

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**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

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, míg Szlovákiában 3 362 literről 5 724 literre emelkedett.

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 jól lebomló fehérjét tartalmazó takarmányokat etetünk - növekszik a bendőfolyadék NH_3 -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 szivódik 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, melyekkel 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 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 tejelő tehenek laktációs termelése a jövőben várhatóan tovább növekszik majd, amiből következően egyre nagyobb szerephez jutnak azok a fehérjetakarmányok, melyeknek 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. A vizsgálatok célkitűzése

Abból a tényből kiindulva, hogy 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 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 egyensúlyra?
- Hogyan alakul a tehenek tejtermelése, valamint a tej összetétele a kombinált eljárással előállított extrahált szójadara-készítmény etetésekor?

3. Anyag és módszer

3.1. A kísérleti takarmányok kezelése

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

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 berendezés kondicionáló tartályában forró gőzzel, 100°C-on 30 percig történt a hőkezelés. Ezt követően a terméket a Bocchi 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 típusú berendezés) 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. Az extrudált termék légszáraz volt, további szárítást nem igényelt. A kísérletekhez szükséges mennyiségű készítményt Hernádon, a Galdorf Kft. extrúder üzemében állítottuk elő.

3.2. Állatkísérleti módszerek

3.2.1. 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 3, bendő- és duodenumkanüllel ellátott holstein fríz tinóval végeztük.

Az *in situ* vizsgálatok során használt zsákocskák Scrynel műanyagszövetből készültek (Zürcher Beuteltuchfabrik AG. Schweiz), amelyek porozitása 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.

A vizsgálandó mintákból minden kísérlet során kezelésenként 5 zsákocskába mértünk be. A kísérleteket a kezelés hatásának vizsgálatakor 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 merüljenek.

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 szárítószekrényben szárítottuk.

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

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

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. 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 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.

3.2.3. 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.

A vizsgálati szakaszok (kontroll és a kísérleti szakasz) 5 naposak, az ezeket megelőző előtetetési 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 bendőfolyadékából és megállapítottuk annak pH értékét, NH_3 - és illózsírsav-tartalmát, továbbá vizsgáltuk a minta mikrobiológiai aktivitását.

3.2.4. 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 előtetetési szakaszt tartottunk. A kísérleti szakasz 2. és 4. napján reggel 6 óra és délután 16 óra között kétóránként - összesen 6 alkalommal - a duodenumkanulön keresztül mintát vettünk a duodenális chymusból. A kísérleti szakasz 3. napján a bendőkanulön át nagyobb mennyiségű - mintegy 3 liter - mintát nyertünk a bendőfolyadékából. Ebből állítottuk elő a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje megállapításához szükséges mikrobamasszát. Ennek fehérje-, valamint DAPA tartalmát ugyanis ismerni szükséges a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje mennyiségének megállapításához.

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.

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 bendőkanülön 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.

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

3.2.6. 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 eltelt 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 az alábbi. táblázatban leírt módon alakultak.

A tehénpárok összeállításakor figyelembe vett paraméterek alakulása az üzemi kísérletben

Paraméter	Kontroll	Kísérleti
	csoport	
Csoportlétszám, db	28	28
Átlagos tejtermelés az előző laktációban, l	9779,58	9698,95
Eddigi laktációk száma	2,65	2,54
Az elléstől eltelt napok száma	67,04	64,33
Napi átlagos tejtermelés a kísérlet kezdetén, l/tehen	33,66	34,26

A kísérletben etetett takarmányadaghoz 8 napig tartó előtetési szakaszban szoktattuk az állatokat. A szokásosnál (10-12 nap) rövidebb előtetési szakaszra az adott lehetőséget, hogy a tehenek takarmányadagja a kísérlet során csak kismértékben változott a korábban etetett takarmányadaghoz képest. Az előtetési 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.

