

1. Bevezetés

A tehenek laktációs termelése az elmúlt másfél évtizedben jelentősen növekedett a fejlett szarvasmarha-tenyésztéssel rendelkező országokban. A tejtermelés növekedése az említett országokhoz hasonlóan hazánkban is megfigyelhető. Ezt igazolja, hogy a termelésellenőrzésbe bevont állomány laktációs termelése 1975 és 1998 között 3264 literrel növekedett (1. táblázat).

1.táblázat

Az ellenőrzött tehénállomány laktációs termelésének alakulása 1975-1998 között

(Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. adatai)

Év	Standard laktációk száma	Tej kg	Tejzsír %	Tejfehérje %
1975	220200	3135	3,88	-
1980	278000	4138	3,75	-
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

A tejtermelés emelkedése számottevő mértékben növelte a tehenek táplálóanyag szükségletét. Elsősorban a tehenek energia- és fehérje-szükséglete nőtt meg. Ismerve azt a szerepet, amelyet a bendőben lejátszódó mikrobás lebontó és szintézis folyamatok a kérődzők táplálóanyag ellátásában betöltenek, könnyen belátható, hogy a hagyományos takarmányozási módszerekkel nehéz a nagy tejtermelésű tehenek energia és fehérje szükségletét úgy fedezni, hogy közben a bendőfermentáció valamelyik folyamata ne sérüljön. Így pl. a folyamatosan növekvő energiaszükséglet nem elégíthető ki csak az abrakadag növelésével, mert egy határon túl romlik a takarmányadag strukturális hatékonysága, ami a tejtermelés számára kedvezőtlen irányba változtatja meg a bendőfer-

mentáció jellegét. Hasonlóképpen járhatatlan az az út, hogy a tehenek egyre növekvő fehérjeszükségletét csak a takarmányadag fehérjetartalmának növelésével igyekszünk fedezni. Egy meghatározott fehérjeszint felett ugyanis a bevitel további növelése egyértelműen rontja a szaporodási eredményeket (spermaindex, termékenyülési százalék, két ellés között eltelt napok száma).

A nagy tejtermelésű tehenek energia- és fehérjeszükségletét elsősorban a laktáció első harmadában nehéz fedezni, amikor az állatok szárazanyag-fogyasztása, illetve a fogyasztás növekedésének üteme elmarad a tejtermelés emelkedésének ütemétől. A megoldást mind az energia-, mind a fehérjeellátás szempontjából az jelenti, hogy a táplálóanyagok egy részét olyan formában bocsátjuk az állatok rendelkezésére, hogy azok nem a bendőben, hanem az emésztőtraktus posztruminális szakaszában bomlanak le, illetve szívódnak fel. Ilyen módon a táplálóanyagok egy része kivonható a bendő mikrobáinak lebontó tevékenysége alól, ami egyúttal azt is jelenti, hogy ezek a táplálóanyagok nem befolyásolják a bendőben zajló fermentációs folyamatokat.

Mindezt úgy tudjuk megvalósítani, hogy a bendőben csak kismértékben lebomló, ún. bypass takarmányokat, illetve védett (mikrobás lebontástól megvédett) készítményeket etetünk a tehenekkel. Az állatok energiaellátásának javítására nagy energiatartalmukból következően elsősorban a zsírok jöhetnek szóba, tekintettel azonban arra, hogy a zsírok nagyobb mennyiségben (a takarmány szárazanyag-tartalmának 4-5 %-ánál nagyobb arányban) etetve kedvezőtlen hatásúak a bendőfermentációra, csak akkor használhatók fel eredményesen a tehenek energiamérlegének javítására, ha védett zsír formájában etetjük őket.

A nagy tejtermelésű tehenek esetében gyakran előforduló fehérje túletetést, illetve a szaporodási eredmények erre visszavezethető romlását

olyan takarmányok etetésével lehet megelőzni, de legalábbis mérsékelni, amelyek fehérjéjének kicsi a bendőbeli lebonthatósága. Sajnos a hazai takarmánybázisban csak kevés olyan, nagy fehérjetartalmú takarmány található, amelyek fehérjéjének az átlagosnál (70 %) jelentősen kisebb a bendőbeli lebonthatósága. Erre vezethetők vissza azok a törekvések, hogy a takarmányok fehérjéjének bendőbeli degradabilitását kemikáliákkal, vagy fizikai módszerekkel történő kezeléssel csökkentsék és ilyen módon védett fehérjét, vagy védett fehérjekészítményt állítsanak elő.

A nagy és egyre növekvő tejtermelésű tehenek takarmányozásában a jövőben mindinkább az lesz a meghatározó, hogy miként tudjuk a bendőt a folyamatosan növekvő mennyiségű táplálóanyag befogadására és feldolgozására alkalmassá tenni. Ez elsősorban attól függ, hogy képesek leszünk-e a bendőben zajló lebontó és szintézis folyamatokat szabályozni, tudatosan befolyásolni. A bypass készítmények jó lehetőséget kínálnak arra, hogy etetésükkel a normális bendőfermentációt fenntartsuk.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A kérődzők N-forgalma

A bendőben zajló mikrobás fermentáció meghatározó jelentőségű a kérődzők N-forgalmában. A bendőben az elfogyasztott takarmányok fehérjetartalmának átlagosan 70 %-a lebomlik (Kaufmann és Lüpping 1979) és a takarmányadag összetételétől – elsősorban fermentálható szerves anyag tartalmától – függő mértékben mikrobafehérje szintézis céljára használdik fel. A bendőben uralkodó körülmények (szerves anyagok jelenléte, pH, hőmérséklet, vízaktivitási viszonyok, anaerob körülmények) a bendőt alkalmassá teszik arra, hogy benne éljen mikrobás élet alakuljon ki (Schmidt et al. 2000). A bendőben 30 baktériumcsa-

lád mintegy 200 faja él, a csíraszám 1 ml bendőtartalomban a 10^9 - 10^{11} értéket is elérheti (Kakuk és Schmidt 1988). A baktériumok száma Kolb és Grütler (1971) szerint is 10^9 - 10^{10} között változik 1 ml bendőtartalomban. A baktériumpopuláció mellett a bendőben 10-15 protozoafaj is él. Számuk a baktériumokénál kisebb, csak 10^5 - 10^7 1 ml bendőtartalomban (Püschner és Simon 1977).

2.1.1. A takarmányfehérjék lebomlása a bendőben

Az a tény, hogy a takarmányadag fehérjetartalmának átlagosan 70 %-a lebomlik a bendőben, arra vezethető vissza, hogy a bendőbaktériumok nagy része rendelkezik proteolitikus aktivitással. Fehérjebontásra ugyanis nemcsak az obligát fehérjebontó baktériumok képesek, hanem a szénhidrátokat bontó baktériumok egy része hidrolizálja a fehérjéket is.

A bendőbaktériumok kisebb részben extra-, elsősorban azonban intracelluláris fehérjebontó enzimekkel (proteáz, polipeptidáz) hidrolizálják a fehérjéket. A folyamat pH optimuma 6-7 között van (Blackburn és Hobson, 1960).

A fehérjék hidrolízise során keletkező aminosavak kisebb részét (20-30 %-át) a bendőmikrobák fehérjeállományuk szintéziséhez használják fel, az aminosavak 70-80 %-át azonban dezaminálják a mikrobák. Az a tény, hogy a bendőfolyadékban csak kevés szabad aminosav található, azzal áll összefüggésben, hogy a proteolízis során keletkező aminosavak csaknem olyan gyorsan, mint amilyen sebességgel a fehérjebontás folyik, dezaminálódnak.

2.1.2. A fehérjék bendőbeli lebonthatóságát befolyásoló tényezők

A takarmányfehérjék bendőbeli lebonthatósága részben a fehérjék szerkezetével, aminosav összetételével, a fehérje oldhatóságával, azaz

magával a fehérjével áll összefüggésben, másrészt a takarmányok előkészítése, a takarmányozás intenzitása, a takarmány szecskahosszúsága, illetve részecskénagysága, a bendőfermentáció élénksége, vagyis a fehérjétől független tényezők befolyásolják. A számtalan befolyásoló tényező következtében a takarmányfehérjék lebonthatósága igen tág határok között változik. Amíg ugyanis némely takarmányok fehérjéjének bendőbeli degradabilitása eléri, illetve meghaladja a 80 %-ot (pl. napraforgó, zöld lucerna, lucerna szilázs), addig olyan takarmányokat is ismerünk, amelyek fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága mindössze 17-25 % közötti érték (pl. baromfi vérliszt, kukoricaglutén, halliszt).

A kísérleti eredmények azt igazolják, hogy a takarmányfehérje bendőbeli lebonthatósága, valamint oldhatósága között pozitív irányú összefüggés áll fent. Az összefüggés szorosságáról azonban megoszlik az egyes szerzők véleménye. Így pl. Hendrickx és Martin (1963), valamint McDonald (1952) szoros összefüggésről számolnak be, míg az újabb vizsgálatok (Poos és mtsai 1980, Loerch és mtsai 1983, De Boover és mtsai 1984) szerint az összefüggés kevésbé szoros a korábban feltételezettnél. De Boover és mtsai (1984) 20 takarmány vizsgálatakor $r=0,76-0,86$ erősségű korrelációt találtak a fehérje oldhatósága és bendőbeli lebonthatósága között, mégis az a véleményük, hogy az oldhatóság csak egyfajta takarmány mintáinak rangsorolására alkalmas.

Mangan (1972) szerint a fehérjék bendőbeli lebonthatóságában megfigyelhető különbségek a fehérjék szerkezetében fennálló eltérésekkel állnak összefüggésben. Azok a fehérjék amelyek nem rendelkeznek láncvégi amino, vagy karboxil csoporttal, vagy erősen elágazó láncúak, csak kisebb mértékben bomlanak le.

Befolyásolja a takarmányfehérjék bendőbeli degradabilitását az is, hogy a különböző lebonthatóságú fehérjefrakciók milyen arányban for-

dulnak elő bennük. Így pl. azok a fehérjék, amelyekben több glutelin, vagy prolamin található, nehezen bonthatók le a bendőben (Sniffen 1974). A diszulfid és a metilén kötéseket tartalmazó fehérjéknek ugyancsak kicsi a bendőbeli degradabilitása (Ferguson és mtsai 1967).

Tamminga (1979) összefüggést talált a fehérjék aminosav összetétele, valamint bendőbeli lebonthatósága között. Véleménye szerint a több lizint, arginint, aszparaginsavat, glicint, valamint prolint tartalmazó fehérjék lebonthatósága nagyobb.

Nem csak az egyes fehérjék bendőbeli lebonthatósága eltérő, hanem különbségeket találtak az aminosavak lebomlásában is. Chalupa (1976) a lebomlás gyorsasága tekintetében három csoportba sorolta 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 az ideje is (Ganev és mtsai 1979, Hartnell és Satter 1979, Stern és Satter 1982), amit ugyancsak több tényező határoz meg. Függ a bendőben tartózkodás ideje a szecskahosszúságtól, illetve a részecskénagyságtól (Piatkowski és Nagel, 1978, Hoffmann és mtsai 1983), a takarmányozás intenzitásától, mely utóbbi ismételten több tényező függvénye. Ilyenek pl. a takarmányadag tömeg-takarmány-abrak aránya, (Sidons és Parradine, 1981), a takarmányadag nagysága (Tamminga és mtsai, 1979), az etetések gyakorisága, a környezet hőmérséklete (Kennedy és mtsai, 1976).

A szecskahosszúságnak, illetve a részecskénagyságnak a takarmány bendőben tartózkodási idejére gyakorolt hatása arra a tényre vezet-

hető vissza, hogy a recés-százrétű nyíláson csak megfelelő aprítottságú takarmányrészecskék juthatnak át. A részecskénagyság részben a takarmány előkészítés során, részben pedig a rágás, a kérődzés, valamint a bendőerjedés eredményeként alakul ki. Amennyiben a takarmányt már eleve olyan méretűre aprítva nyújtjuk az állatnak, hogy az átjuthat a recés-százrétű nyíláson, jelentősen lerövidül a takarmány bendőben tartózkodásának ideje.

A takarmányadag tömegtakarmány-abrak arányának a takarmány bendőben tartózkodási idejére gyakorolt hatása részben ugyancsak az eltérő részecskénagyságra vezethető vissza, de a nagyobb abrakhányadú takarmányadagok rövidebb bendőben tartózkodásában szerepet játszik az is, hogy a több abrak a bendőmikrobák energiaellátásának javításával élénkíti a bendőfermentációt.

A takarmányadag növelése csökkenti a takarmány bendőben tartózkodásának idejét és ezzel a fehérje bendőbeli lebontásának mértékét is. Tamminga és mtsai (1979) azt találták, hogy amikor a tehenek szárazanyag-felvétele 8,2 kg-ról 12,9 kg-ra nőtt, a takarmányadag fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága 45 %-ról 29 %-ra csökkent. Satter (1986) véleménye szerint a nagy tejtermelésű tehenek bendőjében nagyobb szárazanyag-fogyasztásuk következtében a fehérjének kisebb hányada bomlik le, mint a kisebb termelésű és ennél fogva kevesebb szárazanyagot fogyasztó társaik esetében.

A környezet hőmérséklete a passzázs sebességére gyakorolt hatással módosítja a fehérje bendőbeli lebonthatóságát. 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 is befolyásolják. Közülük a hőkezelés hatására vonatkozóan áll a legtöbb kísérleti adat rendelkezésre. Erről további adatok a dolgozat 2.1.5.2. fejezetében találhatók.

Befolyásolja a takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát a takarmány konzerválásának módja is. A takarmányok erjesztés útján történő tartósítása – a silózás – a zöld állapotban történő etetéshez képest növeli a fehérje bendőbeli lebonthatóságát. Ez elsősorban a nagy fehérjetartalmú pillangós zöldtakarmányok silózásakor jut pregnánsan kifejezésre. Az erjesztés fehérje degradabilitást növelő hatása azzal áll összefüggésben, hogy az erjesztésben közreműködő tejsavtermelő baktériumok nagy része proteolitikus aktivitással is rendelkezik (Schmidt 1996). Ezen túlmenően az erjesztés folyamán autolízis is lejátszódik a növényi sejtekben, ami ugyancsak növeli a fehérje bendőbeli degradabilitását.

Az erjesztéssel ellentétben a szárítás csökkenti a fehérje bendőbeli lebonthatóságát. Ez nemcsak a nagyobb hőfokon (pl. a forrólevegős zöldlisztkészítés során) végzett szárítás esetében figyelhető meg, hanem az alacsony hőfokon szárított takarmányoknak (pl. a rendszeren szárított szénának) is kisebb mértékben bomlik le a fehérjéjük a szárítás előtti állapothoz képest, ami a dehidratáció hatásának tudható be (Kakuk és Schmidt 1988).

2.1.3. Mikrobafehérje szintézis a bendőben

A kérődzők bendőjében nemcsak kiterjedt fehérjelebontás zajlik, hanem ezzel egyidőben jelentős mennyiségű mikrobafehérje is szintetizálódik. Az elfogyasztott szárazanyag mennyiségétől és összetételétől –

elsősorban a bendőmikrobák energiaellátásától függően – a szintetizált mikrobafehérje mennyisége akár a napi 2 kg-ot is elérheti. A mikrobafehérjének a kérődzők fehérjeellátásában betöltött szerepére utal, hogy a tehenek fehérjeszükségletének 50-70 %-át a bendőben szintetizált mikrobafehérje fedezi (Schmidt és mtsai 2000).

A bendőmikroba fehérje kedvező aminosav összetételű fehérjeforrás a kérődzők számára annak ellenére is, hogy metioninból a nagy tejtermelésű állatok számára szükségesnél kevesebbet tartalmaz (Fischer 1972, Schelling és mtsai 1973, Broderick és mtsai 1974, Clark 1975, Schwab és mtsai 1976).

A bendőben zajló mikrobafehérje szintézist mindenekelőtt a mikrobák energia- és N-ellátása határozza meg. A mikrobiális fehérjeszintézis nagyon energiaigényes folyamat. Bauchop és Elsdén (1960) in vitro vizsgálatok eredményeire alapozott modellszámításai szerint 100 g baktérium szárazanyag szintéziséhez 3,62 mol ATP szükséges, azaz 1 mol ATP 27,6 g baktérium szárazanyag szintézisének energiaigényét fedezi. Ezt a hatékonyságot azonban a gyakorlatban nem lehet elérni. Az ARC (1980), valamint az INRA (1978) szerint 1000 g emészthető szerves anyag 187,5 g mikrobafehérje képződésének energiaigényét fedezi.

A bendő mikrobái elsősorban a takarmányok szénhidrátjainak lebontása útján jutnak hozzá a számukra szükséges energiához. A fehérjék és a zsírok lényegesen kisebb jelentőséggel bírnak a mikrobák energiaellátásában. A szénhidrátoknak a bendőben lezajló anaerob erjedése lényegesen kevesebb ATP képződését teszi lehetővé, mint a glükóz teljes oxidációja. Ezzel magyarázható, hogy a mikrobafehérje szintézist az esetek nagyobb részében a mikrobák energiaellátása limitálja (Hungate 1966, Tamminga 1979).

A mikrobák számára energiaforrást jelentő táplálóanyag mennyiséget a különböző fehérjeértékelési rendszerek eltérő módon fejezik ki. Az Angliában használt metabolizálható fehérje rendszer (MP) a mikrobák energiaellátása céljára felhasználható táplálóanyagok mennyiségét a fermentálható metabolizálható energiával (FME) fejezi ki, amelyet úgy állapítanak meg, hogy a takarmány ME-tartalmát a takarmányban levő zsír és fermentációs termékek energiatartalmával csökkentik (AFRC 1992).

Az Északi országokban bevezetett AAT-PBV rendszerben az emészthető szénhidrátok (emészthető rost+emészthető N-mentes kivonható anyagok) mennyisége alapján állapítják meg a mikrobák számára rendelkezésre álló energiát (Madsen és mtsai 1985).

A Németországban alkalmazott rendszerben (DLG 1997) vagy a takarmányban levő zsír energiájával csökkentett ME, vagy az emészthető zsírt nem tartalmazó emészthető szerves anyag (DOM) alapján jellemzik a mikrobák energiaellátását. Megjegyzendő, hogy a zsír energiájával csak a 7 %-nál több zsírt tartalmazó takarmányok esetében korrigálják az ME-t.

Franciaországban (INRA 1989), valamint Hollandiában (Tamminga és mtsai 1994) a fermentálható szerves anyag (FOM) szolgál a mikrobafehérje szintézishez felhasználható energia mennyiségének kifejezésére. Az 1999-ben bevezetett új hazai fehérjeértékelési rendszer (Schmidt és mtsai 1998) ugyancsak a FOM alapján állapítja meg a bendőben szintetizálható mikrobafehérje mennyiségét. A takarmányra jellemző FOM értéket hazánkban az említett két országgal azonos módon számítjuk ki: azaz az emészthető szerves anyag (DOM) mennyiségét az emészthető nyerszsírral, az UDP-vel, a fermentációs termékekkel, valamint egyes takarmányoknál a bypass keményítővel csökkentjük.

Az energia mellett a bendőmikrobáinak nitrogénre is szükségük van a fehérjeszintézishez. A bendőmikrobák elsősorban a takarmányfehérjék lebontása útján teremtik elő saját fehérjeállományuk szintéziséhez szükséges nitrogént. Bryant és Robinson (1963) szerint a bendőbaktériumokat N-igényük alapján a következő csoportokba lehet besorolni:

- Azok a bendőbaktériumok, amelyek fehérjeszintézisükhöz kimondottan csak ammóniát tudnak felhasználni. Ebbe a csoportba sorolható a cellulózbontó baktériumok többsége.
- A fakultatív NH_3 -hasznosítók csoportjába azok a bendőbaktériumok tartoznak, melyek a baktériumfehérje szintéziséhez mind ammóniát, mind aminosavakat képesek felhasználni, az aminosavakat azonban előnyben részesítik a szintézis során. Ilyen baktériumok nagy számban találhatók a bendőben, hiszen a baktériumpopulációnak mintegy 50 %-a ebbe a csoportba sorolható.
- Csak kevés azoknak a baktériumoknak a száma, amelyek ugyan képesek ammóniát felhasználni, de a fehérjeszintézishez aminosavakra feltétlenül szükségük van.

A protozoák nem képesek az NH_3 -t nitrogénforrásként hasznosítani, fehérjeállományukat a bekebelezett bendőmikrobák és takarmányrészek fehérjéinek aminosavaiból építik fel.

A mikrobiális fehérjeszintézis a fehérje lebontáshoz hasonlóan két lépésben végbemenő folyamat, amelynek első része a mikrobafehérjét felépítő aminosavak szintézise, mely folyamatot a fehérjeszintézis követi.

A bendőmikrobák aminosav szintézisét a bendőből izolált mikrobafajokon, valamint kevert bendőflórán in vitro körülmények között vizsgálták. Allison (1969) szerint az ammónia legnagyobb részét a ben-

dőben a glutaminsav dehidrogenáz fixálja a prekursor szénláncon, bár ezen a reakción túlmenően egyéb utak is rendelkezésre állnak. Palmquist és Baldwin (1966) szerint a kevert bendőflórára az a jellemző, hogy baktériumok többsége NADH koenzimmel működő glutaminsav dehidrogenázzal rendelkezik, bár néhány faj (pl. *Streptococcus bovis*) NADPH-től függő glutaminsav dehidrogenáz enzimet tartalmazza (Joyner és Baldwin 1966). Tekintettel arra, hogy bendőbaktériumokban – lévén azok obligát anaerobok – nem működik citrát kör, a glutaminsav szintéziséhez szükséges α -keto-glutársav borostyánkőssavból keletkezik (Allison 1970).

A nitrogént a glutaminsavról transzaminázok (pl. AST, ALT) viszik át más aminosavakra (Joyner és Baldwin 1966, Chalupa és mtsai 1968).

A bakteriális fehérjeszintézist viszonylag jól ismerjük. A bendőbaktériumok ugyanazt a 20 aminosavat építik be fehérjéjükbe, mint az emlős állatok (ifj. Baintner 1974). D-aminosavat a mikrobák sem építenek be fehérjéjükbe. D-aminosavak csak a baktériumok sejtfalában találhatók. Ezek közül egyesek (2,6-diamino-pimelinsav, D-glutaminsav, D-aszparaginsav) mikrobiális markerként használhatók fel a bendőben szintetizálódott mikrobafehérje mennyiségének megállapításakor (Csapó és mtsai 1999).

Az aminosavak egy részét a mikrobák nukleinsav szintézis céljára használják fel. A bendőmikrobák jelentős mennyiségű nukleinsavat tartalmaznak, hiszen összes nitrogén tartalmuknak 15-20 %-a nukleinsav eredetű, amely mennyiségből 2,2-4,1 % a DNS-ből, a többi pedig RNS-ből származik (Ellis és Pfander 1965, Smith és McAllan 1969). A takarmányban levő nukleinsavak nitrogénjét a kérődzők nem tudják hasznosítani, a nukleinsavakat ugyanis a bélhám polinukleotidáz enzimje elbontja

és ezt követően energiaforrásként hasznosulnak (Kakuk és Schmidt 1988). Ezért a takarmány metabolizálható fehérjetartalmának kiszámításakor a bendőben szintetizálódó mikrobafehérje nukleinsav hányadát nem szabad figyelembe venni. A hazai metabolizálható fehérje rendszer a mikrobafehérje nitrogénjének 20 %-át tekinti nukleinsav eredetűnek.

A bendőmikrobák N-igényük fedezésére nem csak a takarmányfehérje bendőben lebontható hányadát, hanem a takarmány NPN anyagait, sőt a ruminohepatikus körforgással a bendőbe jutó karbamidot is fel tudják használni (Bryant és Robinson 1963, Hungate 1966, ifj. Baintner 1974). A ruminohepatikus körforgás útján kétféle módon juthat karbamid a bendőbe. Az egyik lehetőség, hogy a nyállal kerül vissza karbamid és ammónia a bendőbe, míg a másik utat a karbamidnak a bendő nyálkahártyáján keresztül történő kiválasztása jelenti. Juhász (1972) szerint juhokban 0,5-2,0 g karbamid kerül a nyállal a bendőbe, a bendő nyálkahártyájának keresztül kiválasztott karbamid viszont ennek öt-tízszere is lehet. A kérődzők a takarmány N-tartalmától függően szabályozni képesek a vesék által kiválasztott és a vizelettel kiürített karbamid mennyiségét. Szűkös N ellátás esetén növekszik, míg fehérjében gazdag takarmányozás esetén csökken a visszatartott N-mennyisége. Természetesen ettől függően változik a ruminohepatikus körforgással a bendőben visszakerülő nitrogén mennyisége is. Ez utóbbi tényre, illetve az ezzel kapcsolatos ismeretek nem kielégítő voltára vezethető vissza, hogy az új fehérjeértékelési rendszerek az USA-ban bevezetett rendszer (NRC 1985) kivételével a kérődzők fehérjeellátásának biztosítása során nincsenek tekintettel a ruminohepatikus körforgással a bendőbe jutó nitrogén mennyiségére.

Nitrogénhiány viszonylag ritkán limitálja a mikrobiális fehérjeszintézist. Az ehhez minimálisan, illetve optimálisan szükséges NH_3 mennyiséget illetően igen különböző adatok találhatók az irodalomban. A

mikrobiális fehérjeszintézishez Satter és Slyter (1974) szerint már 6 mg (3,53 mmol/l) NH_3 is elegendő 100 ml bendőfolyadékban. Ennél nagyobb NH_3 koncentráció már ronthatja az NH_3 felhasználás hatékonyságát (Satter és Roffler 1976). Boldt (1983) véleménye szerint a mikrobafehérje szintézishez szükséges NH_3 koncentráció 8-25 mg/100 ml (4,70-14,70 mmol/l) bendőfolyadék között van. Ugyanakkor Juhász (1962) a bendő normális NH_3 -koncentrációját 30-50 mg/100 ml (17,65-29,41 mmol/l) bendőfolyadék közötti értéknek tekinti.

2.1.4. N-forgalom az emésztőcső posztruminális szakaszában

A kérődzők posztruminális fehérjeemésztése lényegében megegyezik a monogasztrikus állatok gyomor- és bélemésztésével. Ezzel kapcsolatban fontos hangsúlyozni, hogy karbamid nemcsak a bendőbe juthat vissza a ruminohepatikus körforgással, hanem az utóbélbe is történik karbamid kiválasztódás. Ez magyarázza, hogy a kérődzők esetében a bélsárral sokszor több nitrogén ürül, mint amennyi a csípőbélből az utóbélbe jutott (Kakuk és Schmidt 1988). Az utóbélbe kiválasztódó karbamid, valamint a takarmány nem emészthető fehérjetartalma, illetve az endogén fehérje élénk mikrobás tevékenységre nyújt lehetőséget a vakbélben és a remesében. Az, hogy milyen intenzitású mikrobás fermentáció valósul meg az utóbél említett szakaszaiban, az a rendelkezésre álló energiától függ. Amennyiben van elegendő energia, úgy aktív mikrobás tevékenység alakul ki az utóbélben, amit az igazol, 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

Tekintettel arra, hogy a takarmányozás számára csak kevés számú olyan nagy fehérjetartalmú takarmány áll rendelkezésre, amelyekkel érdemben csökkenthető a szarvasmarhákkal etetett takarmányadagok bendőbeli lebonthatósága, régi törekvés olyan kezelési eljárások kifejlesztése, melyekkel csökkenthető a takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága, anélkül hogy posztruminális fehérjeemészhetőségük nagyobb mértékben romlana.

A takarmányfehérjék bendőbeli degradabilitásának csökkentésére szolgáló módszerek két csoportba sorolhatók. Az eljárások egy része fizikai módszerekkel, míg mások kémiai anyagokkal kívánják a fehérje lebonthatóságát mérsékelni. Azt hangsúlyozni szükséges, hogy a beavatkozásnak lehetőleg csak a bendőbeli lebonthatóságot szabad csökkenteni, mert ha a fehérje posztruminális emészhetősége is kisebb lesz, úgy az rontja az eljárás hatékonyságát. Amennyiben a posztruminális emészhetőség a bendőbeli lebonthatósággal azonos mértékben csökken, az eljárás nem csak hatástalan, hanem káros is, mert csökkenti a takarmány emészthető fehérjetartalmát. Valamely kifejlesztett eljárás akkor felel meg a célnak, ha a fehérje posztruminális emészhetősége nem, vagy legalábbis a bendőbeli degradabilitásnál kisebb mértékben csökken.

