

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

VISZKET ERNA

**MOSONMAGYARÓVÁR
2011**

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR
ÁLLATTUDOMÁNYI INTÉZET**

UJHELYI IMRE ÁLLATTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezetője:
DR. BENEDEK PÁL
egyetemi tanár

Témavezető:
DR. TÓTH TAMÁS
egyetemi docens

**A TEHÉNTÉJ N-3 ZSÍRSAV TARTALMÁNAK NÖVELÉSE
TAKARMÁNYOZÁS ÚTJÁN**

VISZKET ERNA

MOSONMAGYARÓVÁR

2011

1. BEVEZETÉS

A humán táplálkozásban a tej több szempontból (pl. kalcium, fehérje, vitamin és ásványi anyag tartalom) különleges szerepet tölt be. Mindezek ellenére napjainkban a tejet számos negatív támadás éri, miszerint a tejszír (és az állati zsírok) nagyobb koleszterin tartalma és a telített zsírsav tartalma a felelős számos szív- és érrendszeri eredetű megbetegedés, mint pl. érelmeszesedés, magas vérnyomás, szívinfarktus kialakulásáért.

A rendelkezésre álló irodalmi adatok szerint a tejelő tehenek takarmányadagjában alkalmazott zsírforrások és -készítmények (pl. full-fat magvak, Ca-szappanok, hidrogénezett zsírok, olajok, stb.) nemcsak a tehenek tej termelését, hanem a tej táplálóanyag tartalmát, illetve a tejszír zsírsavösszetételét is befolyásolják (*Komprda és mtsai, 2005; Ribács és Schmidt, 2006; Várhegyi és mtsai, 2007; Kudrna és Marounek, 2008; Murphy és mtsai, 2008*). Az olajforrások közül a tej zsírsav-összetételének kedvező irányú módosítására alkalmas lehet a halolaj. Ennek oka, hogy a halolajok nagy koncentrációban tartalmaznak olyan n-3 zsírsavakat (pl. eikozapentaénsav, EPA, C20:5; dokozahexaénsav, DHA, C22:6), amelyek pozitív humán-egészségügyi hatásúak. Az n-3 zsírsavak számos élettani folyamatban vesznek részt, mint például a vérplazma zsírsav szintjének szabályozása, illetve hatással vannak a kardiovaszkuláris és immunfolyamatokra, továbbá az idegrendszer fejlődésére, a normális látási funkciók kialakulására (*Jump, 2002*). A hosszú szénláncú, többszörösen telítetlen zsírsavak másik csoportját az n-6 zsírsavak (pl. linolsav, LA, C18:2) alkotják. Amíg az optimális n-6/n-3 arány 4:1 (vagy kevesebb), addig a mai amerikai és európai típusú étrendben ez 10:1 vagy akár 30:1

arányt is elérheti. Éppen ezért fontos lehet olyan élelmiszerek fejlesztése, amelyekben az n-3 zsírsavak nagyobb részarányban fordulnak elő. Ennek egyik lehetősége például az n-3 zsírsavakban gazdag tej és tejtermékek előállítása, mivel ezek a mindennapi táplálkozás integráns részét képezik.

PhD munkám egyik legfontosabb célja olyan takarmányozási megoldások keresése, amellyel kedvező irányban lehet befolyásolni a tejsír zsírsav-összetételét, különös tekintettel az n-3 zsírsavakra és a konjugált linolsavakra (CLA).

2. SAJÁT VIZSGÁLATOK

2.1. A kísérletek célkitűzése

A Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Takarmányozástani Intézeti Tanszékén az elmúlt években több vizsgálatot végeztek arra vonatkozóan, hogy megállapítsák, hogyan növelhető az állati eredetű élelmiszerek (pl. tej, tojás, hús) n-3 zsírsav tartalma.

PhD munkám során elsősorban azt kívántuk meghatározni, hogy egy saját fejlesztésű halolaj-alapú védett zsírkészítmény etetése, továbbá a fűszenázs alapú takarmányozás hogyan befolyásolja az állatok tejtermelését, a tej táplálóanyag tartalmát (pl. fehérje, zsír), zsírsavprofilját és organoleptikus (érzékszervi) tulajdonságait.

