

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR
ÁLLATTUDOMÁNYI INTÉZET
TAKARMÁNYOZÁSTANI INTÉZETI TANSZÉK

Konzulensek:

DR. TÓTH TAMÁS
egyetemi docens

DR. FÁBIÁN JÁNOS
címzetes egyetemi tanár

A HIZLALÁS UTOLSÓ SZAKASZÁBAN ALKALMAZOTT OLAJKIEGÉSZÍTÉSEK HATÁSA
A HÍZÓSERTÉSEK FONTOSABB TELJESÍTMÉNYMUTATÓIRA ÉS VÁGOTTÁRUJÁNAK
MINŐSÉGÉRE

Készítette:

NAGY KATALIN

Agrármérnöki mesterképzési szak (MSc)
I. évfolyam

Mosonmagyaróvár
2012

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. A HÚS SZEREPE A HUMÁN TÁPLÁLKOZÁSBAN	5
2.2. HÚSFOGYASZTÁS HELYZETE MAGYARORSZÁGON.....	6
2.3. A SERTÉSHÚS.....	8
2.4. FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZER FOGALMA ÉS JELENTŐSÉGE.....	10
2.5. A ZSÍRSAVAK JELLEMZÉSE ÉS A ZSÍRSAVÖSSZETÉTEL MÓDOSÍTÁSÁNAK ÉLETTANI ALAPJAI.....	13
2.5.1. Telített zsírsavak.....	14
2.5.2. Telítetlen zsírsavak	15
Egyszeresen telítetlen zsírsavak.....	15
Többszörösen telítetlen zsírsavak.....	16
Transz zsírsavak	18
2.6. TAKARMÁNYOZÁSI LEHETŐSÉGEK AZ ÁLLATI EREDETŰ ÉLELMISZEREK ZSÍRSAVÖSSZETÉTELÉNEK MÓDOSÍTÁSÁRA	18
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	24
3.1. CÉLKITŰZÉS.....	24
3.2. SERTÉSHIZLALÁSI KÍSÉRLET	24
3.1. VÁGÁS, HÚSVIZSGÁLAT.....	27
3.2. ÉRZÉKSZERVI VIZSGÁLAT	28
3.3. STATISZTIKA	28
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	29
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	36
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	41

1. BEVEZETÉS

Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezetének (FAO) előrejelzése szerint a világon 2050-ben közel 9,5 milliárd ember fog élni. Ahhoz, hogy mindenki elegendő élelmiszerhez tudjon jutni a mai élelmiszertermelésünk kétszeresére lenne szükség. Különösen gyorsan fog nőni a fejlődő országok városainak lakossága. Így a mezőgazdasági termelők komoly elvárásokkal fogják szemben találni magukat, amely egyre nagyobb nyomással fog párosulni az intenzívebb gazdálkodás céljából. A jövőben a világ növekvő népességének ellátása miatt mindenképpen növelni kell a mezőgazdaság termelékenységét.

Az élelmiszerellátás biztonsága az élelmiszeripar ágazataiban és a mezőgazdaságban a lakosság számára megfizethető áron, hozzáférhető, elegendő mennyiségű élelmiszer biztosítását, és az éhezés felszámolását jelenti. Ma, az Európai Unióban a Közös Agrár Politikának (KAP) köszönhetően a legtöbb gazdálkodási ágazat megfelelő mennyiséget termel, ahhoz hogy ki tudja elégíteni az Unió lakosságának szükségleteit. Azonban ez nem mondható el a világ más pontjaira, mivel az élelmiszer- és gazdasági válságok következtében több, mint egymilliárd ember éhezik ma a világon.

Az élelmiszer egyre inkább nemcsak tápanyagot jelent a lakosság számára, hanem olyan többlet funkciókat is, amelyek az egészségiparban, vagy a környezet terhelés csökkentésében egyaránt megnyilvánulnak majd. Így a mezőgazdasági innovációk szerepe tovább értékelődik a jövőben. A mai mezőgazdasági termelésben és élelmiszeriparban a funkcionális élelmiszerek előállítása és forgalmazása egy a számos lehetőség közül.

Funkcionális élelmiszernek tekintünk minden olyan élelmiszert, ami a hagyományos tápanyagtartalom mellett valamilyen egészségre hasznos anyagot tartalmaz, és egészségmegőrző szereppel bír rendszeres fogyasztás esetén (NAGY, 2008). A növekvő élelmiszerigény minőségi kielégítésének egyik módja lehet így a jövőben, hogy a nem minden egészség megőrzési szempontból kedvező élelmiszer alapanyagokat funkcionális élelmiszerekkel helyettesítjük, vagy funkcionális élelmiszerekké tesszük azokat, az előállítás, elkészítés során. Magyarország mezőgazdasága és élelmiszeripara számára ez a lehetőség számos előnnyel párosul, ami nemcsak az agrár ágazat versenyképességét fokozná, hanem munkahelyteremtő és egészségmegőrző funkcióval is párosulna.