2.1.5.1. Fehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentése kémiai anyagokkal

Az elmúlt években többféle kémiai anyaggal végeztek kísérleteket a fehérjék bendőbeli degradabilitásának csökkentésére. A legtöbb kísérlet formaldehiddel folyt (Ferguson és mtsai 1967, Barry 1975, 1976, Kempton és mtsai 1979, Kaufmann és Lüpping 1979, Krawielitzki és mtsai 1982, Andree és mtsai 1984, Ceresnakova és mtsai 1989). Ferguson és mtsai (1967) voltak az elsők, akik a formaldehidet használ-

tak fel ilyen céllal. Kazeint, valamint nagy fehérjetartalmú takarmányokat áztattak 1 órán át tízszeres mennyiségű 4 %-os formaldehid oldatban, majd a formaldehid oldatot leöntve a takarmányt vízzel mosták és szárították. A további kísérletekben 40 %-os kereskedelmi formaldehidet (formalint) használtak a takarmány kezelésére, ami feleslegessé tette a takarmány mosását és szárítását. Az eljárást az abraktakarmányok mellett a zöldtakarmányok (pillangósok és pázsitfűfélék) erjesztéssel történő tartósítása (silózása) során is felhasználták. Ez utóbbi esetben egyrészt a formaldehid szelektív bakteriosztatikus hatását hasznosították, másrészt csökkentették az ilyen módon konzervált takarmány fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát (Barry 1975).

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 formaldehid felszabadulása mellett a metilénkötések felszakadnak, az aminosavak visszaalakulnak (Barry 1976, Beever és Thomson 1976, Kowalczyk és mtsai 1979).

A formalinnal kezelt fehérje a bendőben kisebb mértékben bomlik le, miután azonban az oltógyomorban visszaáll a fehérje eredeti szerkezete, az a posztruminális bélszakaszban emészthező, aminosavai felszívódhatnak.

A fehérjelebontás helyének áthelyeződése következtében javul a fehérjehasználtság, a bendőben lebomló fehérje ugyanis nem alakul át teljes egészében baktériumfehérjévé, hanem miután a fehérjelebomlásból származó és mikrobafehérje szintézis céljára fel nem használt NH_3 a

májban karbamiddá alakult, annak egy része a vizelettel elhagyja a szervezetet. Az optimális mennyiségű formalinnal kezelt fehérjével végzett kísérletekben javult a fehérje posztruminális emészthetősége (Hemsley és mtsai 1970), kedvezőbb volt a N-retenció (Reis és Tunks 1969), növekedett a vérplazmában az aminosavak koncentrációja (Fachney 1971).

A formaldehid mellett kis számban egyéb aldehidekkel (glioxál, glutáraldehid) is végeztek kísérleteket (Ferguson és mtsai 1967, Broderick 1975, Ashees és mtsai 1984). Ezekben a kísérletekben a glioxált és a glutáraldehidet a formaldehiddel azonos értékűnek találták.

Az aldehidekkel végzett kísérletek eredményeiben viszonylag nagy szórás figyelhető meg, ami arra vezethető vissza, hogy az alkalmazott formalindózis az egyes kísérletekben igen különböző volt. Nehezíti az egyértelmű állásfoglalást az is, hogy a kísérletek egy részében csak a fehérje bendőbeli lebomlásának alakulását kísérték figyelemmel, a posztruminális emészthetőségre már nem voltak tekintettel. Annyi mindezek ellenére megállapítható az elvégzett kísérletek eredménye alapján, hogy a kezelendő takarmány nyersfehérjéjének 1-3 %-át kitevő formaldehid dózis jelentős mértékben csökkenti a fehérje bendőbeli degradabilitását, miközben nem mérsékeli érdemben a fehérje posztruminális emészthetőségét.

Sok kísérletben vizsgálták a tanninnak a fehérje bendőbeli lebontóságára gyakorolt hatását, a kapott eredmények azonban igen ellentmondásosak. Elsőként Zelter és Leroy (1966) számoltak be arról, hogy a gesztenyéből származó tannin a takarmány fehérjéivel olyan komplex vegyületet képez, amelyet a bendő mikrobái csak kismértékben tudnak lebontani. A kötés az emésztőcső posztruminális részében felszakad, aminek következtében több fehérje, illetve aminosav jut a duodenumba. Driedger és Hatfield (1972) megerősítették ezt a megállapítást, amikor 10

%, tanninnal kezelt szójadara etetésekor a bárányok N-visszatartásának szignifikáns növekedését állapították meg. Kedvezőbb N-visszatartást figyeltek meg azokban a kísérletekben is, amelyekben szarvaskerepet (tannintartalma 7-9 %-ot is elérhet) etettek juhokkal (Barry és Manley 1984, Barry és mtsai 1983, Waghorn és mtsai 1987). Ezzel szemben Broster és mtsai (1978), valamint Lohan és mtsai (1983) szarvasmarhák-
kal, Nishimuta és mtsai (1973), illetve McSweeney és mtsai (1988) juhokkal végzett kísérleteiben a tannin nem javította a N-mérleget.

Növekedett a kecskegidák napi testtömeg-gyarapodása Sengar és Mudgal (1982) kísérletében, amikor az állatok tanninnal kezelt földidiódarát fogyasztottak. Hasonlóképpen növekedett a bárányok testtömeg-gyarapodása tanninnal kezelt szójadara etetésekor is (Driedger és Hatfield 1972). Ugyanakkor McBrayer és mtsai (1983) kísérletében jelentősen csökkent az üszők testtömeg-gyarapodása, amikor takarmányadaguk 20 % földidiódarát tartalmazott.

Az ellentmondó kísérleti eredmények magyarázatát keresve, több ok is felhozható indokként. Elsőként kell említeni, hogy a kísérleteket különböző növényekből származó tanninnal végezték, amelyekben a tannint felépítő polifenolok szerkezete nem azonos.

Az irodalomban több olyan kísérleti beszámoló található, melyek szerint a tannin csökkenti a takarmányfogyasztást (Nastis és Melecek 1988, Panda és mtsai 1983, Soller és Reed 1985). Másrészt olyan kísérleti adatok is ismertek, hogy az állatok hozzászoktathatók a tannintartalmú takarmányokhoz (Burns és mtsai 1972, Dugmore és DuToit 1988).

A tanninnal szerzett negatív tapasztalatok egy része arra vezethető vissza, hogy a tannin nem csak a takarmány fehérjéivel képez komplex vegyületet, hanem a nyál, valamint az emésztőtraktus enzimeivel is és ennek következtében romlik a fehérje emészthetősége (Nishimuta és

mtsai 1973, McBrayer és mtsai 1983, Hill és mtsai 1987). Az is ismert azonban, hogy a tannintartalmú takarmányok etetésekor az adaptáció egyik megnyilvánulási formája a nyál, valamint az emésztőnedvek termelésének megnövekedése (Provenza és Melechek 1984, Cousins és mtsai 1981).

Az adaptációs mechanizmus részét képezi, hogy tannintartalmú takarmányok hosszabb időn át történő etetésekor a bendőben megnő a tanninbontó (tannáz) enzimmel rendelkező bendőbaktériumok száma (Begovic és mtsai 1978, Wilson 1977).

Az aldehideken és a tanninon kívül egyéb kemikáliákkal is végeztek kísérleteket a fehérje bendőbeli degradabilitásának csökkentésére. Így Van der Aaer és mtsai (1982) és mtsai különböző alkoholokkal (etanol, propanol, izopropanol) kívánták csökkenteni a bendőbeli lebonthatóságot. Schmidt és mtsai (1998) arról számolnak be, hogy a vérliszt fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága ortofoszforsavval történő kezeléssel 29,2 %-ról 25,1 %-ra csökkenthető, anélkül, hogy a kezelt takarmány fehérjéjének sósav-pepszines in vitro emészthetősége érdemben mérséklődne.

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 hőkezelés célja lehet a takarmány konzerválása, antinutritív anyagainak inaktiválása, emészthetőségének javítása, míg az utóbbi másfél évtizedben a takarmányfehérje bendőbeli lebonthatóságának csökkentésére is felhasználják a különböző hőkezelési eljárásokat.

A hőkezelési eljárásoknak két alapvető változatát különböztetjük meg, nevezetesen ismerünk termikus és hidrotermikus eljárásokat. Az

első esetben a hőhatás száraz környezetben éri a takarmányt, míg a hidrotermikus eljárás során a hőközlés nedves környezetben történik. Ezt legtöbbször takarmánynak forró gőzzel történő előkezelésével valósítják meg.

A hőkezelés során a fehérjelánc struktúrájának módosulása, denaturálódás, továbbá a Maillard reakció következtében csökken a fehérjék oldhatósága (Ceresnakova és Sommer 1979a, 1979b). Amikor a hőmérséklet eléri, vagy meghaladja a 110-130°C-ot, az aminosav veszteség jelentős mértékben megnövekszik, különösen a lizin veszteség lesz nagy. A veszteség Chrenkova és mtsai (1986) szerint a hidrotermikus eljárásoknál nagyobb a termikus módszerekhez képest.

A fehérje bendőbeli lebonthatóságának csökkentésére a kísérletekben az extrudálást alkalmazták a legtöbbször. Marsman és mtsai (1995) szerint az extrudálásra a magas hőmérséklet és a rövid reakcióidő a jellemző, amelynek során biopolimer reakciók sora (pl. fehérjedenaturálódás, enzimaktivitás változás) játszódik le a takarmányban. Az irodalomban számos olyan publikáció található, melyek az extrudált, vagy az expandált takarmányok fehérjéjének kisebb bendőbeli lebonthatóságáról számolnak be. Így Marsman és mtsai (1995) extrahált szójadara, Sommer és mtsai (1994) extrahált repcedara, Kibelolaud és mtsai (1993), Clinquart és mtsai (1993), valamint Schmidt és mtsai (1993) pedig borsófullfat repce keverék extrudálásával, illetve az eljárásnak a fehérje bendőbeli lebonthatóságára gyakorolt hatásával kapcsolatban számolnak be kedvező eredményekről.

2.2. A bendő zsírforgalma

A zsírok a kérődzők takarmányozásában is fontos szerepet játszanak. A zsíroknak az anyagforgalomban betöltött funkciói közül a kérő-

dzők esetében is az energiaforgalomban játszott szerepét szükséges első helyen említeni. Ez a funkciójuk a jövőben még fontosabbá válik, hiszen a tehenek laktációs termelésének folyamatos növekedése jelentősen fokozza az állatok energiaszükségletét. Ennek a megnövekedett szükségletnek a fedezésében fontos szerepet tölthetnek be a többi táplálóanyag-nál 2,3-2,5-ször nagyobb energiakoncentrációjú zsírok.

2.2.1. Zsírok előfordulása a bendőben

A bendőtartalomban található lipidek eredet szerint két csoportba sorolhatók. Származhatnak az állat által elfogyasztott takarmányból, de lehetnek mikrobiális eredetűek is, azaz a bendő mikrobái állítják elő őket. Demeyer (1973) szerint a bendőtartalomban csak kevés, 100 ml-ként 200-800 mg lipid található. Ennek 80 %-a takarmányból származik, 16 %-a az infuzóriumokban, 4 %-a pedig a bendőbaktériumokban taklálható (Kenney 1970).

Kenney (1970) vizsgálataiból tudjuk, hogy a bendő lipidtartalma és annak zsírsavösszetétele az etetés utáni órákban viszonylag állandó, ami feltehetően a mikrobiális zsírszintézissel áll összefüggésben. A bendőtartalom lipidjeiben a sztearinsav fordul elő a legnagyobb mennyiségben, ami valószínűleg a takarmányokkal a bendőbe kerülő egyéb 18 szénatomszámú zsírsavak (olajsav, linolsav, linolénsav) hidrogenálódásának a következménye, hiszen a takarmányokkal (főleg a növényi eredetűekkel) sok kerül a bendőbe az említett telítetlen zsírsavakból.

A tehenek bendőjében Hagemeister és Kaufmann (1979) mérései szerint naponta átlagosan 127,5 g mikrobiális zsír szintetizálódik. Ennek nagyobb részét – mintegy 105 g-ot – a baktériumok állítják elő és csak 22,5 g származik az infuzóriumok zsírszintéziséből. A bakteriális eredetű lipidek 27 %-a foszfolipid (Viviani 1968). A bendőbaktériumok által

szintetizált zsírokban 24 % palmitinsav, 33 % sztearinsav és 13 % olajsav található (Hagemeister és Kaufmann 1979). A protozoák által előállított lipidekben mintegy 85 % a foszfolipidek részaránya (Harfoot 1981). Zsírsavösszetételük is eltér a bakteriális eredetű lipidekétől, ugyanis a palmitinsav található bennük a legnagyobb mennyiségben (52 %), míg sztearinsavból csak 12 %-ot, olajsavból pedig csak 10 %-ot tartalmaznak, van bennük azonban mintegy 7 % linolsav is (Hagemeister és Kaufmann 1979).

Mind a baktériumok, mind a protozoák lipidjeiben találhatók elágazó szénláncú zsírsavak is, amelyek a marhafaggyúban és a tejzsírban is fellelhetők (Teweedy és mtsai 1966, Patton és mtsai 1970, Church 1991).

2.2.2. A zsírok hidrolízise a bendőben

A bendőben a takarmány lipidjei részben a növényi eredetű lipáz hatására, másrészt egyes bendőmikrobák lipolitikus aktivitásának eredményeként hidrolizálódnak (Hawke és Silcock 1970). Abban nem egységes a kutatók véleménye, hogy a hidrolízisben a növényi, vagy a mikrobák lipáz enzimének van-e nagyobb szerepe. Farruque és mtsai (1974) szerint a növényi lipáz, míg Henderson (1971) álláspontja szerint a mikrobiális zsírbontás szerepe az elsődleges.

A hidrolízis során glicerin, zsírsavak, szénhidrátok, foszforkötések válnak szabaddá, továbbá karboxil-csoportok szabadulnak fel, mely utóbbi változás fontos a telítetlen zsírsavak hidrogenálódása szempontjából (Kepler és mtsai 1971).

A zsírokat elsősorban a baktériumok hidrolizálják, az infuzóriumoknak kicsi a lipolitikus aktivitása (Dawson és Kemp 1969). A bendőbaktériumok közül számos faj rendelkezik zsírbontó enzimekkel. A zsi-

rok hidrolízisében az *Anaerovibrio lypolytica* tevékenysége meghatározó, két zsírbontó enzimet (egy eszterázt és egy extracelluláris lipázt) tudtak benne kimutatni (Henderson 1971). A foszfolipideket csak kevés baktériumfaj tudja lebontani, a *Butyrivibrio fibriosolvens* azonban képes erre (Hazelwood 1975). Hasonlóképpen vannak a bendőben olyan baktériumok is, amelyek le tudják bontani a növényi takarmányok lipidjeiben jelentős arányban előforduló galaktolipideket (Dawson és Hemington 1974).

2.2.3. A zsírok hidrogénezése a bendőben

A kérődzők takarmányadagjában található lipidekben a telítetlen zsírsavak vannak többségben, ezek nagy része azonban a bendőben hidrogenálódik. Harfoot (1981), valamint Maczulak mtsai (1981) szerint a hosszú szénláncú telítetlen zsírsavak akadályozzák a bendőbaktériumok szaporodását, ezért a hidrogénezés úgy is felfogható, mint a baktériumok védekező mechanizmusa a telítetlen zsírsavak káros hatásai ellen.

A hidrogénezést a lipidek hidrolíziséhez hasonlóan a bendő mikrobái, elsősorban a baktériumok (*Butyrivibrio fibriosolvens*, *Ruminococcus albus*, *Fusocillus babrahamensis* stb.) végzik (Kemp és mtsai 1975). Az infuzóriumok a hidrogénezésben csak kisebb mértékben vesznek részt.

A hidrogénezés többlépcsős folyamat. Így pl. az olajsavból, a linolsavból és a linolénsavból több intermedier vegyületen keresztül sztearinsav keletkezik. Noble (1981) szerint a 18 szénatomszámú telítetlen zsírsavak 80 %-a sztearinsavvá alakul, míg 20 %-ukból intermedierek – elsősorban transz-11-oktadecénsav – keletkeznek.

A hidrogenálódás mértékét több tényező is befolyásolja. Ilyenek lehetnek: a takarmányadag összetétele, elsősorban az abrak-tömeg-

takarmány arány, a bendőfolyadék pH-ja, a takarmány bendőben tartózkodásának ideje. Fennállhatnak ebben a tekintetben faji különbségek is. Ezzel magyarázható, hogy a különböző kísérletekben eltérő mértékűnek találták a hidrogénezés mértékét. Így pl. Bickerstaffe és mtsai (1972) kecskékkal végzett kísérletében a 18 szénatomszámú zsírsavak 90 %-a telítődött, míg tejelő tehenek esetében Mattos és Palmquist (1977) csak 68 %-os telítődési arányt mértek.

2.2.4. Zsírsavszintézis a bendőben

Mind a mikrobák, mind az infuzóriumok képesek arra, hogy zsírsavakat szintetizáljanak. Abban a kérdésben viszont már megoszlik a kutatók véleménye, hogy erre a szintézisre a takarmány lipidtartalma milyen hatást gyakorol. Bickerstaffe és mtsai (1972), valamint Czerkawski és mtsai (1975) szerint a takarmány zsírtartalmának növekedése serkenti a mikrobák zsírsavszintézisét. Hagemeister és Kaufmann (1979) tehenek esetében ennek ellenkezőjét figyelte meg.

2.2.5. A zsírok hatása a bendő működésére

Amint a korábbiakban már említésre került, a tehenek számára összeállított átlagos összetételű takarmányadagok a szárazanyag 2,8-3,5 %-át kitevő mennyiségű zsírt tartalmaznak. Abban az esetben, ha a takarmány zsírtartalma meghaladja a szárazanyag 4-5 %-át, Hagemeister és Kaufmann (1979) véleménye szerint az már zavarhatja a bendőfermentációt. Palmquist (1990) kérődzők takarmányadagjában a szárazanyag 2-3 %-ának megfelelő mennyiségű zsírt tekint optimálisnak, amely mennyiség 2-3 % bypass zsírral még tovább növelhető. Schmidt (1993) azt hangsúlyozza, hogy a takarmányadag maximális nyerszsírtartalmának megállapításakor a zsír zsírsavösszetételére is tekintettel kell lenni.

A túlzott mértékű zsírkiegészítés hatására csökken a bendőben a nyersrost lebontás mértéke (Bines és mtsai 1978, Rohr és mtsai 1978, Ikwuegbu és Sutton 1982, Van der Honing és mtsai 1981, 1983). Elsősorban a nyersrost lebontás csökkenésével magyarázható, hogy kisebb lesz a bendőben az ecetsavtermelés, szűkül az ecetsav-propionsav arány (Lebzien 1980, Chalupa és mtsai 1986). A nyersrost lebomlás csökkenésének egyik oka, hogy a zsír vékony, filmszerű réteggel vonja be a takarmányrészeket, akadályozva ezzel a mikrobák lebontó tevékenységét (Devendra és Lewis 1974, Rohr és mtsai 1978), de oka lehet a rost lebontás és ezzel az ecetsav hányad csökkenésének az is, hogy a zsírkiegészítés megváltoztatja a bendő mikroflórájának faji összetételét (White és mtsai 1958).

Függ a zsírkiegészítésnek a bendő mikrobapopneációjára gyakorolt hatása a zsír zsírsavösszetételétől is. A hosszú szénláncú telítetlen zsírsavak ugyanis csökkentik a mikrobák szaporodását (Harfoot 1981).

Több kísérletben is megfigyelték, hogy nagyobb mennyiségű zsíretetésekor csökkent az állatok takarmányfogyasztása (Brooks és mtsai 1954, Davison és Woods 1960, Bailey és Orskow 1974). Ez két okra vezethető vissza. Oka lehet a nyersrost bendőbeli lebomlásának lassulása, ami a takarmány bendőben tartózkodási idejének meghosszabbodásával és ennek következtében a takarmányfelvétel csökkenésével jár. Bekövetkezhet azonban a takarmányfelvétel mérséklődése a liposztatikus szabályozás eredményeként is (Piatkowski 1975).

2.2.6. A zsírok bendőbeli lebonthatóságának csökkentése

A zsírok említett negatív hatásainak kiküszöbölésére, de legalábbis mérséklésére széleskörű kutatómunka indult számos országban. A kísérletek célkitűzése olyan bypass zsírkészítmények kialakítása volt, ame-

lyek a bendőben nem, vagy csak kismértékben hidrolizálódnak és ennek következtében nem zavarják a bendőben zajló fermentációs folyamatokat.

A védett zsírkészítmények előállítására felhasznált módszereket, a védett fehérjék kialakítására alkalmazott eljárásokhoz hasonlóan két csoportba lehet besorolni: megkülönböztetünk fizikai és kémiai módszereket.

2.2.6.1. A zsírok bendőbeli lebomlásának csökkentése fizikai módszerekkel

A fizikai módszerek közé azokat az eljárásokat soroljuk, amelyek a zsírnak a bendőben le nem bomló burokkal történő bevonásával akadályozzák meg a zsír bendőbeli lebomlását. Az első ilyen készítményt Scott és mtsai (1970) fejlesztették ki. Eljárásuk lényege, hogy a zsírt, vagy full fat olajos magvakat formaldehiddel kezelt Na-kazeináttal vontak be. A formalin a kazein aminosavain a korábbiakban ismertetettek szerint (2.1.4.1. fejezet) metilol csoportokat hoz létre, majd metilén kötések alakulnak a kazein fehérjeláncai között, melyek ellenállnak a baktériumok lebontó hatásának a bendőben, így a zsír a burokból nem jut ki a bendőbe. A metilén kötések az oltógyomorban felszakadnak és a zsír a vékonybélben emészthető és felszívódhat. A készítménnyel több kutató (Hujtens és Schultz 1971, Astrup és mtsai 1976, Hagemester és Kaufmann 1979, McAllan és mtsai 1983) végzett eredményes vizsgálatokat. A módszer ennek ellenére nem terjedt el a gyakorlatban, aminek feltehetően az volt az oka, hogy a Na-kazeináttal történő bevonás költséges folyamat.

Hazai vonatkozásban Schmidt (1994) fejlesztettek ki hasonló védelmi mechanizmuson alapuló készítményt. A zsírt formaldehiddel kezelt

vérrel vonták be és védték meg a bendőbeli hidrolízistól. A készítmény a vele végzett eredményes kísérletek ellenére sem került forgalomba, mert a készítmény nagybani előállítása nem volt gazdaságosan megoldható.

A fizikai módszerek közé sorolható az az eljárás is, amelyben a zsírokat hidrogénezéssel keményítik. Ezek az eljárások olyan módon csökkentik a zsír káros bendőbeli hatásait, hogy a zsír olvadási pontját hidrogénezéssel testhőmérséklet fölé (46-48°C-ra) növelik, aminek következtében a zsírok a bendőben nem olvadnak meg és így a zsír nem tudja bevonni a takarmányrészecskéket. A hidrogénezés következtében jelentősen csökken a készítményben a telítetlen zsírsavak részaránya, ami ugyancsak előny a mikrobaműködés szempontjából. Az ilyen módon megvédett zsírokkal végzett kísérletek változó eredménnyel zárultak (Goering és mtsai 1977, Smith és mtsai 1978, Storry 1980, Jans 1983, Burgstaller és mtsai 1983, Burgstaller és Klein 1990 Magdus 1991).

Lényegében fizikai védelmet jelent a full-fat magvakban (szója, repce) levő növényi olaj számára az őt körbevevő sejtfal is. A full-fat magvak olajtartalmának egy része az olajat körbefogó sejtfal következtében egyáltalán nem, más része pedig csak lassan, a sejtfal lebomlásának ütemében jut ki a bendőbe. A full-fat magvak olajának védettsége azonban nem éri el a jó minőségű bypass zsírkészítmények védettségének mértékét. A full-fat magvak részleges védettségét több kísérletben igazolták (Palmquist és Conrad 1978, Hagemeister és Kaufmann 1979, Finn és mtsai 1985, Jilg 1986).

2.2.6.2. A zsírok bendőbeli védelme kémiai úton

A zsírok kémiai védelmét akkor valósítjuk meg, amikor valamilyen, a bendőben le nem bomló vegyületté alakítjuk őket, mely vegyület

azonban az oltógyomorban, vagy a duodenum kezdeti szakaszában uralkodó körülmények (pH) között zsírsavakra disszociál.

Ilyen védelmet jelent az elvégzett kísérletek eredményei alapján a zsírok Ca-sóvá (szappanná) történő alakítása. A Ca-szappanok jelentőségére White és mtsai (1958) kísérletei irányították rá a figyelmet, amikor a kukoricaolaj etetésekor ürükön fellépő emésztési zavarokat lucernahamu adagolásával meg tudta szüntetni. Hasonló tapasztalatokra tettek szert Davison és Wood (1963) is, amikor ugyancsak a kukoricaolaj kiváltotta emésztési depressziót bárányokon kalcium-karbonát és kalcium-klorid kiegészítéssel meg tudták szüntetni. Drakley és mtsai (1985) kalcium-hidroxid kiegészítéssel meg tudták előzni a napraforgó-pogácsa nyersrost emésztést csökkentő hatását. Ezeknek a kísérleteknek az eredményei indították el a Ca-szappanok takarmányozási hasznosításával kapcsolatos kutatómunkát.

A Ca-szappanokról kimutatták, hogy a bendőre jellemző pH tartományban nem bomlanak le, az oltógyomorban, valamint a vékonybél elülső szakaszában azonban a kötés felszakad és a szappanok mintegy 99 %-ban disszociálnak. Ezt követően megkezdődhet a zsírok hidrolízise, illetve a zsírsavak felszívódása. A Ca-szappanok megfelelő bendőbeli stabilitását, majd az emésztőcső posztruminális szakaszában történő lebomlásukat és hasznosításukat számos kísérletben bizonyították (Schröter 1980, Jenkins és Palmquist 1982, Patton 1987, Pabst 1990, Lebzien és mtsai 1992).

2.3. Bypass fehérjék és védett zsírok etetésével szerzett tapasztalatok

2.3.1. Bypass fehérjetakarmányok etetése szarvasmarhákkal

A 2.1. fejezetben kifejtésre került, hogy vannak olyan takarmányok, amelyeknek a fehérjéje szerkezetéből, aminosav összetételéből

kifolyólag a bendőben az átlagosnál (70 %) számottevően kisebb mértékben bomlik le. Bemutatásra kerültek, azok a módszerek is, amelyekkel csökkenteni lehetséges a takarmányfehérjék bendőbeli degradabilitását. Az ilyen módon előállított takarmányokat védett fehérjének (protected protein) nevezi a szakirodalom. Védett fehérjéről tehát csak akkor beszélhetünk, ha a fehérje kisfokú bendőbeli lebonthatósága mesterséges beavatkozás eredménye.

Az irodalomban számos olyan kísérlet ismert, amelyet eredendően 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.

Abból kiindulva, hogy a halliszt fehérjének bendőbeli lebonthatóságát több forrás (NRC 1985, INRA 1989, Hvelplund és Madsen 1990) kicsinek adja meg, számos kísérletben vizsgálták, hogy a halliszt milyen hatást gyakorol a tehenek tejtermelésére, illetve a hízómarhák testtömeggyarapodására. A halliszttal végzett kísérletek változó eredménnyel végződtek, ami arra vezethető vissza, hogy nem mindegyik halliszt fehérjének kicsi a bendőbeli lebonthatósága. Volden és Harstad (1991) a különböző halliszt minták fehérjének bendőbeli lebonthatóságát 31 és 65 % közöttinek mérte. Véleményük szerint a halliszt fehérjének bendőbeli degradabilitása függ az előállításához felhasznált hal fajtájától, a feldolgozásra kerülő hal frissességétől, a halliszt zsírtartalmától, zsírjának minőségétől, a szárítás hőmérsékletétől, valamint attól is, hogy a halliszt előállítás folyamán keletkezett halpréslevet a szárítás előtt visszajuttatják-e az alapanyagra.

Miller és mtsai (1981) 13 tehenészetben vizsgálták a hallisztnek a tejtermelésre és a tej összetételére gyakorolt hatását. A 41 % bendőbeli lebonthatóságú halliszt tehenészetenként változó mértékben (1-2 liter/nap), de szignifikánsan növelte a tehenek tejtermelését. A növekmény a laktáció elején tartó tehenek esetében nagyobb volt, mint a laktáció későbbi szakaszaiban. Szignifikánsan nőtt a tejzsírtartalma is, ugyanakkor a tej fehérjetartalma változatlan maradt. Orskov és mtsai (1987) ugyancsak eredményesen etettek hallisztet tehenekkel a laktáció első időszakában. Kísérleti eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a kis bendőbeli lebonthatóságú fehérjét tartalmazó halliszt az energiahányosan takarmányozott teheneknél segíti az energiatartalékok (testszövetek) mozgósítását. Orskov és mtsai (1987) mellett eredményes halliszt etetési kísérletről számoltak be Salewski és mtsai (1981), Vagneur (1992), valamint Hashiguchi és mtsai (1993) is.

Hazai vonatkozásban Várhegyi (1993) végzett tejelő tehenekkel eredményes kísérleteket. Kísérleteiben extrahált szójadarát helyettesített fehérjearányosan halliszttel. Kísérletei során napi 728 g, illetve 1086 g halliszt etetésekor nap 2,1 illetve 1,9 kg-mal növekedett a tejtermelés a kísérleti csoportokban. A tej összetételében egyik kísérletben sem következett be szignifikáns változás.

Az említett eredményes kísérletek mellett azonban olyan publikációk is találhatók az irodalomban, amelyek eredménytelen halliszt etetési kísérletekről számolnak be (Garstang 1981, Garnworthy és Jones 1987, Small és Gordon 1990).