Az előzőekkel összhangban a következő kérdésekre kerestük a választ:

- 2 éves vizsgálatsorozat alapján, milyen fehérje- és zsírtartalommal, továbbá zsírsavprofillal rendelkeznek az észak-nyugat-magyarországi régióban található sajtüzembe beszállított elegy nyerstej minták, továbbá, hogy az évszakoknak van-e hatása a tejminták zsírsav-összetételére?
- Milyen a bendőbeli stabilitása az általunk fejlesztett, burkolásos technikával előállított halolaj alapú zsírkészítménynek?

- Hogyan befolyásolja a bendőfermentáció fontosabb paramétereit (pH, ammónia-, illó zsírsav tartalom, mikrobiális aktivitás) a halolaj alapú zsírkészítmény etetése?
- Hogyan befolyásolja a halolaj alapú I. omega-3 készítmény a termelt tej mennyiségét, táplálóanyag-tartalmát, továbbá a tejszír zsírsavprofilját kukoricaszilázs-lucernaszenázs-kukoricadara alapú (hazai takarmányozásra jellemző) takarmányadag etetése esetén?
- Milyen hatással van a fűszenázs-lucernaszenázs-kukoricadara alapú takarmányozás önálló, illetve a halolaj alapú II. omega-3 készítménnyel történő kombinált etetése a tejtermelésre, a tej táplálóanyag-tartalmára és zsírsav-összetételére?
- A hazánkban újszerűnek tekinthető összetételű takarmányadag (fűszenázs takarmányozás és halolaj alapú készítmény együtt) etetése hogyan befolyásolja a tej fontosabb organoleptikus (érzékszervi) tulajdonságait (pl. íz, illat)?

2.2. Anyag és módszer

2.2.1. A nyugat-magyarországi régió tehenészeti telepein termelt tej zsír és fehérje tartalmának, továbbá zsírsav-összetételének vizsgálata az évszakok függvényében

Annak megállapítására, hogy a hazai, többnyire monodiétás takarmányozást folytató tehenészeti telepeken termelt tej milyen táplálóanyag tartalommal, illetve zsírsavösszetétellel rendelkezik, 2 éves

vizsgálatot végeztünk. Mindemellett értékeltük azt is, hogy az évszakhatás hogyan befolyásolja az előbb említett tényezőket. A vizsgálat során hetente egy alkalommal tejmintát vettünk az Óvártej Zrt. mosonmagyaróvári tejüzemében. Az üzembe naponta összesen mintegy 150-180 ezer liter tejet szállítanak be 35-40 tejtermelő gazdaságból. A vizsgálat 2008. szeptember 1-jétől 2010. augusztus 31-ig tartott. Az egyes vizsgálati szakaszok (tavasz, nyár, ősz, tél) hossza 2×3 hónap volt. A telepek takarmányozási technológiájáról pontos információ nem állt rendelkezésünkre. A kísérlet során vizsgáltuk az elegytej minták fehérje-, illetve zsírtartalmát, továbbá meghatároztuk azok zsírsav-összetételét is.

2.2.2. Bendőkanüllel ellátott állatokkal végzett modellkísérletek

2.2.2.1. A bypass omega-3 készítmény (I. készítmény) bendőbeli stabilitásának meghatározása *in situ* eljárással

A kifejlesztett omega-3 zsírkészítmény (gyártó: Adexgo Kft., Balatonfüred, Magyarország) és egy kereskedelmi forgalmú hidrogénezett zsír (Hidropalm, Norel S.A., Spanyolország) nyerszsír tartalmának bendőbeli lebonthatóságát 4 db, kb. 600 kg élősúlyú holstein-fríz tinóval, az *in situ* módszer segítségével határoztuk meg.

