extrahált szójadara

menyisége a napi adagban már 1,5 kg volt, a takarmányadag UDP hányada 3,0 %-kal növekedett, amely növekmény már szignifikáns mértékben ($P < 0,01$) javította a tehenek tejtermelését. A kísérlet 2. szakaszában ugyanis 0,94 l-el nőtt a kísérleti csoport átlagos napi tejtermelése.

7. ábra

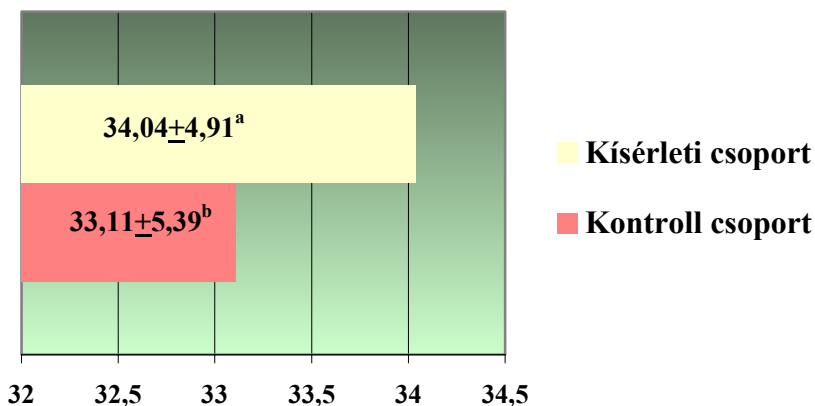
**Az átlagos napi tejtermelés alakulása az üzemi tejtermelési kísérlet 1. szakaszában
(liter/nap)**



NS = Nem szignifikáns

8. ábra

**Az átlagos napi tejtermelés alakulása az üzemi tejtermelési
kísérlet 2. szakaszában
(liter/nap)**



a, b, A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól

A védett fehérjék etetésének a tejtermelésre gyakorolt kedvező hatását több kísérletben is igazolták. Verite és Journet (1977) formalinnal kezelt extrahált szójadara etetésével szerzett kedvező tapasztalatok alapján arra a következtetésre jutottak, hogy védett fehérje etetésével a tehenek fehérjeellátásának javulása folytán a tejtermelés akár 10%-kal is növekedhet. Hagemeister és Kaufmann (1979) ugyancsak formalinnal védett extrahált szójadara etetésekor az egész laktációra vonatkozóan 400-500 literrel tudták a tehenek tejtermelését növelni. A kedvező eredményt azzal magyarázzák, hogy a védett fehérje termelést növelő hatása a perzisztencia javulása folytán érvényesül a laktáció későbbi szakaszában is. Hasonló megállapításra jutott Petit (2003) formaldehiddel

kezelt lenmag és napraforgómag etetése során. A napi tejtermelés 2,65 kg-mal növekedett a kezelt takarmányok etetésének hatására. Formaldehiddel kezelt szójadarával végzett eredményes kísérletről számol be Stakelum (1993), valamint Hadjipanayiotou és Photiou (1995) is. Kassem és mtsai (1987) formaldehiddel kezelt árpa etetésekor ugyancsak a tejtermelés növekedését figyelték meg. A tejtermelés, valamint a tejfehérje jelentős mértékű növekedéséről számolnak be kísérleti eredményeik alapján Stobbs és mtsai (1977), Rogers és mtsai (1980), valamint Minson és mtsai (1981), amikor napi 1 kg-os mennyiségben formaldehiddel kezelt kazeint etettek. A védett fehérjék etetésének a tejtermelésre gyakorolt pozitív hatását figyelték meg Akbar és mtsai (1999), valamint Schor és Gagliostro (2001) is.

Ugyanakkor ismertek olyan kísérletek is, amelyekben a formaldehiddel kezelt takarmány etetése nem eredményezett nagyobb tejtermelést (Satter és mtsai, 1970, Clark és mtsai, 1974, Tewatia és mtsai, 1995, Dawson és mtsai, 1999). Azokban a kísérletekben, amelyekben a formalinnal kezelt fehérje nem növelte a tejtermelést, az eredménytelenség okát legtöbbször abban lehet megjelölni, hogy túl nagy formalin dózist alkalmaztak, amely nemcsak a fehérje bendőbeli lebonthatóságát, hanem annak posztruminális emészthetőségét is jelentősen csökkentette (Kaufmann és Lüpping, 1979).

Az üzemi kísérlet során hetente egy alkalommal egyenként vizsgáltuk a tej összetételét is. A vizsgálatok eredményeit a 15., valamint a 16. táblázatban foglaltuk össze. Az adatok alapján megállapítható, hogy a tej összetételét a kifejlesztett extrahált szójadara alapú készítmény etetése nem befolyásolta. Az üzemi kísérletnek sem az első, sem pedig a

második szakaszában nem figyeltünk meg szignifikáns változást egyik táplálóanyag tekintetében sem. A tejjel naponta termelt táplálóanyagok mennyisége ugyancsak változatlan maradt a kísérletnek mindkét szakaszában.

15. táblázat

**A tej összetételének alakulása az üzemi tejtermelési kísérlet
1.szakaszában**

Vizsgált paraméter	Kontroll	Kísérleti csoport
1. szakasz		
A tej összetétele:		
Szárazanyag, %	12,64±0,73	12,84±0,95 NS
Tejzsír, %	3,86±0,66	4,10±0,99 NS
Tejfehérje, %	3,22±0,22	3,18±0,25 NS
Tejcukor, %	4,94±0,21	5,02±0,19*
Zsírmentes szárazanyag, %	8,78±0,69	8,74±0,66 NS
A napi tejjel termelt:		
Szárazanyag, kg	4,30	4,38
Tejzsír, kg	1,31	1,40
Tejfehérje, kg	1,09	1,08
Tejcukor, kg	1,68	1,71
Zsírmentes szárazanyag, kg	2,99	2,98

NS = Nem szignifikáns, *P≤0,05,

16 táblázat

**A tej összetételének alakulása az üzemi tejtermelési kísérlet
2.szakaszában**

Vizsgált paraméter	Kontroll	Kísérleti
	csoport	
2. szakasz		
A tej összetétele:		
Szárazanyag, %	12,68±0,77	12,66±0,77 NS
Tejzsír, %	4,04±0,64	4,02±0,70 NS
Tejfehérje, %	3,30±0,22	3,23±0,25 NS
Tejcukor, %	4,89±0,14	4,93±0,14 NS
Zsírintes szárazanyag, %	8,64±0,31	8,64±0,38 NS
A napi tejjel termelt:		
Szárazanyag, kg	4,20	4,31
Tejzsír, kg	1,34	1,37
Tejfehérje, kg	1,09	1,10
Tejcukor, kg	1,62	1,68
Zsírintes szárazanyag, kg	2,86	2,94

NS = Nem szignifikáns, * $P \leq 0,05$,

A védett fehérjék etetésének a tej összetételére gyakorolt hatása tekintetében sem egységesek a tapasztalatok. A védett fehérjék etetésétől elméletileg a tej fehérjetartalmának, illetve a tejjel termelt fehérje mennyiségének növekedése várható. Ilyen kísérleti eredményekről számolnak be Kaufmann és Lüpping (1979), Kaufmann (1982), Hamilton

és mtsai (1992), Maiga és Schingoethe (1997), Allison és Garnsworthy (2002), Krawinkler és Honfi, 2002, valamint Petit (2003). Ugyanakkor több kísérletben a védett fehérje etetése nem befolyásolta a tej fehérje tartalmát (Folman és mtsai, 1981, Oldham és mtsai, 1982, Rohr, 1982, Burgstaller és mtsai, 1983, Crawford és Hoover, 1984, Tymchuk és mtsai, 1998).