Az állatokat a tehenészetben naponta kétszer fejkik. Az üzemben számítógéppel összekapcsolt fejőállás működik, 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 zsírmentes szárazanyag-tartamát állapítottuk meg. A vizsgálatokat a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. (Mosonmagyaróvár) végezte Milkoscan FT 120 (Foss Electric) típusú berendezéssel.

3.3. 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.

A bendőfolyadék, valamint a duodenális chymus pH-értékét OP 211/1 típusú (Radelkisz) elektromos pH-mérővel, NH_3 -tartalmát pedig OP-264/2 típusú (Radelkisz) 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 redukciójához szükségük volt.

A bendőfolyadék illózsírsav-tartalmát Chrom-5 típusú gázkromatográfval határoztuk meg. A bendőfolyadékot a vizsgálatához először 15000/perc fordulatszámon végzett centrifugálással, illetve szűréssel tisztítottuk, majd az injektálás előtt - az oszloptöltet tulajdonságainak megfelelően - 0,3 molos oxálsav oldattal kezeltük. Az oszloptöltet Supelco CarbowackTM B-DA gyanta volt. Az azonosításhoz használt vizes standardoldat 0,1%-os töménységben tartalmazta a vizsgált zsírsavakat.

A chymus minták TiO_2 -tartalmát *Brandt és Allan (1987)* módszerével kénsavas roncsolást követően Spekol 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 bendőfolyadékából a mikrobamasszát *Krawielitczki 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 infuzóriumokat. Ezt követően 16000/perc fordulatszámú centrifugálással nyertük ki a bendőfolyadékából a bendőbaktériumokat. A kinyert bendőbaktérium masszát liofilezéssel szárítottuk.

A mikrobafehérje massa, valamint chymus minták diamino-pimelinsav (DAPA) tartalmát Aminochrom-II típusú aminosavanalizátorral állapítottuk meg. A gyantátöltet Kemochrom 9 volt. 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 vizelettitrálós 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

3.4. Az adatok statisztikai értékelése

A kísérleti eredmények statisztikai értékelését a Statistica 6.0 és Microsoft Excel programok segítségével végeztük el. A számítások során a t-próba segítségével a kontroll, valamint a kísérleti szakaszok, illetve csoportok eredményei közötti összefüggések szignifikanciáját vizsgáltuk.

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 homogénen a takarmányra juttatni, kisebb a balesetveszély) a 10%-os sósavval végzett kezelés javasolható. 1 kg extrahált szójadara 20 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 fehérjelebonthatóságot csökkentő 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 hőkezelés.
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 tehenek sav-bázis egyensúlyát savas irányba tolja el. Ez a hatás azonban a takarmányhoz adott pufferekkel (pl. 1,5kg 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 tehenek napi tejtermelését. A tej összetételét, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségét a készítmény etetése nem befolyásolta.

5. A diszertáció témaköréből megjelent publikációk jegyzéke

Tudományos folyóiratokban megjelent közlemények

Idegen nyelven:

1. Szokoly, Zs., Schmidt, J. (2003): Geschützte Proteine in der Fütterung der Hochleistungskühe, *Acta Agronomica Óváriensis*, 45 (2): 233-250.
2. Szokoly, Zs., Schmidt, J. Senkung der Abbaurrate des Sojaproteins im Pansen mit Salzsäure durchgeführte Behandlung, Megjelenés alatt (*Acta Agronomica Óváriensis*)

Magyar nyelven:

1. Szokoly, Zs., Schmidt, J. (2005): Kombinált kezelés hatása az extrahált szójadara fehérjéjének bendőbeli lebomlására és posztruminális emészthetőségére, *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 54 (4): 339-351.

Előadások tudományos konferenciákon:

1. Szokoly, Zs. (2003): Növényi eredetű fehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentése, IX. IFJÚSÁGI TUDOMÁNYOS FÓRUM, Veszprémi Egyetem, Keszthely
2. Szokoly, Zs. (2004): Sósavval végzett kezelés hatása az extrahált szójadara fehérje bendőbeli lebonthatóságára, XXX. ÓVÁRI TUDOMÁNYOS NAPOK, 94