Számos kísérletet végeztek tejelő teheneken a bendőben ugyancsak kismértékben lebomló kukoricagluténnal is. Az irodalomban sikeres és sikertelen kísérletekről szóló beszámolók egyaránt találhatók. Növelte a nagy tejhozamú tehenek tejtermelését Ohajuruka és Palmquist (1989)

kísérletében, amikor takarmányadagjukban szárított kukoricaglutén is szerepelt. Gracia és mtsai (1989) ugyancsak arról számoltak be, hogy nőtt a tehenek egységnyi szárazanyagfogyasztásra jutó tejtermelése, amikor a szójadarát nyersfehérje alapon kukoricaglutén-vérlist keverékkel, azaz kisebb bendőbeli lebonthatóságú fehérjével helyettesítették. Jelentősen, napi 2,4 literrel nőtt a tehenek tejtermelése kukoricaglutén etetésekor Belibasakis és mtsai (1995) kísérletében.

Stamples és mtsai (1984) nedves kukoricaglutén etetésekor a tejtermelés csökkenéséről számoltak be, bár az FCM-re számított tejtermelés nem csökkent, mert a glutén adag növelésével a tej zsírtartalma konzekvensen növekedett. Ezt annak tulajdonítják, hogy a glutén etetés hatására nőtt a bendőfolyadékban az ecetsav és csökkent a propionsav mennyisége, azaz az ecetsav-propionsav arány tágult a bendőfolyadékban. A zsírral ellentétben a tej fehérjetartalma csökkent a glutén adag növelésekor. Ez feltehetően arra vezethető vissza, hogy a szerzők igen nagy kukoricaglutén adagot etettek (a takarmányadag szárazanyagának 20, 30, illetve 40 %-a), aminek következtében a kukoricaglutén első limitáló aminosavának, a lizinnek a hiánya határolta be a tejfehérje szintézist. Stamples és mtsai (1984) eredményeitől eltérően Armentano és Dentine (1988) kísérletében nem csökkent a tejtermelés, amikor a szárazanyag igény 36 %-ának megfelelő mennyiségű nedves kukoricaglutént etettek a tehenekkel kukoricát és extrahált szójadarát tartalmazó abrak helyett.

Eredménytelen volt a kukoricaglutén etetés Holter és mtsai (1992) kísérletében. A tejtermelés a várttal ellentétben nem a laktáció első, hanem a második szakaszában növekedett és laktáció egészét tekintve a tejtermelés csak kismértékben növekedett a glutén etetés hatására. Nem gyakorolt egyértelmű hatást a glutén a tej összetételére sem.

Vagneur (1992) a szójaliszt, a halliszt, valamint kukoricaglutén tejtermelésre gyakorolt hatását hasonlította össze. Bár a kontroll csoport-hoz képest a glutén is növelte a tejtermelést, de szójánál és a hallisznél kisebb arányban.

Az állati eredetű takarmányok közül a toll-lisztnek és a vérlisztnek is kicsi a bendőbeli lebonthatósága. Ebből következően mindkettőt felhasználják a szarvasmarha takarmányozásban. A toll-liszt fehérje kis bendőbeli lebonthatósága a benne található, diszulfid kötésekkel magyarázható. A toll-liszt fehérje bendőbeli lebonthatóságát feldolgozásának technológiája – elsősorban a feltárásakor 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-lisztnek a kérődzők takarmányozásában történő hasznosításakor tekintettel kell lenni arra is, hogy a toll-liszt aminosav összetétele nem kiegyensúlyozott, lizinből, metioninból és hisztidinből a toll-liszt fehérje különösen keveset tartalmaz, ennél fogva kisebb biológiai értékű, mint a mikrobafehérje. Ezért egyedüli bypass fehérjeforrásként nagyobb mennyiségben nem célszerű toll-lisztet etetni. Ezt igazolják Church és mtsai (1982) eredményei, melyek szerint az extrahált szójadarának toll-liszttel történő helyettesítése egy határig javítja a szarvasmarhák N-visszatartását, amikor azonban a helyettesítés eléri a szójadara 75 %-át, az eredmények romlanak.

A toll-liszt egyéb más fehérjeforrásokkal történő kombinálásának kedvező hatását támasztják alá Goedeken és mtsai (1990) adatai is. A toll-lisztnek vérliszttel, valamint vérliszttel és kukoricagluténnal történő kombinálása jelentősen javítja a kérődzők N-hasznosítását. A toll-liszt és

a gyapotmagdara együttes etetésének kedvező hatását Adrigbigbe és Church (1983) figyelték meg kísérleteikben, míg a toll-liszt és extr. szójadara kombinálásának kedvező hatását Thomas és Beeson (1977) is megerősítették.

Nagy adag toll-liszt etetésekor nemcsak az limitálja tehenek és a hízómarhák termelését, hogy kedvezőtlen lesz a vékonybélből felszívódó aminosav keverék aminosav összetétele, hanem az is, hogy kevés lesz a bendőben a mikrobafehérje szintézishez szükséges nitrogén mennyisége. Ezt látszanak alátámasztani Daugherty és Church (1982) eredményei, melyek szerint javul a növendékmarhák N-visszatartása, ha a toll-liszt mellett karbamid kiegészítést is kaptak az állatok.

A vérliszt fehérjéjének 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) viszont kevesebbet tartalmaz. Rontja biológiai értékét extrémén tág leucin-izoleucin aránya is (Kakuk és Schmidt 1988). Ezért a szarvasmarhák takarmányozásában egyedüli bypass fehérjeforrásként csak ritkán használják. Goedeken és mtsai (1990) növendékmarhákkal végzett kísérletében a vérliszt fehérjéjének hasznosulása alig haladta meg a toll-lisztét. Kukoricagluténnal kombinálva azonban a N-hasznosítás ugrásszerűen megjavult, csaknem megkétszereződött. Jó kombinációnak minősült kísérleteik során a N-hasznosítás szempontjából a vérliszt+kukoricaglutén+toll-liszt keverék is, ugyanis a vérliszthez képest 16 % -kal javította a fehérjehasznosítást (Goedeken és mtsai 1990).

A vérliszt és a kukoricaglutén kombináció kedvező voltát igazolják Erasmus és mtsai (1994) eredményei is, akik azt vizsgálták, hogy a vérliszt, valamint a kukoricaglutén etetés milyen hatással van a

duodenális chimus aminosav összetételére. Az adatokból arra lehet következtetni, hogy a két takarmány aminosav garnitúrája szerencsésen egészíti ki egymást.

Grumnier és mtsai (1994) a vérlisztet csontos húsliszttel kombinálták és jó eredménnyel használták fel holstein fríz tehenek takarmányozásában. Hökeztelt szójadarához viszonyítva napi 0,8 literrel növelte a tejtermelést. Az adag UDP hányadának emelkedése növelte a tejjel termelt fehérje és zsír mennyiségét is

Azt hangsúlyozni szükséges, hogy a szarvasmarhák fertőző, szivacsos agyvelőbántalmának (BSE) megelőzésével összefüggő állategészségügyi rendszabályok az Európai Unió országaihoz hasonlóan hazánkban is csak baromfi vérből készült vérliszt felhasználását engedélyezik a szarvasmarhák takarmányozásában

Több kísérletet végeztek tejelő teheneken kémiai eljárással védett fehérjékkel is. Verite és Journet (1977) formalinnal kezelt extrahált szójadara etetésekor a tejtermelés növekedését figyelték meg. Hagemeister és Kaufmann (1979) ugyancsak érdemleges mértékben – az egész laktációra vonatkozóan 400-500 literrel – tudták növelni a tehenek tejtermelését formaldehiddel kezelt extrahált szójadarával. Kassem és mtsai (1987) formaldehiddel kezelt árpa etetésekor ugyancsak a tejtermelés növekedését figyelték meg. Ugyanakkor ismertek olyan kísérletek is, amelyekben a formaldehiddel kezelt takarmány etetése nem eredményezett nagyobb tejtermelést (Satter és mtsai 1970, Clark és mtsai 1974).

Jó eredményeket értek el azokban a kísérletekben, amelyekben Soypass néven forgalmazott védett szójakészítményt etettek. A készítményt a szójának xilózzal történő kezelésével állítják elő. Losand és mtsai (1996) holstein fríz tehenekkel végzett kísérletében a Soypass etetés több mint 10 %-kal növelte a tejtermelést, valamint a tejjel termelt

zsír és fehérje mennyiségét. Malestein (1994) arra hívja fel a figyelmet, hogy a Soypass etetés nem csak a tejtermelést növeli, hanem lehetőséget ad az adag nyersfehérje tartalmának csökkentésére is. 1,7 kg Soypass annyi vékonybélből felszívódó aminosavat nyújt az állatoknak, mint amennyit 2,5 kg szójadara tartalmaz. Ez lehetővé teszi, hogy 1,7 kg védett szójadara etetésekor 350 g-mal csökkentsük az adag nyersfehérje tartalmát.

A védett fehérje etetés előnyei között kell említeni azt a kedvező hatást, amit a kisebb bendőbeli lebonthatóságú takarmányok etetése a tehenek szaporodásbiológiai státuszára fejt ki. A kisebb bendőbeli lebonthatóság következtében csökken a bendőfolyadék NH_3 -tartalma, aminek következtében kisebb lesz a vérplazma karbamid tartalma. Ez utóbbi ténynek a termékenyülési eredményekre gyakorolt kedvező hatását több kísérletben is megerősítették (Kaufmann 1977, Kaufmann és Lüpping 1978, Oldham és mtsai 1982, Kaufmann 1982, Bruckental és mtsai 1996).

2.3.2. Védett zsírok etetése tejelő tehenekkel

Az irodalmi áttekintés 2.2.6. fejezetében azokat a kísérleti eredményeket foglaltuk össze, amelyek azt igazolják, hogy védett zsírok etetésével kiküszöbölhetők, vagy legalábbis mérsékelhetők a normál zsíroknak a bendőfermentációra kifejtett káros hatásai. Ennek megfelelően számos kísérletet végeztek a különböző eljárásokkal előállított védett zsírkészítményekkel a tehenek energiamérlegének javítására.

A zsírkiegészítésnek a tej mennyiségére gyakorolt hatása tekintében nem egységes az irodalom álláspontja. Növelte a Ca-szappannal végzett kiegészítés a tehenek tejtermelését Abel és mtsai (1988), Ferguson és mtsai (1988), Bohnenkemper (1990), Rohr és Lebzien

(1990), Gagliostro és Chilliard (1992), Lebzien és mtsai (1992), Rohr és mtsai (1993), Wu és mtsai (1993), Sklan és mtsai (1994), valamint Geissler és mtsai (1994), kísérletében. Növekedett a tejtermelés olyan kísérletekben is, amelyekben formalinnal kezelt fehérjével védték a zsírokat a bendőbeli hidrolízistől (Dunkley és mtsai 1977, Rohr és Lebzien 1990).

Ismertek viszont olyan kísérletek is, amelyekben a zsírkiegészítés hatástalan volt a tejtermelésre (Goering és mtsai 1977, Smith és mtsai 1978, Burgstaller és Klein 1990, Schauuff és mtsai 1992, Elmeddan és mtsai 1994, Lubis 1994, Spain és mtsai 1995, valamint Kobayashi és mtsai 1999), sőt egyes kísérletekben a zsírkiegészítés csökkentette a tejtermelést (Bines és mtsai 1978, Hagemester és Kaufmann 1979, Murphy és Morgan 1983, Schauuff és Clark 1992, Holter és Hayes 1994). A változó eredmények okainak elemzésére a saját vizsgálatok eredményeinek az irodalmi adatokkal történő összevetésekor kerül sor, annyit azonban már e helyen is említeni szükséges, hogy a sikertelen kísérletekben legtöbbször nem kielégítő védettségű készítményt etettek az állatokkal.

Változó eredményre vezettek a kísérletek abban a tekintetben is, hogy a zsírkiegészítés milyen hatást gyakorolt a tej zsírtartalmára. A kísérletek nagyobb részében a védett zsír kiegészítés növelte a tej zsírtartalmát (Dunkley és mtsai 1977, Bines és mtsai 1978, Rohr és Lebzien 1990, Bohnenkemper 1990, Rohr és mtsai 1993, Sklan és mtsai 1994, Geissler és mtsai 1994, Gagliostro 1998), de nem kevés azoknak a kísérleteknek a száma, amelyekben a tej zsírtartalma nem változott, vagy akár csökkent a zsírkiegészítés hatására (Davis és Brown 1969, Christie 1981, Kirchgessner és Kaufmann 1986, Selner és Schultz 1980, Lebzien és mtsai 1992, Elmeddah és mtsai 1994, Holter és Hayes 1994, Spain és

mtsai 1995, Kobayashi és mtsai 1999). Az okok elemzésére e kérdés tekintetében is a diszkusszió során térünk ki.

Zsírkiegészítés esetén gyakran előfordul, hogy csökken a tej fehérjetartalma (Mattos és Palmquist 1974, Rohr és mtsai 1978, Palmquist és Moser 1981, Burgstaller és mtsai 1988, Rohr és Lebzien 1990). Ennek oka legtöbb esetben a mikrobafehérje szintézis csökkenésében keresendő, de Palmquist és Jenkins (1980) szerint a glükóz forgalom megváltozása is szerepelhet az okok között.

Wu és Huber (1994) azt találták, hogy zsírkiegészítés esetén csökkent az anyagforgalomban a glükóz mennyisége, valamint a vérplazma AST koncentrációja, továbbá inzulinrezisztencia kialakulására kell számítani. Choi és mtsai (1999) ugyancsak inzulinrezisztencia kialakulását figyelték zsírkiegészítés esetén.

A zsírkiegészítés befolyásolhatja a tejzsír zsírsav összetételét. Ennek jellege és mértéke a zsírkiegészítésre használt készítmény zsírsav összetételétől, valamint az etetett zsír mennyiségétől függ. A tejzsír zsírsav összetételének megváltozása hatással lehet a tejzsír táplálkozási értékére, valamint a vaj fizikai tulajdonságaira (kenhetőségére).

A humán táplálkozás szempontjából is fontos többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavaknak növekedésére akkor számíthatunk a tejben, ha növényolaj-alapú készítményt etetünk. Az ilyen zsírsav összetételű készítmény etetésekor a laurinsav, a mirisztinsav, valamint a palmitinsav csökkenésére, illetve az olajsav, linolsav és linolénsav növekedésére számíthatunk (Ashees és mtsai 1992). Ugyanezt tapasztalták Schauff és mtsai (1992), amikor extrudált full-fat szóját etetettek. Lebzien és mtsai (1992) a C₁₈ zsírsavak (főleg az olajsav) növekedését figyelte meg pálmamagolajból készült Ca-zappan etetésekor.

A többszörösen telítetlen zsírsavak mennyiségének növekedése növeli a tej táplálkozási értékét, hiszen ezek a zsírsavak fontosak a sejtmembránok működésében, valamint prekursorai több fontos vegyületnek, pl. prosztaglandinoknak, leukotiéneknek, lipoxinoknak (Husvéth 1994).

Természetesen a telítetlen zsírsavak arányának növekedése a tejben csak olyan készítmények etetésétől várható, amelyekben a készítmény előállításakor nem telítődnek az említett zsírsavak (pl. a bendőben nem oldódó burokkal ellátott zsír, Ca-szappanok). A keményítéssel megvédett zsírkészítményektől ilyen hatás nem várható, mert azokban az előállítás folyamán jelentősen csökken a telítetlen zsírsavak részaránya.

Végezetül a növényolaj-alapú készítményektől is csak akkor várható a tejszír zsírsav összetételének kedvező irányú módosítása, ha azok megfelelően védettek, hiszen amint az a korábbiakban (2.2.3. fejezet) már említésre került, a bendő jelentős hidrogénező kapacitással rendelkezik.

3. Saját vizsgálatok

3.1. A kísérletek célkitűzése

Napjainkban általánosan elfogadott vélemény, hogy a nagy tejtermelésű tehénállományoktól csak akkor várható el, hogy hosszú időn át, anyagforgalmi zavarok nélkül, magas színvonalon termeljenek, ha táplálóanyag szükségletüket valamennyi táplálóanyag tekintetében maradéktalanul fedezzük és közben arra is ügyelünk, hogy ne sértsük a bendőben zajló fermentációs folyamatok alapvető törvényszerűségeit. Ebből kiindulva két olyan takarmánykészítmény, egy védett fehérje- és egy védett zsírkészítmény vizsgálatát terveztem elvégezni, melyektől remélhető volt, hogy a bendőfermentáció zavarása nélkül segítenek a tehenek

energiamérlegének javításában, fehérjeszükségletének fedezésében. A két készítménnyel a következő vizsgálatokat kívántam elvégezni:

- Állati, illetve növényi eredetű takarmányokból kémiai kezeléssel előállított védett fehérje koncentrátum vizsgálata során az alábbiakat tervezem megállapítani:

- *Lehetséges-e az eredetileg is kis bendőbeli lebonthatóságú vér-
liszt, toll-liszt, valamint kukoricaglutén fehérjéjének degradabili-
tását glioxállal, vagy glutáraldehiddel végzett kezeléssel tovább
csökkenteni?

- * Melyik az az aldehid dózis, amelynek alkalmazásakor a legtöbb
posztruminálisan emészthető fehérje jut el a vékonybélbe?

- * Milyen hatást gyakorol az aldehiddel kezelt fehérjetakarmány a
bendőfermentációra?

- * Milyen eredménnyel használható fel az aldehiddel végzett keze-
lés következtében lecsökkent RDP hányad pótlására valamilyen
NPN anyag?

- * Növelhető-e a tehenek tejtermelése kémiai kezeléssel előállított
védett fehérjekoncentrátum etetésével?

- * Befolyásolja-e a védett fehérjekoncentrátum etetése a tej össze-
tételét, illetve a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségét?

- Növényolajipari melléktermékből előállított Ca-szappan etetésekor a
következő kérdésekre kívánok választ adni:

- * Milyen minőségű (energiaértékű, zsírsav összetételű, szabad
zsírsav tartalmú) Ca-szappan állítható elő a növényolajipar egyik
nagy mennyiségben keletkező melléktermékéből, a hidegszűrési
maradékból?

- * Milyen az előállított Ca-szappan bendőbeli stabilitása?

- * Milyen hatást gyakorol a vizsgált Ca-szappan a bendőfermentációra?
- * Javítható-e hidegszűrési maradék alapú Ca-szappannal a tehenek energiamérlege és ez milyen hatással van a tejtermelésre?
- * Befolyásolja-e a Ca-szappan a tejzsír zsírsav összetételét és ezáltal a tejzsír, illetve a vaj táplálkozási értékét?

3.2. Anyag és módszer

3.2.1. A kísérletek során felhasznált állatkísérleti módszerek

3.2.1.1. A bendőbeli lebonthatóság megállapítása az in situ eljárással

A fehérje bendőbeli lebonthatóságának csökkentésére felhasznált aldehidek hatását, a kialakított védett fehérjekoncentrátum, valamint a védett zsírkészítmény aktuális bendőbeli lebonthatóságát az in situ módszerrel állapítottuk meg.

A kísérleteket minden esetben 3 magyartarka x holstein fríz R₄ tehénnel végeztük. A zsákocskák Scrynel nevű műanyagszövetből (Zürcher Beuteltuchfabrik AG. Schweiz) készültek, melynek pórusmérete 40 mikron volt. Amikor az aldehideknek a fehérje bendőbeli degradabilitására gyakorolt hatását vizsgáltuk, az inkubációs idő mindig 24 óra volt. Az aktuális fehérje, illetve zsír lebonthatóság megállapításakor az inkubációs idő 0, 2, 4, 8, 12, 24 és 48 óra volt. Valamennyi takarmányt, illetve készítményt tehenenként és inkubációs időnként ötszörös ismételtsében vizsgáltuk (5 zsákocsk/ismétlés/tehen).

A zsákocskákat az inkubációt követően gondosan átmostuk, hogy belőlük a már lebontott táplálóanyagokat, valamint a bendőfolyadék maradványokat eltávolítsuk. A mosásra váró zsákocskákat langyos vízben rázógépen 8x10 percig mostuk. A mosáshoz felhasznált vizet mind a nyolc alkalommal frissre cseréltük. A zsákocskák szárítása 60°C hőmér-

sékletű termosztátban történt. A védett fehérjekoncentrátum és a védett zsírkészítmény aktuális bendőbeli lebonthatóságát. Kristensen és mtsai (1982) módszerével számítottuk ki.

A fehérjevédelem céljára felhasznált aldehideknek, a védett fehérjekoncentrátumnak, valamint a védett zsírkészítménynek a bendőfermentációra gyakorolt hatására a bendőfolyadék paramétereinek változása alapján kívántunk következtetni. Ezeket a kísérleteket a védett fehérjekoncentrátum esetében három, bendő- és duodenumfisztulával ellátott magyarartarka x holstein-fríz R₄ növendékbikával, a védett zsírkészítmény vizsgálatakor pedig 3, bendőfisztulás magyarartarka x holstein-fríz R₄ tehénnel végeztük szakaszos kísérleti módszerrel. Az előtetési szakasz 10 napig tartott, melyet egy 4 napos kísérleti szakasz követett. A 4 napos kísérleti szakasz valamennyi napján naponta két alkalommal, a reggeli etetés előtt, majd az etetést követő 3 óra múlva a bendőfisztulán át mintát vettünk a bendőfolyadékból. A mintát hőtárolós palackokban szállítottuk a laboratóriumba. Erre azért volt szükség, hogy a bendőmikrobák megőrizzék aktivitásukat, ugyanis a vizsgálatok során a bendőfolyadék aktivitását is vizsgáltuk. A bendőfolyadék mintákból a következő paramétereket állapítottuk meg: pH, NH₃- és illózsírsav tartalom, a bendőfolyadék aktivitása.

3.2.1.2. A bendőben szintetizálódó mikrobafehérje mennyiségének megállapítása

A védett fehérje etetés és az amidanyag kiegészítés kombinálásának a mikrobafehérje szintézis mértékére gyakorolt hatását 3, bendő- és duodenumfisztulával ellátott magyarartarka x holstein-fríz R₄ bikával vizs-

gáltuk szakaszos kísérleti módszerrel. Az előtetési szakaszok 10 naposak voltak, amelyeket 4 napos vizsgálati szakaszok követtek. A vizsgálati szakaszok 1. és 4. napján 6 és 16 óra között kétóránként mintát vettünk a duodenális chimuszból. Tekintettel arra, hogy a kísérleti állatok nem átfolyó (re-entrant), hanem T-fisztulával rendelkeztek, a duodenumon áthaladó chimusz mennyiségének megállapításához jelölőanyagra van szükség. Jelölő anyagként TiO_2 -t kevertünk az állatok abraktakarmányába. A TiO_2 nem csak azért minősül jó jelölőanyagnak mert egyenletesen halad át az emésztőcsövön és mert egyáltalán nem szívódik fel az emésztőcső egyik szakaszában sem, hanem azért is, mert kimutatása a chimuszból, vagy a bélsárból viszonylag egyszerű eljárás (Brandt és Allam 1987).

A chimusz mintáknak a következő paraméterei kerültek meghatározásra: pH, szárazanyag, nyersfehérje, NH_3 , DAPA (diaminopimelinsav), valamint a TiO_2 -tartalom.

A vizsgálati szakaszok 3. napján a fisztulán át mintát vettünk a bendőfolyadékából. Ebből nyertük ki azt a mikroba masszát, amelyből a mikrobák nyersfehérje-tartalmát, valamint a mikrobafehérje DAPA-tartalmát megállapítottuk. A mintavételre minden alkalommal a 3 órával a reggeli etetést követően került sor.

3.2.1.3. Üzemi tejtermelési kísérletek

Annak a megállapítására, hogy a vizsgált védett fehérjekoncentrátum, valamint védett zsírkészítmény milyen hatást gyakorolnak a tehenek tejtermelésére, a tej összetételére, a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségére, valamint a tejzsír zsírsav összetételére, három üzemi tejtermelési kísérletet végeztünk a Sárvári Mezőgazdasági Rt. szitamajori és hegyfa-

lui tehenészeti telepén, valamint a Komáromi Mezőgazdasági Rt. csémpusztai tehenészeti telepén.

A kontroll, valamint a kísérleti csoportokat mindhárom kísérlet esetében tehénpáros módszerrel állítottuk össze. A tehénpárok kiválogatásakor a következő szempontokat vettük figyelembe: tejtermelés az előző laktációban, az eddigi laktációk száma, az elléstől eltelt napok száma a folyamatban levő laktációban, tejtermelés a kísérlet indulásakor. A csémpusztai tehenészeti telepen fajtatiszta holstein-fríz tehenekkel végeztük a kísérletet, míg a Sárvári Mezőgazdasági Rt. két telepén magyartarka x holstein-fríz keresztezett tehenekkel folytak a kísérletek. A holstein-fríz vérhányadot a tehénpárok kialakításakor már nem tartottuk szükségesnek figyelembe venni, a gazdaságnak ugyanis mindkét telepén 90 %-ot meghaladó volt az állományban a holstein-fríz génhányad. Azt, hogy a tehénpárok összeállításakor figyelembe vett szempontok a három kísérlet csoportjaiban hogyan alakultak, a 2. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat

**A tehénpárok kiválogatásakor figyelembe vett paraméterek
alakulása az üzemi tejtermelési
kísérletekben**

Paraméter	1. kísérlet	2. kísérlet	3. kísérlet	4. kísérlet
-----------	-------------	-------------	-------------	-------------

	kont- roll	kísér- leti	kont- roll	kísér- leti	kont- roll	kísér- leti	kont- roll	kísér- leti
	csoport							
Csoportlétszám, db	25	25	30	30	18	18	25	25
Tejtermelés az előző laktációban, l.	8097	8166	7642	7662	7712	7757	8097	8132
Eddigi laktációk száma	3,4	3,1	2,7	2,8	2,2	2,2	3,4	2,8
Napi tejtermelés a kísérlet kezdetén, l.	36,61	36,73	29,2	29,5	30,19	29,67	36,61	35,75

A 2. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy mindhárom kísérletben közel azonos paraméterekkel rendelkező csoportokat sikerült kialakítani, ami a megalapozott következtetések egyik lényeges feltétele.

A Sárvári Mezőgazdasági Rt. mindkét tehenészeti telepén számítógéppel összekapcsolt fejési rendszer működött, így lehetőségünk volt a tehenek tejtermelésének fejésenkénti regisztrálására és nyilvántartására. A Komáromi Mezőgazdasági Rt. csémpusztai tehenészeti telepén Tru test berendezéssel ugyancsak fejésenként és egyedenként mértük a tejtermelést.

A tej összetételét mindhárom kísérletben hetente két alkalommal egyedileg mértük. A vizsgálatokat a Gödöllői Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. System-5000 (Foss Electric Koppenhága) automatával végezte. Valamennyi minta esetében a tej zsír, fehérje, cukor és karbamid tartalmát állapítottuk meg.

3.2.2. A kísérletek során felhasznált kémiai vizsgálati eljárások

A kísérletek folyamán etetett takarmányok szárazanyag, nyersfehérje, emészthető nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, Ca és P tartalmát a Magyar Takarmánykódex (1990) 2. kötetében közreadott

módszerekkel (5.1., 6.1., 6.3., 7.1., 8.1., 10.1., 10.3. és 11.6. fejezetek) állapítottuk meg.

A silókukorica szilázs, továbbá a bendőfolyadék minták pH értékét Radelkisz OP-211/1 típusú elektromos pH mérővel állapítottuk meg. Ugyanezen minták NH_3 tartalmát NH_3 -érzékeny elektróddal (Radelkisz OP 242-2 típusú berendezéssel) vizsgáltuk.

A silókukorica szilázs, valamint a bendőfolyadék minták illózsírsav-tartalmát Chrom-5 típusú gázkromatográffal határoztuk meg. A kolona töltet Supelco Carbopack B-DA (Supelco Inc., Bellefonte, PA.) gyanta volt. A tejmintákat a zsírsavösszetétel megállapításához Hustvéth és mtsai (1982), valamint Husvéth és Gaál (1988) által leírt módon készítettük elő. A vizsgálatot Chrom-5 típusú gázkromatográffal végeztük. Az oszloptöltet Supelco SP 2330 gyanta volt.

A bendőben szintetizálódó mikrobafehérje mennyiségének megállapításához marker anyagként a bendőbaktériumok sejtfalában található DAPA-t (diamino-pimelinsav) használtuk fel. A vizsgálatot Amino-chrom-II típusú aminosav analizátorral végeztük, az oszloptöltet Kemochrom-9 gyanta volt. A vizsgálathoz Csapó és mtsai (1991) módszerét választottuk. Ennek lényeges eleme, hogy a mintában levő metionint perhangyasavval metionin-szulfonná oxidáljuk azért, hogy ezáltal a DAPA jó elválasztását biztosítsuk. A perhangyasavas oxidációt a Degussa metodikai javaslata (Degussa Analitik/Analysis 1986) alapján hajtottuk végre, aminek eredményeként a DAPA a metionin helyén a valin és az izoleucin között jól mérhetően jelenik meg.