Ismertek olyan eredmények, melyek szerint a védett fehérje etetése kedvezőtlen hatású volt a tej összetételére. Így Stakelum (1993) vizsgálataiban a formaldehiddel kezelt szójadara (Sopralin) csökkentette a tej fehérjetartalmát. Hasonló megállapításra jutottak Tawatia és mtsai (1995) tejelő kecskékkal végzett kísérleteikben, amely során a formaldehiddel kezelt lóbab etetése ugyancsak szignifikáns ($P < 0,05$) mértékben csökkentette a tej fehérjetartalmát.

4. Új tudományos eredmények

A bendő-, valamint a bendő-és duodenumkanüllel rendelkező tinókkal elvégzett in situ, mobil bag, illetve in vivo anyagcsere vizsgálatok, továbbá egy üzemi tejtermelési kísérlet eredményei alapján a következő új tudományos eredmények fogalmazhatók meg:

1. Megállapítást nyert, hogy az extrahált szójadara sósavval történő kezelése csökkenti a szójafehérje bendőbeli lebonthatóságát. A fehérjelebonthatóságot csökkentő hatás a sósav koncentrációjának növelésével fokozható. A gyakorlat számára praktikus okokból (a nagyobb folyadéktérfogatot technikailag könnyebb homogénné a takarmányra juttatni, kisebb a balesetveszély) a 10%-os sósavval végzett kezelés javasolható. 1 kg extrahált szójadara 200 ml 10%-os sósavval történő kezelése (21 g sósav/kg extrahált szójadara) a kezeletlen szójadarához képest szignifikánsan, relatíve 27,1%-kal csökkenti a fehérje bendőbeli lebonthatóságát.
2. A sósav bendőbeli fehérjelebonthatóságotcsökkentő hatása 100°C-on 30 percig tartó hőkezeléssel tovább növelhető. A savas kezelés, valamint az azt követő hőkezelés (kombinált kezelés) hatására az extrahált szójadara fehérjéjének aktuális bendőbeli lebonthatósága szignifikánsan, relatíve 63,1%-kal mérsékelhető a kezeletlen szójadarához képest. A kombinált kezelés nem befolyásolta a szójafehérje posztruminális emészthetőségét.
3. A 100°C-on 30 percig tartó hőkezelés a savazott szójadara extrudálásával helyettesíthető. Ebben az esetben a sósavval

kezelt szójadarához a jobb extrudálhatóság érdekében 30%-os arányban kukoricát célszerű keverni. A 70% sósavval kezelt szójadara + 30% kukorica keverék extrudálásakor a hőmérséklet 150°C-ra növekszik az extruderben, ami a fellépő nagy nyomással együtt pótolni képes a hosszabb idejű hőkezelést.

4. A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény napi 1,5 kg-os adagban történő etetése nem befolyásolja érdemben a bendőfolyadék pH-ját, illózsírsav-, valamint ammóniatartalmát és nem változik a bendőfolyadék mikrobiális aktivitása sem. A készítmény említett adagban történő etetése nem csökkenti a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje mennyiségét. A kombinált kezelés bendőbeli fehérjelebonthatóságot csökkentő hatása következtében ugyanakkor növekszik a duodenumba jutó fehérje mennyisége.
5. A kombinált kezeléssel előállított készítmény etetése a tehének sav-bázis egyensúlyát savas irányba tolja el. Ez a hatás azonban a takarmányhoz adott pufferekkel (pl. 1,5kg készítmény etetésekor 30g NaHCO_3 és 40g CaCO_3 adagolásával) hatékonyan kivédhető.
6. Napi legalább 1,5 kg kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény etetése a kedvezőbb metabolizálható fehérjeellátás folytán mintegy 1 literrel szignifikánsan növelte a tehének napi tejtermelését. A tej összetételét, valamint a

tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségét a készítmény etetése nem befolyásolta.

5. Összefoglalás

A tehének laktációs termelésének az utóbbi másfél évtizedben bekövetkezett jelentős növekedése megnövelte az állatok táplálóanyag szükségletét, benne a fehérjeszükségletet is. A folyamatosan növekvő fehérjeigényt nem lehet kizárólag a napi takarmányadag fehérjetartalmának emelésével fedezni, mert a fehérjefelvétel növekedése – főleg akkor, ha a takarmányadag sok, a bendőben jól lebontható fehérjét tartalmaz – egy határon túl a vérplazma karbamid tartalmának növekedése következtében ronthatja a szaporodási eredményeket. A megoldást az jelenti, hogy ha a tejtermelés növekedésével párhuzamosan fokozatosan növeljük a takarmányadagban a bendőben az átlagosnál (70%) kisebb mértékben lebomló fehérje részarányát.

Ugyanakkor hazánkban csak kevés olyan fehérjetakarmány áll rendelkezésre, amelyek fehérjéje a bendőben csak kismértékben bomlik le. Ezért aktuális kutatási törekvés a fehérjetakarmányok bendőbeli lebonthatóságának kémiai úton, vagy fizikai módszerekkel történő csökkentése.

Kísérleteink célja ezért egy olyan kezelési eljárás kidolgozása volt, amelynek segítségével az értékes aminosav-összetételű extrahált szójadara fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága érdemben csökkenthető, miközben az eljárás nem, vagy csak minimális mértékben rontja a szójafehérje posztruminális emészthetőségét. A fehérje aminosav összetétele a nagy tejtermelésű tehének esetében azért fontos szempont,

mert azok esszenciális aminosav szükségletét a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje nem minden aminosav tekintetében tudja fedezni.

Bendőkanüllel ellátott tinókkal, az in situ kísérleti módszerrel megállapításra került, hogy az extrahált szójadara sósavval történő kezelése csökkenti a szójafehérje bendőbeli lebonthatóságát. A hatás azzal magyarázható, hogy a sósav a fehérjében peptid kötésben előforduló diamino monokarbonsavak közé tartozó lizin, arginin és hisztidin bázikus csoportjaival söt képez, mely kötés a bendőre jellemző pH tartományban stabil, akadályozva ezzel a fehérjelánc mikrobiális lebontását. A sósav fehérjelebonthatóságot csökkentő hatása a sósav koncentrációjának növekedésével növelhető, de a gyakorlat számára a 10%-os sósavval történő kezelés javasolható. 100 kg extrahált szójadara 20 liter 10%-os sósavval történő kezelésekor (21g sósav/1kg szójadara) a fehérje bendőbeli lebonthatósága a kezeletlen szójadarához képest szignifikánsan, relatíve 27,1%-kal csökken.

A kísérletek azt igazolták, hogy sósavval kezelt extrahált szójadara 100°C-on 30 percig történő hőkezelése tovább csökkenti a bendőbeli fehérjelebonthatóságot, a kombinált kezelés esetében ugyanis a szójafehérje aktuális degradabilitása a kezeletlen szójadarához viszonyítva relatíve 63,1%-kal mérséklődött.