Így a korábban nagyobb termelési volumennel jellemezhető sertéságazat is élvezhetné e jelenség pozitív hatását. A múltban jelentősebb népszerűségnek örvendő sertéshús is lehet

funkcionális élelmiszer a jövőben. A takarmány megfelelő zsírsav kiegészítésével elérhető ma már, hogy az egészségtudatos táplálkozás igényeit kielégítő sertéshúst tudjunk előállítani, akár nagyobb mennyiségben is tömegeket ellátva ezzel.

Az élelmiszerbiztonság mellett ez a hazai sertés ágazat számára egy fontos stratégiai lehetőség is lehet. A sertéshús hosszú idők óta jelentős szerepet játszik a hazai lakosság élelmiszer ellátásában és az exportban egyaránt. Magyarország egy főre jutó sertéshús fogyasztása 2009-ben 27,2 kg volt, míg az egy főre jutó baromfihús fogyasztás 27,9 kg (KSH, 2011). Az utóbbi évtizedek azonban a hazai sertésállomány folyamatos csökkenését eredményezték. Így a sertéstenyésztés és tartás számára a funkcionális élelmiszernek számító sertéshús előállítása mindenképpen egy olyan lehetőség lenne, ami új perspektívákat nyitna az ágazat jövőjében.

A dolgozat célkitűzése, hogy gyakorlati eredményekkel alátámasztva igazolja, hogy a hagyományos sertéshúshoz képest, miért tekinthetjük a sertéshúst is funkcionális élelmiszernek a jövőben, meghatározott előállítás, különböző olajforrások takarmányozási alkalmazása során.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A hús szerepe a humán táplálkozásban

Az emberi szervezet optimális fejlődéséhez, növekedéséhez és normális működéséhez alapvető, hogy a különböző táplálóanyagok a szervezetünkbe a megfelelő mennyiségben és minőségben jussanak be. Ehhez az általunk fogyasztott élelmiszereket az öt alapvető élelmiszer-csoportból kell összeválogatnunk: gabonafélék, zöldségfélék, gyümölcsök, tej-tejtermékek, húsok és húskészítmények (VARGA, 2009).

A kiegyensúlyozott, egészségtudatos táplálkozásban a különböző húsféléknek fontos szerepe van. A hús táplálkozás-élettani értéke jelentős, továbbá számos olyan táplálóanyagot tartalmaz, amelyek rendkívül fontosak - egyes esetekben esszenciálisak - a szervezet normális működéséhez, az egészség megőrzéséhez. A húsfogyasztás a szervezet számára biztosítja az optimális működés és fejlődés alapvető szükségleteinek kielégítését, mivel a szervezet számára fehérje-, zsír-, vitamin és ásványi anyag-forrás.

A táplálékkal felvett fehérjék aminosavaiból tudja a szervezet a saját fehérjéit felépíteni. Az úgynevezett esszenciális aminosavakat a szervezet képtelen előállítani, ezeket különböző táplálékkal készen kell bevinni. A húsok, a tej-, tojás- és halfehérjékhez hasonlóan hozzá járulnak, ezeknek az esszenciális aminosavaknak a megfelelő arányú beviteléhez. A hús az egyik legfontosabb koncentrált, teljes értékű és jó biológiai hasznosulású fehérjeforrásunk, mivel átlagos fehérjetartalma 20 %, aminek nagy része teljes értékű fehérje.

A húsokban a zsír zsírszövet formájában van jelen, ami az izmon belül a márványozottságot adja. A húsok zsírtartalma az állat fajtától, fajtájától, korától, nemétől, takarmányozásától, valamint a húsrész fajtájától is függ. A jelenleg érvényes ajánlások szerint akkor táplálkozunk helyesen, ha energiaszükségletünknek legfeljebb 30%-a származik különböző zsírokból. Ezen belül, az ajánlás szerint a telített zsírsavak (SFA) energiája legfeljebb 10%-át, az egyszerűen telítetlen zsírsavak (MUFA) energiája 12%-át, a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) energiája, pedig 6-8%-át fedezze az energiaszükségletnek. Azonban fontos utóbbi csoporton belül még további arányokat is figyelembe venni a táplálkozás-fiziológusok szerint: a számos specifikus hatással bíró n-6 és n-3 zsírsavak arányát akkor tekintik kedvezőnek, amennyiben az 5-7:1 (ANTAL és GAÁL, 1998). Újabban a telített zsírsavakon belül is fontosnak tartják egyes arányok betartását, főleg a palmitinsav arányának mérséklését tekintik fontosnak. A hazai lakosság zsírsavfogyasztása elsősorban a napraforgóolajra és a sertészsírra alapozó magyar konyhára visszavezethetően meghaladja az ajánlott mennyiséget, az előbbieken említett aránynak nem felel meg. Az ideálistól

a legnagyobb mértékben az n-6 és az n-3 zsírsavak aránya tér el, amely ugyanis eléri a 15-30:1 értéket.