A bendőben szintetizált mikrobafehérje mennyiségének megállapításához ismerni szükséges a bendőmikroba fehérje DAPA tartalmát. Ehhez mikrobafehérjére van szükség, amelyet a bendőfolyadékból Krawielitzki és Piatkowski (1977) differenciál centrifugáláson alapuló

módszerével nyertünk. A módszer értelmében a bendőfolyadék mintát – amelyben a baktériumok szaporodását formalinnal (20 ml/l bendőfolyadék) gátoltuk – először 3000/perc fordulattal centrifugáltuk, amivel eltávolítottuk a bendőfolyadékból a takarmányrészecskéket, valamint a protozoákat. Ezt követően a bendőbaktériumokat 16000 fordulat/perc sebességgel végzett centrifugálással nyertük ki a bendőfolyadékból. A bendőbaktérium masszát liofilezéssel szárítottuk.

Amint az a 3.2.1.3. fejezetben már említésre került, a duodenumon áthaladó chimusz mennyiségének megállapítása céljából jelölőanyagként TiO_2 -t kevertünk az állatok takarmányába. Nevezett vegyületnek jelölőanyagkénti alkalmazásával a kérődzők esetében Owens és Hanson (1992) számolnak be jó eredményekről. A chimusz TiO_2 -tartalmát Brandt és Allam (1987) által javasolt módszerrel határoztuk meg. Az állatok etetésenként 30 g TiO_2 -t kaptak. A duodenumon áthaladó chimusz mennyiségének pontos megállapítása miatt fontos, hogy az állatok az adagolni tervezett TiO_2 mennyiségéhez hiánytalanul hozzájussanak, ezért az egy etetéshez szükséges TiO_2 adagot az abrak egy részéhez hozzákevertük, majd az etetést megelőzően a fisztulán keresztül közvetlenül a bendőbe juttattuk.

A napi TiO_2 adag, illetve a chimusz TiO_2 tartalmának ismeretében a duodenumon áthaladó chimusz mennyiségét a következő képlet segítségével számítottuk ki:

$$\text{Duodenumon áthaladó chimusz, g/nap} = \frac{\text{takarmány } \text{TiO}_2 \text{ tartalma, mg/nap}}{\text{chimusz } \text{TiO}_2 \text{ tartalma, mg/g}}$$

A bendőfolyadék mikrobiális aktivitását a nitritredukciós próbával állapítottuk meg. A vizsgálatot három nitritkoncentrációval (0,2, 0,5, 0,7 ml KNO_2 oldat) végeztük el. Az alkalmazott reagens α -naftil-amin

volt. Az aktivitásra abból az időtartamból következtetünk, amelyre a bendőbaktériumoknak a nitrit redukciójához szükség van. A nitrit lebomlását a reagens KNO_2 -tel adott piros színének eltűnése jelzi (Horváth 1979).

A statisztikai analízist a Statistica of Stat Soft Inc. program segítségével végeztük el.

3.3. Kísérleti eredmények és azok megbeszélése

3.3.1. Védett fehérje készítménnyel végzett kísérletek

3.3.1.1. A glioxál és glutáraldehid hatása különböző takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságára

A 2.1.5.1. fejezetben leírtak egyértelműen igazolják, hogy a formaldehid alkalmas arra, hogy vele csökkentjük a takarmányok fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát. Az is kiderült az irodalom tanulmányozása során, hogy más aldehidekre, pl. a glioxálra, valamint a glutáraldehidre vonatkozóan csak kevés kísérleti eredmény áll rendelkezésre. Ugyanakkor humán egészségügyi megfontolásokból több országban nem engedélyezik a takarmányoknak formalinnal történő kezelését, valamint konzerválását. Tekintettel arra, hogy a dialdehidekkel szemben a formalinhoz képest lényegesen kevesebb kifogás merül fel, kísérleteinket glioxállal és glutáraldehiddel végeztük. Ezekben a célkitűzésekben leírt kérdésekre kerestünk választ:

A bendőfisztulás tehenek az in situ módszerrel végzett kísérletben a következő összetételű és táplálóanyag tartalmú takarmányadagot fogyasztották:

20 kg silókukorica szilázs

3 kg lucerna széna

2 kg abrakkeverék

Az abrakkeverék összetétele:

Kukorica	50,0 %
Búza	15,0 %
Extr. napraforgó	30,0 %
Komplett premix	<u>5,0 %</u>
Összesen	100,0 %

A napi adag táplálóanyag tartalma a következő volt:

Szárazanyag	11,4 kg
NE _I	72,8 MJ
Nyersfehérje	1506,6 g
MFE	904,9 g
MFN	934,1 g
dg	71,9 %
Nyersrost	2203,8 g
Ca	78,5 g
P	49,1 g

Az elvégzett kísérletek eredményeit a 3. és 4. táblázatban foglaltuk össze. Ezek alapján megállapítható, hogy a két aldehid eltérő hatást gyakorol a vizsgált takarmányoknak nem csak a bendőbeli lebonthatóságára, hanem posztruminális emészthetőségére is.

A glutáraldehid a kukoricaglutén, valamint a toll-liszt esetében egyértelműen csökkentette a fehérje bendőbeli lebonthatóságát, a vérliszt esetében ezzel szemben csak kismértékű és bizonytalan volt a hatás. Amikor a kukoricaglutént nyersfehérje-tartalmának 5, illetve 10 %-át kitevő glutáraldehiddel kezeljük, nyersfehérjéjének mindössze mintegy 13 %-át tudják a mikrobák lebontani a bendőben. A toll-liszt esetében

kisebb a hatás, de a nyersfehérje 5, illetve 10 %-ának megfelelő glutáraldehid dózis ennél a takarmánynál is nagynak minősíthető: 70,88, illetve 77,94 %-os UDP hányadot eredményez, ami a fehérje bendőbeli lebonthatóságának 24,5, valamint 36,9 %-os csökkenését jelenti.

A kísérleti eredmények arra is rávilágítottak, hogy a glutáraldehid a fehérjének nem csak a bendőbeli lebonthatóságát, hanem valamennyi vizsgált takarmány esetében sósav-pepszines emészthetőségét is csökkentette. A csökkenés a toll-liszt, kukoricaglutén, vérliszt sorrendben 7, 12,8, illetve 29,1 % volt.

Optimális glutáraldehid dózisként az az aldehid mennyiség tekinthető, amelynek alkalmazásakor a legtöbb emészthető UDP lép be a duodenumba. Ebből az alapelvből kiindulva a kukoricaglutén esetében a nyersfehérje 1 %-át, a toll-lisztnél pedig 3-5 %-át tekinthetjük optimális glutáraldehid dózisként. A vérliszt esetében ezzel ellentétben nem találunk optimális glutáraldehid dózist, hiszen a duodenumba belépő emészthető UDP mennyisége minden dózis esetében kisebb, mint a kezeletlen kontroll vérliszténél. A glutáraldehid ennek következtében alkalmatlan a vérliszt bendőbeli degradabilitásának csökkentésére.

**A glutáraldehid hatása a fehérje in sacco mért bendőbeli
lebonthatóságára és posztruminális emészthetőségére**

		Glutáraldehid a nyersfehérje százalékában				
		0	1	3	5	10
<u>Kukoricaglutén</u>						
UDP	g/kg	535,28±19,80 ^a	558,60±17,17 ^b	580,36±19,92 ^b	592,31±15,26 ^b	588,89±14,1 ^b
a fehérjében	%	78,74±2,91 ^a	82,17±2,52 ^b	85,37±2,93 ^b	87,13±2,24 ^b	86,63±2,07 ^b
UDP posztruminális emészthetősége	%	81,96	80,55	76,69	74,54	69,12
Emészthető UDP	g/kg	438,71±16,23 ^a	449,95±13,83 ^b	445,08±15,28 ^a	441,51±11,37 ^a	407,04±9,74 ^b
a fehérjében	%	64,53±2,39 ^a	66,19±2,03 ^b	65,47±2,25 ^a	64,95±1,67 ^a	59,88±1,43 ^b
<u>Vérliszt</u>						
UDP	g/kg	769,29±80,16 ^a	774,71±93,07 ^a	785,53±63,71 ^a	772,85±64,85 ^a	786,28±57,91 ^a
a fehérjében	%	89,46±9,38 ^a	90,09±10,89 ^a	91,35±7,46 ^a	89,87±7,59 ^a	91,43±6,78 ^a
UDP posztruminális emészthetősége	%	96,85	91,39	88,35	76,58	67,74
Emészthető UDP	g/kg	745,06±77,63 ^a	708,01±85,05 ^a	694,01±56,29 ^b	591,85±49,66 ^b	532,63±39,23 ^b
a fehérjében	%	86,64±9,09 ^a	82,33±9,96 ^a	80,70±6,59 ^b	68,82±5,81 ^b	61,94±4,59 ^b
<u>Toll-liszt</u>						
UDP	g/kg	491,43±32,2 ^a	533,11±33,07 ^b	589,74±57,96 ^b	611,68±20,57 ^b	672,66±27,04 ^b
a fehérjében	%	56,94±3,62 ^a	61,77±3,72 ^b	68,34±6,51 ^b	70,88±2,31 ^b	77,94±3,04 ^b
UDP posztruminális emészthetősége	%	49,59	49,30	49,07	48,26	42,58
Emészthető UDP	g/kg	243,70±15,97 ^a	262,82±16,31 ^b	289,38±28,44 ^b	295,20±9,93 ^b	286,42±11,51 ^b
a fehérjében	%	28,24±1,79 ^a	30,45±1,83 ^b	33,53±3,19 ^b	34,21±1,11 ^b	33,19±1,29 ^b

a,b, az eltérő betűkkel jelölt értékek szignifikánsan különböznek egymástól

**A glioxál hatása a fehérje in sacco mért bendőbeli
lebonthatóságára és posztruminális emészthetőségére**

		Glioxál a nyersfehérje százalékában				
		0	1	3	5	10
<u>Kukoricaglutén</u>						
UDP	g/kg	617,74±26,15 ^a	656,49±10,69 ^b	623,40±22,31 ^a	638,03±15,74 ^b	639,55±20,07 ^b
a fehérjében	%	90,87±3,85 ^a	96,57±1,57 ^b	91,70±3,28 ^a	93,86±2,31 ^b	94,08±2,95 ^b
UDP posztruminális emészthetősége	%	81,92	79,08	79,88	76,71	75,58
Emészthető UDP	g/kg	506,05±21,4 ^a	519,15±8,46 ^b	497,97±17,82 ^a	489,43±12,07 ^b	483,37±15,17 ^b
a fehérjében	%	74,44±3,15 ^a	76,37±1,24 ^b	73,25±2,62 ^a	72,00±1,77 ^b	71,10±2,23 ^b
<u>Vérlist</u>						
UDP	g/kg	888,73±26,11 ^a	874,91±23,59 ^b	877,94±27,21 ^a	876,15±30,59 ^a	867,03±29,38 ^b
a fehérjében	%	97,13±2,85 ^a	95,62±2,58 ^b	95,95±2,97 ^a	95,75±3,34 ^a	94,76±3,21 ^b
UDP posztruminális emészthetősége	%	98,76	96,64	82,56	73,80	62,07
Emészthető UDP	g/kg	877,71±25,79 ^a	845,51±22,8 ^b	724,83±22,46 ^b	646,60±22,57 ^b	538,17±18,24 ^b
a fehérjében	%	95,92±2,82 ^a	92,40±2,49 ^b	79,22±2,45 ^b	70,67±2,47 ^b	58,81±1,99 ^b
<u>Toll-liszt</u>						
UDP	g/kg	557,89±17,21 ^a	556,72±17,04 ^a	564,73±18,55 ^a	570,36±9,98 ^b	588,17±17,81 ^b
a fehérjében	%	64,64±1,99 ^a	64,51±2,02 ^a	65,44±2,15 ^a	66,09±1,16 ^b	68,15±2,06 ^b
UDP posztruminális emészthetősége	%	47,92	48,48	48,93	54,94	49,52
Emészthető UDP	g/kg	267,34±8,25 ^a	269,90±8,44 ^a	276,32±9,07 ^b	313,35±5,48 ^b	291,26±8,82 ^b
a fehérjében	%	30,98±0,96 ^a	31,27±0,98 ^a	32,02±1,05 ^b	36,31±0,64 ^b	33,75±1,02 ^b

a,b, az eltérő betűkkel jelölt értékek szignifikánsan különböznek egymástól

A kukoricaglutén és a toll-liszt esetében a glioxál is csökkentette a fehérje bendőbeli lebonthatóságát. A vérliszténél azonban a glioxál nem mérsékelte a bendőbeli degradabilitást. Konzekvensen csökkentette viszont a glioxállal végzett kezelés a vérliszt fehérjének posztruminális emészthetőségét, ami azzal jár, hogy a duodenumba jutó emészthető UDP a kezelés hatására folyamatosan kevesebb lesz. Ezért a vérliszt bendőbeli lebonthatóságának csökkentésére a glutáraldehidhez hasonlóan a glioxál sem alkalmas.

Csökkenti a fehérje posztruminális emészthetőségét a glioxál a kukoricaglutén esetében is. Minthogy ez a hatás egyedül a fehérje 1 %-ának megfelelő glioxál dózis esetében kisebb mértékű, mint a bendőbeli degradabilitás csökkenése, az emészthető UDP mennyisége 1 % glioxál használatkor a legnagyobb. Ezért a kukoricagluténál – hasonlóan a glutáraldehidhez –, glioxálból is a fehérje 1 %-ának megfelelő mennyiség tekinthető optimális dózissnak.

A toll-liszt posztruminális emészthetőségét a glioxál az alkalmazott koncentrációban (a fehérje 1-10 %-a) nem csökkentette, sőt 5 % glioxál dóziséig az emészthetőség fokozatosan javult, majd ezt követően mérséklődött. Ennek tudható be, hogy az optimális glioxál dózis a toll-liszt esetében a fehérje 5 %-a.

Az irodalmi áttekintés keretében (2.1.4.1. fejezet) már említésre került, hogy az aldehidek javasolt dózisének kérdésében eltér a kutatók véleménye. Ez részben arra vezethető vissza, hogy a kísérleteket különböző és ebből következően eltérő szerkezetű fehérjét tartalmazó takarmányokkal végezték, amelyek ennek következtében másként reagálnak az aldehidekkel végzett kezelésre. Oka azonban az eltérő véleményeknek az is, hogy egyes szerzők a fehérjének csak a bendőbeli lebonthatóságát

kísérték figyelemmel a kísérletek során és a posztruminális emészthetőség alakulására már nem voltak tekintettel.

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 formaldehid dózisa nem több a fehérjetartalom 1 %-ánál. Beever és Thomson (1976) rétszéna, fűszilázs és kazein esetében ugyancsak a fehérje 1 %-ának megfelelő formalin mennyiséget tartja optimális dózisnak. Ennél több formaldehid szerintük is már rontja a nyersfehérje látszólagos emészthetőségét. A kukoricaglutén esetében mind a glutáraldehiddel, mind pedig a glioxállal végzett kezelés során saját vizsgálataimban is a fehérje 1 %-nak megfelelő dózist találtam optimálisnak.

Kowalczyk és mtsai (1979) viszont csak a fehérje 0,7 %-ának megfelelő dózissal találták a fehérje emészthetőségét változatlanul. A formaldehid adagját fokozatosan a fehérje 6,1 %-áig növelve a fehérje emészthetőség 5-12 %-os csökkenését figyelték meg. Krawielitczky és mtsai (1982) extrahált repcedarát és extrahált lenmagdarát kezeltek a fehérje 2,5 %-át kitevő formaldehiddel, aminek hatására 8, illetve 12 %-kal csökkent a fehérje sósav-pepszines emészthetősége, közben azonban igen jelentősen – 79 %-ról 6 %-ra, illetve 60 %-ról 8 %-ra – mérséklődött a fehérje bendőbeli degradabilitása.

Több szerző számol be olyan kísérletekről, amelyekben az eddig említetteknél nagyobb – a fehérje mennyiségének 3-6 %-át kitevő – formaldehid dózis ellenére több aminosav szívódott fel, mint a kezeltlen kontroll takarmányból (McRae és mtsai, 1972, Beever és mtsai, 1977, Hemsley és mtsai, 1970). Ezek az eredmények jól egyeznek a toll-liszttel összefüggő saját vizsgálataim eredményeivel, ugyanis mind a

glutáraldehiddel, mind pedig a glioxállal végzett kezelés esetében a fehérje 5 %-ának megfelelő dózis alkalmazásakor jutott a legtöbb emészthető UDP a duodenumba.

A dialdehidekkel a formaldehydhez képest lényegesen kevesebb kísérleti eredmény áll rendelkezésre. Ferguson és mtsai (1975) véleménye szerint a glioxállal és a glutáraldehiddel is olyan eredmények érhetők el, mint formaldehyddel. A dialdehideket a fehérjék bendőbeli védelmére Broderick (1975) véleménye szerint is ugyanolyan eredménnyel lehet felhasználni, mint a formalint. Ashees és mtsai (1984) azt vizsgálták, hogy a formaldehyd, a glioxál és a glutáraldehyd milyen hatással vannak a különböző aminosavak vékonybélbeli felszívódására. Megállapították, hogy a különböző aldehidek eltérő mértékben befolyásolják az egyes aminosavak felszívódását. A dialdehidek pl. nagyobb mértékben csökkentik a felszívható lizin mennyiségét, mint az equimoláris mennyiségű formaldehyd. Ugyanakkor a tirozin felszívódását a formaldehyd csökkentette a legnagyobb mértékben, míg a leucin felszívódását a glioxál mérsékelte a legkevésbé. Ezekből az eredményekből arra lehet következtetni, hogy az aldehideknek a fehérje posztruminális emészthetőségre gyakorolt hatását nem csak az aldehid dózisa, hanem a kezelt takarmány aminosav összetétele is befolyásolja.

Az a tény, hogy a fehérje bendőbeli lebonthatóságának mérséklésére, védett fehérjék előállítására eddig a formalint használták fel elsősorban, az nem a formalinnak a dialdehideknél nagyobb hatékonyságára, hanem kedvezőbb árára vezethető vissza. A környezetvédelmi, a munkaegészségügyi szabályok szigorodása azonban egyre inkább dialdehidek felhasználását indokolja.

Kísérleteim során a kukoricaglutén bendőbeli lebonthatóságát a glioxál és a glutáraldehyd egyforma hatékonysággal csökkentette, a toll-

liszt esetében azonban a glutáraldehid hatékonyabbnak bizonyult. Ashees és mtsai (1984) előzőkben ismertetett kísérleti eredményei alapján ez feltehetően a toll-liszt aminosav összetételével állhat összefüggésben. Tekintettel arra, hogy a kialakítandó védett fehérje koncentrátum tervezett komponensei között a toll-liszt is szerepelt, a további kísérletekben a vérliszt kivételével glutáraldehiddel csökkentettük a fehérjekoncentrátum komponenseinek bendőbeli degradabilitását.

3.3.1.2. Különböző kémiai anyagokkal kezelt takarmányokból összeállított védett fehérje koncentrátum bendőbeli lebonthatóságának meghatározása in situ technikával

A kukoricaglutén, valamint a toll-liszt glutáraldehiddel végzett kezelése során szerzett kedvező tapasztalatok, továbbá Schmidt és mtsainak (1995) a vérliszt ortofoszforsavval történő kezelésével elért jó eredményei alapján glutáraldehiddel kezelt kukoricagluténból és toll-lisztből, illetve ortofoszforsavval kezelt vérlisztből védett fehérje koncentrátumot állítottunk össze. A glutáraldehid dózis a kukoricaglutén, valamint a toll-liszt esetében a nyersfehérje-tartalom 1, illetve 3 %-a volt, míg a vérlisztet 3 súlyszázaléknyi 1 molos ortofoszforsavval kezeltük. A vizsgált védett fehérje koncentrátum összetétele a következő volt:

Kukoricaglutén	57,0 %
Toll-liszt	28,0 %
Baromfi vérliszt	<u>15,0 %</u>
Összesen	100,0 %

A kísérletet 3, bendőfisztyulával ellátott magyartarka x holstein-fríz R₄ tehénnel végeztük. Az állatok az alábbi összetételű és táplálóanyag tartalmú takarmányadagot fogyasztották:

Silókukorica szilázs	20,0 kg
Lucerna széna	2,0 kg
Abrakkeverék	2,0 kg

Az abrakkeverék összetétele:

Kukoricadara	50,0 %
Búzadara	15,0 %
Extr. napraforgódara	30,0 %
Komplett premix	<u>5,0 %</u>
Összesen	100,0 %

A napi adag táplálóanyag tartalma:

Szárazanyag	10,9 kg
NE _I	70,6 kg
Nyersfehérje	1356,0 g
MFE	839,2 g
MFN	846,0 g
Nyersrost	2080,8 g
Ca	63,3 g
P	36,4 g

A kísérlet eredményei az 5. táblázatban találhatók. Ezek alapján megállapítható, hogy a várákozásnak megfelelően a kezeletlen komponensekből összeállított fehérjekoncentrátum fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága is alacsony, amit azonban a komponensek glutáraldehiddel, illetve ortofoszforsavval történő kezelésével még tovább lehet csökkenteni.

5.táblázat

**Kezelt és kezeletlen fehérjekoncentrátum in situ eljárással mért
bendőbeli lebonthatósága**

Inkubációs idő, óra	Fehérjekoncentrátum			
	Kezeletlen		Kezelt	
	Tömeg-	Fehérje-	Tömeg-	Fehérje-
	lebomlás, %			
2	25,05±1,22 ^a	21,56±1,32 ^a	20,25±0,88 ^b	18,63±1,07 ^b
4	26,82±0,60 ^a	24,67±1,78 ^a	21,22±1,52 ^b	17,68±1,74 ^b
8	29,97±2,57 ^a	25,61±2,07 ^a	22,60±2,08 ^b	17,21±2,65 ^b
16	33,51±3,84 ^a	27,55±4,17 ^a	24,63±1,13 ^b	17,86±1,42 ^b
24	34,12±0,67 ^a	26,10±0,84 ^a	27,47±1,45 ^b	21,36±2,37 ^b
48	48,00±3,13 ^a	43,91±4,00 ^a	38,08±2,89 ^b	33,03±3,19 ^b
Átlag				
kr=0,05		29,42 ^a		21,70 ^b
kr=0,08		26,40 ^a		19,23 ^b

a,b, az eltérő betűkkel jelölt értékek szignifikánsan különböznek egymástól

A tömeg-, illetve a fehérjeveszteség mind a kezeletlen, mind a kezelt változat esetében a takarmány bendőbe helyezését követő első négy órában a legnagyobb. Ezt követően a kezeletlen koncentrátum esetében lassul, a kezelt koncentrátumnál pedig hosszabb időn át stagnál a szárazanyag és a nyersfehérje lebomlás. A stagnálás, illetve a kezeletlen koncentrátum esetében a lassú lebomlás az inkubáció 24 órájáig tart, majd ezt követően mindkét koncentrátum esetében felgyorsul a leépülés.

A kezelés végeredményben intenzív takarmányozás esetében, amikor a bendőtartalomnak óránként 8 %-a (kr=8) távozik a bendőből relatív értelemben 27,1, közepes intenzitású (kr=5) takarmányozás eseté-

ben pedig 26,2 %-kal csökkentette a fehérje bendőbeli lebonthatóságát, ami tekintetbe véve azt, hogy a koncentrátum egyébként is alacsony bendőbeli fehérjelebonthatósággal bíró takarmányokból állt, jó eredménynek minősíthető.

A kísérleti eredményeink egyeznek más szerzők tapasztalataival. Krawielitzki és mtsai (1982) a fehérje 2,5 %-át kitevő formaldehid dózissal 79 %-ról 6 %-ra, illetve 60 %-ról 8 %-ra csökkentették az extrahált repcedara, valamint az extrahált lenmagdara fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát. Ugyancsak számottevő mértékben tudták csökkenteni a fehérje bendőbeli degradabilitását kísérleteikben Hemsley és mtsai (1970), McRae és mtsai (1972), Fachney (1971), Beever és mtsai (1977), valamint Kowalczyk és mtsai (1979) is.

Minthogy valamely védett fehérje készítmény takarmányozási értékét nem csak annak bendőbeli lebonthatósága, hanem az UDP hányad posztruminális emészthetősége is befolyásolja, vizsgáltuk a fehérjekoncentrátum UDP hányadának sósav-pepszines emészthetőségét. Ehhez a 24 órás inkubáció után visszamaradt takarmányt használtuk fel. Az analízis során a kezeletlen takarmány esetében 78,5 %-nak, míg a glutáraldehiddel (kukoricaglutén és toll-liszt), illetve ortofoszforsavval (vérliszt) kezelt koncentrátumnál 75,8 %-nak találtuk a zsákocskában visszamaradt hányad fehérjéjének (UDP hányad) sósav-pepszines emészthetőségét. Ez azt jelenti, hogy a kezelés a fehérje posztruminális emészthetőségét kisebb mértékben csökkentette, mint bendőbeli lebonthatóságot. Ebből kifolyólag a kezelt koncentrátum fehérjéjéből a takarmányozás intenzitásától függően várhatóan 6,0-7,1 %-kal több szívódik fel a vékonybélben, mint a kezeletlen koncentrátumból.

3.3.1.3. NPN anyag kiegészítés hatása a bendőben szintetizálódó

mikrobafehérje mennyiségére védett fehérje etetésekor

A takarmányfehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkenése azzal jár, hogy mérséklődik a bendőfolyadék NH_3 -tartalma. Ezzel kapcsolatban az irodalmi áttekintés 2.1.2. fejezetében, valamint a saját vizsgálatok 3.3.1.4. fejezetében találhatók további adatok.

Annak ellenére, hogy NH_3 -hiány csak ritkán limitálja a mikrobafehérje szintézist a bendőben, nagyobb mennyiségű, jó védettségi fokú védett fehérje etetésekor előfordulhat, hogy nem áll elegendő NH_3 a bendőmikrobák rendelkezésére. Ezért egy kísérlet keretében azt is vizsgáltuk, hogy növelhető-e a mikrobafehérje szintézis a bendőben, ha a védett fehérjével együtt valamilyen NPN anyagot is etetünk.

A kísérletet 3, bendő és duodenumfisztulával ellátott, 400-450 kg testtömegű növendékbikával végeztük, melyek a következő összetételű és táplálóanyag tartalmú takarmányadagot fogyasztották:

Silókukorica szilázs	6,0 kg
Réti széna	1,5 kg
Abrakkeverék	3,5 kg

Az abrakkeverék összetétele:

Kukorica	85,5 kg
Védett fehérje koncentrátum	12,0 %
MCP	1,0 %
Só	1,0 %
Vitamin és mikroelem premix	<u>0,5 %</u>
Összesen	100,0 %

A védett fehérje koncentrátum összetétele megegyezik annak a kémiai anyagokkal is kezelt koncentrátumnak az összetételével, amelyet

a koncentrátum fehérjéjének bendőbeli lebonthatóságát vizsgáló kísérletben etettünk (3.3.1.2. fejezet).

A napi adag táplálóanyag tartalma az alábbi volt:

Szárazanyag	6,4 kg
NE _m	48,4 MJ
NE _g	31,5 MJ
Nyersfehérje	894,0 g
MFE	715,9 g
MFN	615,5 g
Ca	35,1 g
P	23,3 g

A fenti összetételű és táplálóanyag tartalmú takarmányadaghoz az 1. kísérleti szakaszban napi 900 g vinaszt, (2x450 g) a 2. kísérleti szakaszban pedig 272 g Protopánt is kaptak az állatok. A vinaszt az abrakadag egy részével összekeverve a fisztulán át juttattuk a bendőbe. A por alakú Protopánt az abraktakarmányba kevertük.

A vinasz a melaszalapú alkohol előállítás mellékterméke (60 % szárazanyag-tartalmúra sűrített melaszmoslék), amely 19,5-20,0 % nyersfehérjét tartalmaz. Nyersfehérjének mintegy 50 %-át a betain, 45 %-át pedig szabad aminosav (elsősorban glutaminsav) teszi ki.

A Protopán a fermentáció útján történő lizin előállítás mellékterméke, melyet a lizin eltávolítása után visszamaradó fermentlé porításával nyernek. Nyersfehérje-tartalma 640-650 g/kg, melynek nagy részét ammónium-szulfát adja.

A mintavételnek módját és gyakoriságát a 3.2.1.3. fejezet tartalmazza. A kísérlet eredményeit a 6. táblázatban foglaltuk össze.

6. táblázat

Vinasz és Protopán kiegészítés hatása a bendő mikrobafehérje produkciójára védett fehérje etetésekor

	Kontroll	Vinasz	Protopán
	szakasz		
A duodenumba belépő chimus sz.anyag, g/24 h	4217,4	4153,5	4179,3
A chimus DAPA tartalma, g/kg szárazanyag	0,6015	0,7743	0,6631
A duodenumba belépő DAPA, g/24 h	2,54	3,22	2,77
A mikrobafehérje DAPA tartalma, %	0,5541	0,5963	0,5570
A duodenumba belépő mikrobafehérje, g/24 h	458,40	540,00	497,31

A kísérlet eredményeiből arra lehet következtetni, hogy mind a vinasz, mind pedig a Protopán kiegészítés kedvezően befolyásolta a mikrobafehérje szintézist, a kísérleti szakaszban ugyanis a kontroll szakaszhoz képest naponta 17,8 %, illetve 8,5 %-kal (81,6, valamint 38,9 g-mal) több mikrobafehérje jutott a duodenumba. Ez az új hazai fehérjeértékelési eljárásban (Schmidt és mtsai, 1998) elfogadott paraméterekkel (mikrobafehérje emészthetősége 80 %, aminosavtartalma 80 %) számolva mintegy 1,1, illetve 0,5 liter 3,2 % fehérjetartalmú tej termelésének metabolizálható fehérje szükségletét fedezi.