Bendő- és duodenumkanüllel rendelkező tinókkal a mobil bag technikával végzett kísérlet eredménye azt igazolta, hogy a fehérje bendőbeli lebonthatóságának jelentős csökkenése ellenére a kombinált kezelés nem rontja a szójafehérje posztruminális emészthetőségét.

A sósavval kezelt extrahált szójadara hőkezelését nemcsak 100°C-on 30 percig végzett hagyományos kezeléssel, hanem extrudálással is el

lehet végezni. Az extrudálhatóság javítása érdekében a savazott szójadarához 30%-os részarányban kukoricát célszerű hozzákeverni. A 70% savval kezelt szójadara + 30% kukorica keverék extrudálásakor a hőmérséklet 150°C-ra emelkedik az extruderben, amely hőmérséklet a fellépő nagy nyomással együtt pótolni tudja a hosszabb idejű hőkezelést.

Bendőkanülözött tinókkal végzett in situ vizsgálatok azt is igazolták, hogy a kombinált kezelés nemcsak az extrahált szójadara, hanem más fehérjében gazdag abraktakarmányok (extrahált napraforgódara, extrahált repcedara, borsó, full-fat mustármag) fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát is szignifikánsan csökkenti.

A bendőkanüllel ellátott állatokkal végzett kísérletek azt is igazolták, hogy napi 1,5 kg kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara-készítmény etetése nem zavarja a bendőfermentációt. A bendőfolyadék pH értéke, ecetsav és propionsav tartalma, az ecetsav-propionsav arány ugyanis nem változott a kezeletlen extrahált szójadarához képest a kombinált kezeléssel előállított szójadara-készítmény etetésekor. Nem változott a készítmény etetésekor a bendőfolyadék mikrobiális aktivitása sem. A bendőfolyadék NH_3 -tartalma a készítmény etetésekor a várakozás ellenére nem szignifikánsan, hanem csak tendencia jelleggel csökkent a kezeletlen szójadara etetésekor mért értékhez képest.

A kombinált készítmény etetése nem csökkenti a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje mennyiségét. Minthogy a kombinált kezelés jelentősen mérsékeli viszont a szójafehérje bendőbeli lebomlását, a készítmény etetésekor több fehérje jut a duodenumba a kezeletlen szójadarához képest.

A kifejlesztett védett fehérjekészítmény etetése befolyást gyakorol az állatok sav-bázis egyensúlyára. A vizelettel történő nettó sav-bázis ürítés a kérődzőkre jellemző élettani érték alá süllyed, ami NaHCO_3 és CaCO_3 adagolásával megelőzhető. Napi 1,5 kg kezelt szójadara etetésekor 30 g NaHCO_3 és 40 g CaCO_3 kiegészítéssel az NSB-érték normalizálható.

A kombinált kezeléssel előállított extrahált szójadara készítmény kedvező hatású a tehenek tejtermelésére. Amikor ugyanis az extrudálással hőkezelt készítményből az abraktakarmány részeként naponta 2 kg-ot fogyasztottak a tehenek (amely mennyiség 1,5 kg sósavval kezelt extrahált szójadarát tartalmazott) szignifikánsan, 0,94 literrel növekedett a tehenenkénti átlagos napi tejtermelés. A kedvező hatás arra vezethető vissza, hogy a kisebb bendőbeli fehérjelebonthatóságú készítménnyel javítani tudtuk a tehenek metabolizálható fehérje, ezen belül pedig esszenciális aminosav szükségletét. A készítmény említett mennyiségben történő etetése nem befolyásolja a tej összetételét.

A kísérleti eredmények alapján a készítménynek a gyakorlatban, mindenekelőtt a nagy tejtermelésű tehenek takarmányozásában történő felhasználása javasolható.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetem fejezem ki elsősorban **Dr. Schmidt János** egyetemi tanárnak, aki *tudományos vezetőként* a kutatómunkámhoz szükséges feltételeket biztosította és szakmai iránymutatásával segítette munkámat. Köszönöm a publikációk, valamint az értekezésem összeállításában nyújtott értékes segítségét.

Köszönöm a Takarmányozástani Tanszék valamennyi munkatársának együttműködését, amellyel kutatómunkámat nagyban segítették. **B. Kissné Dr. Kelemen Gertrúd** tanszékvezető, egyetemi docens kezdettől fogva figyelemmel kísérte tanulmányi és kísérleti munkámat. A szükséges laboratóriumi vizsgálatokban **Németh Valéria** laborvezető, **Bán Tiborné, Meszlényi Lászlóné, Meszlényi Sándorné** †, **Tölts Sándorné, Vedrődi Istvánné** és **Winkler Károlyné** laboránsok voltak segítségemre.

Emésztés-élettani modell vizsgálatainkat a Kar Állattenyésztési és Takarmányozási Kísérleti Telepén végeztük. Köszönöm **Földes Árpád** telepvezető, **Szücsné Rigó Livia, Szücs Tamás, Szücs József** és **Horváth Zsolt** dolgozók lelkiismeretes munkáját.

6. A felhasznált szakirodalom jegyzéke

1. Abu-Ghazaleh, A. A., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R. (2001): Blood amino-acids and milk composition from cows fed soybean meal, fish meal, or both. *J. Dairy Sci.* 84. (5): 1174-1181.
2. Akbar, M. A., Kuldip, Kumari, R. Singh, NB. (1999): Effect of feeding bypass protein with and without biopromotors on milk production, and certain rumen and blood metabolites in lactating Murrah buffaloes, *Indian J. Anim. Sci.*, 69 (11): 967-971.
3. Aksu, T., Deniz, S. (2003): The effect of different rations on some rumen fluid and blood parameters in sheep, *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, 27 (6): 1413-1422.
4. Allison, R. D., Gransworthy, P. C. (2002): Increasing the digestible undegraded protein intake of lactating dairy cows by feeding fish meal or rumen protected vegetable protein blend, *Anim. Feed Sci. Tech.*, 96 (1-2):69-81.
5. Antoniewicz, A. M., van Vuuren, A. M., van der Koelen, C. J., Kosmala, I.(1992): Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of formaldehyde-treated feedstuffs measured
6. Armstrong, D. G., Hutton, K. (1975): Fate of nitrogenous compounds entering the small intestine, In: (McDonald, I. W., Warner, A. C. I., Hrgs): *Digestion and metabolism in the ruminant*, The University of New England, Publ. 432-447.
7. Ashes, J. R., Welch, P. S., Gulati, S. K., Scott, T. W., Brown, G. H., Blakelem, S. (1992): Manipulation of the fatty-acid composition of milk by feeding protected canola seeds, *J. Dairy Sci.* 75. (4): 1090-1096.