A vizsgálatához felhasznált zsákok 40 mikron lyukbőségű Scrynel műanyag szövetből készültek, méretük 12×6 cm. A párhuzamos zsákok száma 5 volt. A zsákokba mindig 2 g anyagot mértünk be, így az egységnyi zsák felületre jutó vizsgálandó anyag 13,9 mg/cm² volt. A vizsgálat során 0, 2, 4, 8, 16, 24 és 48 órás inkubációs időket alkalmaztunk. A kísérletet 3 ismétlésben végeztük el. A zsákokat az inkubációt követően rázógépen

3×10 percig mostuk. A mosáshoz felhasznált vizet mind a 3 alkalommal tisztára cseréltük le. Mosás után a zsákokat 60°C-on szárítottuk.

A zsírkészítmények (omega-3 zsírkészítmény, Hidropalm) aktuális bendőbeli stabilitását a mért szárazanyag veszteségek alapján, *Kristensen és mtsai* (1982) összefüggésével számítottuk ki. A számítás során azt feltételeztük, hogy a bendőtartalomnak óránként 8%-a hagyja el a bendőt ($k_r = 8\%$).

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

ahol: PD = fehérjelebontás

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

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

$$f_{(t_i)} = e^{-k_p \times t_i}$$

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

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

Természetesen a fenti összefüggés alkalmazásakor a fehérjeértékek helyére a megfelelő zsírértékek kerültek behelyettesítésre.

2.2.2.2. Az omega-3 készítmény (I. készítmény) etetésének hatása a bendőfermentáció néhány paraméterére

A kísérletet 4 db bendőkanüllel ellátott holstein-fríz tinóval végeztük el. A kontroll és kísérleti szakaszok (1, és 2) kétszeres ismétléssel kerültek beállításra. A kontroll szakaszban az állatok nem részesültek külön

zsírkiegészítésben, ugyanakkor a kísérleti szakasz 1-ben naponta és állatonként 0,25 kg omega-3 készítményt (a szárazanyagfelvétel 2,2%-a), majd a kísérleti szakasz 2-ben ugyanilyen mennyiségű hidrogénezett zsírkészítményt (Hidropalm) etettünk az állatokkal. A 10 napos előtetési szakaszt követő 5 napos vizsgálati szakaszban az állatoktól naponta 4 alkalommal (a reggeli etetés előtt, valamint 2, 4 és 6 órával az etetést követően) a bendőkanülön át bendőfolyadék mintát vettünk, amelynek a következő paramétereit határoztuk meg: pH, NH₃- és illózsírsav (ecetsav, propionsav, vajsav, stb.) koncentráció, mikrobiális aktivitás.

2.2.2.3. A továbbfejlesztett omega-3 készítmény (II. készítmény) bendőbeli stabilitásának meghatározása *in situ* módszerrel

Egy másik modellkísérlet keretén belül vizsgáltuk, hogy az omega-3 készítmény továbbfejlesztett változata (*II. készítmény*; termék neve: Adexgo-1; gyártó: Adexgo Kft., Balatonfüred) milyen bendőbeli stabilitással rendelkezik. A vizsgálatot a 2.2.2.1. *fejezetben* leírtak alapján végeztük.

2.2.2.4. A továbbfejlesztett omega-3 készítmény (II. készítmény) etetésének hatása a bendőfermentáció néhány paraméterére

Az előző (2.2.2.3.) fejezetben említett, továbbfejlesztett II. omega-3 zsírkészítmény bendőfermentációra gyakorolt hatását ugyancsak vizsgáltuk. A kísérletet szintén 4 db bendőkanüllel ellátott holstein-fríz tinóval végeztük. A vizsgálat a 2.2.2.2. *fejezetben* leírtak alapján történt.

2.2.3. Az üzemi kísérletek metodikája

Mindkét omega-3 zsírkészítmény (I. és II. változat) esetében üzemi vizsgálatok során értékeltük etetésük hatását a tehenek tejtermelésére, a napi tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségére, továbbá a tej zsírsavösszetételére. Valamennyi üzemi kísérletet a Solum Zrt. komáromi tehenészeti telepén, holstein-fríz tehenekkel végeztük.