A vinasz mikrobafehérje szintézisre gyakorolt kedvező hatása nem egyszerűen N-tartalmával áll összefüggésben, hanem elsősorban jelentős glutaminsav tartalmával magyarázható. A vinasz ugyanis mintegy 7,7 % glutaminsavat tartalmaz, mely aminosav fontos szerepet játszik a mikrobiális aminosav szintézisben azzal, hogy aminocsoportja transzaminálással könnyen átvihető a ketosavakra és így a lizin, illetve a

treonin kivételével bármely aminosav szintézise során felhasználható. Ilyen értelemben a glutaminsav könnyen mobilizálható N-forrást jelent a bendő mikrobái számára aminosav szintézisük során. Más NPN anyagok ammóniáját először fixálni szükséges. Valószínű, hogy az ammónia legnagyobb részét a glutaminsav dehidrogenáz rögzíti, amikor az alfa-ketoglutársavból ennek az enzimnek a közreműködésével L-glutaminsav keletkezik. A glutaminsavról a nitrogént transzaminázok (glutaminsav-oxálecetsav transzamináz, glutaminsav-piroszölősav transzamináz) viszik át más aminosavakra (ifj.Baintner, 1974). Amennyiben valamely takarmány sok glutaminsavat tartalmaz, úgy a mikrobiális aminosav szintézis első lépése megtakarítható. A glutaminsavval megegyező funkciót lát el a N-fixálásában, valamint a transzaminálásban az aszparaginsav is, ebből azonban csak 0,54 %-ot tartalmaz a vinasz (Schmidt és mtsai, 1983a.).

Azt, hogy a vinaszt a bendő mikrobái más NPN forrásoknál kedvezőbb hatásfokkal használják fel N-forrásként a mikrobafehérje szintézis során, Schmidt és mtsai (1983b.) borjakkal végzett N-forgalmi kísérlet keretében igazolták. A borjak átlagosan 22 %-kal több nitrogént tartottak vissza szervezetükben, amikor a napi adag nyersfehérje tartalmának 28-30 %-át karbamid helyett vinasszal fedezték.

A védett fehérjének NPN anyagokkal történő kombinálását más szerzők is hatékony módszernek ítélik meg. Így Satter (1976) szerint a kombináció nem csak a takarmányozási költségeket csökkenti, hanem azt is segíti, hogy a takarmányadag energiatartalmának minél nagyobb része hasznosuljon a mikrobafehérje szintézis során. Védett fehérje és NPN anyagok kombinálását Wolf (1990), valamint Várhegyi (1993) is járható megoldásnak ítéli meg.

Védett fehérjének valamilyen NPN anyaggal történő kombinálása azonban ügyelni kell arra, hogy a takarmány elegendő energiát

tartalmazzon a megnövelt NH_3 mennyiség hasznosításához. Fontos az NPN anyag mennyiségének helyes megállapítása is, mert a túl nagy dózis, vagy a bendőmikrobák nem kielégítő energiaellátása esetén elveszítjük a védett fehérje etetés egyik fontos előnyét, nevezetesen azt, hogy etetésükkel csökkenthetjük a máj NH_3 -terhelését. A vinasz esetében ennek veszélye kisebb, mint más NPN anyagoknál. Ez részben a vinasz nitrogénjének a többi NPN anyagnál kedvezőbb hasznosításával, másrészt a vinasz nedvességtartalmával (40-45 %) magyarázható. Nagyobb mennyiségű vinasz ugyanis a készítmény nedvességtartalmának jelentősebb növelésével rontaná a takarmány biztonságos tárolhatóságát.

3.3.1.4. Védett fehérje koncentrátum etetés hatása a bendőfermentációra

A takarmányfehérjék bendőbeli lebonthatóságának csökkentésére felhasznált kemikáliák kiválasztásakor, illetve optimális dózisuk eldöntésekor nem csak a bendőbeli degradabilitásra, valamint a fehérje posztruminális emészthetőségére gyakorolt hatásukat kell figyelembe venni, hanem tekintettel kell lenni arra is, hogy miként befolyásolják a bendőben zajló lebontó és szintézis folyamatokat, azaz a bendőfermentációt.

Tekintettel arra, hogy a védett fehérje komponensei közül a kukoricaglutént és a toll-lisztet nyersfehérje-tartalmuk 1, illetve 3 %-ának megfelelő glutáraldehiddel kezeltük, a vérliszt fehérje bendőbeli lebonthatóságát pedig 3 % 1 molos ortofoszforsavval csökkentettük, egy kísérlet keretében azt is vizsgáltuk, hogy a ezek a kemikáliák milyen hatást gyakorolnak a bendőfermentációra.

A kísérletet 3 bendő- és duodenumfisztulával ellátott, 450-500 kg testtömegű magyartarka x holstein-fríz R_4 növendék bikával végeztük

szakaszos vizsgálati módszerrel. Az állatok a kísérlet egyes szakaszaiban a következő takarmányadagot fogyasztották:

Silókukorica szilázs	12,0 kg
Réti széna	4,0 kg
Abrakkeverék	4,0 kg

Az abrakkeverék összetétele és táplálóanyag tartalma:

		Kontroll	Kísérleti
		szakasz	
Kukoricadara	%	62,6	66,1
Búzadara	%	21,7	22,9
Extr. napraforgódara	%	13,1	-
Védett fehérje koncentrátum	%	-	8,2
Takarmánymész	%	1,0	1,1
Só	%	1,0	1,1
Vitamin és mikroelem premix	%	0,6	0,6
Összesen	%	100,0	100,0
A napi adagban:			
Szárazanyag		10,6	10,5
NE _m		69,6	70,2
NE _g		42,9	43,7
Nyersfehérje		1093,7	1135,5
MFE		781,1	853,4
MFN		679,4	718,9
Ca		53,8	54,2
P		35,8	34,0

A kísérletben vizsgált védett fehérje koncentrátum összetétele és táplálóanyag tartalma az alábbi volt:

Kukoricaglutén, %	51,50
Baromfi vérliszt, %	14,50
Toll-liszt, %	28,00
Vinasz, %	5,50
Niacin, %	0,42
Aromaanyag, %	<u>0,08</u>
Összesen, %	100,00
Szárazanyag	898,7 g/kg takarmány
NE _l	7,6 MJ/kg takarmány
NE _m	7,8 MJ/kg takarmány
NE _g	5,3 MJ/kg takarmány
Nyersfehérje	703,5 g/kg takarmány
MFE	411,8 g/kg takarmány
MFN	484,5 g/kg takarmány
Ca	1,8 g/kg takarmány
P	2,3 g/kg takarmány

A védett fehérje koncentrátumnak a bendőfermentációra gyakorolt hatására a bendőfolyadék összetételének és aktivitásának változásából kívántunk következtetni. A bendőfolyadékra vonatkozó adatokat a 7. táblázatban foglaltuk össze. Ezek alapján megállapítható, hogy a védett fehérje koncentrátum etetése az NH₃-tartalom kivételével a bendőfolyadék többi paraméterét nem befolyásolta érdemben. Nem alakult ki szignifikáns különbség a kontroll és a kísérleti szakaszban a bendőfolyadék pH értéke tekintetében és az i-vajsav tartalom kivételével a többi szerves sav esetében nem találtunk szignifikáns, de még tendenciózus különbséget sem a kontroll és a kísérleti szakaszban mért értékek között. Meg kell jegyezni, hogy az i-vajsav értékek is csak az etetés előtti mintában tértek el szignifikánsan, az etetést követő 3. órában már ennek az illósavnak az

esetében sem találtunk eltérést a kontroll és a kísérleti szakasz között. Mindez azt igazolja, hogy a védett fehérje koncentrátum etetése nem befolyásolta a szénhidrátok lebomlását a bendőben.

7. táblázat

Védett fehérjekoncentrátum etetés hatása a bendőfolyadék összetételére és aktivitására

Paraméter	Kontroll szakasz		Kísérleti szakasz	
	6 ^h	9 ^h	6 ^h	9 ^h
pH	6,38±0,25	5,82±0,29	6,26±0,18	5,93±0,31
Ecetsav mmol/l	63,27±4,16	71,59±9,15	66,60±5,99	71,59±7,32
Propionsav mmol/l	14,85±2,83	18,9±2,02	17,55±2,97	18,9±2,70
i-vajsav mmol/l	0,93±0,094 ^a	0,92±0,19	1,07±0,098 ^b	0,92±0,20
n-vajsav mmol/l	9,76±1,59	11,46±1,82	9,65±1,81	11,23±1,13
i-valeriánsav mmol/l	0,98±0,15	1,17±0,26	1,17±0,22	1,27±0,22
n-valeriánsav mmol/l	0,64±0,13	1,17±0,11	0,78±0,29	1,09±0,16
NH ₃ mmol/l	6,38±1,19 ^a	7,79±2,08 ^a	4,05±1,69 ^a	5,35±1,55 ^a
Nitritredukció				
0,2 ml KNO ₂ perc	3,0±0,01	3,0±0,01	3,7±0,97	3,2±0,66
0,5 ml KNO ₂ perc	7,1±0,66	6,1±1,96	9,7±2,63	5,9±1,96
0,7 ml KNO ₂ perc	10,1±1,45	7,9±1,76	13,5±5,32	8,1±2,15

a,b, az eltérő betűvel jelölt értékek szignifikánsan különböznek egymástól.

A bendőfermentáció zavartalanságát igazolják a nitritredukciós próba adatai is (7.táblázat). A nitrit redukciójához szükséges idő még a legnagyobb nitrit koncentráció (0,7 ml KNO₂ oldat) esetében sem növekedett meg szignifikánsan, ami arra utal, hogy a bendőmikrobák aktivitását a védett fehérje koncentrátum – illetve az annak előállításához fel-

használt glutáraldehid és ortofoszforsav – az etetett mennyiségben (328 g/nap fehérjekoncentrátum) nem befolyásolta kedvezőtlenül.

Ugyanakkor a kísérleti eredmények azt igazolják, hogy védett fehérje koncentrátum etetése szignifikáns mértékben csökkentette a bendőfolyadék NH_3 -tartalmát. Ez a megállapítás egyértelműen támasztja alá a 3.3.1.2. fejezetben leírtakat, nevezetesen, hogy vizsgált védett fehérje koncentrátumra valóban kismértékű (19-21 %-os) bendőbeli degradabilitás jellemző.

A bendőfolyadék NH_3 -tartalmának védett fehérje, illetve nagy bypass fehérje hányadú takarmányok etetésekor történő csökkenését más kísérletekben is megfigyelték (Kaufmann, 1979, Gupta és Gupta, 1985, Wolf, 1990). A bendőfolyadék NH_3 tartalmának csökkenése előnyként tudható be, mert lehetővé teszi, hogy a nagy tejtermelésű tehenek fehérje szükségletét oly módon fedezzük, hogy közben el tudjuk kerülni, vagy legalábbis jelentősen csökkenteni tudjuk a máj NH_3 -terhelését, illetve annak káros hatásait (Kaufmann, 1979, Folman és mtsai, 1981, Kaim és mtsai, 1987, Teepe, 1990). A máj NH_3 terhelésének csökkenésén túlmenően további előnye a bendőfolyadék NH_3 -tartalma csökkenésének, hogy az a vér karbamid tartalmának mérséklődését eredményezi, ami viszont kedvező több szaporodási mutatóra (pl. termékenyítési index, két ellés között eltelt napok száma). Ezt több kísérletben is megerősítették (Kaufmann 1979 Kaufmann és Lüpping, 1978).

3.3.1.5. Védett fehérje koncentrátum etetése nagy tejtermelésű tehenekkel

A védett fehérje etetésnek a tehenek tejtermelésére, a tej összetételére, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségére gyakorolt hatását három üzemi tejtermelési kísérlet keretében vizsgáltuk.

A kísérletekben összesen 73 tehénpár (azaz 146 tehén) vett részt. Ezek takarmányozásával kapcsolatos adatokat a 8-13. táblázatokban foglaltuk össze. Ezek alapján megállapítható, hogy az üzemi tejtermelési kísérletekben három eltérő összetételű védett fehérje koncentrátumot vizsgáltunk. A kukoricaglutén, valamint a toll-liszt mindhárom koncentrátumban szerepelt. Ezeket fehérjetartalmuk 1 % (kukoricaglutén), illetve 3 %-ának (toll-liszt) megfelelő mennyiségű glutáraldehiddel kezeltük. Az első kísérletben 3 %-nyi 1 molos ortofoszforsavval kezelt baromfi vérliszt, valamint vinasz szerepelt még a fehérjekoncentrátumban.

A második kísérletben a vinaszt egy másik NPN anyaggal, a lizin előállítás során keletkező fermentlé szárításával nyert termékkel, a Protofermmel helyettesítettük, mely takarmány N-tartalmának döntő részét az ammónium-szulfát adja.

Tekintettel arra, hogy az irodalomban több halliszttel, mint bypass fehérjeforrással végzett eredményes kísérletről szóló beszámoló található, a harmadik üzemi kísérletben etetett védett fehérje koncentrátumban a baromfi vérlisztet halliszttel helyettesítettük. Ebben a kísérletben a védett fehérje mellett védett zsír is szerepelt a kísérleti csoport takarmány adagjában.

Mindhárom vizsgált fehérjekoncentrátum tartalmazott még aromanyagot, valamint niacint. Az aromaanyagot a toll-liszt, valamint a baromfi vérliszt egyes gyártási tételeinél előforduló kellemetlen szag elfedése céljából kevertük a fehérjekoncentrátumba, míg a niacin adagolása a nagy tejtermelésű állományokban előforduló ketózis elleni prevenciót szolgálta.

**Az 1. üzemi tejtermelési kísérletben etetett takarmányadag
összetétele és táplálóanyag tartalma**

Takarmány, illetve táplálóanyag		Laktációs nap			
		23-100		101-147	
		Kontroll csoport	Kísérleti csoport	Kontroll csoport	Kísérleti csoport
Silókukorica szilázs	kg	18,0	18,0	15,0	15,0
Lucerna szenázs	kg	6,5	6,5	7,0	7,0
Lucerna széna	kg	5,8	5,8	3,0	3,0
Zöldlucerna	kg	3,0	3,0	3,0	3,0
Melasz	kg	0,4	0,4	0,5	0,5
Kukoricadara	kg	6,5	6,5	4,8	4,8
Árpadara	kg	0,8	0,8	3,0	3,0
Tejelő koncentrátum	kg	3,8	3,9	3,0	2,9
<i>A napi adagban:</i>					
Szárazanyag	kg	23,30	23,46	21,61	21,53
NE _l	MJ	158,76	159,98	144,89	144,35
Nyersfehérje	g	3915,11	3969,04	3487,74	3469,17
MFE	g	2175,57	2431,67	1818,04	1983,87
MFN	g	2566,50	2684,89	2049,74	2103,92
UDP	%	30,83	41,18	30,22	40,52
Nyersrost	g	5130,39	5026,17	3875,00	3784,70
Ca	g	190,32	194,35	150,75	152,40
P	g	89,38	90,58	81,73	80,77

**Az 1. üzemi tejtermelési kísérletben etetett
tejelő koncentrátum összetétele és táplálóanyag tartalma**

Takarmány		Kontroll	Kísérleti
		csoport	
Extrahált szójadara	%	47,0	-
Extrahált napraforgódara	%	24,0	4,0
Búzakorpa	%	14,0	35,3
Védett fehérjekoncentrátum	%	-	45,7
Komplett premix	%	6,0	6,0
Só	%	1,0	1,0
Bendőpuffer	%	6,0	6,0
MgO	%	2,0	2,0
Összesen	%	100,0	100,0
Szárazanyag	kg	898,7	900,0
NE _l	MJ	7,00	7,14
Nyersfehérje	g	364,2	403,8
MFE	g	130,6	237,0
MFN	g	181,7	292,7
UDP	%	31,9	67,4
Ca	g	8,1	9,05
P	g	11,1	11,12

**A 2. üzemi tejtermelési kísérletben etetett takarmányadag
összetétele és táplálóanyag tartalma**

Takarmány, illetve táplálóanyag		Laktációs nap			
		26-48		49-110	
		Kontroll csoport	Kísérleti csoport	Kontroll csoport	Kísérleti csoport
Silókukorica szilázs	kg	22,0	22,0	22,0	22,0
Lucerna szenázs	kg	6,0	6,0	5,0	5,0
Lucerna széna	kg	2,0	2,0	2,0	2,0
Nedves cukorrépaszelet	kg	-	-	6,0	6,0
Tejelőtáp	kg	8,0	8,0	8,0	8,0
Full-fat szója	kg	0,8	-	0,8	-
Kukoricadara	kg	-	1,0	-	1,0
Lactofeed energie*	kg	2,0	-	2,0	-
Védett fehérjekoncentr.	kg	-	1,3	-	1,3
Energo plussz	kg	-	0,5	-	0,5
A napi adagban:					
Szárazanyag	kg	20,6	20,6	21,1	21,1
NE _l	MJ	143,0	143,0	146,8	146,9
Nyersfehérje	g	3404,1	3513,4	3435,9	3545,2
MFE	g	1964,9	2188,8	2045,0	2268,9
MFN	g	2229,3	2345,7	2258,7	2375,0
UDP	%	34,1	42,5	34,7	43,0
Nyersrost	g	3528,0	3348,2	3612,8	3432,6
Ca	g	167,4	148,6	167,6	148,8
P	g	125,7	108,0	125,6	107,9

* A Purina által forgalmazott takarmánykiegészítő, amely védett fehérjét és védett zsírt tartalmaz.

11.táblázat

**A 2. üzemi tejtermelési kísérletben etetett tejlő pótabrak összetétele
és táplálóanyag tartalma**

Kukorica	54,0 %
Árpa	17,0 %
Extrahált szójadara	15,0 %
Extrahált napraforgó	12,0 %
Komplett premix	2,0 %
Összesen	100,0 %
Táplálóanyag tartalom:	
Szárazanyag	872,4 g/kg takarmány
NE ₁	7,6 MJ/kg szárazanyag
Nyersfehérje	184,2 g/kg szárazanyag
MFE	119,1 g/kg szárazanyag
MFN	128,5 g/kg szárazanyag
UDP	39,7 %
Ca	7,9 g/kg szárazanyag
P	11,3 g/kg szárazanyag

A 3. kísérlet során etetett takarmányadag összetétele és táplálóanyag tartalma

Takarmány, illetve táplálóanyag		Kontroll	Kísérleti
		c s o p o r t	
Kukorica szilázs,	kg	21,0	21,0
Lucerna szenázs,	kg	9,0	9,0
Lucerna széna,	kg	3,0	3,0
Tejelőtáp,	kg	10,0	6,0
Kukorica,	kg	-	0,9
Búza,	kg	-	1,5
Extr. szójadara,	kg	0,9	-
Védett fehérje konc.	kg	-	1,2
Védett zsír (Profat),	kg	-	0,5
<u>Napi takarmányadagban</u>			
Szárazanyag,	kg	21,52	20,85
NE _l	MJ	146,70	146,70
Nyersfehérje	g	3567,20	3567,24
MFE	g	2034,14	2154,00
MFN	g	2295,74	2294,92
UDP	%	31,51	40,37
Ca	g	146,34	151,55
P	g	80,50	80,50
<u>Napi táplálóanyag szükséglet</u>			
NE _l	MJ	146,70	
Nyersfehérje	g	3455	
MF	g	2145	
Ca	g	126,0	
P	g	80,5	

A 3. kísérlet folyamán etetett tejelőtáp összetétele és táplálóanyag tartalma

Kukorica	50,0 %
Búza	26,0 %
Extr. szójadara	22,0 %
Vitamin és ásványi anyag premix	2,0 %
Összesen	100,0 %
NE _l	7,64 MJ/kg szárazanyag
Nyersfehérje	210,2 g/kg szárazanyag
MFE	121,0 g/kg szárazanyag
MFN	137,0 g/kg szárazanyag
Ca	3,1 g/kg szárazanyag
P	4,3 g/kg szárazanyag

Mindhárom kísérlet kontroll csoportjának takarmányadagjára az volt a jellemző, hogy az adag a korábban érvényes szükségleti értékekhez képest ugyan elegendő nyersfehérjét tartalmazott, a tehenek metabolizálható fehérje igényét mégsem elégítette ki. Ennek az az oka, hogy a takarmányadag fehérjéjének viszonylag nagy a bendőbeli lebonthatósága. Ezt igazolja, hogy a három kísérletben, sorrendben 30,5, 34,4 illetve 31,5 %-a kontroll csoportban etetett takarmányadag UDP hánysága.

A védett fehérje koncentrátum etetése mindhárom kísérletben jelentősen csökkentette a takarmányadag fehérjéjének bendőbeli degradabilitását, aminek eredményeként a kísérleti csoportok takarmányában 40,8, 42,7 illetve 40,4 %-ra növekedett az UDP fehérjén belüli

részaránya. Ez azt eredményezte, hogy kísérleti csoportok takarmány-adagja mindhárom kísérletben fedezte az állatok metabolizálható fehérje szükségletét.

A tehenek tejtermelését a védett fehérje koncentrátum etetése mindhárom kísérletben növelte. Ezt a 14-16. táblázat adatai egyértelműen igazolják. Az 1. kísérletben, amely a laktáció 38-147. napja közötti időben 110 napon át tartott, naponta átlagosan 1,22 literrel nőtt a kísérleti csoport teheneinek tejtermelése a kontroll csoporthoz képest, mely különbséget 1 %-os szinten szignifikánsnak találtuk a biometria analízis során.

A 2. kísérletben napi átlagban 1,29 literrel volt több a kísérleti csoport teheneinek tejtermelése a 84 napig tartó kísérletben. Ez a különbség is szignifikánsnak bizonyult a biometria elemzés során. Ezt a kísérletet is a laktáció első harmadában végeztük, a kísérlet ugyanis a laktáció 26-110 napja közötti időintervallumban folyt.

A 3. kísérletben ugyancsak a kísérleti csoport tehenei értek el szignifikánsan jobb tejtermelést. A laktáció 25. és 96. napja között lefolytatott 70 napos kísérletben a kontroll csoport tejtermelése a kísérlet során gyakorlatilag változatlan maradt. A kísérlet első napjaiban ugyan 1,5 literrel nőtt a kontroll tehének tejtermelése az előzetes időszakhoz képest, ezt követően azonban termelésük napi 30 literes tejtermelés szintjén stabilizálódott (16. táblázat). A kísérleti csoportban ezzel szemben az előszakaszhoz képest a kísérleti szakasz első két hetében átlagosan 3,5-4,0 literrel nőtt a tehenek tejtermelése. Ezt követően a tejtermelés ebben a csoportban is – de a kontroll csoporténál magasabb szinten – állandósult. A kísérleti csoport tehenei a kísérlet átlagában naponta 1,96 literrel termeltek több tejet a kontroll csoport egyedeinél. A különbség 0,1 %-os szinten szignifikáns.

14. táblázat

A tejtermelés alakulása védett fehérje etetésekor az 1. kísérletben

Kísérleti nap	Laktációs nap	Átlagos napi tejtermelés, liter	
Előszakasz		Kontroll csoport	Kísérleti csoport
1-20.	23-37.	36,61	36,73
Kísérleti szakasz			
1-10.	38-47.	36,92±4,99	37,73±5,03
11-20.	48-57.	38,00±5,37	39,13±5,33
21-30.	58-67.	37,19±5,13	37,83±5,85
31-40.	68-77.	37,04±4,96	38,24±2,28
41-50.	78-87.	35,49±4,98	37,25±5,44
51-60.	88-97.	35,51±4,17	37,94±5,48
61-70.	98-107.	34,39±4,31	36,14±5,23
71-80.	108-117.	32,66±4,31	33,57±4,78
81-90.	118-127.	32,26±4,44	32,93±4,44
91-100.	128-137.	31,15±4,18	32,28±4,60
101-110.	138-147.	31,32±4,04	32,27±4,42
Átlag		34,72±4,98 ^a	35,94±5,71 ^b

a, b Az eltérő betűvel jelölt értékek szignifikánsan ($p < 0,01$) különböznek egymástól.

15.táblázat

A tejtermelés alakulása a 2. üzemi tejtermelési kísérletben

Időszak	Napi tejtermelés, liter	
	Kontroll	Kísérleti
	csoport	
Előzetetési szakasz	29,2±0,68	29,5±0,68
Kísérleti szakasz		
1-7. nap	30,1±0,63	32,8±1,46
8-15. nap	31,9±0,76	33,1±0,74
16-23. nap	32,0±0,98	32,8±0,65
24-31. nap	31,7±1,00	34,1±1,32
32-39. nap	31,9±0,87	34,7±1,00
40-47. nap	31,6±0,89	33,5±1,14
48-55. nap	31,3±1,21	32,3±1,06
56-63. nap	31,3±1,16	32,7±1,12
64-71. nap	31,6±0,84	30,9±1,17
72-79. nap	30,7±1,17	30,6±0,97
80-87. nap	30,2±1,09	31,1±1,21
88-95. nap	29,3±1,04	30,7±0,82
Átlag	31,1±0,83 ^a	32,4±1,32 ^b

a, b, Az eltérő betűkkel jelölt értékek szignifikánsan ($p < 0,01$) különböznek egymástól

16. táblázat

A tejtermelés alakulása a 3. kísérlet során

Időszak	Napi tejtermelés, liter	
	Kontroll	Kísérleti
	csoport	
Előzetetési szakasz: 14 nap	30,19±4,81	29,67±4,59
Kísérleti szakasz		
1-5 nap	31,77±4,62	31,88±4,93
6-10 nap	31,38±6,46	33,76±5,01
11-15 nap	30,91±6,60	33,03±5,10
16-20 nap	30,89±7,53	31,24±5,84
21-25 nap	30,86±6,92	32,33±4,66
26-30 nap	29,89±7,81	32,40±5,67
31-35 nap	31,04±7,14	31,98±6,13
36-40 nap	30,94±7,03	31,26±6,21
41-45 nap	31,03±6,82	32,11±6,61
46-50 nap	30,65±6,53	32,94±6,68
51-55 nap	30,73±6,68	32,90±6,16
56-60 nap	29,29±6,46	31,91±5,23
61-65 nap	28,85±7,13	32,10±4,37
66-70 nap	30,36±6,69	33,11±4,31
Kísérleti szakasz átlaga	30,61±6,88 ^a	32,57±5,60 ^b

a, b az eltérő betűvel jelölt értékek szignifikánsan ($p < 0,01$) különböznek egymástól.

Az a tény, hogy mindhárom kísérletben növekedett a tehenek tejtermelése, lényegében három okra vezethető vissza. Az egyik ezek közül, hogy a védett fehérje koncentrátum kis bendőbeli lebonthatósága következtében több fehérje szívódik fel a vékonybélből, aminek eredményeként javul a tehenek fehérje, illetve aminosav ellátása.

A másik ok, amire a javuló tejtermelés visszavezethető, hogy kedvezőbb a duodenumba jutó, ott lebomló és onnan felszívódó fehérje aminosav összetétele. A védett fehérje koncentrátumban az első két kísérletben 15 % baromfi vérliszt, a 3. kísérletben pedig 15 % halliszt szerepelt a komponensek között. Mindkét takarmány kiváló aminosav összetételű. Külön említendő kiemelkedő lizin tartalmuk, valamint a hallisznak a baktériumfehérjét meghaladó metionin tartalma. A mindhárom fehérje-koncentrátumban komponensként szereplő kukoricaglutén esetében is a nagy metionin tartalmat szükséges kiemelni, amely aminosav a mikrobafehérjében az első limitáló aminosavnak számít (Fischer, 1972, Schelling és mtsai, 1973, Broderick és mtsai, 1974, Schwab és mtsai, 1976, Illg és mtsai, 1987).

Azt a tényt, hogy a kis bendőbeli lebonthatóságú fehérjét tartalmazó takarmányok jelentős mértékben képesek befolyásolni a duodenumba belépő chimus aminosav összetételét, Erasmus és mtsai (1994) kísérletei egyértelműen igazolják. Azt tapasztalták ugyanis, hogy vérliszt etetésekor jelentős mértékben nőtt a chimusz lizin tartalma, míg kukoricaglutén tartalmú abrak etetése a chimusz metionin tartalmát növelte meg.

Közrejátszott – bár az említett két oknál kisebb mértékben – a tejtermelés növekedésében az is, hogy a vinasz, valamint a Protopán etetésével megelőzhető volt, hogy a mikrobafehérje szintézist nitrogénhiány limitálja. A vinasz esetében számításba vehető glutaminsav tartalmának a

mikrobafehérje szintézisre gyakorolt kedvező hatása is, amelyről a 3.3.1.3. fejezetben már szoltunk.

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 növelni a tehenek tejtermelését. A kedvező eredményt azal magyarázzák, hogy a védett fehérje tejtermelést növelő hatása a perzisztencia javulása folytán a laktáció későbbi szakaszában is érvényesül.