8. Baitner, K. ifj. (1974): A nem fehérje nitrogén (NPN) etetésekor és értékesülésekor szerepet játszó élettani és biokémiai folyamatok. Témadokumentáció - Agroinform 107 p.
9. Baldwin, R. L. (1970): *Am. J. Clin. Nutr.*, 23. 1508-1513.
10. Barry, T. N. (1976): Effectiveness of formaldehyde treatment in protecting dietary-protein from rumen microbial degradation. *Proceedings of the Nutr. Soc.* 35. (2): 221-229.
11. Bauchop, T., Eldsen, S. R. (1960): *J. Gen. Microbiol.*, 23. 457-469.
12. Belibasakis, N. G., Ambatzidis, P., Aktsali, P., Tsirgogianni, D. (1995): *World Rev. Anim. Prod.*, 30 (1/2): 21-26.
13. Bergner, H (1980): Beduetung der Mikrobiellen Proteine für den Wiederkäuer, Verdaulichkeit und Qualitätsparameter der Mikrobenproteine. In: NPN Verbindungen in der Tierernährung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
14. Bhatta, R., Krishnamoorthy, V., Mohammed, F. (2001): Effect of tamarind (*Tamarindus indica*) seed husk tannins on in vitro rumen fermentation, *Anim. Feed Sci. Tech.*, 90 (3-4): 143-152.
15. Blackburn, T. H., Hobson, D. N. (1960): *J. Gen. Microbiol.* 22. 282.
16. Brandt, M., Allam, S. M. (1987): Analysis of TiO₂ in intestinal contents and dung, using kjeldahls method, *Arch. Tierernährung*, 37 (5): 453-454.
17. Broderick, G. A. (1975): Factors affecting ruminant responses to protected amino acids and proteins, In: Riedman, M. (Hrsg):

- Protein nutritional quality of foods and feeds, Marcell Dekker, New York, Part 2, 211-259.
18. Bruckental, I. Tagari, H., Arieli, A., Zamwell, S., Aharoni, Y., Genizi, A. (1996): Effect of amount of undegradable crude protein in the diets of high-yielding dairy cows on energy balance and reproduction. *J. Animal Feed Sci.*, 5. (2): 95-106.
 19. Bruckner, Gy., Kucsman, Á., Kajtár, M., Medzihradsky, K. (1982): *Szerves kémia*, Tankönyvkiadó, Budapest
 20. Bryant, M. R., Robinson, J. M. (1963): *J. Dairy Sci.*, 46. 150.
 21. Brydl, E. (1998): Az energia- és fehérjeforgalom, valamint a savbázis anyagcsere és zavarai. *Holstein Magazin*, június, 58-63.
 22. Burgstaller, G. H., Zywczok, H., Mogalle, Lindner, J. P. (1983): Zum Einsatz von geschütztem Sojaprotein und N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Calcium in der Fütterung von hochleistenden Milchkühe. *Züchtungskunde*, 55, 275-288.
 23. Ceresnakova, Z., Sommer, A. (1979a): Investigation of changes in the N-fractions of physically and chemically treated protein feedstuffs under in vitro conditions. 1. Influence of the treatment of feedstuffs with heat and formaldehyde on the change of the solubility of nitrogen and the loss of lysine. *Arch. Animal Nutr.* 29. (5): 305-309.
 24. Ceresnakova, Z. Sommer, A. (1979b): Investigation of changes in the N-fractions of physically and chemically treated protein feedstuffs under in vitro conditions. 2. Investigations of changes of the total nitrogen of the TCA soluble N, the ammonia nitrogen

- and of the amino-acid contents in the TCA soluble fraction. *Arch. Animal Nutr.* 29. (6): 385-397.
25. Ceresnakova, Z., Chrenkova, M., Sommer, A., Szakács, J. (1989): Determination of the dry-matter disappearance and the crude protein degradability of the formaldehyde treated feeds in the rumen by in situ method. *Arch. Tierernährung* 39. (3-4): 393-403.
 26. Ceresnakova, Z., Sommer, A., Chrenkova, M., Dolesova, P. (2002): Amino acid profile of escaped feed protein after rumen incubation and their intestinal digestibility, *Arch. Anim. Nutr.* 56. (6): 409-418.
 27. Chalupa, W. (1976): Degradation of amino-acids by pure cultures of rumen bacteria. *J. Animal Sci.* 43. (4): 821-827.
 28. Chalupa, W. (1978): Digestion and absorption of nitrogenous compounds in ruminants. In *Proc. III. World Congress on Animal Feeding. Madrid.* 211.
 29. Chowdhury, S. A., Rexroth, H., Kijora, C., Peters, K. J. (2002): Lactation performance of German Fawn goat in relation to feeding level and dietary protein protection. *Asian-Australasian J. Animal Sci.* 15. (2): 222-237.
 30. Chrenkova, M., Ceresnakova, Z., Sommer, A. (2000): Effective degradability and prediction of intestinal digestibility in rumen for undegraded feed crude protein, *Czech J. Anim. Sci.*, 45, 487-491.
 31. Clark, J. H., Davis, L. L., Hatfield, E. E. (1974): *J. Dairy Sci.* 57. 1031-1036.

32. Clark, J. H. (1975): Lactational responses to postprandial administration of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.* 58. (8): 1178-1197.
33. Corley, R. N. III., Woldeghiebriel, A., Corley, M. M., Murphy, M. R. (1999): Effect of ethanol concentration and application period of soybean meal on the kinetics of ruminal digestion. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 79. (3): 247-254.
34. Crawford, R.J., Hoover, W. H. (1984): Effect of particle size and formaldehyde treatment of soybean meal on milk production and composition for dairy cows, *J. Dairy Sci.*, 67, 1945-1952.
35. Csapó, J. Schmidt, J., Csapó-Kiss, Z., Holló, G., Holló, I., Wágner, L., Cenkvari, É., Varga-Visi, É., Pohn, G., Andrassy-Baka, G. (2001): A bakteriális eredetű fehérje mennyiségének meghatározása a D-aszparaginsav, a D-glutaminsav és diaminopimelinsav - tartalom alapján. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 50. (2): 125-137.
36. Dawson, L. E. R., Carson, A. F., Kilpatrick, D. J. (1999): The effect of digestible undegradable protein concentration of concentrates and protein source offered to ewes in late pregnancy on colostrum production and lamb performance, *Anim. Feed Sci. Tech.*, 82 (1-2): 21-36.
37. De Boever, J. L., Aerts, J. V., Cottyn, B. G., Vanacker, J.M., Buysse, F.X. (1984): The in sacco protein degradability VS protein solubility of concentrate ingredients. *Zeitschr. Tierphys. Tierernähr. u. Futtermittelk.* 52. (4-5): 227-234.

38. Eweedah, N., Mátrai, T., Várhegyi, J., Kókai, M.-né, Lányi, I.-né, Votisky, L.-né, Gundel, J., Várhegyi, J.-né (1996): The influence of various processing conditions on chemical composition, degradability and amino acids in full-fat soybean, *Állatteny. Tak.*, 45 (2-3): 293-301.
39. Faichney, G. J., Davis, M. L. (1972): The effect of formaldehyde treatment of peanut meal in concentrate diets on the performance of calves, *Austr. J. Agric. Res.*, 23, 167-175.
40. Faichney, G. J., Tagari, H., Teleki, E., Boston, R. C. (1994): Nitrogen transactions in the rumen of sheep given a barley straw diet supplemented with untreated or formaldehyde-treated sunflower seed meal, *Austr. J. Agric. Res.*, 45 (6): 1203-1214.
41. Faldet, M. A., Satter, L. D. (1991): Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation, *J. Dairy Sci.*, 74 (9): 3047-3054
42. Ferguson, K. A., Hemsley, J. A., Reis, P. J. (1967): The effect of protecting dietary protein from microbial degradation in the rumen, *Austr. J. Sci.* 30. 215-217.
43. Ferguson, K. A. (1975): The protection of dietary proteins and amino acids against microbial fermentation in the rumen. In: McDonald, I.W., Warner, A. C. I.: *Digestion and metabolism in the ruminant*, University of New England (Austr) Publ. Unit: 448-464.
44. Fébel, H., Fekete, S., Kellems, R.O., Szakáll, I., Husvéth, F., Kósa, E. (1993): *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 1. 66.