2.2.3.1. Bevezető üzemi kísérlet (Előkísérlet)

Egy bevezető üzemi kísérlet során vizsgáltuk, hogy a kukoricaszilázs-lucernaszenázs-kukoricadara alapú takarmányozás, alacsony dózisú (0,25 kg/állat/nap) omega-3 zsírkészítménnyel (*I. készítmény*) történő kiegészítése hogyan befolyásolja az állatok tejtermelését, a tej táplálóanyag tartalmát és zsírsavprofilját. A kísérletbe 25 db, többször ellett tehenet vontunk be, amelyek döntően a 2-3. laktációjukat teljesítették, és a laktáció harmadik szakaszában voltak (átlagos napi tejtermelésük a kísérletet megelőző 2 hétben: $18,69 \pm 2,8$ kg volt). A vizsgálat kontroll és kísérleti szakaszból állt. A 3 hónapi tartó vizsgálatban végig ugyanazt a 25 db tehenet szerepeltettük. A kontroll szakasz 2 hetes előtetési és 4 hetes vizsgálati szakaszból állt. Az ezt követő kísérleti szakaszban újabb 2 hét előtetés következett, melynek során fokozatosan hozzászoktattuk a teheneket a napi 0,25 kg-os bypass omega-3 készítményhez, majd 4 hetes vizsgálati szakasz következett.

Tekintettel arra, hogy a 0,25 kg-os bypass omega-3 készítményt nem lehetett közvetlenül használni a mérleggel ellátott takarmánykeverő-kiosztó kocsiban, ezért az adagban szereplő kukoricadara felhasználásával egy előkeveréket készítettünk.

A Solum Zrt. telepén a teheneket naponta kétszer fejik. A tehenészetben számítógéppel összekapcsolt fejési rendszer működik, így az állatok egyedi tejtermelését a kísérlet minden napján fejésenként rögzíteni tudtuk. A tej összetételét az esti fejés tejéből, hetente egy alkalommal egyedileg állapítottuk meg.

Az egyedi tejminták mellett, a kontroll és a kísérleti szakasz során mintavételi alkalmanként, 2 db elegytejet is gyűjtöttünk, melyek zsírsav-összetételét ($n=16$ /zsírsav/szakasz) gázkromatográffal határoztuk meg.

2.2.3.2. I. Nagyüzemi kísérlet

A fűszenázs alapú takarmányadag és a továbbfejlesztett omega-3 készítmény (*II. készítmény*) etetésének hatását nagyüzemi kísérletben (Solum Zrt., Komárom) is vizsgáltuk. A kontroll és a kísérleti csoportba 80, többször ellett tehenet vontunk be, amelyek döntően a 2-3. laktációjukat teljesítették, és a laktáció harmadik szakaszában voltak (átlagos napi tejtermelésük a kísérletet megelőző 2 hétben: 21-22 kg volt). A kontroll csoport kukoricaszilázs-lucernaszenázs-kukoricadara alapú, míg a kísérleti csoport egyedei fűszenázs-lucernaszenázs-kukoricadara alapú takarmányadagot fogyasztottak. A kísérleti csoport egyedei naponta 0,5 kg mennyiségben kapták a II. omega-3 zsírkészítményt. A zsírkiegészítő magas EPA- és DHA tartalmú halolajat tartalmazott, amit egy saját fejlesztésű burkolási technológiával védenek a bendőbeli lebomlástól.

A tejtermelési kísérlet 6 hétig tartott, amit 3 hét előtetetési szakasz előzött meg. Az előtetetési szakaszban szoktattuk hozzá a teheneket a fűszenázs alapú takarmányozáshoz és az omega-3 zsírkészítmény etetéséhez. A tej összetételét, az esti és a reggeli fejés tejéből, hetente egy

alkalommal egyedileg állapítottuk meg. Az egyedi tejminták mellett, a kontroll és a kísérleti szakasz során mintavételi alkalmanként 2 db elegytejet is gyűjtöttünk mind a reggeli, mind az esti fejésből, melyek zsírsav-összetételét gázkromatográfiás úton határoztuk meg.