Találhatók azonban az irodalomban olyan publikációk is, amelyek olyan kísérletekről számolnak be, melyekben a formalinnal védett fehérje etetése nem, vagy csak kismértékben növelte a tehenek tejtermelését (Satter és mtsai 1970, Clark és mtsai 1974). Kaufmann és Lüssing (1979) véleménye szerint 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 nem csak a fehérje bendőbeli lebonthatóságát, hanem annak posztruminális emészthetőségét is jelentősen csökkentette.

Vérlisztnek és kukoricagluténnek, mint a bendőben csak kismértékben lebomló fehérjetakarmányoknak az etetésével, kezelés nélkül is kedvező eredményeket értek el több, tehenekkel végzett kísérletben. A kukoricaglutén tejtermelést növelő hatásáról számolnak be Ohajuruka és Palmquist (1989), Armentano és Dentine (1988), valamint Belibasakis és

mtsai (1995). Azokban a kísérletekben, amelyekben a kukoricaglutén nem növelte a tejtermelést (Samples és mtsai, 1984, Holter és mtsai, 1992) vagy nedves állapotban etették a glutént – amikor fennáll a fehérje-lebomlás veszélye -, vagy olyan nagy volt az etetett adag, hogy a kukoricafehérje első limitáló aminosava a lizin akadályozhatta a tejtermelés növekedését.

De Gracia és mtsai (1989) vizsgálatai során kukoricaglutén-vérlist keverék etetésekor nőtt a tehenek tejtermelése. Goedeken és mtsai (1990) kísérletében az állatok N-hasznosítása megkétszereződött, amikor a vérlisthez kukoricaglutént adagoltak.

A 3. kísérletben a kukoricaglutén mellett a védett fehérje koncentrátum halliszt tartalma is hozzájárult a tejtermelés kedvező alakulásához. Az irodalomban több olyan publikáció is található, amelyek állati eredetű takarmányokkal végzett kedvező eredményű kísérletekről számolnak be. Lee és Moon (1997) bendő- és duodenumfisztulás tehenekkel végzett kísérletükben a halliszt, a húsliszt, valamint a toll-liszt nyersfehérjéjének bendőben le nem bomló hányadát 63,0, 37,6, illetve 69,8 %-nak találták. Erre a jelentős UDP tartalomra vezethető vissza, hogy a halliszt számos kísérletben növelte a tehenek tejtermelését (Salewski és mtsai, 1981, Miller és mtsai 1981, Orskow és mtsai 1987, Bruckental és mtsai 1996, Várhegyi 1993).

A toll-liszt kiegyensúlyozatlan aminosav összetételéből következően, vele kis bendőbeli lebonthatóságától függetlenül akkor értek el kedvező eredményeket a kérődzők takarmányozásában, ha más takarmányokkal (vérlist, kukoricaglutén, extr. szójadara, extr. gyapotmagdara) kombinálták (Goedeken és mtsai, 1990, Church és mtsai, 1982, Adrigbigbe és Church, 1983, Thomas és Beeson, 1977).

A tej összetételét a védett fehérje koncentrátum etetése a három üzemi tejtermelési kísérlet egyikében sem befolyásolta. Az 1. kísérletben ugyan a tejnek mind a zsír-, mind pedig a fehérjetartalma nőtt kismértékben, a növekmény azonban egyik táplálóanyag tekintetében sem volt szignifikáns. Szignifikánsan növekedett ugyanakkor mindhárom kísérlet keretében a tejjel naponta termelt táplálóanyagok mennyiség (17-19. táblázat).

17. táblázat

**A tej összetételének, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok
mennyiségének alakulása védett fehérje etetésekor az
1. kísérletben**

Táplálóanyag		Kontroll	Kísérleti
		csoport	
Tejzsír	%	3,53±0,18	3,61±0,20
Tejjel termelt zsír	g/nap	1226±44,10 ^a	1297±44,20 ^b
Tejfehérje	%	3,21±0,04	3,25±0,10
Tejjel termelt fehérje	g/nap	1114±30,70 ^a	1168±41,10 ^b
Tejcukor	%	4,83±0,05	4,84±0,08
Tejjel termelt tejcukor	g/nap	1677±70,00	1739±86,00

a, b Az eltérő betűvel jelölt értékek szignifikánsan ($p < 0,1$) különböznek egymástól.

18. táblázat

A tej összetételének, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségének alakulása a 2. üzemi tejtermelési kísérletben

Táplálóanyag		Kontroll	Kísérleti
		csoport	
Tejzsír	%	3,68±0,18	3,58±0,15
Tejjel termelt zsír	g/nap	1142,83±84,30	1160,64±87,79
Tejfehérje	%	3,02±0,19	3,04±0,10
Tejjel termelt fehérje	g/nap	940,49 ^a ±61,62	982,96 ^b ±46,95
Tejcukor	%	4,94±0,22	4,97±0,05
Tejjel termelt tejcukor	g/nap	1542,03 ^a ±94,86	1614,09 ^b ±72,84

A különböző betűvel jelölt adatok szignifikánsan különböznek.

19. táblázat

A tej összetételének, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségének átlagos alakulása a 3. üzemi tejtermelési kísérletben

Táplálóanyag		Kontroll	Kísérleti
		csoport	
Tejzsír	%	3,51±0,71	3,52±0,77
Tejjel termelt zsír	g/nap	1074 ^a ±150,05	1147 ^b ±166,78
Tejfehérje	%	3,22±0,28	3,18±0,25
Tejjel termelt fehérje	g/nap	986 ^a ±120,98	1036 ^b ±126,80
Tejcukor	%	4,76±0,21	4,69±0,33
Tejjel termelt tejcukor	g/nap	1457 ^a ±191,29	1527 ^b ±197,20

A különböző betűvel jelölt adatok 5 %-os szinten szignifikánsan különböznek.

A védett fehérje etetésnek a tej összetételére gyakorolt hatása tekintetében nem 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 (1980), Belibasakis és mtsai (1995), valamint Maiga és Schingoethe (1997). Ugyanakkor több kísérletben a védett fehérje etetés nem befolyásolta a tej fehérjetartalmát (Folman és mtsai, 1981, Oldham és mtsai, 1982, Rohr, 1982, Burgstaller és mtsai, 1983, Crawford és Hoover 1984). Az ellentmondás magyarázatául két ok hozható fel. Az egyik, hogy a tejfehérje szintézishez felhasznált aminosavak nagyobbik hánydát nem a takarmányfehérje bypass hányadának aminosavai, hanem a mikrobafehérjéből származó aminosavak adják. Ezért, ha kifogástalan az állatok energiaellátása – ami viszont a laktáció első harmadában ritkán fordul elő – élénk a bendőben a mikrobafehérje szintézis, mely esetben kevésbé számíthatunk a védett fehérje etetés tejfehérje termelést növelő hatására.

Függ a védett fehérje hatása attól is, hogy milyen annak posztruminális emészthetősége, valamint aminosav összetétele. Tej, illetve tejfehérje növekményre kis bendőbeli lebonthatóság esetében is csak akkor számíthatunk, ha az etetett védett fehérjének kifogástalan a posztruminális emészthetősége, valamint kedvező – a tejtermelés igényének megfelelő – az aminosav garnitúrája.

Az a tény, hogy mindhárom kísérletben szignifikánsan nőtt a napi tejjel termelt fehérje mennyisége, azt jelzi, hogy az etetett védett fehérje koncentrárum megfelelt a fentiekben taglalt követelményeknek. A vitatott problémával kapcsolatban alapvető fontosságúnak tekinthető Kaufmann és Lüpping (1979) álláspontja, mely szerint már a védett fehérje etetés kedvező hatásának tudható be az is, ha a laktáció kezdetén

nem csökken a tej fehérjetartalma, ugyanis a nagy tejtermelésű tehenek esetében a laktáció első harmadában gyakran előforduló negatív energiamérleg következtében inkább a tej fehérjetartalmának a csökkenése jellemző.

Az üzemi tejtermelési kísérletek során figyelemmel kísértük a tej karbamidtartalmának alakulását is. Egyes irodalmi források szerint ugyanis összefüggés áll fenn a takarmány fehérjetartalma, valamint a tej karbamidtartalma között. Az összefüggés kézenfekvő, hiszen a takarmány nagyobb fehérjetartalma megnöveli a bendőfolyadék NH_3 -tartalmát, ami viszont a vérplazma karbamidtartalmának növekedését eredményezi. A vérplazma, valamint a tej karbamidtartalma között ugyancsak egyenes összefüggés áll fenn.

A fenti összefüggés sort a takarmányadag fehérjéjének bendőbeli lebonthatósága is befolyásolja. Két azonos fehérjetartalmú takarmányadag közül ugyanis az, amelyben a fehérjének kisebb a bendőbeli lebonthatósága csak kisebb mértékben növeli meg a bendőfolyadék NH_3 -tartalmát, ami végső soron alacsonyabb karbamidtartalmú tejet eredményez.

A három üzemi tejtermelési kísérlet közül kettőben, a csémpusztai, valamint a hegyfalui kísérletben a védett fehérje koncentrátum etetése csökkentette a tej karbamidtartalmát. A tej karbamid koncentrációja a következőképpen alakult a három kísérletben:

	Kontroll	Kísérleti
	csoport	
Komárom (Csémpusztai)	31,2 mg%	29,5 mg%
Sárvár (Szitamajor)	25,6 mg%	28,7 mg%
Sárvár (Hegyfalu)	27,9 mg%	25,9 mg%

A csoportok közötti különbség egyik esetben sem bizonyult szignifikánsnak. A szitamajori kísérleti eredmény feltehetően azzal áll összefüggésben, hogy ebben a kísérletben nem vinasz, hanem Protoferm szerepelt NPN anyagként a koncentrátumban. A Protoferm N-tartalmának túlnyomó részét képező ammónium-szulfát ugyanakkor kisebb hatékonysággal hasznosul mikrobafehérje szintézis céljára, mint a vinasz.

A csémpusztai kísérletben az Állatorvos-tudományi Egyetem Szülészeti Tanszéke is bekapcsolódott a kísérleti munkába. A vizsgálataik során megállapították, hogy a kísérleti csoport teheneinél az ellést követő első tüszőrepedés időpontja 11 nappal, az eredményes termékenyítés pedig 13 nappal hamarabb következett be, mint a kontroll csoport egyedeinél (Huszenyicza 1998).

A védett fehérje etetésnek köszönhetően a kísérleti csoportban a hegyfalui kísérletben is kedvezőbben alakult a szaporodásbiológiai helyzet. Ezt igazolja, hogy a kísérleti csoportban átlagosan csak 2,50 inszeminálásra volt szükség az ellést követően a vemhesítéshez, míg a kontroll csoport teheneinél 3,58 volt ez az érték.

3.3.2. Védett zsír készítménnyel végzett kísérletek

3.3.2.1. Hidegszűrési maradék alapú védett zsír bendőbeli stabilitásának vizsgálata

A védett zsírok tejelő tehenek takarmányozásában történő felhasználásával kapcsolatos vizsgálataimat egy olyan Ca-szappannal végeztem, amelyet a növényolajipar egyik melléktermékéből, a hidegszűrési maradékból (winteriszap) állítottak elő a mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Takarmányozástani Tanszékén kidolgozott eljárás alapján az ATEV tököli üzemében.

A hidegszűrési maradék a nyers növényolaj perlit-ágyon történő szűrésekor előálló melléktermék, amely 60-65 % növényolajat és 35-40 % perlitet tartalmaz. A perlit nagy szilícium tartalmú vulkáni eredetű anyag, amely 74 % SiO_2 mellett még 13 % Al_2O_3 -t és TiO_2 -t is tartalmaz és mindezen kívül 1-3 %-os mennyiségben még F_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O és H_2O is található benne. A perlitet nagy aktív felülete teszi képessé az említett nagy mennyiségű (60-65 %) olaj megkötésére.

A hidegszűrési maradékból előállított Ca-szappan összetétele a következő:

Szárazanyag	94,8 %
Nyerszsír	60,1 %
Nyershamu	36,7 %
Ca	6,4 %

A készítmény nagy hamutartalma a perlit tartalom következménye. A perlit az állati szervezet számára indifferens anyag, amely változás nélkül halad át az emésztőcsatornán. Minthogy nem bomlik le az emésztőcsatornában, nem is tud onnan felszívódni. A hazai előírások (Magyar Takarmánykódex, 1990) megegyezően az EU előírásokkal a takarmányba a szárazanyag 2 %-ának megfelelő mennyiségű perlit bekeverését engedélyezik.

A hidegszűrési maradék nyerszsír tartalmának zsírsav összetételét a növényolajipari feldolgozásra kerülő alapanyag befolyásolja, hiszen a különböző napraforgó fajták, illetve hibridek olajának zsírsavösszetétele jelentősen különbözhet egymástól. A kísérletekhez felhasznált hidegszűrési maradék, valamint az abból előállított Ca-szappan zsírsav összetételét a 20. táblázat tünteti fel.

20.táblázat

**A napraforgóolaj a hidegszűrési maradék és a Ca-szappan
zsírsavösszetétele**

Zsírsav		Hidegszűrési maradék	Ca-szappan	Napraforgó- olaj*
Palmitinsav (C _{16:0})	%	5,16	5,47	4,0
Sztearinsav (C _{18:0})	%	3,41	3,05	2,0
Olajsav (C _{18:1})	%	20,78	19,96	56,0
Linolsav (C _{18:2})	%	70,34	71,14	38,0
Egyéb nem identifikált	%	0,31	0,38	-

* Kakuk és Schmidt (1988)

A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a hidegszűrési maradék nyerszsírjának zsírsav összetétele lényegében a napraforgóolaj összetételének felel meg. Kiolvasható az adatokból az is, hogy a szappangyártás folyamán a hidegszűrési maradék zsírsav összetétele gyakorlatilag változatlan marad. Különösen fontos, hogy az értékes telítetlen zsírsavak (olajsav, linolsav) részaránya nem változik a készítményben.

A védett zsírkészítménnyel végzett munka következő lépése a készítmény bendőbeli stabilitásának megállapítása volt. Ezt bendőfisztulás tehennel az in sacco technika segítségével végeztük. A kísérletbe vont tehenek a laktáció utolsó harmadában tartottak és a következő összetételű, illetve táplálóanyag tartalmú takarmányadagot fogyasztották a kísérlet folyamán:

Silókukorica szilázs	20,0 kg
Lucerna széna	3,0 kg
Abrakkeverék	2,5 kg

Az abrakkeverék összetétele:

Kukorica	50,0 %
Búza	15,0 %
Extrahált napraforgódara	30,0 %
Komplett premix	<u>5,0 %</u>
Összesen	100,0 %

A napi adag táplálóanyag tartalma:

Szárazanyag	12,2 kg
NE _I	78,6 MJ
Nyersfehérje	1617,0 g
MFE	968,5 g
MFN	1019,1 g
Nyersrost	2351,3 g
Ca	80,2 g
P	50,6 g

A vizsgálatok eredményeit a 21. és 22. táblázatban foglaltuk össze.

21. táblázat

Hidegszűrési maradék alapú Ca-szappan bendőbeli degradabilitásának alakulása

Inkubációs idő, óra	A zsírlebomlás mértéke, %
0	-
2	5,44
4	12,87
8	21,92
16	28,99
24	30,02

**A Ca-szappan zsírsavösszetételének változása
a bendőben**

Inkubációs idő, óra	Palmitinsav (C _{16:0}) %	Sztearinsav (C _{18:0}) %	Olajsav C _{18:1}) %	Linolsav (C _{18:2}) %	Egyéb nem identifikált %
0	5,56	2,69	19,60	72,14	0,01
2	6,23	3,21	19,94	70,59	0,03
4	6,46	3,56	20,27	69,67	0,04
8	6,65	7,02	21,84	62,40	2,09
16	6,70	9,50	24,84	50,48	8,48
24	6,99	8,97	23,40	51,60	9,04

Mint látható, a 24 órás inkubáció alatt a készítmény zsírjának csak 30,0 %-a bomlott le és távozott a zsákocskákból. A készítmény azonban intenzív takarmányozás esetén nem tartózkodik ilyen hosszú időn át a bendőben. A készítmény tényleges lebonthatóságát a védett fehérje készítményhez hasonlóan Kristensen és mtsai (1982) módszerével számítottuk ki. Az ilyen módon számított tényleges lebonthatóságot intenzív takarmányozás esetén (kr=8 %) 19,5 %-nak találtuk.

A védett zsírkészítmények bendőbeli stabilitására nem csak a zsákocskákból eltávozó zsír mennyiségéből, hanem a zsákocskákból maradt zsír zsírsav összetételének változásából is lehet következtetni. Az alapot ehhez a telítetlen zsírsavak arányának csökkenése adja. Ahhoz ugyanis, hogy a készítmény telítetlen zsírsavai telítődni tudjanak, a zsírnak először le kell bomlani, azaz a zsírsavak telítődését a zsír hidrolízisének kell megelőzni. Kísérletünkben a linolsavnak 24 órás bendőben tartózkodás

során a 28,5 %-a bomlott le, mely érték jó egyezőséget mutat a zsákocskákban eltávozó zsír mennyiségével.

A Ca-szappanok bendőbeli lebonthatóságával több kutató is foglalkozott. Brinkmann és Abel (1993) kísérleteik során mesterséges bendőben (Rusitec berendezésben) vizsgálták a különböző Ca-szappanok bendőbeli stabilitását. A stabilitás mértékére a peroléterben oldható zsírhányad nagyságából következtettek. Megállapították, hogy a különféle Ca-szappanok bendőbeli lebonthatósága függ a szappan zsírsavösszetételétől, továbbá attól is, hogy a bendő mikrobapopuláció adaptálódott-e az etetett Ca-szappanhoz. A telítetlen zsírsavhányad növekedése rontja a Ca-szappan stabilitását. Ennek Ohajuruka és mtsai (1991) szerint az oka, hogy telítetlen zsírsavaknak nagyobb a disszociációs hányadosuk. Amennyiben az állatokat fokozatosan szoktattuk hozzá a Ca-szappanhoz, aminek következtében a bendő mikrobáinak elegendő idő állt az adaptálódáshoz rendelkezésre, kevesebb Ca-szappan fog a bendőben lebomlani.

Brinkmann és Abel (1993) említett vizsgálataiban a petroléterben oldódó zsírhányadot – amely a Ca-szappan bendőbeli hidrolízisével mértékével tekinthető azonosnak – 17 %-nak, illetve 54 %-nak találta a pálmamagolajból előállított és 45,8 %-nyi telítetlen zsírsavat tartalmazó Ca-szappan, valamint egy ennél több telítetlen zsírsav tartalmú Ca-szappan esetében. Ezeknek az adatoknak az alapján a vizsgált hazai gyártású Ca-szappan jó bendőbeli stabilitású készítménynek tekinthető, hiszen bendőbeli lebonthatóságát a 90 %-ot meghaladó telítetlen zsírsavhányad ellenére csak 19,5 %-nak találtuk.

3.3.2.2. A hidegszűrés maradvék alapú Ca-szappan hatása a bendő-fermentációra

A zsírkiegészítésnek a bendőfermentációra gyakorolt hatását ugyancsak 3 bendőfisztulás tehénnel vizsgáltuk egy öt szakaszból álló kísérlet keretében. Az állatok a kontroll szakaszban ugyanazt a takarmányadagot fogyasztották, mint a szóban forgó védett zsírkészítmény bendőbeli stabilitásának vizsgálatakor. Ennek összetételére és táplálóanyag tartalmára vonatkozó adatok az előző (3.3.2.1.) fejezetben találhatók meg.

A kísérleti szakaszokban az említett takarmányadaghoz a tehenek először kisebb mennyiségű (168 g/nap/állat) 50:50 %-nyi sertészsírból, illetve napraforgóolajból álló natúr (védetlen) zsírkeveréket, majd a következő kísérleti szakaszban ezzel azonos mennyiségű zsírt tartalmazó Ca-szappant (280 g szappan/nap/állat) kaptak kiegészítésként. Az ezt követő szakaszokban a kiegészítésként adott natúr zsírkeverék mennyiségét 462 g-ra, az equivalens mennyiségű zsírt tartalmazó Ca-szappan adagot pedig 770 g-ra növeltük. A fentiek értelmében a kísérlet különböző szakaszaiban a következő mennyiségű zsírt fogyasztották a tehenek:

Szakaszok	Alapadag ny.zsírtartalma, g/nap	Kiegészítés g/nap	Kiegészítés ny.zsír-tartalma g/nap	Napi összes zsírfogyasztás	
				g	% a száraz-anyagban
Kontroll	455,7	-	-	455,7	3,7
1.kísérlet	455,7	168 g natúr zsír	168,0	623,7	5,0
2.kísérlet	455,7	280 g Ca-szappan	168,3	624,0	5,0
3.kísérlet	455,7	462 g natúr zsír	462,0	917,7	7,2
4.kísérlet	455,7	770 g Ca-szappan	462,8	918,5	7,1

A natúr zsírkeveréket először összekevertük a napi abrakadag egy részével, majd naponta két alkalommal, az etetést megelőzően a fisztulán át, közvetlenül a bendőbe juttattuk. A Ca-szappan ugyancsak a fisztulán át került a bendőbe.

A normál, valamint a védett zsír bendőfermentációra gyakorolt hatását a 23. és 23.a. táblázat adatai mutatják be.

23. táblázat

Zsírkiegészítés hatása a bendőfolyadék összetételére

Szakasz, illetve óra	pH	NH ₃ mmol/l	Ecetsav	Propion- sav	<u>Ecetsav</u> Propionsav
			mmol/l		
Kontroll szakasz 6 ^h 9 ^h	6,29±0,12 ^a	4,06±1,19 ^a	61,61±6,66 ^a	17,55±2,70	3,51
	5,93±0,17 ^a	8,47±2,28 ^a	66,61±5,00 ^a	20,25±2,70 ^a	3,29
Kisadagú normál zsír 6 ^h 9 ^h	6,37±0,12	3,40±1,20	58,28±3,33	17,55±4,05	3,32
	5,69±0,13 ^b	5,38±1,59 ^b	64,94±6,66	24,30±2,70 ^b	2,67
Nagyadagú normál zsír 6 ^h 9 ^h	6,50±0,29 ^b	2,44±1,36 ^b	38,30±9,99 ^b	21,60±8,10	1,77
	6,00±0,19	0,93±0,49 ^b	46,62±8,32 ^b	29,70±4,05 ^b	1,57
Kisadagú védett zsír 6 ^h 9 ^h	6,43±0,22	4,45±1,29	59,95±5,00	16,20±4,05	3,70
	6,00±0,20	8,08±2,22	68,28±6,66	18,90±4,05	3,61
Nagyadagú védett zsír 6 ^h 9 ^h	6,48±0,10 ^b	2,75±0,99 ^b	56,62±5,00 ^b	18,90±4,05	3,00
	5,85±0,11	5,37±1,36 ^b	68,28±6,66	25,65±2,70 ^b	2,66

A különböző betűkkel jelzett azonos időpontra vonatkozó értékek szignifikánsan különböznek a kontroll szakasz megfelelő értékétől

23.a. táblázat

Zsírtiegészítés hatása a bendőfolyadék összetételére

Szakasz, illetve óra	i-Vajsav	n-Vajsav	i-Valeriánsav	n-Valeriánsav
	mmol/l			
Kontroll szakasz 6 ^h 9 ^h	0,90±0,18 ^a 0,85±0,16 ^a	8,85±0,79 ^a 10,90±0,68 ^a	0,96±0,17 1,19±0,22 ^a	0,61±0,31 ^a 1,06±0,21 ^a
Kisadagú normál zsír 6 ^h 9 ^h	1,44±0,26 ^b 1,08±0,19 ^b	10,44±0,79 ^b 13,62±1,25 ^b	1,13±0,22 1,04±0,12 ^b	0,95±0,40 ^b 1,51±0,21 ^b
Nagyadagú normál zsír 6 ^h 9 ^h	1,06±0,17 ^b 1,01±0,20 ^b	7,72±3,52 9,88±1,25 ^b	1,47±0,35 1,76±1,01	1,91±1,52 ^b 2,45±0,78 ^b
Kisadagú védett zsír 6 ^h 9 ^h	0,91±0,21 0,96±0,21	8,74±1,82 11,01±1,93	0,84±0,20 0,98±0,16 ^b	0,70±0,29 1,11±0,28
Nagyadagú védett zsír 6 ^h 9 ^h	1,12±0,11 ^b 1,03±0,11 ^b	9,53±1,02 12,60±1,36 ^b	0,98±0,11 1,17±0,14	0,84±0,20 ^b 1,44±0,18 ^b

A különböző betűkkel jelzett azonos időpontra vonatkozó értékek szignifikánsan különböznek a kontroll szakasz megfelelő értékétől.

Megállapítható, hogy a natúr zsír–növényolaj keverék már kisadagú kiegészítés (168 g/nap) esetén is egyértelműen rontotta a bendőfermentáció feltételeit, pedig a takarmányadag összes nyerszsírtartalma ebben a kísérleti szakaszban a szárazanyagnak csak 5,0 %-át tette ki. A kiegészítés kedvezőtlen hatását az ecetsavtermelés csökkenése, a bendő-

folyadék propionsav-tartalmának növekedése és mindezek következményeként az ecetsav-propionsav arány szűkülése jelzi. Még kifejezettebbek ezek a hatások a nagyadagú (462 g/nap) natúr zsír-növényolaj keverék etetésekor, amikor a napi takarmányadag zsírtartalma elérte a szárazanyag-tartalom 7,2 %-át. Ebben a kísérleti szakaszban a bendőfolyadék ecetsavtartalma már jelentősen (30,0 %-kal) és szignifikánsan csökken, amit a propionsav-tartalom ugyancsak számottevő (46,6 %-os) és szignifikáns növekedése kísér, aminek folyamánként drasztikusan szűkült (3,29:1-ről 1,57:1-re) az ecetsav-propionsav arány.

A natúr zsír-növényolaj keverék másik kedvezőtlen hatása a bendőfolyadék NH_3 tartalmának csökkenése. A csökkenés már a kisadagú natúr zsír kiegészítés esetén is szignifikáns (23.táblázat), a nagyadagú natúr zsír esetében azonban már igen jelentős méretet ölt a bendőfolyadék NH_3 -tartalmának a mérséklődése, a csökkenés ugyanis eléri a 89,0 %-ot. A jelenség minden valószínűség szerint a bendőbeli proteolízis visszaesésével áll összefüggésben és nem a mikrobafehérje termelés növekedésére vezethető vissza.

Amikor a zsírkiegészítést Ca-szappannal végeztük, az említett hatások nem, vagy a natúr zsír-növényolaj keverék esetében megfigyeltnél lényegesen kisebb mértékben fordultak elő. A Ca-szappan alakban adagolt 162 g/nap zsír (kis adag) a natúr zsírral szemben a kontroll szakaszhoz képest semmilyen változást nem okozott a vizsgált paraméterekben. A Ca-szappan formájában nyújtott nagyadagú zsírkiegészítés negatív hatásai mértéküket illetően a kisadagú natúr zsír esetében megfigyelt effektussal tekinthetők azonosnak, noha a napi adag zsírtartalma (a szárazanyag-tartalom 7,1 %-a) már jelentős mennyiségnek nevezhető.

A védett zsír formájában nyújtott kisadagú zsírkiegészítés a legkisebb mértékben sem befolyásolta a bendőfolyadék NH_3 -koncentrációját,

de a nagy Ca-szappan adag is csak kisadagú védetlen zsírhoz hasonló NH_3 -csökkenést okozott.

A natúr zsír-olajkeverékkel végzett kiegészítés során nyert eredményeink jól egyeznek más szerzők tapasztalataival. Rohr és mtsai (1978), Lebzien (1980), Chalupa és mtsai (1986), Magdus és mtsai (1992) sok telítetlen zsírsavat tartalmazó zsír etetésekor ugyancsak a bendőfolyadék ecetsavtartalmának csökkenését, propionsavhányadáának növekedését és mindezek folyamányaként a C_2/C_3 arány szűkülését figyelték meg. Az ecetsavtermelés mérséklődése többek (Devendra és Lewis, 1974, Rohr és mtsai, 1978, Oslage, 1984) véleménye szerint annak a következménye, hogy a lágy (sok telítetlen zsírsavat tartalmazó) zsírok, illetve olajok vékony, filmszerű réteggel vonják be a takarmányrészecskéket a bendőben. Ezzel a hatással függ össze az is, hogy Várhegyi (1993) a takarmány szárazanyagának 4,3-4,5 %-át kitevő sertészsír, illetve növényolaj kiegészítés esetén a nyersrost emésztés csökkenését figyelte meg.

White és mtsai (1958), valamint Ikwuekbu és Sutton (1982) az ecetsavtermelés csökkenésének okát nem csak az említett „burkoló” hatásban látják, hanem magyarázhatja az ecetsavtermelés depresszióját az a kedvezőtlen hatás is, amit a zsírok a bendőmikrobák sejtmembránjának felületi aktivitására gyakorolnak.