A húsok fontos vitaminforrások is lehetnek a helyes táplálkozás során, mivel a vízben oldódó B-vitamin csoport tagjait (B₁-, B₂-, niacin, B₆-, B₁₂-vitamin) tartalmazzák jelentősebb mennyiségben. A sertéshús kiemelkedik B₁-vitamin tartalmával, amely ötszörös mennyiségű a többi hússal összehasonlítva.

A vitamintartalom mellett az a húsfélék fogyasztását mikroelem tartalmuk is indokolja. Az ásványi anyagok a húsfélékben szerves kötésű vegyületek formájában vannak jelen, amelyek a szervezetben könnyebben felszívódnak, mint a növényi eredetű táplálékokból. A mikroelemek közül a húsok vastartalma kiemelkedő, amely ásványi anyag a vörösvértestek felépítésében és, ezáltal a szervezet oxigénellátásában játszik szerepet. Minél vörösebb a hús, annál nagyobb a vastartalma. Ezenkívül a cink található még nagyobb mennyiségben a húsokban, amelynek szintén számos feladata ismert a szervezet működésében: részt vesz az enzimek aktiválásában, szabályozza az izmok összehúzódnak képességét, hozzájárul a szellemi frissesség megőrzéséhez.

Újabb adatok azt mutatják, hogy a szelén felszívódása a húsokból megközelítően olyan mértékű, mint a növényi élelmiszerekből, így a szervezet szelénszükségletének kielégítéséhez is hozzájárulhat a húsfogyasztás (VARGA, 2009).

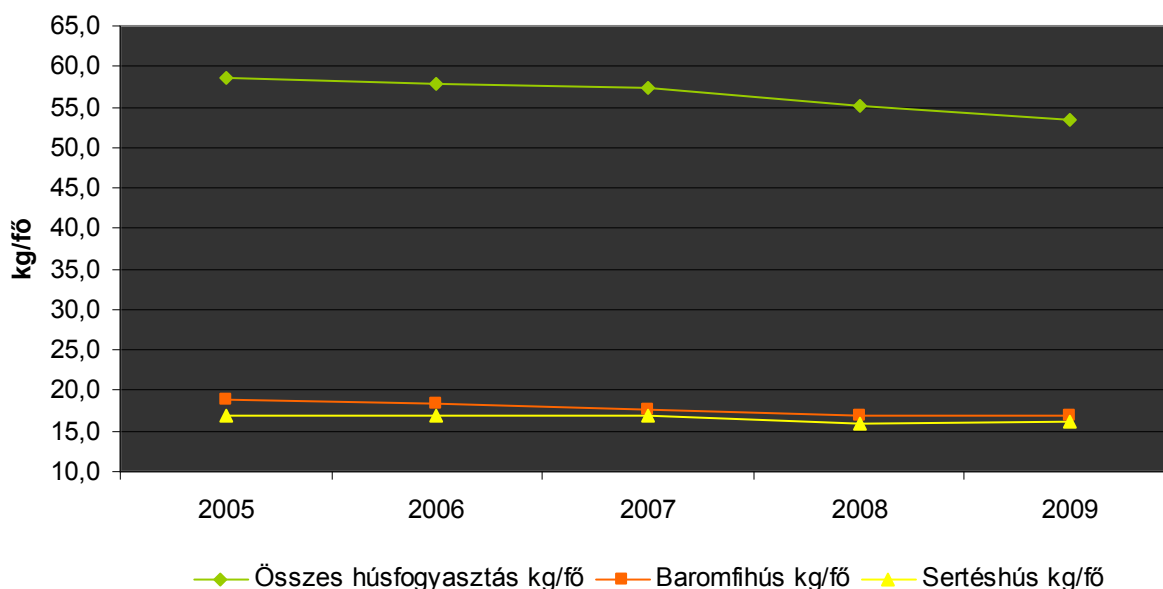
2. 2. Húsfogyasztás helyzete Magyarországon

A sertéstartás és fogyasztás meghatározó szereppel rendelkezik Európában az EU-27 tagállamai közül 12-ben tartanak több, mint 3 millió sertést és ezen országok adják az EU-27 sertésállományának kb. 90%-át (TÓTH, 2009). Az EU 27 tagországaiban még mindig vezető szerepe van a sertéshúsfogyasztásnak, melynek mértéke 35 kg/fő/év (FAO, 2010), annak ellenére, hogy a fogyasztói magatartás változásával a baromfihús (21 kg/fő/év) erős vetélytársként jelent meg a húspiacon.