2.2.3.3 II. Nagyüzemi kísérlet

A második nagyüzemi etetési kísérletben 40, bőtejelő (átlagos tejtermelés a kísérletet megelőző 2 hétben $31,2 \pm 1,38$ kg), többször ellett tehén vett részt (a csoport egyedei a kísérlet megkezdésekor átlagosan a laktáció 170 ± 45 napján voltak). A kísérlet kezdetén az állatok a hazai takarmányozásra jellemző kukoricaszilázs-lucernaszenázs-kukoricadara alapú TMR-t fogyasztották, majd 14 nap átmeneti szakaszt követően rátértünk a fűszenázs alapú takarmányozásra (kontroll szakasz). Ez a szakasz 10 hétig tartott, majd egy újabb 14 napos átmeneti szakaszt követően a fűszenázs alapú takarmányozáson felül („on top”) 0,5 kg módosított zsírsav-összetételű II. omega-3 készítményt (termék neve: Adexgo-1, gyártó: Adexgo Kft., Balatonfüred) etettünk az állatokkal (kísérleti szakasz) szintén 10 héten keresztül. A vizsgálatban végig ugyanaz a 40 tehén vett részt, így az alkalmazott takarmányozás tehenek tejtermelésére, továbbá a tej összetételére gyakorolt hatását csak tájékoztató jelleggel célszerű figyelembe venni. Ezen kísérleti metodika során azonban lehetőségünk volt arra, hogy a zsírsavösszetétel tekintetében az egyedi különbségek hatásával nem kellett számolni.

A kísérletben hetente egyszer (mindig a szerdai napon) tejmintát gyűjtöttünk a tehenektől, és az esti fejésből meghatároztuk a tej fontosabb táplálóanyag tartalmát (szárazanyag-, fehérje-, zsír- és cukortartalom),

továbbá az elegytejeből a tejsír zsírsav-összetételét ($n=20$ /zsírsav/szakasz). A tehenek tejtermelését naponta és fejésenként rögzítettük.

2.2.4. Organoleptikus vizsgálatok

Az I. és a II. nagyüzemi kísérlet során kóstolópróbát végeztünk annak megállapítására, hogy a fűszenázs alapú takarmányozás és az omega-3 zsírkészítmény etetése, valamint a különböző pasztörözési hőmérsékletek milyen hatással vannak a módosított zsírsav-összetételű tej organoleptikus (érzékszervi) tulajdonságaira. A NYME-MÉK Takarmányozástani Intézeti Tanszékén 3 alkalommal történt organoleptikus vizsgálat 20, 44 és 16 fő bevonásával. A bírálók minden alkalommal pasztörözött tejmintát kóstoltak és a vizsgált tulajdonságokat (illat, szín, íz) 0-5-ig terjedő skálán értékelték (0=rossz; 5=kiváló).

A Campden BRI Magyarország Nonprofit Kft. (Budapest) munkatársai egy független vizsgálatban ugyancsak értékelték a módosított takarmányozással előállított tej és egy kereskedelmi forgalomban kapható tejtermék (Tolle tej 2,8%, Tolnatej Zrt., Szekszárd) fontosabb érzékszervi tulajdonságait. A bírálók vizsgálták azt is, hogy az eltérő hőfokon történő pasztörözésnek (72°C, illetve 90°C) van-e hatása a vizsgált paraméterekre. Ebben a vizsgálatban 6 bíráló 14 tulajdonságot értékelt. A pontozási skála 0-tól 9-ig terjedt, ahol 0-legrosszabb, 9-legjobb minősítésnek felelt meg.

2.2.5. A kísérletek során alkalmazott kémiai vizsgálati eljárások

Az etetett takarmányok szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, és nyershamu tartalmát a Magyar Takarmánykódexben (2004) (Magyar Szabvány) javasolt módszerekkel állapítottuk meg.