Kísérleti eredményeink abban a tekintetben is egyeznek más szerzők megállapításaival, hogy a védetlen zsír a bendőfolyadék propionsavtartalmának növekedésével jár (White és mtsai, 1958, Czerkawski, 1973, Henderson, 1973). Nevezett kutatók ezt a tényt azzal magyarázzák, hogy a zsírkiegészítés megváltoztatja a bendő mikrobapopulációjának faji összetételét. A hatás alapja véleményük szerint az, hogy a propionsav ter-

melő baktériumok az ecetsavtermelőknél kevésbé érzékenyek a telítetlen zsírsavak negatív hatásaira.

Eredményeinkkel egyezően ugyancsak több kísérletben állapították meg, hogy a natúr zsírral végzett kiegészítés számottevő mértékben csökkentette a bendőfolyadék NH_3 -koncentrációját.

Az irodalomban több olyan kísérleti eredmény áll rendelkezésre, amelyek szerint Ca-szappan formájában etetett zsírral megelőzhetők, de legalábbis jelentősen mérsékelhetők azok a negatív hatások, amelyekről a natúr zsírral végzett kiegészítés kapcsán a korábbiakban szóltunk. Chalupa és mtsai (1984) in vitro kísérleteiben a jelentős mennyiségű (20 %) Ca-szappan kiegészítés nem befolyásolta kedvezőtlenül a mikrobaműködést. Ugyancsak Chalupa és mtsai (1986) bendőfisztulás tehennel végzett vizsgálataik során is kedvező eredményt értek el Ca-szappannal végzett zsírkiegészítéssel. Amíg ugyanis a natúr zsír kiegészítés mintegy 50 %-kal szűkítette az ecetsav-propionsav arányt, addig Ca-szappan kiegészítés esetén az említett arány csak 20 %-kal szűkült. Devendra és Lewis (1974), Jenkins és Palmquist (1984), Finn és mtsai (1985), valamint Drackley és mtsai (1985) kísérleti eredményei ugyancsak azt igazolják, hogy a Ca-szappan alakjában végzett zsírkiegészítéssel jelentősen mérsékelhetők a zsírok bendőfermentációt zavaró hatásai.

3.3.2.3. Védett zsír etetése nagy tejtermelésű tehennel

Annak megállapítására, hogy a védett zsír kiegészítés milyen hatással van a tehének tejtermelésére, a tej összetételére, a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségére, a tejzsír zsírsav összetételére, továbbá néhány szaporodásbiológiai paraméter alakulására, a Komáromi Mezőgazdasági Rt. csémpusztai tehenészetében 25 tehénpárral kísérletet állítottunk be. A kontroll és a kísérleti csoport takarmányadagjának

összetételét és táplálóanyag tartalmát a 24. és 25. táblázatban foglaltuk össze.

24. táblázat

A 4. üzemi kísérletben etetett takarmányadag összetétele és táplálóanyag tartalma

Takarmány, illetve táplálóanyag		Kontroll csoport		Kísérleti csoport	
		laktációs nap			
		23-100	101-147	23-100	101-147
Silókukorica szilázs	kg	18,0	15,0	18,0	15,0
Lucerna szenázs	kg	6,5	7,0	6,5	7,0
Lucerna széna	kg	5,8	3,0	5,8	3,0
Zöldlucerna	kg	3,0	3,0	3,0	3,0
Melasz	kg	0,4	0,5	0,4	0,5
Kukorica	kg	6,5	4,8	6,5	4,8
Árpa	kg	0,8	3,0	0,8	3,0
Tejelő koncentrátum	kg	3,8	3,0	4,8	4,0
A napi adagban :					
Szárazanyag	kg	23,3	21,6	24,1	22,5
NE _l	MJ	158,76	144,89	168,96	153,37
Nyersfehérje	g	3915,1	3487,7	3873,3	3370,8
Nyerszsír	g	656,7	492,7	1168,6	917,0
%-a sz.anyagban		2,8	2,3	4,8	4,0
Nyersrost	g	5130,4	3875,0	5137,0	3907,6
Ca	g	190,3	150,7	250,6	197,9
P	g	89,4	81,7	94,2	82,3

25. táblázat

A tejelő koncentrátum összetétele a 4. kísérletben

Takarmány		Csoport	
		Kontroll	Kísérleti
Extrahált szójadara	%	47,0	37,0
Extrahált napraforgódara	%	24,0	18,9
Búzakorpa	%	14,0	14,1
Védett zsír	%	-	18,2
Só	%	1,0	0,8
Premix	%	6,0	4,7
Bendőpuffer	%	6,0	4,7
MgO	%	2,0	1,6
Összesen	%	100,0	100,0
Szárazanyag	kg	898,7	896,9
NE _I	MJ	7,00	7,90
Nyersfehérje	g	364,2	307,0
Nyerszsír	g	29,36	142,2
%-a sz.anyagban		3,26	15,85
Ca	g	8,1	20,43
P	g	11,1	10,28

Az adatokból megállapítható, hogy a kísérlet első időszakában állatonként és naponta 875 g védett zsírt etettünk, amely mennyiség 525 g zsírt tartalmazott, míg a kísérlet második felében 730 g védett zsír volt a napi takarmányadagban, mely védett zsír mennyiség 438 g-mal növelte meg a takarmányadag nyerszsír tartalmát. A takarmányadag szárazanyaga a kísérleti csoportban 4,8, illetve 4,0 % nyerszsírt tartalmazott, ami megfelelő stabilitású védett zsír készítmény esetében nem minősíthető túlzott zsíradagnak.

A Ca-szappannal végzett kiegészítés növelte a kísérleti csoport takarmányadagjának energiakonzentrációját. Az energiakonzentráció – annak ellenére a kísérleti csoportnak nagyobb volt a szárazanyagfogyasztása – a zsírkiegészítés eredményeként a kísérlet első szakaszában – 875 g védett zsír etetésekor – 0,2 MJ/kg szárazanyag értékkel (6,8-ról 7,0-ra) növekedett. A kísérlet második részében, amikor 730 g-ra mérsékeltek a napi védett zsír adagot 0,1 MJ/kg szárazanyag értékkel (6,7 helyett 6,8) volt nagyobb a kísérleti csoport takarmányadagjának energiakonzentrációja.

A két csoport tejtermelésének alakulásáról a 26. táblázat adatai tájékoztatnak.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kísérleti csoport tejtermelése a zsírkiegészítés eredményeként a kísérlet egész tartama alatt nagyobb volt a kontroll csoport termelésénél. A növekmény különösen a kísérlet első hónapjában (a laktáció 38-67. napja közötti időszakban) volt nagy a kísérleti csoportban. Amíg ugyanis a kontroll csoportban 1,78 literrel nőtt a tehenek napi tejtermelése ebben az időszakban, addig a kísérleti csoportban 2,49 liter volt a növekmény. A teljes kísérleti időszakt (110 nap) figyelembe véve a kísérleti csoport átlagos napi tejtermelése

se 1,97 literrel haladta meg a kontroll csoport termelését. A különbséget a biometria analízis során 0,1 %-os szinten szignifikánsnak találtuk.

26. táblázat

A tejtermelés alakulása a 4. kísérlet során

Kísérleti nap	Laktációs nap	Átlagos napi tejtermelés, liter	
		Kontroll	Védett zsír
Előszakasz			
1-20.	23-37.	36,61	35,75
Kísérleti szakasz			
1-10.	38-47.	36,92±4,99	39,40±4,77
11-20.	48-57.	38,00±5,37	40,43±5,53
21-30.	58-67.	37,19±5,13	39,75±5,63
31-40.	68-77.	37,04±4,96	37,96±5,19
41-50.	78-87.	35,49±4,98	37,83±5,77
51-60.	88-97.	35,51±4,17	36,93±5,37
61-70.	98-107.	34,39±4,31	34,58±5,48
71-80.	108-117.	32,66±4,31	34,80±5,45
81-90.	118-127.	32,26±4,44	34,86±5,51
91-100.	128-137.	31,15±4,18	33,69±4,93
101-110.	138-147.	31,32±4,04	33,41±4,59
Átlag		34,72±4,98 ^a	36,69±5,83 ^b

A különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan ($P < 0,01$) különböznek egymástól

A kedvező eredmény a kísérleti csoport teheneinek jobb energiaellátásával magyarázható. A kísérleti csoport tehenei ugyanis a kísérlet első szakaszában napi 10,2 MJ-lal, a későbbiekben pedig napi 8,4 MJ-lal több energiához jutottak a zsírkiegészítés eredményeként, ami 6,4, illetve 5,8 %-kal jobb energiaellátást jelentett.

A védett zsíroknak a tejtermelésre gyakorolt hatását illetően megoszlik a kutatók véleménye. Ennek elsősorban az a magyarázata, hogy a kísérletek különböző módszerekkel előállított (bendőstabil burokkal ellá-

tott, hidrogénezéssel keményített, Ca-szappan), következésképpen különböző fokú védettséggel (bendőbeli stabilitással) bíró készítményekkel végezték. Abból következően, hogy a zsírok leginkább a nyersrost bendőbeli lebonthatóságát csökkentik, a zsírkiegészítés eredményességét az állatok nyersrost ellátottságának mértéke is nagymértékben befolyásolja.

Növelte a tehenek tejtermelését a Ca-szappan kiegészítés Abel és mtsai (1988), Ferguson és mtsai (1988), Bohnenkemper (1990), Rohr és Lebzien (1990), valamint Erickson és mtsai (1992) kísérletében.

Növekedett a tejtermelés azokban a kísérletekben, amelyekben formalinnal kezelt fehérjével „burkolt” védett zsírt etettek (Dunkley és mtsai, 1977, McLeod és mtsai, 1977, Rohr és Lebzien, 1990). Több olyan kísérlet is ismert, amelyben eredménytelen maradt a védett zsír etetés (Goering és mtsai, 1977, Smith és mtsai, 1978, Storry és mtsai, 1980, Burgstaller és Klein, 1990). Ezeket a vizsgálatokat nagyobb részben hidrogenálással előállított védett zsírral végezték.

Egyes kísérletekben a zsírkiegészítés csökkentette a tehenek tejtermelését (Bines és mtsai, 1978, Hagemeister és Kaufmann, 1979, Murphy és Morgan, 1983). Erre akkor kell számítanunk, ha védett zsírból, vagy nem kielégítő védettségű bypass zsírból nagyobb mennyiséget etetünk a tehenekkel. Ilyen esetekben mindig kimutatható a bendőfolyadék nagyobb propionsav tartalma, ami viszont Kronfeld (1969) szerint serkenti a tehenek inzulin termelését. Ugyanakkor a vérplazma inzulin koncentrációja, valamint a tejtermelés színvonala között Giesecke és mtsai (1987) negatív korrelációt találtak.

A tej összetételére, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségére vonatkozó adatokat a 27. táblázatban foglaltuk össze.

27. táblázat

**A tej összetételének, valamint a tejjel termelt táplálóanyagok
mennyiségének alakulása a 4. kísérlet során**

Táplálóanyag		Kontroll	Védett zsíros
		c s o p o r t	
Tejzsír	%	3,53±0,18	3,74±0,25
Tejjel termelt zsír	g/nap	1226±44,1 ^a	1372±65,3 ^b
Tejfehérje	%	3,21±0,04	3,30±0,09
Tejjel termelt fehérje	g/nap	1114±30,7 ^a	1211±12,90 ^b
Tejcukor	%	4,83±0,05	4,82±0,09
Tejjel termelt cukor	g/nap	1677±70,0 ^a	1768±60,2 ^b

A különböző betűvel jelölt adatok szignifikánsan ($P < 0,01$) különböznek egymástól

Mint az adatokból látható, a védett zsírral végzett kiegészítés nem befolyásolta szignifikánsan a tej összetételét, bár a tej zsírtartalmának a növekedése a kísérleti csoportban megközelítette a szignifikáns különbség határát. Hasonlóképpen nem szignifikáns a két csoport tejének fehérjetartalma közötti eltérés sem. Ugyanakkor a kísérleti csoport 0,1 %-os szinten szignifikánsan több zsírt, fehérjét és tejcukrot termelt a tejjel a kontroll csoport teheneihez képest.

A védett zsír kiegészítéssel szerzett tapasztalatok nem csak a tej mennyisége tekintetében nem egységesek, hanem a tej összetételének kérdésében is változóak az eredmények. Dunkley és mtsai (1977), McLeod és mtsai (1977), Bines és mtsai (1978), Rohr és Lebzien (1990), valamint Bohnenkemper (1990) arról számoltak be, hogy a védett zsírral végzett kiegészítés kísérletükben növelte a tej zsírtartalmát, illetve a tejjel termelt zsír mennyiségét. Ezzel szemben több kísérletben fordult elő, hogy a védett zsír kiegészítés csökkentette a tej zsírtartalmát. A csökkenés okát azonban az egyes szerzők más-más tényezőre vezetik vissza. Davis és Brown (1969) a nagyobb propionsav termelés következtében megnöveked-

vő inzulin elválasztással, Christie (1981) az ecetsavtermelés csökkenésével, Kirchgessner és Kaufmann (1986) a rövid és közepes szénláncú zsírsavak de novo szintézisének csökkenésével, míg mások (Hagemeister és Kaufmann, 1979, Selner és Schultz, 1980, Kemp és mtsai, 1975) az olajsav bendőbeli hidrogenálódása kapcsán keletkező transz-izomerek (elaidinsav, vakcensav) kedvezőtlen hatásával indokolják a tej zsírtartalmának zsírkiegészítés esetén történő csökkenését. A felhozott indokok egyike sem zárható ki a tejszírcsökkenés lehetséges okai közül, sőt a leírt hatások egyszerre is felléphetnek és kumulálódhatnak is. Azt azonban hangsúlyozni szükséges, hogy minél jobb bendőbeli stabilitású készítményt etetünk, annál kisebb a leírt okok előfordulásának lehetősége. Fontos tényező a tej zsírtartalmának alakulása szempontjából a tehének nyersrost ellátása. Némely kísérlet esetében a takarmányadag nem kielégítő nyersrosttartalma sem zárható ki a tejszírtermelés csökkenésének lehetséges okai közül.

Több kísérletben figyelték meg, hogy a zsírkiegészítés csökkentette a tej fehérjetartalmát (Mattos és Palmquist, 1974, Dunkley és mtsai, 1977, Rohr és mtsai, 1978, Palmquist és Moser, 1981, Burgstaller és mtsai, 1988, Rohr és Lebzien 1990). Az okokat elemezve első helyen a mikrobafehérje szintézis csökkenését kell említeni (Finn és mtsai, 1985). Palmquist és Jenkins (1980) viszont a glükóz-forgalomban zsírkiegészítés esetében bekövetkező változásokra vezetik vissza az esetenként előforduló tejfehérje tartalom csökkenést.

Az a tény, hogy kísérletünkben nem csökkent a tej fehérjetartalma, elsősorban az etetett Ca-szappan jó bendőbeli stabilitásával állhat összefüggésben, ami a kifogástalan mikrobafehérje szintézis egyik fontos feltétele, de szerepet játszik kísérletünkben a zavartalan tejfehérje termelésben az is, hogy a zsírkiegészítést többletként adtuk és nem csökkentet-

tük az abrakadagot. Ez azzal járt, hogy nem romlott a bendőmikrobák energiaellátása, ami a legfontosabb alapfeltétele a mikrobafehérje szintézisnek, amely a tehenek számára szükséges aminosavaknak a többségét (60-70 %-át) szolgáltatja.

A védett zsírt fogyasztó csoportban a tehenek kedvezőbb energiamérlegére visszavezethetően kedvezőbben alakult néhány szaporodás-biológiai paraméter. Az Állatorvos-tudományi Egyetem szülészeti Tan-
székének vizsgálatai szerint a kísérleti csoportban az ellést követő első tüszőrepedés 16 nappal, az eredményes termékenyítés pedig 29 nappal hamarabb következett be, mint a kontroll csoport teheneinél.

A csoportok átlagtejből vett minta alapján két alkalommal vizsgáltuk kísérletünkben azt is, hogy a hidegszűrési maradékból előállított Ca-szappan milyen hatást gyakorol a tejzsír minőségére, azaz a tejzsír zsírsavösszetételére. Az erre vonatkozó adatok a 28.táblázatban találhatók.

28. táblázat

Védett zsír kiegészítés hatása a tejzsír zsírsavösszetételére

Zsírsav		Kontroll	Védett zsíros
		c s o p o r t	
Kaprinsav (C _{10:0})	%	2,68±0,47 ^a	1,37±0,19 ^b
Laurinsav (C _{12:0})	%	3,77±0,56 ^a	1,80±0,22 ^b
Mirisztinsav (C _{14:0})	%	12,30±1,22 ^a	7,82±0,88 ^b
Pentadekánsav (C _{15:0})	%	2,34±0,42 ^a	0,99±0,47 ^b
Palmitinsav (C _{16:0})	%	31,85±5,44 ^a	19,80±2,33 ^b
Palmitoleinsav (C _{16:1})	%	1,73±0,49	1,79±0,27
Sztearinsav (C _{18:0})	%	10,57±2,18 ^a	13,79±1,20 ^b
Olajsav (C _{18:1})	%	24,01±3,50 ^a	39,83±2,50 ^b
Linolsav (C _{18:2})	%	1,06±0,55 ^a	1,62±0,26 ^b
Illó zsírsavak	%	8,52±0,95	8,51±0,86
Egyéb zsírsavak	%	1,17±0,71	2,68±0,69

Látható az adatokból, hogy az etetett napi 875 g és 730 g védett zsír jelentős mértékben befolyásolta a kísérleti csoport tejzsírjának zsírsavösszetételét, hiszen palmitoleinsav és az illózsírsavak kivételével a tejzsír minden egyéb zsírsavának részaránya szignifikáns mértékben változott. A telített zsírsavak részaránya a sztearinsav kivételével csökkent a tejzsírban a zsírkiegészítés hatására. Ugyanakkor a zsírkiegészítés jelentősen növelte a tejben a telítetlen zsírsavak mennyiségét. Összességében a telített zsírsavak részaránya 63,51 %-ról 45,57 %-ra csökkent, a telítetlen zsírsavaké pedig 26,80 %-ról 43,24 %-ra növekedett a zsírkiegészítés hatására a tejzsírban. A telítetlen zsírsavak közül az olajsav részarányának a növekedése a legnagyobb, de nem elhanyagolható a linolsav mennyiségében bekövetkezett relatíve 52,8 %-os növekedés sem.

A telítetlen zsírsavak részarányának növekedése a humán táplálkozás szempontjából előnyös változásnak tekinthető, a telítetlen zsírsavak ugyanis biológiailag értékesebbek a telítettekénél. A többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) – köztük a linolsav is – fontos szerepet játszanak a sejtmembránokban, ezen túlmenően prekursorai számos az intermedier anyagforgalomban fontos vegyületnek, mint pl. a prosztaglandinok, leukotíének, valamint lipoxinok (Husvéth, 1994).

A zsírkiegészítésnek a tejzsír zsírsavösszetételére gyakorolt hatása azzal magyarázható, hogy a takarmány zsírsavainak egy része a nyirokáram útján, a máj megkerülésével közvetlenül jut el a tőgy mirigyhámsejtjeibe. Palmquist és Jenkins (1980) véleménye szerint a tej hosszúszenlácú zsírsavainak akár 90 %-a is származhat közvetlenül a takarmányból. Storry (1980) szerint az okozza a tejzsír zsírsav összetételében beálló változást, hogy amikor nagyobb mennyiségű zsírsav kerül a

nyirokáram útján a tőgy mirigyhámsejtjeibe, az csökkenti a tőgyben zajló de novo szintézis mértékét.

Eredményeink jól egyeznek más szerzőknek védett zsírok etetésekor a tejzsír zsírsavösszetételének változásával kapcsolatos tapasztalataival. Így Ashees és mtsai (1992) kísérletében szignifikánsan nőtt az olajsav, a linol- és linolénsav mennyisége, ugyanakkor pedig csökkent a telített zsírsavak (laurinsav, mirisztinsav, palmitinsav) részaránya, amikor formaldehiddel védett full fat repcét etettek. Hasonló eredményre jutottak Schauuff és mtsai (1992) extrudált full fat szója, valamint Lebzien és mtsai (1992) is pálmamagolajból készült Ca-szappan etetésekor.

Természetesen a fentiekben tárgyalt kedvező változásokra csak akkor számíthatunk, ha az etetett védett zsír készítmény is előnyös zsírsavösszetételű, azaz sok telítetlen zsírsavat tartalmaz. Ehhez az szükséges, hogy a készítmény előállításához felhasznált alapanyag kedvező zsírsavösszetétele a védett zsír előállítási eljárás során ne változzon. Ebből az következik, hogy hidrogenálással keményített védett zsírok etetésekor – bármilyen kedvező zsírsavösszetételű volt a gyártáshoz felhasznált alapanyag – nem várható a tejzsír zsírsavösszetételének előnyös megváltozása.

4. Új tudományos eredmények

Az elvégzett laboratóriumi vizsgálatok, in vitro és in situ kísérletek, a bendő- és duodenum fisztulás állatokkal lefolytatott anyagforgalmi vizsgálatok, illetve üzemi tejtermelési kísérletek eredményei alapján a következő új tudományos eredmények fogalmazhatók meg:

1. Glioxállal és glutáraldehiddel végzett kezeléssel az egyébként is kis bendőbeli lebonthatóságú fehérjét tartalmazó kukoricaglutén, valamint toll-liszt fehérjéjének bendőbeli

degradabilitása tovább csökkenthető. Az optimális dózis a kukoricaglutén esetében mind a glioxálból, mind a glutáraldehidből a nyersfehérje-tartalom 1 %-a, míg a toll-liszt esetében akkor éri el a legtöbb posztruminálisan emészthető UDP a duodenumot, amikor glioxálból a nyersfehérje-tartalom 5 %-át, glutáraldehidből pedig 3-5 %-át kitevő mennyiséget használunk fel a kezeléshez.

2. A vérliszt kezelésére a vizsgált két aldehid nem alkalmas, mert a kezelés hatására a vérliszt fehérjéjének posztruminális emészthetősége a fehérje bendőbeli lebonthatóságának csökkenésénél nagyobb mértékben romlik.
3. A kukoricagluténból, baromfi vérlisztból, valamint toll-lisztből álló koncentrátum fehérjéjének in situ módszerrel mért bendőbeli lebonthatósága a kukoricagluténnak és a toll-lisztnek glutáraldehiddel, a baromfi vérlisztnek pedig ortofoszforsavval történő kezelésével abszolút értelemben 7 %-kal, relatíve 27 %-kal csökkenthető intenzív takarmányozási körülmények közepette.
4. A kukoricagluténból, baromfi vérlisztból, valamint toll-lisztből álló fehérjekoncentrátum vinasszal történő kiegészítése a vinasz glutaminsav tartalmának a mikrobiális aminosav szintézisben betöltött fontos szerepe folytán növeli a bendőben képződő mikrobafehérje mennyiségét.
5. A kukoricagluténból, baromfi vérlisztból, toll-lisztből, valamint vinaszból álló védett fehérje koncentrátum a tehenek metabolizálható fehérje ellátásának javításával szignifikánsan növelte a tejtermelést, valamint a tejjel termelt fehérje és zsír mennyiségét a laktáció első harmadában.

6. A növényolajiparban nagy mennyiségben keletkező hidegszűrési maradékból jó minőségű, jó bendőbeli stabilitású ($d_g=19,5\%$) Ca-szappan állítható elő. A gyártási eljárás nem befolyásolja a hidegszűrési maradék kedvező zsírsavösszetételét.
7. A hidegszűrési maradék alapú, 60 % nyerszsírtartalmú Ca-szappant 2,2 g/testtömeg $\text{kg}^{0,75}$ dózisban etetve (mely esetben a takarmány összes zsírtartalma a napi adag szárazanyag-tartalmának 5,0 %-a) nem befolyásolja a bendőfermentációt, amit a változatlan ecetsav és propionsav termelés, illetve C_2/C_3 arány, valamint a kifogástalan mikrobiális aktivitás igazol, de minimális hatással van a bendőfermentációra az 6,0 g Ca-szappan /testtömeg $\text{kg}^{0,75}$ dózis, amikor a takarmányadag száraz anyagának zsírtartalma már eléri a jelentős mennyiségnek minősülő 7,5 %-ot.
8. A laktáció első harmadában napi 730-875 g-os adagban etetett hidegszűrési maradék alapú Ca-szappan szignifikánsan növeli a tehenek tejtermelését, valamint a tejjel termelt zsír és fehérje mennyiségét. Kedvező hatást gyakorol a vizsgált védett zsír készítmény a tejzsír zsírsavösszetételére és ezzel a tej, illetve a belőle készült vaj humán táplálkozási értékére azáltal, hogy jelentősen növeli a tejzsírban a biológiailag értékes telítetlen zsírsavak arányát.

Felhasznált irodalom jegyzéke

Abel Hj. –Abd El-Ati N.-Abd El-Hafiz G. – Abd El-Razek – El-Din T. – El Shazly K. (1988): Anim. Feed Sci. Technol. 19. 111-120.

Adrigbigbe A.O. – Church D.C. (1983): J. Anim. Sci. 57. 743.

AFRC (1992): Nutritive Requirements of Ruminant Animals: Protein – Nutrition Abstracts and Reviews Series B. 62. 12. 787-835.

Allison M.J. (1969): J. Anim. Sci. 29. 671.

Allison M.J. (1970): Nitrogen metabolism of ruminal microorganisms – In: Phillipson A.T.: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant – Oriel Press, Newcastle, 1970.

Andree, H. – Südekum J. – Köhler D. (1984): Proceedings 106. VDLUFA Kongress, Jena

A.R.C. (1980): The nutrient requirements of ruminal livestock – Commonwealth Agricultural Bureaux Farnham Royal 1980.

Armentano L.E. – Dentine M.R. (1988): J. Dairy Sci. 71. 4. 990-995.

Ashees J.R. – Mangan J.L. – Sidhu G.S. (1984): J. of Nutr. 52. 239-247.

Ashees J.R. – Welch Vincent P. St. – Gulati S.K. – Scott T.W. – Brown G.H. (1992): J. Dairy Sci. 75. 1090-1096.

Astrup H.N. – Vik-Mo L. – Ekern A. – Bakke F. (1976): J. Dairy Sci. 59. 426-430.

Bailey P.C. – Orskow E.R. (1974): Proc. Nutr. Soc. 23. 45A.

Baintner K. ifj. (1974): A nem fehérje nitrogén (NPN) etetésekor és értékesülésében szerepet játszó élettani és biokémiai folyamatok. Témadokumentáció – AGROINFORM 107 p.

Barry T.N. (1975): New Zealand J. Agric. Res. 18. 285-294.

Barry T.N. (1976): Proceedings of the Nutrition Society, 35. 221-229.

Barry T.N. – Manley T.R. (1984): Brit. J. Nutr. 51. 493-504.

Barry T.N. – Alsop T.F. – Redekopp C. (1983): Brit. J. Nutr. 56. 607-614.

Bauchop T. – Elsdon S.R. (1960): J. Gen. Microbiol. 3. 457.

Beever D.E. – Thompson D.J. (1976): The potential of protected proteins in ruminant nutrition – Recent Adv. Anim. Nutr. 82-97.

Beever D.E. – Thompson D.J. – Cammel S.B. – Harrison D.G. (1977): J. Agric. Sci. Camb. 88. 61.

Begovic S. – Duzic E. – Sasirbegovic A. – Tafro A. (1978): Veterinaria (Sarajewo) 27. 445-457.

Belibasakis N.G. – Ambatzidis P. – Aktsali P. – Tsirgogianni D. (1995):
World Rev. Anim. Prod. 30. ½. 21-26.

Bickerstaffe R. – Noakes D.E. – Annison E.F. (1972): Biochem. J. 130.
607-617.

Bines J. A. – Brumby P.E. – Storry J.E. – Fulford R.J. – Braitwaite G.D.
(1978): J. Agric. Sci. Camb. 91. 135-150.

Blackburn T.H. – Hobson D.N. (1960): J. Gen. Microbiol. 22. 282.

Bohnenkemper O. (1990): Fat Sci. Technol. 92. 574-576.

Boldt E. (1983): Fütterungsregime für Rinder. In: Tierfütterung – VEB
Deutscher Landw. Verlag, Berlin

Brandt M. – Allan S.M. (1987): Arch. Anim. Nutr. 37. 453-454.

Briant M.R. – Robinson J.M. (1963): J. Dairy Sci. 46. 150.

Brinkmann J. – Abel Hj (1993): Fat Sci. Technol. 95. 8. 312-318.

Broderick G.A. – Satter L.D. – Harper A.E. (1974): J. Dairy Sci. 57.
1015-1022.

Broderick G.A. (1975): In Friedman M.: Protein nutritional quality of
foods and feeds – Marcell Decker New York, Part 2. 211-259.

Brooks G. – Garner B. – Gehrke C.W. – Mührer M.E. – Pfander W.H. (1954): J. Anim. Sci. 13. 758-764.

Broster W.H. – Smith T. – Broster V.J. – Siviter J.W. (1978): J. Agric. Sci. Camb. 90. 299-310.

Bruckental I. – Tagari H. – Arieli A. – Zamwell S. – Aharoni Y. – Genizi A. (1996): J. Anim. And Feed Sci. 5.2. 95-106.