45. Fébel, H., Fekete, S. (1998): A bendőben képződött mikrobiális eredetű fehérje mennyiségének befolyásolása, *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 47 (5): 435-445.
46. Folman, Y, Neumark, H., Kaim, M., Kaufmann, W.(1981): Performance, rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean, *J. Dairy Sci.*, 64 (5): 759-768.
47. Freer, H., Dove, H. (1984): Rumen degradation of protein in sunflower meal, rapeseed meal and lupin seed placed in nylon bags, *Anim. Feed Sci. Tech.*, 11 (2): 87-101.
48. Fruttos, P., Hervas, G., Giraldez, F.J., Mantecon, A. R. (2004): An in vitro study on the ability of polyethylen glycol to inhibit the effect of quebracho tannins and tannin acid on rumen fermentation in sheep, goats, cows and deer, *Austr. J. Agric. Res.*, 55 (11): 1125-1132.
49. Gaál T. (1999): *Állatorvosi Klinikai laboratóriumi diagnosztika – SIK Kiadó, Budapest*
50. Ganev, G., Orskov, E. R., Smart, R. (1979): Effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen, *J. Agr. Sci.* 93, 651-656.
51. Goelema, J. O., Smits, A., Vaessen, L. M., Wemmers, A. (1999): Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on in vitro and in situ parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 78. (1/2): 109-126.

52. Gonthier, C., Mustafa, A. F., Ouellet, D.R., Chouinard, P. Y., Berthiaume, R., Petit, H. V. (2005): Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition, *J. Dairy Sci.*, 88 (2): 748-756.
53. González, H., Manterola, H., Cerda, D., Mira, J., Ramirez, J. (2000): Inclusion of formaldehyde treated soybean oil meal and the effects on ruminal parameters, milk production and composition. *Avances en Producción Animal*, 25. (1/2): 113-120
54. Gorgulu, M., Baykal, L., Kutlu, H. R., Tasdemir, A. R. (2003): Determination of protein degradability of some subtropical protein sources by in situ technique, *J. Appl. Anim. Res.*, 23 (2): 209-215.
55. Grummer, R. R., Luck, M. L., Barmore, J. A. (1994): Lactational performance of dairy cows fed raw soybeans, with or without animal by product proteins, or roasted soybeans. *Journal of Animal Science*, 77. (5): 1354-1359
56. Hadjipanayiotou, M., Photiou, A. (1995): The effect of level of inclusion and formaldehyde treatment of soybean-meal on the performance of lactating chios ewes in negative-energy balance, *Liv. Prod. Sci.*, 41 (3): 207-215.
57. Hagemeister, H., Kaufmann, W. (1979): Verwendungsmöglichkeiten von Fett, *Übers. Tierernährg.*, 7, 1-30.
58. Hamilton, B. A., Ashes, J. R., Carmichael, A. W. (1992): Effect of formaldehyde-treated sunflower meal on the milk production of grazing dairy cows, *Austr. J. Agric. Res.*, 43: 379-387.

59. Harstad, O. M., Prestlokken, E. (2000): Effective rumen degradability and intestinal indigestibility of individual amino acids in solvent-extracted soybean meal (SBM) and xylose-treated SBM (SoyPass (R)) determined in situ, *Anim. Feed Sci. Tech.* 83 (1): 31-47.
60. Hartnell, G. F., Satter, L. D. (1979): Determination of rumen fill, retention time and ruminal turnover rates of ingesta at different stages of lactation in dairy cows. *J. Animal Sci.*, 48. (2): 381-392.
61. Hegedűs, M., Kralovánszky, U. P., Mátrai, T. (1981): A takarmány fehérjék minősítése, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
62. Hemsley, J. A., Hogan, J. P., Weston, R. H. (1970): Proc. 11th Int. Grassl. Congr., Surfers Paradise, Australia, 703 p.
63. Hendrix, H., Martin, J. (1963): Verslagen over Navorsingen n. 31. I. W. O. N. L. Brussel. Zit. N. Giesecke, D. und H. K. Hendrickx (1973), *Biologie und Biochemie der mikrobiellen Verdauung*, BLV-Verlagsgesellschaft, München, Bern, Wien, 168-188
64. Hervas, G., Frutos, P., Serrano, E., Mantecón, A. R., Giraldez, F. J. (2000): Effect of tannic acid on rumen degradation and intestinal digestion of treated soya bean meals in sheep. *J. Agr. Sci.*, 135. (3): 305-310.
65. Hogan, J. P., Weston, R. H. (1980): Quantitative aspects of microbial protein synthesis in the rumen In: Philipson, A. T. (Hrsg): *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*, Oriel Press Limited, Newcastle upon Tyne, England

66. Holter, J. B., Hayes, H. H. (1994): No advantage to delaying the introduction of calcium soaps of palm oil fatty acids to early lactation dairy rations. *J. Dairy Sci.*, 77. (3): 799-812.
67. Horváth, Z. (1979): *Állatorvosi Klinikai Laboratóriumi Vizsgálatok*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
68. Hvelplund, T., Madsen, J. (1990): A study of the Quantitative Nitrogen Metabolism in the Gastro-Intestinal Tract and the Resultant New Protein Evaluation System for Ruminants. The AAT-PBV system- Inst. of Anim. Sci. The Royal Veterinary and Agricult. Univ. Copenhagen, 215 p.
69. Ibrahim, R. E., Ingalls, J. R. (1972): Microbial protein biosynthesis in the rumen, *J. Dairy Sci.*, 55, 971-978.
70. INRA (1989): *Ruminant nutrition* ed. R. Jarrige-Johh Libbery and Co. Paris
71. Juhász, B. (1972): Some aspect of N-metabolism in ruminants - Tracer studies of non protein nitrogen for ruminants - IAEA Wien 1972
72. Kaim, M., Neumark, H., Folman, Y. (1987): The effect of two concentrations of dietary protein and of formaldehyde treated soybean meal on the performance of high-yielding dairy cows, *Anim. Prod.*, 44, 333-345.
73. Kaitho, R. J. U. Munna, N. N., Nsahlai, I. V., Tamminga, S., Van Bruchem, J. (1997): Utilisation of browse supplements with varying tannin levels by Ethiopian Menz sheep - 2. Nitrogen metabolism. *Agroforestry system*, 39. (2): 161-173.

74. Kakuk, T., Schmidt, J. (1988): Takarmányozás, Mezőgazdasági Kiadó, 640 p.
75. Kanjanapruthipong J, Vajrabukka C, Sindhuvanich S. (2002): Effects of formalin treated soybean as a source of rumen undegradable protein on rumen functions of non-lactating dairy cows on concentrate based-diets, Asian-Australasian J. Anim. Sci., 15 (10): 1439-1444.
76. Kassem, M. M., Thomas, P. C., Chamberlain, D. G., Robertson, S. (1987): Silage intake and milk-production in cows given barley supplements of reduced ruminal degradability, Grass and forage Sci., 42 (2): 175-183.
77. Kastanova, M., Lebzien, P., Rohr, K. (1995): The effects of protected rapeseed meal on digestion processes and amino-acid supply in dairy-cows, J. Anim. Physiology Anim. Nutr., 73 (2): 66-76.
78. Kaufmann, W. (1979): Probleme der Eiweissversorgung hochleistender Milchkühe Schriftenreihe des Agrarwissenschaftlichen Fachbereiches der Universität Kie, 60, 129-132.
79. Kaufmann, W. (1982): Variation in der Zusammensetzung des Rohstoffes Milch unter besonderer Berücksichtigung des Harnstoffgehaltes, Milchwissenschaft, 37, 6-9
80. Kaufmann, W., Lüpping, W. (1978): Kraftfutter, 10. 528-542.
81. Kaufmann, W., Lüpping, W. (1979): Effect of protected protein and HMM-CA on milk-yield. Zeitschr. Tierphys. Tierernähr. u. Futtermittelk. 41. (4): 202-217.