A bendőfolyadék minták pH értékét OP-211/1 típusú (Radelkis Kft., Budapest, Magyarország) elektromos pH mérővel, NH_3 tartalmát pedig OP-264/2 típusú (Radelkis Kft., Budapest, Magyarország) ammóniaérzékeny elektróddal határoztuk meg. A bendőfolyadék mikrobiális aktivitását nitritredukciós próbával állapítottuk meg, 3 különböző nitritkoncentráció mellett (0,025%-os KNO_2 oldatból 0,2; 0,5 és 0,7 ml/10 ml bendőfolyadék). Reagensként alfa-naftil-amint használtunk (Horváth, 1979). Az aktivitásra abból az időtartalomból következtettünk, amelyre a bendőbaktériumoknak a nitrit redukációjához szükségük van. A bendőfolyadék illózsírsav tartalmát Biotronik (Wissenschaftliche Geräte GmbH, Németország) típusú folyadékkromatográfal határoztuk meg.

Az etetett takarmányok, illetve a tejminták zsírjának zsírsav-összetételét 6890N típusú gárokromatográfal (Agilent Technologies, Foster City, CA, USA) vizsgáltuk. Az oszlop jellemzői: Supelco SP™ 2560 Fused Silica Column (Supelco, Bellefonte, PA, USA) 100 m×0,25 mm×0,2 µm filmvastagság; vivőgáz: H. A tejből centrifugálással kinyert zsírt kloroform és metanol 2:1 arányú elegyével kezeltük. A fázisok megfelelő elválását 0,9%-os sóoldattal segítettük. Az elszappanosítást a minta bepárlását követően 1 n NaOH-dal 100°C-on végeztük. Az észterezés BF_3 -metanollal történt, majd hexános kioldás, illetve centrifugálás és víztelenítés után került sor a minták injektálására.

Az előkísérlet, valamint az I. és II. nagyüzemi kísérlet során vett tejminták zsír, fehérje, laktóz és szárazanyag tartalmát a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet (MTKI, Mosonmagyaróvár) vizsgálta MilkoScan™ Minor 4 (FossAnalytical, Hillerød, Dánia) típusú műszerrel. Az I. nagyüzemi kísérlet során vett nyers tejminták pasztörözését, sűrítését, valamint porítását szintén az MTKI-ban végeztük. A pasztörözés PA lemezpasztörözővel (Nagema, Németország), a sűrítés ejtőcsöves vákuumsűrítővel (Anhydro, Dánia), míg a porítás Niro porító (Anhydro, Dánia) berendezéssel történt.

A nyugat-magyarországi tehenészeti telepek tejmintáinak fehérje és zsír tartalmát az Óvártej Zrt. (Mosonmagyaróvár) munkatársai vizsgálták ugyancsak MilkoScan™ Minor 4 (FossAnalytical, Hillerød, Dánia) típusú berendezéssel.

2.2.6. A kísérleti eredmények statisztikai értékelése

A kísérleti eredmények statisztikai értékelését (*Kolmogorov-Smirnov teszt; t-próba, egy- és többtényezős varianciaanalízis, Kruskal-Wallis teszt, Mann-Whitney teszt, korreláció analízis*) az SPSS 15.0 for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük el.

A statisztikai vizsgálatban az Adware Research Kft. (Balatonfüred) munkatársai nyújtottak segítséget.

3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az elvégzett kísérletek alapján az alábbi új tudományos eredmények fogalmazhatók meg:

1. A különböző évszakokban (tavasz, nyár, ősz, tél) vizsgált tehén elegytej minták zsírsav összetételében statisztikailag ($P \leq 0,05$) igazolható különbséget tapasztaltunk az egyes évszakok között valamennyi telített zsírsavnál (SFA) – a heptadekánsav (C17:0) kivételével – és a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) közül a linolsav (C18:2) és az eikozatriénsav (C20:3) esetében. Az egyszerűen telítetlen zsírsavak (MUFA) részaránya a nyári mintákban volt a legnagyobb (28,97%), ami elsősorban a megnövekedett olajsav-tartalomnak (C18:1) köszönhető.

2. A burkolásos technológiával előállított halolaj-alapú II. omega-3 zsírkészítmény – az elvégzett *in situ* vizsgálatok alapján – 70,5%-os bendőbeli stabilitással rendelkezett. A készítmény a napi szárazanyagfelvétel 2,2%-ában alkalmazva nem befolyásolta kedvezőtlenül a fontosabb bendőfermentációs paramétereket (pH, ammónia, illózsírsav-koncentráció).