Burgstaller G. – Zywczoek H. – Morgalle H. – Lindner J.P. (1983): Züchtungskunde 55. 275-288.

Burgstaller G. – Klein F. – Probstmeier G. (1988): Züchtungskunde 60. 398.

Burgstaller G. – Klein F. (1990): Fat. Sci. Technol. 92. 569-573.

Burns J.C. – Mochrie R.D. – Cope W.A. (1972): Agron. J. 64. 193-195.

Ceresnakova Z. – Sommer A. (1979 a.): Arch. Anim. Nutr. 29. 305-309.

Ceresnakova Z. – Sommer A. (1979 b.): Arch. Anim. Nutr. 29. 385-397.

Ceresnakova, Z. – Chrenkova, M. – Sommer A. – Szakács J. (1989): Arch. Anim. Nutr. 39. 393-403.

Czerkawski J.W. (1973): J. Agric. Sci. Camb. 81. 517-531.

Chalupa W.- Clark J.H. – Opliger P. – Lavker R. (1968): Fed. Proc. 27. 557.

Chalupa W. (1976): J. Anim. Sci. 43. 828.

Chalupa W. – Rickabangh B. – Kronfeld D.S. – Sklan D.S. (1984): J. Dairy Sci. 67. 1439-1444.

Chalupa W. – Vecchiarelli B. – Elser A.E. – Kronfeld D.S. (1986): J. Dairy Sci. 69. 1293-1301.

Choi B.R. – Palmquist D.L. – Son Y.S. (1999): Korean J. Dairy Sci. 21. (1) 31-40.

Chrenkova M. – Ceresnakova Z. – Sommer A. – Flak P. (1986): Arch. Anim. Nutr. 36. 867-871.

Christie W.W. (1981): Lipid metabolism in ruminant animals – Pergamon Press GmbH, Kronenberg.

Church D.C. – Daugherty D.A. – Kennick W.H. (1982). J. Anim. Sci. 54. 2. 337-344.

Church D.C. (1991): Livestock feeds and feeding – Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey 546 p.

Chlark J.H. (1975): J. Dairy Sci. 58. 1178-1196.

Clark J.H. – Davis L.L. – Hatfield E.E. (1974): J. Dairy Sci. 57. 1031-1036.

Clinquart A.L. – Istasse L. – Van Eenaeme C. – Diez M. – Dufrasne I. – J.M. Bienfait (1993): Ann. Zootech. 42. 130-131.

Crawford R.J. – Hoover W.H. (1984): J. Dairy Sci. 67. 1945-1952.

Cousins B.W. – Tanksley T.D. – Knabe D.A. – Zebrowska T. (1981): J. Anim. Sci. 53. 1524-1537.

Czerkawski J.W. – Christie W.W. – Breckenridge G. – Hunter M.L. (1975): Brit. J. Nutr. 34. 25-44.

Csapó J. – Gombos S. – Csapó J.-né – Tossenberger J. (1991): Állattenyésztés és Takarmányozás 40. 431-440.

Csapó J. – Schmidt J. – Csapóné Kiss Zsuzsa (1999): Amino Acid 17. 1. 60.

Daugherty D.A. – Church D.C. (1982): J. Anim. Sci. 54. 345.

Davis C.L. – Brown R.E. (1969): In: Phillipson A.T.: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant – Orel Press Limited, Newcastle

Davison K.L. – Woods W. (1960): J. Anim. Sci. 19. 54-59.

Davison K.L. – Woods W. (1963): J. Anim. Sci. 22. 27-29.

Dawson R.M.C. – Kemp P. (1969): Biochem J. 115. 351-352.

Dawson R.M.C. – Hemington N. (1974): Brit J. Nutr. 32. 327-340.

De Boover J.L. – Aerts J.V. – Cottyn B.G. – Vanacker J.M. – Buysse F.X. (1984): Zeitschr. Tierphys. Tierernähr.u. Futtermittelk. 52. 4. 227.

Demeyer D. (1973): In Giesecke D. – Hendericks H.K.: Biologie und Biochemie der Mikrobiellen Verdauung – BLV Verlag München 209-234.

Devendra C. – Lewis D. (1974): Anim. Prod. 19. 67-76.

DLG (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer – DLG Verlag Frankreich

Drakley J.K. – Clark A.K. – Sahlu T. (1985): J. Dairy Sci. 68. 356-367.

Dridger A. – Hatfield E.E. (1972): J. Anim. Sci. 34. 465-468.

Dugmore T.J. – Du Toit J.H. (1988): S. Afr. J. Anim. Sci. 18. 53-54.

Dunkley W. L. – Smith N.E. – Franke A.A. (1977): J. Dairy Sci. 60. 1863-1869.

Ellis W.C. – PFANDER W.H. (1965): Nature 205 974.

Elmeddah Y. – Doreau M. – Rouel J. – Chilliard Y. (1994): Annales de Zootechnie 43 (4) 341-353

Erasmus és mtsai (1994): In: Handbuch der Tierischen Veredlung 97 – H. Kamlage Verlag – Degussa

Erickson P.S. – Murphy M.R. – Clark J.H. (1992): J. Dairy Sci. 75. 1078-1089.

Fachney G.J. (1971): Austr. J. Agricult. Res. 22. 453-460.

Farruque A.J.M.O. – Jarvis B.D.W. – Hawke J.C. (1974): J. Sci. Food Agric. 25. 1313-1328.

Ferguson K.A. (1975): In McDonald I.W. – Warner A.C.I.: Digestion and Metabolism in the Ruminant – Armidale, NSW: University of New England Publisingh Unit 448-464 p.

Ferguson K.A. – Hemsley J.A. – Reis P.J. (1967): Austr. J. Sci. 30. 215-217.

Ferguson J.D. – Toralba J. – Schneider P.L. – Vecchiarelli B. – Kronfeld D.S. – Chalupa W. (1988): J. Dairy Sci. 50. 254.

Finn A.M. – Clark A.K. – Drackley J.K. – Schingoethe D.J. – Sahlu T. (1985): J. Dairy Sci. 68. 903-913.

Fischer L.J. (1972): Can.J. Anim. Sci. 52. 377-384.

Fischer L.J. (1972): Can. J. Anim. Sci. 52. 497.

Folman Y. – Neumark H. – Kaim M. – Kaufmann W. (1981): J. Dairy Sci. 64. 759-768.

Gagliostro G.A. (1998): Rev. Argentina Prod. Anim. 18 (2) 85-100

Gagliostro, G. A.; Chilliard, Y.(1992): Rev. Argentina Prod. Anim. 12 (1) 1-15

Ganev G. – Orskov E.R. – Smart R. (1979): J. Agric. Sci. 93. 651-656.

Garnsworthy P.C. – Jones G.P. (1987): Anim. Prod. 44. 347.

Garstang J.R. (1981): Proc. The British Society of Animal Production – Harrogate 23-25 March 3-4.

Geissler B. – Trilk J. – Fickel A.(1994).: Neue Landwirtschaft . No.12, 70-71

Giesecke D. – Stangassinger M. – Vettinger W. (1987): In:Giesecke D. – Abdo M.S.: Lipidmobilisation und Insulinfunktion bei Kühen mit hoher Leistung – Parey, Hamburg – Berlin

Goedeken F.K. – Klopfenstein T.J. – Stock R.A. – Britton R.A. (1990): J. Anim. Sci. 68. 2945-2953.

Goering H.K. – Wrenn T.R. – Edmondson L.F. – Weyant J. R. – Bitman J. (1977): J. Dairy Sci. 60. 739-747.

Gracia M. – Owen F.G. – Lowry S.R. (1989): J. Dairy Sci. 72. 11. 3064-3069.

Grumnier R.R. – Luck M.L. – Barmore J.A. (1994): J. Dairy Sci. 77. 5. 1354-1359.

Gupta N.K. – Gupta B.N. (1985): Indian J. Anim.Sci. 55. 579-585.

Hagemeister H. – Kaufmann W. (1979): Übers. Tierernähr. 7. 1-30.

Harfoot C.G. (1981): Lipid metabolism in the rumen – In: Christie W.W.: Lipid metabolism ruminant animals – Verlag Pergamon Press Oxford, 21-55.

Hartnell G.F. – Satter L.D. (1979): J.Anim. Sci. 48. 381-392.

Hashiguchi M. – Eizyu K. – Tumagari H. (1993): Anim. Sci. And Techn. 64.(2)136-139.

Hawke J.C. – Silcock W.R. (1970): Biochem, Biophys. Acta. 218. 201-212.

Hazelwood G.P. (1975): J. Gen. Microbiol. 89. 163-174.

Hemsley J.A. – Hogan J.P. – Weston R.H. (1970): Proc. 11th Int. Grassl. Congr., Surfers Paradise, Australia, 703 p.

Henderson C. (1971): J. Gen. Microbiol. 65. 81-89.

Henderson C. (1973): J. Agric. Sci. Camb. 81. 107-112.

Hendrickx H. – Martin J. (1963): Compt. Rend. Rech. Inst. Rech. Ind. Agr. Bruxelles 31. 110.

Hill.G.M. – Utley P.R. – Newton G.L. (1987): J. Anim. Sci. 64. 1-7.

Holter J.B. – Hayes H.H. (1994): J.Dairy. Sci. 77 (3) 799-812

Hoffmann M. (1983): Tierfütterung – VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

Holter J.B. – Hayes H.H. – Urban W.E. – Duthie A. (1992): J. Dairy Sci. 75. 6. 1480-1494.

Horváth Z. (1979): Állatorvosi Klinikai Laboratóriumi Vizsgálatok Mezőgazdasági Kiadó Budapest

Hujtens M.F. – Schultz L.H. (1971): J. Dairy Sci. 54. 1876-1879.

Hungate R.E. (1966): Der Pansen und seine Mikroben Akademik Press – New York.

Husvéth F. (1994): A háziállatok élettana és anatómiája – Mezőgazda Kiadó, Budapest

Husvéth F. – Karsai F. – Gaál T. (1982): Acta Vet. Hung. 30. 97-112.

Husvéth F. – Gaál T.: (1988): J. Vet.Med.A. 35. 193-199.

Huszenyicza Gy. (1998): Jelentés védett zsír és védett fehérje készítmény szarvasmarháknek c. téma 3.sz. feladatkörében végzett vizsgálatokról – OMFB Zárójelentés.

Hvelplund T. – Madsen J. (1990): The AAT-PBV system – inst. Of Anim. Sci. The Royal Veterinary and Agricult. Univ. Copenhagen 215 p.

Ikwuegbu O.A. – Sutton J.D. (1982): Brit. J. Nutr. 48. 365-375.

Illg D.J. – Sommerfeld D.J. – Schingoethe D.J. (1987): J. Dairy Sci. 70. 620-629.

INRA (1978): L'alimentation des vaches. – Institut National de la Recherche Agronomique. Nouzily, 1978.

INRA (1989): Ruminant nutrition ed. R. Jarrige – John Libbey and Co. Paris

Jans F. (1983): Der Einsatz von Alikon in der Milchviehfütterung – In: Alifet AG: Neue Möglichkeiten in der leistungsgerechten Energieversorgung von Wiederkäuern.

Jenkins T.C. – Palmquist D.L. (1982): J. Anim. Sci. 55. 957-963.

Jenkins T.C. – Palmquist D.L. (1984): J. Dairy Sci. 67. 978-986.

Jilg T. (1986): Zur Wirkung verschiedener Sojaprodukte auf Stickstoff – und Energiebilanz bei Hochleistungskühen – Dissertation – Univ. Hohenheim

Joyher A.E.Jr. – Baldwin R.L. (1966): J. Bact. 92. 1321.

Juhász B. (1962): A N-tartalmú vegyületek sorsa és jelentősége a kérődzők anyagforgalmában – Doktori disszertáció, Budapest.

Juhász B. (1972): Some aspects of N-metabolism in ruminants – Tracer studies of non protein nitrogen for ruminants – IAEA Wien 1972.

Kaim M. – Neumark H. – Folman Y. (1987): Anim. Prod. 44. 333-345.

Kaufmann W. (1977): Tierzüchter 4. 162-163.

Kaufmann W. – Lüpping W. (1978): Kraftfutter 10. 528-542.

Kaufmann W. – Lüpping W. (1979): Zeitschr. Tierphys. Tierernähr. U. Futtermittelk. 41. 202-217.

Kaufmann W. (1979): Schriftenreihe der Agrarwiss. Fachbereich der Univ. Kiel 60. 129-132.

Kaufmann W. (1982): Milchwissenschaft 37. 6-9.

Kakuk T. – Schmidt J. (1988): Takarmányozástan – Mezőgazdasági Könyvkiadó 640 p.

Kassem M.M. – Thomas P.C. – Chamberlain D.G. – Robertson S. (1987): Grass Forage Sci. 42. 2. 175-183.

Kemp P. – White R.W. – Lander D.J. (1975): J. Gen. Microb. 90. 100-114.

Kempton T.J. – Nolan J.V. – Leng R.A. (1979). Brit J. Nutrit. 42. 289.

Kennedy P.M. – Christopherson R.J. – Milligan L.D. (1976): Br. J. Nutr. 36. 231.

Kenney M. (1970): Lipid metabolism in the rumen – In Phillipson A.T.: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant – Verlag Oriel – Press Newcastle 489-503.

Kepler C.R. – Tucker W.P. – Tove S.B. (1971): J. Biol.Chem. 246. 2765-2771.

Kibelolaud A.R.- Vernay M. – Bayourthe C. – Moncoulon R. (1993): Can. J. Anim. Sci. 73. 571-579.

Kirchgessner M. – Kaufmann W. (1986): In: Wegel K: Einfluss gestaffelter Gaben von Palmölfettsäuren und ihren Calciumseifen auf einige ausgewählte verdauungsphysiologische Parameter in Ileochymus, Kot und Plasma des Schafes – Dokt. Diss. Tierärztliche Hochschule, Hannover

Kolb E. – Güntler H. (1971): Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere – VEB Gustav Fischer Verlag – Jena

Kobayashi T. – Sato H. – Nishiguchi Y. – Itabashi H. (1999): Bulletin of National Institute of Animal Industry 59, 17-23

Kowalczyk J. – Alina Jaczeswka – Morawietz M. (1979): Roczn.Nauk.Rol. Ser. B. 53.

Krawielitzki R. – Piatkowski B. (1977): Arch. Tierenähr.24. 5. 309.

Krawielitzki R. – Piatkowski B. – Voigt J. (1982): Arch. Anim. Nutr. 32. 763-777.

Kristensen E.S. – Möller P.D. – Hvelpund T. (1982): Acta Agric. Scand. 32. 123.

Kronfeld D.S. (1969): In: Phillipson A.T.: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant – Orel Press Limited, Newcastle.

Lebzien P. (1980): Übers. Tierernähr. 8. 151-184.

Lebzien P. – Daenicke R. – Rohr K. (1992): Landbauforschung Völkenrode 42. 2. 85-88.

Lee S.C. – Moon Y. H. (1997): Austr. J. Anim. Sci. 10. 2. 210-214.

Loerch S.C. – Berger L.L. – Plegges S.D. – Fahey G.C. (1983): J. Anim. Sci. 57. 1037.

Lohan O.P. – Lall D. – Vaid J. – Negi S.S. (1983): J. Anim. Sci. 53. 1057-1063.

Losand B. – Sanftleben P. – Wolf J. (1996): Kraftfutter 65-71.

Lubis D. (1994): Proceedins of the 7th AAAP Anim. Sci. Conress, Bali, Indonesia 11-16 July.

Maiga H. – Schingoethe D.J. (1997): J. Dairy Sci. 80. 2. 343-352.

Malestein A. (1994): Mühle und Mischfuttertechnik 131. 465-466.

McAllan A.B. – Knight R. – Sutton J.D. (1983): Brit. J. Nutr. 49. 433-440.

McBrayer A.C. – Utlea P.R. – Lowrey R.S. – McCormick (1983): J. Anim. Sci. 56. 173-182.

McDonald J.W. (1952): Biochem J. 51. 86.

- McLeod G.K. – Yu Y. – Schaeffer L.R. (1977): J. Dairy Sci. 60. 726-739.
- McRae J.C. – Uliatt M.J. – Pearce P.P.D. – Hedtlass J. (1972): Brit.J. Nutr. 27-39.
- McSweeney C.S. – Kennedy P.M. – John A. (1988). Aust. J. Agric. Res. 39. 235-244.
- Maczulak A.E. – Dehority B.A. – Palmquist D.L. (1981): Appl. Microbiol. 42. 856-862.
- Madsen J. – Hvelplund T. – Weisbjerg M.R. – Bertilsson J. – Olsson I. – Spörndly R. – Harstad O.M. – Volden H. – Tuori M. – Varvikko T. – Huhtanen P. – Olafsson B.L. (1985): Norw. J. Agric. Sci. Suppl. No 19. 37 p.
- Magdus M. (1991): A zsíryananyagforgalmat befolyásoló tényezők vizsgálata és az energiaellátás javításának lehetőségei zsíretetéssel kérődzőkben – Kandidátusi értekezés – Budapest, 1991
- Magdus M. – Szegleti Cs. – Husvéth F. – Fekete S. (1992): Acta Vet. Hung. 40. (1-2) 3-15.
- Magyar Takarmánykódex (1990): 2.kötet
- Mangan J.L. (1972): Brit. J. Nutr. 26. 261.
- Marsman G.J.P. – Gruppen H. – Van Zuilichem D.J. – Resink W.J.

– Voragen A.G.J. (1995): Journal of Food Engineering 26. 13-28.

Mattos W. – Palmquist D.L. (1974): J. Dairy Sci. 57. 1050-1054.

Mattos W. – Palmquist D.L. (1977): J.Nutr. 107. 1755-1761.

Miller E.L. – Galvey N.W. – Pike I.H. – Newman G. (1981): Proc. The British Society of Animal Production – Harrogate 23-25 March 48-49.

Murphy J.J. – Morgan D.J. (1983): Anim. Prod. 37. 203-210.

Nastis A.S. – Melechek J.C. (1988): J. Range Management 41. 255-258.

Nishimuta J.F. – Ely D.G. – Boling A.J. (1973): J. Nutr. 103. 49-53.

Noble R.C. (1981): Digestion, absorption and transport of lipids in ruminant animals – In: Christie W.W.: Lipid metabolism in ruminant animals – Verlag Pergamon Press, Oxford 57-93.

NRC (1985): Ruminant nitrogen usage. National Academy Press, Washington D.C.

Ohajuruka O.A. – Palmquist D.L. (1989): Anim. Feed. Sci. And Techn. 24. 3-4. 191-200.

Ohajuruka O.A. – Wu Z. – Palmquist D.J. (1991): J. Dairy Sci. 74. 2601.

Oldham J.D. – Hart I.C. – Bines J.A. (1982): Brit. J. Nutr. 48. 543-546.

Orskov E.R. – Reid G.W. – Tait C.A.G. (1987): Anim. Prod. 45. 345-348.

Oslage H.J. (1984): Fette, Seife, Anstrichmittel 86. 25-33.

Owens F.N. – Hanson C.F. (1992): J. Dairy Sci. 75. 2605-2617.

Pabst, K. (1990): Fat Sci. Technol 92. 577-581.

Palmquist D.L. – Baldwin R.L. (1966): Appl. Microbiol. 14. 60.

Palmquist D.L. – Conrad H.R. (1978): J. Dairy Sci. 61. 890-901.

Palmquist D.L. – Jenkins T.C. (1980): J. Dairy Sci. 63. 1-14.

Palmquist D.L. – Moser E.A. (1981): J. Dairy Sci. 64. 1664-1670.

Palmquist D.L. (1990): Using fat Strategically in Dairy Cattle Rations –
Proc. International Nutrition Symposium 35-42.

Panda S.K. – Panda N.C. – Sahu B.K. (1983): Ind. Vet. J. 60. 660-664.

Patton R.S. (1987): Feedstuffs 59. 15-29.

Patton R.A. – McCarthy R.D. – Griel L.C. (1970): J. Dairy Sci. 53. 460-
465.

Piatkowski (1975): Nährstoffverwertung beim Wiederkäuer – Fischer Verlag

Piatkowski B. – Nagel G. (1978): Tierzucht 32. 503.

Poos M. – Klopfenstein T. – Britten R.A. – Olson D.G. (1980): J. Anim. Sci. 51. 389.

Provenza F.D. – Melechek J.C. (1984): J. Appl. Ecol. 21. 831-841.

Püschner A. – Simon O. (1977): Grundlagen der Tierernährung – VEB Gustav Fischer Verlag – Jena

Reis P.J. – Tunks D.A. (1969): Austr. J. Agricult. Res. 20. 775-781.

Rohr K. – Daenicke R. – Oslage H.J. (1978): Landbauforschung Völkenrode 28. 139-150.

Rohr K. (1982): Tierzüchter 34. 94-96.

Rohr K. – Lebzien P. (1990): Fat. Sci. Technol. 92. 3. 582-586.

Rohr K. -Lebzien P. – Daenicke R. – Engling F.P. (1993): J. Anim. Phys. and Anim. Nutr. 69 (5) 251-259

Salewski A. – Kirsch L. – Streit P. (1981): TOP Agr. 10. 10-13.

Satter L.D. – Brooke G.P. – Schwab C.G. (1970): J. Dairy Sci. 53. 668.

Satter L.D. – Slyter L.L. (1974): Brit. J. Nutrit. 32. 199.

Satter L.D. – Roffler R.E. (1976): Untersuchungen über Nicht-Protein-Stickstoff bei Wiederkäuer – III IAEA Wien – Proc. 119.

Satter L.D. (1986): J. Dairy Sci. 69. 2734.

Schauff D.M. – Clark J.H. – Darckley J.K. (1992): J. Dairy Sci. 75. 3003-3019.

Schauff D.M. – Clark J.H. (1992): J. Dairy Sci. 75. (11) 2990-3002.

Schelling G.T. – Chandler J.E. – Scott G.C. (1973): J. Anim. Sci. 37. 1034-1039.

Schmidt J. – Sipőcz J. – Kaszás I. (1983a): Vinasz a takarmányozásban – Győri Szeszipari Vállalat – Gabonatrösz – Szarvasmarha Hústermelő G.T. kiadványa – 44 p.

Schmidt J. – Sipőcz J. – Kaszás I. – Herold B. (1983b): Állattenyésztés és Takarmányozás 32. 4. 367-373.

Schmidt J. (1989): Szarvasmarhák fehérje és aminosav ellátásának javítása – MTA doktora értekezés – Mosonmagyaróvár.

Schmidt J. (1993): Takarmányozástan – Mezőgazda Kiadó.

Schmidt J. – Cenkvari Éva – Sipőcz J. – Kaszás I. (1993): Acta Agr. Óváriensis 35. 147-154.

Schmidt J. (1994): Int. Symp. Anim. Nutr. – Kaposvár Okt. 18. Proc. 1-10.

Schmidt J. – Sipőcz J. – Kaszás I. (1995): Geschützte proteine und Fettprparate in der Milchviehfütterung – Wiss. Symp. – Martin Luther Univ. Halle, 11-12 April.

Schmidt J. (1996): Takarmányozástan – Mezőgazda Kiadó 358 p.

Schmidt J. – Várhegyi J.-né – Várhegyi J. – Cenkvari É. (1998): Állattenyésztés és Takarmányozás 47. 2. 165-178.

Schmidt J. – Huszenyicza Gy. – Vucskits A. (1998): Jelentés védett fehérje- és védett zsírkészítménnyel szarvasmarhákon végzett kísérletek eredményeiről – OMFB Zárójelentés.

Schmidt J. – Várhegyi I. – Várhegyi J. – Túrinné Cenkvari É. (2000): Szarvasmarha takarmányok energia- és fehérjeértékelése – Mezőgazda Kiadó.

Schröter W. – Lautenschläger K.H. – Bibrak (1980): Taschenbuch der Chemie – 8. Auflage – Verlag: Harri Deutsch, Thun und Frankfurt/M.

Schwab C.G. – Satter L.D. – Clag A.B. (1976): J. Dairy Sci. 59. 1254-1269.

Scott T.W. – Cook L.J. – Ferguson K.A. – McDonald I.W. – Buchanan R.A. – Hillis G.L. (1970): Austr. J. Sci. 32. 291-293.

Selner D.R. – Schultz L.H. (1980): J. Dairy Sci. 63. 1235-1241.

Sengar S.s. – Mudgal H.D. (1982): Ind. J. Anim. Sci. 52. 517-523..

Sidons R.c. – Parradine J. (1981): J. Sci. Food. Agric. 32. 973.

Small J.C. – Gordon F.J. (1990): Anim. Prod. 50. 391-398.

Sklan D. – Kain M. – Moallem U. – Folman Y. (1994): J. Dairy Sci. 77 (6) 1652-1660

Smith R.H. – McAllan A.B. (1969): Proc. Nutr. Soc. 28A. 28.

Smith N.E. – Dunkley W.L. – Franke A.A. (1978): J. Dairy Sci. 61. 747-756.

Sniffen C.J. (1974): Nitrogen utilisation as related to solubility of NPN and protein in feeds – In: Proc cornell Nutr. For feed manufactures

Soller H. – Reed J. (1985): In: Menke K.H. – Leinmüller E. (1991): Tannine in Futtermitteln für Wiederkäuer, III. Wirkungen in vivo – Übers. Tierernähr. 19. 71-86.

Sommer A. – Ceresnakova Z. – Chrenkova M. (1994): Proceedings of the 45th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Edinburgh, Scotland, 1994.

Spain J.N. – Polan C.E. – Watkins B.A. (1995): J. Dairy Sci. 78 (5) 1142-1153

Stamples C.R. – Davi C.L. – Mccoy C.C. – Clark J.H.(1984): J. Dairy Sci. 67. 6. 1214-1220.

Stern M.D. – Satter L.D. (1983): In vivo estimation of protein degradability in the rumen. In: Protein requirements for cattle – Proc. Of an Internat. Symp. Oklahoma

Storry J.E. (1980): Influence of nutritional factors on the yield and content of milk fat: non protected fat in the diet – In: Moore J.H. – Rook J. A.F.: Factors affecting the yields and contents of milk constituents of commercial importance. International Dairy Federation – Document 125. Brüssel, 88-95.

Tamminga S. (1979): Relatio beetwen different carbohidrates and microbial synthesis for protein Kiel group Seminar – Uppsala 13-14 Juni 1979 Report No 130.

Tamminga S. – Van der Koelen C.J. – Van Vuuren A.M. (1979): Livestock Prod. Sci. 255.

Tamminga S. – Van Straalen W.M. – Subnel A.P.J. – Meier R.G.M. – Steg A. – Wever C.J.G. – Blok M.C. (1994): *Livestock Prod. Sci.* 40. 139-155.

Teepe T. (1990): Untersuchungen zum Einsatz vom geschützten Fett in der Milchviehfütterung unter Berücksichtigung von Fruchtbarkeits und Stoffwechselfparametern sowie Milch inhaltstoffen – Dokt. Diss. Tierärztliche Hochschule Hannover.

Teweedy J.W. – Rumsby M.G. – J.C. Hawke (1966): *J.Sci. Fd.Agric.* 17. 241-244.

Thomas V.M. – Beeson W.M. (1977): *J. Anim. Sci.* 45. 4. 819-825.

Vagneur M. (1992): *Bulletin des G.T.V.* No 1, 51-54.

Van der Aaer P.J. – Berger L.L. – Fahey (1982): *J. Anim. Sci.* 55. 1179.

Van der Honing Y. – Wieman b.J. – Steg A. – Van Donselar B. (1981): *Neth. J. Agric. Sci.* 29. 79-82.

Van der Honin Y. – Tamminga S. – Wieman B.J. – Steg A. – Van Donselar B. – Van Gils L.G.M. (1983): *Neth. Agric. Sci.* 31. 27-36.

Várhegyi J. (1993): Néhány tényező hatása a tejtermelő tehenek takarmányfelvételére és termelésére a laktáció első felében – Kandidátusi értekezés – Herceghalom, 1993.

- Verite R. – Journet M. (1977): Ann. Zootechn. 26. 183-205.
- Viviani R. – Borgatti A.R. – Cortesi P. – crisetig G. (1968): La nouva Veterinaria 44. 279-283.
- Volden H. – Harstad O.M. (1991): Proc. The 6th International Symposium of protein Metabolism and Nutrition – Herning, Denmark 9-14. June, 312-314.
- Waghorn G.C. – John A.J. – Jones W.T. – Shelton I.D. (1987): Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod. 47. 25-30.
- White T.W. – Grainger R.B. – Baker F.H. – Stroud J.W. (1958): J. Anim. Sci. 17. 797-803.
- Wilson A.D. (1977): Aust. J. Agric. Res. 28. 501-508.
- Wolf Petra (1990): Einfluss einer kombinierter Gabe von gesützten Fetten und Proteinen auf verdauungs-physiologische Parameter beim Schaf – Dokt. Diss. Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Wu Z. – Huber J.T. – Sleiman F.T. – Simas J.M. – Chen K.H. – Chan S.C. – Fontes C. (1993): J. Dairy Sci. 76. (11) 3562-3570
- Wu Z. – Huber J.T. (1994): Livestock Prod. Sci. 39. 141-145.
- Zelter S.Z. – Leroy F. (1966): Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 22. 39-46.