82. Kellems, R. O., Fekete, S. Huszenicza, Gy., Szakáll, I., Fébek, H., Husvéth, F. (1993): *J. Dairy Sci.*, 76 (1): 165.
83. Kennedy, P. M., Christopherson, R. J., Milligan, L. P. (1976): Effect of cold-exposure of sheep on digestion, rumen turnover time and efficiency of microbial synthesis. *Brit. J. Nutr.*, 36. (2): 231-242.
84. Klemesrud, M. J., Klopfenstein, T. J., Lewis, A. J. (1998): Complementary responses between feather meal and poultry by-product meal with or without ruminally protected methionine and lysine in growing calves. *J. Anim. Sci.*, 76. (7): 1970-1975.
85. Korhonen, M., Vanhatalo, A., Huhtanen, P. (2002): Effect of protein source on amino acid supply, milk production, and metabolism of plasma nutrients in dairy cows fed grass silage. *J. Dairy Sci.*, 85. (12): 3336-3351.
86. Kowalczyk, J., Jaczeswka, A., Morawietz, M. (1979): *Rocz. Nauk. Rol. Ser. B.* 53.
87. Kowalczyk, J., Robinson, J. J., Otwinowska, A. Q. (1982): The digestion in the small intestine of young bulls of the protein of rapeseed meal treated or untreated with formaldehyde, *Anim. Feed Sci. Tech.*, 7 (3): 225-232.
88. Kowalski, Z.M. (1997): Rumen fermentation, nutrient flow to the duodenum and digestibility in bulls fed calcium soaps of fatty acids and soya bean meal coated with calcium soaps, *Anim. Feed Sci. And Tech.* 69 (4) 289-303
89. Krawielitzki, R., Piatkowski, B. (1977): *Arch. Tierernähr.* 24.(5): 309.

90. Krawielitzki, R., Piatkowski, B., Voight, J. (1982): Investigations on the treatment of rapeseed oil meal and linseed oil meal with formaldehyde. *Arch. Anim. Nutr.* 32. (10-11): 763-777.
91. Krawinkler, A., Honfi, A. (2002): SoyPass[®], egy új by-pass fehérje forrás kérődzőknek, Magyar Buiatrikus Kongresszus, Hajdúszoboszló
92. Kridli, R. T., Haddad, S. G., Muwalla, M. M. (2001): The effect of feeding ruminally undegradable protein on postpartum reproduction of Awassi ewes. *Asian-Australasian J. Animal Sci.*, 14. (8): 1125-1128.
93. Kristensen, E.S., Möller, P.D., Hvelplund, T. (1982): Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with the outflow rate, *Acta Agri. Scand.* 32 (1): 123-127.
94. Lebzien, P., Daenicke, R., Gaden, D. (1995): Studies on the use of protected soybean-meal in rations for lactating cows. *Landbauforschung Volkenrode*, 45. (1): 4-11.
95. Loerch, S. C., Berger, L. L., Plegess, S. D., Fahey, G. C. (1983): Digestibility and rumen escape of soybean-meal, blood meal, meat and bone meal and dehydrated alfalfa nitrogen. *J. Animal Sci.*, 57. (4): 1037-1047.
96. Losand, B., Sanftleben, P., Wolf, J. (1996): Rumen protected protein. *Kraftfutter*, 2. 65-71.
97. Loyola, V. R., Santos, G. T., Dos, Zeoula, L. M., Souza Martins, A. De. (1998): In vitro disappearance of canola meal treated with

- heat and (or) tannin. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27. (5): 1034-1041.
98. López, M. E., Garmendia, J. C., Obispo, N. (1999): Effect of bypass protein from fishmeal on plasma metabolites of Holstein heifers. *Zootecnia Tropical*, 17. (1): 19-32.
99. Mabweesh SJ, Bruckental I, Arieli A. (1999): Heat-treated whole cottonseed effect of dietary protein concentration on the performance and amino acid utilization by the mammary gland of dairy cows, *J. Dairy Res.*, 66 (1): 9-22.
100. Madan, J., Puri, J. P. (1997): Effect of feeding formaldehyde-treated-mustard-cake supplemented with urea treated wheat-straw on rumen metabolism in buffalo, *Indian J. Anim. Sci.*, 67 (8): 709-711.
101. Madibela, O. R., Mosimanyana, B. M., Boitumelo, W. S., Pelaelo, T. D. (2002): Effect of supplementation on reproduction of wet season kidding Tswana goats. *South African J. Animal Sci.*, 32. (1): 14-22.
102. Magyar Takarmánykódex (1990) Budapest
103. Magyar, L., Husvéth, F., Schmidt, J., Rózsa, L., Hegedűs, I., Márton, A., Lőrincz, A. (2004): Hőkezelés hatása extrahált szója bendőbeni lebonthatóságára és posztruminális emészthetőségére, *Állatteny. Tak.*, 53, pp. 43-51.
104. Maiga, H.A. - Schingoethe, D.J. (1997): Optimizing the utilization of animal fat and ruminal bypass proteins in the diets of lactating dairy cows, *J. of Dairy Sci.*, 80: 343-352. 25
105. Mangan, J. L. (1972): *Brit. J. Nutr.* 26. 261.

106. Manterola, H., Porte, E., Cerda, D., Mira, J., Plaza, C. (2000): Effects of using soybean meal and corn grain both treated with formaldehyde, on ruminal and productive parameters of steers. *Avances en Prod. Anim.*, 25. (1/2): 121-129.
107. Marsman, G. J. P., Gruppen, H., Van Zuilichem, D. J., Resink, J. W., Voragen, A. G. J. (1995): The influence of screw configuration on the in vitro digestibility and protein solubility of soybean and rapeseed meals. *J. Food Eng.*, 26. (1): 13-28.
108. McAllister, T. A., Cheng, K.J., Beauchemin, K. A., Bailey, D. R. C., Pickard, M. D., Gilbert, R.P. (1993): Use of lignosulfonate to decrease the rumen degradability of canola-meal protein. *Canadian J. Anim. Sci.*, 73 (1): 211-215.
109. McDonald, J. W. (1952): *Biochem. J.* 51. 86.
110. Menke, K. H., Leinmüller, E. (1991): *Übers. Tierernähr.*, 19. 71.
111. M'hamed, D., Faverdin, P., Verite, R. (2001): Effect of the level and source of dietary protein on intake and milk yield in dairy cows. *Anim. Research*, 50. (3): 205-211.
112. Minson, D. J. (1981): The effect of feeding protected and unprotected casein on the milk production of cows grazing ryegrass. *J. Agric. Sci.*, 96: 239-241.
113. Mosmanya, B. M., Mowat, D., N. (1992): Rumen protection of heat-treated soybean proteins, *Can. J. Anim. Sci.*, 72 (1): 71-81.
114. Mustafa, A. F., McKinnon, J. J., Christensen, D. A. (2000): Protection of canola (low glucosinolate rapeseed) meal and seed protein from ruminal degradation – Review., *Asian-Australasian J. Anim Sci.*, 13 (4): 535-542.