3. A halolaj-alapú II. omega-3 zsírkészítmény 0,5 kg-os napi fejadagja a fűszénázs–lucernaszenázs–kukoricadara alapú takarmányozás mellett szignifikánsan ($P \leq 0,05$) javította a tejszírből az n-3 zsírsavak és a vizsgált CLA izomerek részarányát. Az etetett kísérleti takarmányadag nem befolyásolta negatívan a pasztörözött tejminták fontosabb organoleptikus tulajdonságait (illat, íz, szín).

4. A tej zsírsavösszetételének módosítását célzó kísérletekben hosszabb (10 hetet meghaladó) vizsgálati szakaszok beiktatása javasolt, mivel a kezdeti kiugróan magas transz-vakcénsav (t11-C18:1) és elaidinsav (t9-C18:1) részarány ($P \leq 0,05$) fokozatosan csökkenő tendenciát mutatott a 10 hétig tartó kísérleti szakaszban.

4. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Tudományos lapokban megjelent dolgozatok magyar nyelven:

1. **Viszket E.** - **Zsédely E.** – **Tanai A.**- **Varga L.** – **Tóth T.** (2010): Az évszak hatása a tehéntej zsírsav-összetételére. *Tejgazdaság*, LXX. 1-2. 15-21.
2. **Tóth T.** – **Viszket E.** – **Csavajda É.** – **Tanai A.** – **Fébel H.** (2011): Halolaj alapú védett zsírkészítmény bendőbeli lebomlásának, és a tehenek termelésére és tejösszetételére gyakorolt hatásának vizsgálata. *Állattenyésztés és Takarmányozás* (közlésre elfogadva)
3. **Tóth T.** - **Viszket E.** – **Csavajda É.** – **Tanai A.** – **Fébel H.** (2011): Fűszenázsalapú takarmányozás és burkolással előállított halolajalapú zsírkészítmény kombinált etetésének hatása a tej zsírsavösszetételére. *Acta Agronomica Óváriensis*, 53. 1. 17-33.
4. **Viszket E.** - **Csavajda É.** - **Varga L.**- **Tanai A.** - **Tóth T.** (2011): Adatok a nyugat-magyarországi nyers-tejminták zsírsav összetételére vonatkozóan. *Acta Agraria Kaposváriensis* (közlésre elfogadva)

Tudományos lapokban megjelent dolgozatok idegen nyelven:

1. **Tóth T.** – **Viszket E.** – **Csavajda É.** – **Tanai A.** – **Varga L.** (2011): Seasonal changes in the fatty acid composition of raw bovine milk produced in the western part of Hungary (2008-2010). *Milchwissenschaft – Milk Science International* (közlésre elfogadva)

Tudományos konferenciákon tartott és teljes terjedelemben megjelent előadások

1. **Viszket E.** – **Tóth T.** (2010): Halolaj alapú zsírkészítmény bendőbeli stabilitása és etetésének hatása a bendőfermentáció néhány paraméterére. LII. Georgikon Napok, Keszthely, 2010. szeptember 31- október 1.
2. **Viszket E.** – **Zsédely E.** – **Tanai A.** – **Varga L.** – **Gyurcsó G.** - **Tóth T.** (2010): A tehéntej zsírsav összetételének alakulása a nyugat-magyarországi régióban. XXXIII. Óvári Tudományos Nap, Mosonmagyaróvár, 2010. október 7.

3. **Viszket E.** - *Csavajda É.* - *Varga L.* - *Tanai A.* - *Tóth T.* (2011): Adatok a nyugat-magyarországi nyers-tejminták zsírsav összetételére vonatkozóan. 15. Nemzetközi Takarmányozási Szimpózium, Kaposvár, 2011. június 3.
4. **Viszket E.** - *Zsédely E.* - *Tanai A.* - *Varga L.* - *Tóth T.* (2010): Az évszak hatása a tehéntej zsírsav-összetételére. *Takarmányozással Foglalkozó Oktatók és Kutatók Konferenciája.* Az előadások összefoglalói. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely: *Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle* 5 (2), 121–121.