115. Nishimuta, J. F., Ely, D. G., Boling, J. A. (1974): Ruminal bypass of dietary soybean protein treated with heat, formalin and tannic acid. *J. Anim. Sci.*, 39, 952-957.
116. NRC (1985): Ruminant nitrogen usage. National Academy Press, Washington D. C.
117. Nugent, J. H. A., Mangan, J. L. (1981): Characteristics of the rumen proteolysis of fraction - I (18S) leaf protein from lucerne (*Medicago sativa* L), *British J. Nutr.*, 46 (1): 39
118. Oldham, J. D., Hart, I. C., Bines, J. A. (1982): Formaldehyde-treated proteins for dairy cows- Effects on blood hormone concentrations, *Br. J. Nutr.*, 48, 543-547.
119. O'Mara, F. P., Murphy, J. J., Rath, M. (1998): Effect of amount of dietary supplement and source of protein on milk production, ruminal fermentation, and nutrient flows in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81. (9): 2430-2439.
120. Ørskov, O. R., Fraser, C., McDonald, I. (1971): Digestion of concentrates in sheep, 2. The effect of urea or fish-meal supplementation of barley diets on the apparent digestion of protein, fat, starch and ash in the rumen, the small intestine and the large intestine, and calculation of volatile fatty acid production, *Br. J. Nutr.*, 25, 243-252.
121. Ortega, M. E., Mendoza, G., Aguirre, S., Carranco, M. E. (1998): Formaldehyde treatment of corn and sorghum, effect on ruminal digestibility of dry matter, starch and crude protein. *Investigación Agraria, Prod. Sanidad Anim.*, 13. (1/2/3): 13-19.

122. Park WoongYeoul, Matsui, T., Konishi, C., Kim SungWon, Yano, H. (1999): Formaldehyde treatment suppresses ruminal degradation of phytate in soybean meal and rapeseed meal. *Brit. J. Nutr.*, 81. (6): 467-471.
123. Pereira, A. M., Pérez, J. R. O., Teixeira, J. C., Abreu, L. R. De, Muniz, J. A. (2000): Influence of protein source in total mixed ration, on performance of lactating Holstein dairy cows. *Ciencia e Agrotec.*, 24. (3): 773-781.
124. Petit, H. V., Rioux, R., Doliveira, P. S., doPrado, I. N. (1997): Performance of growing lambs fed grass silage with raw or extruded soybean or canola seeds. *Canadian J. Anim. Sci.*, 77 (3): 455-463.
125. Petit, H. V. (2003): Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde treated flaxseed or sunflower seed, *J. Dairy Sci.*, 86 (8): 2637-2646.
126. Pieszka, M. Brzoska, F. (2001): Effect of protected rapeseed or soybean meal supplementation on milk yield and physico-chemical composition in cows fed grass silage, *Ann. Anim. Sci.* 1(2): 75-87
127. Pisulewski, P. M., Ruliquin, J. L., Peyraud and R. Verite. (1996): Lactational and systemic responses of dairy cows to postruminal infusion of increasing amounts of methionine. *J. Dairy Sci.*, 79: 1781-1791.

128. Poncent, C., Remond, D. (2002): Rumen digestion and intestinal nutrient flows in sheep consuming pea seeds: The effect of extrusion or chestnut tannin addition, *Anim. Res.*, 51 (3): 201-216.
129. Prasad, P. E., Reddy, R. R. (1998): Effect of formaldehyde treated groundnut cake on in vitro and in sacco protein degradability. *Indian J. Anim. Sci.*, 15 (1): 52-54
130. Prestløkken, E., Harstad, O.M. (2001): Effects of expander-treating a barley-based concentrate on ruminal fermentation, bacterial N-synthesis, escape of dietary N, and performance of dairy cows. *Anim. Feed Tech.*, 90. (3/4): 227-246.
131. Püschner, A., Simon, O. (1977): *Grundlagen der Tierernährung - VEB Gustav Fischer Verlag, Jena*
132. Ranggang, M. V., Nelson, M. L., Parish, S. M. (1997): Ruminant undegradability of blood meal and effect of blood meal on ruminal and postruminal digestion in steers consuming vegetative orchardgrass hay. *J. Dairy Sci.*, 75. (10): 2788-2795.
133. Rogers, G. L., Porter, R. H. D., Clarke, T., Stewart, J. A. (1980): Effect of protected casein supplements on pasture intake, milk yield and composition of cows in early lactation. *Austr. J. Agric. -Res.* 31: 114
134. Rohr, K. (1982): Zum Einsatz von geschütztem Protein bzw. Methionin bei hochleistenden Milchkühe, *Tierzüchter*, 34, 94-96.
135. Raso, M., Frutos, P., Mervás, G., Mantecón, A. R., Giráldez, F. J. (2001): Does the inclusion of hydrolyzed tannins in the fodder have an adverse effect on the fattening performance of lambs? In: IX Jornadas sobre producción animal, ITEA, 22. (1): 268-270.

136. Robinson, P. H., Moorby, J. M., Arana, M., Hinders, R., Graham, T., Castelanelli, L., Barney, N. (2001): Influence of close-up dry period protein supplementation on productive and reproductive performance of Holstein cows in their subsequent lactation. *J. Dairy Sci.*, 84. (10): 2273-2283.
137. Rulquin, H. (1994): Protected Lysine and Methionine in dairy cows rations. *Feedmix*, 2. (4): 24-27.
138. Russel, J. B., Wallace, R. J. (1989): Energy yielding and consuming reactions, In: Hobson, P. N., Wallace, R. J. (eds) *The ruminal microbial ecosystem*. Elsevier Applied Sci., London
139. Satter, L. D., Brooke, G. P., Schwab, C. G. (1970): *J. Dairy Sci.* 53. 668.
140. Satter, L. D., Slyter, L. L. (1974): *Brit. J. Nutr.*, 32. 199.
141. Schmidt, J. (1989): Szarvasmarhák fehérje és aminosav ellátásának javítása. MTA doktora értekezés - Mosonmagyaróvár
142. Schmidt, J., Cenkvári, É., Sipőcz, J., Kaszás, I. (1993): *Acta Agr. Óváriensis*, 35. 147-154.
143. Schmidt, J., Huszenyicza, Gy., Vucskits, A. (1998): Jelentés védett fehérje- és védett zsírkészítménnyel szarvasmarhákön végzett kísérletek eredményeiről - OMFB Zárójelentés
144. Schmidt, J., Sipőcz, P., Sipőcz, J. (2000a): Védett fehérje a nagy tejtermelésű tehenek takarmányozásában. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 49. (1): 37-50.
145. Schmidt, J., Várhegyi, I., Várhegyi, J., Túriné Cenkvári, É. (2000b): A kérődzők takarmányainak energia- és fehérjeértékelése. Mezőgazda Kiadó 185 p.

146. Schmidt, J. (2003): Takarmányozás alapjai, Mezőgazda Kiadó, Budapest
147. Schor, A., Gagliostro, G. A. (2001): Undegradable protein supplementation to early lactation dairy cows in grazing conditions. *J. Dairy Sci.*, 84. (7): 1597-1606.
148. Schwab, C. G., Satter, L. D., Clag, A. B. (1976): Response of lactating dairy cows to abomasal infusion of amino acids. *J. Dairy Sci.*, 59. (7): 1254-1270.
149. Sengar, S. S., Mudgal, V. D. (1982): Effect of feeding treated and untreated proteins on the growth-rate pattern and nutrients utilisation in kids. *Ind. J. Anim. Sci.*, 52. (7): 517-523.
150. Sipőcz, P. (2000): Védett fehérje és védett zsír a tejelő tehenek takarmányozásában. Doktori (PhD) értekezés – Mosonmagyaróvár
151. Sliwinski, B. J., Soliva, C. R., Machmuller, A., Kreuzer, M. (2002): Efficacy of plant extracts rich in secondary constituents to modify rumen fermentation, *Anim. Feed Sci. Tech.*, 101 (1-4): 101-114.
152. Sniffen, C. J. (1974): Nitrogen utilisation as related to solubility of NPN and protein in feeds. *Proc. Cornell Nutr. for Feed manufactures*
153. Sommer, A., Petrikovic, P., Ceresnakova, Z. (1998): Effect of extruded full fat soya on the production and composition of cow milk. *VDLUFA - Verlag*, 437-440 ISBN 3-922712-73-8

154. Stakelum, G. K. N. (1993): Supplementary Feeding and Herbage intake of the dairy cow, Ph.D. Thesis, National University of Ireland, Dublin
155. Stamples, C. R., Davis, C. L., McCoy, C. C., Clark, J. H. (1984): Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67. (6): 1214-1220.
156. Stern, M. D., Satter, L. D. (1983): In vivo estimation of protein degradability in the rumen, Protein requirements for cattle, Proc. of an Internat. Symp. Oklahoma
157. Stobbs, T. H., Minson, D. J., McLeod, M. N. (1977): The responses of dairy cows a nitrogen fertilized grass pasture to supplement of protected casein, *J. Agric. Sci.* 89: 137-141.
158. Sváb, J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
159. Szabó, I. (1980): Karbamid a kérődzők takarmányozásában, Mezőgazdasági Kiadó
160. Tamminga, S. (1979): Relation between different carbohydrates and microbial synthesis for protein Kiel group Seminar, Uppsala 13-14 Juni 1979 Report No 130.
161. Tamminga, S. (1980): Protein degradation in the forestomachs of ruminants, *J. Dairy Sci.*, 49 (6): 1615-1630.
162. Teepe, T. (1990): Untersuchungen zum Einsatz von geschütztem Eiweiss und geschütztem Fett in der Milchvieh-fütterung unter Berücksichtigung von Fruchtbarkeits- und Stoffwechselfparametern sowie Milchinhaltsstoffen, Inaugural-Disertation, Hannover

163. Tewatia, B. S., Khatta, V. K., Virk, A. S., Gupta, P. C. (1995): Effect of formaldehyde treated faba-beans (*Vicia faba*) on performance of lactating goats, *Small Rumin. Res.*, 16 (2): 107-111.
164. Tymchuk, S. M., Khorasani, G. R., Swift, M. L., Kennelly, J. J. (1997): Effect of formaldehyde and heat treatment on extent of rumen escape seed protein and lipid, *Can. J. Anim. Sci.*, 77. 542.
165. Tymchuk, S. M., Khorasani, G. R., Kennelly, J. J. (1998): Effect of feeding formaldehyde- and heat- treated oil seed on milk yield and milk composition. *Canad. J. Anim. Sci.*, 78 (4): 693-700.
166. Vadi, M., Kaldmäe, H., Kärt, O., Ots, M., Jürgensin, A., Olt, A. (2003): On the effect of processing temperature on rumen degradability of rapeseed cake proteins. *Agraarteadus*, 14 (2) 119-124
167. Várhegyi, J. (1993): Néhány tényező hatása a tejtermelő tehenek takarmányfelvételére és termelésére a laktáció első felében. - Kandidátusi értekezés - Herceghalom, 1993.
168. Várhegyi, J. Várhegyi, J., Juhász, Z., Németh, K. (2002): Az ellés előtti bypass fehérje kiegészítés hatása a tehenek tejtermelésére. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 51. (2): 127-134.
169. Verite, R., Journet, M. (1977): Utilization des tourteaux troites au formol par les vaches laitiere. II. Effects sur la production laitiere du traitement de tourteaux et du niveau d'apport azoté au début de la lactation, *Ann. Zootech.*, 26, 183-205.

170. Virk, A. S., Khatta, V. K., Tewatia, B. S., Gupta, P. C. (1994): Effect of formaldehyde-treated faba-beans (*Vicia faba*) on nutrient utilization and growth – performance of goat kids, *Small Rum. Res*, 14 (1): 19-23.
171. Wacyk, J., González, H., Manterola, H., Cerda, D., Mira, J. (2000): Effects of formaldehyde treated soybean meal inclusion, ruminal parameters and milk production in dairy cows. *Avances en Produc. Anim.*, 25. (1/2): 14.
172. Wang, Y., McAllister, T. A., Zobell, D. R., Pickard, M. D., Rode, L. M., Mir, Z., Cheng, K. J. (1997): The effect of micronization of full-fat canola seed on digestion in the rumen and total tract of dairy cows, *Canad. J. Anim. Sci.*, 77 (3): 431-440.
173. Wohlt, J., Sniffen, C., Hoover, W. (1976): Nitrogen metabolism in wethers as affected by dietary - protein solubility and amino-acid profile. *J. Anim Sci.*, 42. (5): 1280-1289.
174. Wolf, P. (1990): Einfluss einer kombinierten Gabe von geschützten Fetten und Proteinen auf verdauungsphysiologische Parameter beim Schaf, Inaugural – Dissertation, Hannover.
175. Wright, T. C., Holub, B. J., Hill, A. R., McBride, B. W. (2003): Effect of combinations of fish meal and feather meal on milk fatty acid content and nitrogen utilisation in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 86. (3): 861-869.
176. Wulf, A., Südekum, K. H. (2005): Effect of chemically treated soybeans and expeller rapeseed meal on in vivo and in situ crude

- fat and crude protein disappearance from the rumen. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 118(3-4): 215-227.
177. Yalcin, S., Sehu, A., Oguz, F., Oguz, N. (2001): The effect of formaldehyde and blood treatments of soybean meal on the degradation characteristics and effective degradability in rumen, *Ankara Üniv. Vet. Fak. Dergisi*, 48 (2): 147-152.
178. Yalçın, S., Şehu, A., Güçlü, B., Onbasilar, I., Sarifaki-oğullarii, K. (2002): The effect of tannic acid and lignosulfonate treatment of sunflower seed meal on digestibility and rumen degradability characteristics of nutrients in rams. *Türık Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 26. (4): 805-813.
179. Yang CunHou, Shen QiYun, Liu Zaixing, Tian ShiXiong (2001): Study on supplementary feeding for improving reproductive performance of Tan-yangs sheep. *Hines J. Anim. Sci.*, 37. (5): 39-40.
180. Zebrowska, T., Dlugolecka, Z., Pajak, J. J., Korczynski, W. (1997): Rumen degradability of concentrate protein, amino acids and starch, and their digestibility in the small intestine of cows. *J. Anim. Feed Sci.*, 6. (4): 451-470.
181. Zelter, S. Z., Leroy, F. (1966): *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk.*, 22. 39-46.