Az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet (OÉTI) gondozásában, 2001-ben került kiadásra a Táplálkozási ajánlások a felnőtt magyar lakosság számára című kiadvány az „Egészséges Nemzetért Népegészségügyi Program” keretében. A kiadvány általános tanácsa, hogy együnk rendszeresen zsírszegényen elkészített sovány húsokat, valamint sovány felvágottakat és hetente legalább 1-2-szer tengeri halat. Az ajánlott napi mennyiség 2-3 egység hús, húskészítmény, ami egységenként megfelel 10 dkg nyers sovány sertés-, baromfi-, marha-, borjúhúsnak, 5 dkg sovány vagy 4 dkg közepes zsírtartalmú felvágottnak. A legtöbb ajánlás hangsúlyozza emellett,

hogy az ún. vörös hús (marha-, birka-, sertéshús) fogyasztása ne haladja meg a 80 g-ot naponta, ezért részesítsük előnyben a fehér húsokat (csirke, kacs, pulyka).

A magyar lakosság étel-miszer-fogyasztását vizsgálva a magyarok alapvetően három húsféleséget fogyasztanak: sertést, baromfit és marhahúst. Az egy főre jutó összes húsfogyasztás 2010-ben átlagosan 53,5 kg/fő volt, így húsfogyasztásban az EU középmezőnyében foglalunk helyet (KSH, 2011).



3. ábra: Magyarország húsfogyasztása, 2005-2009

Forrás: KSH, 2011

Húsfogyasztás tekintetében jelentősen változott az egyes húsfélék mennyisége és aránya. Az utóbbi évtizedekben a hazai húsfogyasztáson belül növekedett a baromfihús jelentősége (3. ábra). Ez többek között a következővel is magyarázható, az 1980-as évek második felétől az úgynevezett vörös húsok áremelkedése jelentősen növelte a keresletet a viszonylag olcsó baromfihús iránt. Így a magyar fogyasztókra hagyományosan jellemző sertéshúsfogyasztás az 1980. évi 40 kg-mal szemben 2009-ben már csak 16,1 kg volt (KSH, 2011).

Az egy főre jutó húsfogyasztás csökkenésében a gazdasági tényezők (ár, lakosság jövedelme, gazdasági helyzet) mellett a húsfélék általános megítélése is fontos szerepet játszik. A húsfogyasztással szembeni eltúlzott, negatív és gyakran téves információkon alapuló hozzáállás, amely a húsfogyasztásnak az elhízásban, a szív-ér rendszeri, a daganatos és egyéb betegségek kialakulásában játszott szerepével, illetve az egyes országokban időnként fellépő különböző járványos állatbetegségekkel hozható összefüggésbe.

Egy a magyar húsvásárló lakosság magatartását vizsgáló tanulmány részeként végzett közvéleménykutatás eredménye alapján elmondható, hogy a megkérdezettek megítélése a sertéshúsról általában negatív. A sertéshússal kapcsolatban a hagyományos magyar táplálkozás, az

elhízás és számos betegség, a túlzott zsírtartalom és a tápláló, laktató hatás jutott a megkérdőjelezett fogyasztók eszébe (PÉNZES, 2002).

A fogyasztók jobb tájékoztatása, valamint a hazai és biztonságos termék forgalmazásának elősegítése szükségessé tette a magyarországi húsok megkülönböztető emblémával történő jelölését. Ezt a célt szolgálja a 2009-ben bevezetett Minőségi Magyar Sertéshús (MMS) tanúsító védjegy alkalmazása is, mely mind az alapanyag-termelés, mind a feldolgozás folyamatában biztosítja a hiteles megkülönböztetést.

2. 3. A sertéshús

Többféleképpen is meg lehet határozni, a hús fogalmát. A legtagabb definíció szerint húsnak mondjuk a melegvérű állatok azon részeit, amelyek emberi fogyasztásra alkalmasak. A Magyar Élelmiszerkönyvben (MÉ) a nemzeti termékleírásokat tartalmazó kötelező előírásokról szóló részben az MÉ 1-3/13-1 számú előírás foglalkozik a hús és a különböző húskészítmények meghatározásával. Az MÉ meghatározása szerint a hús: „Az emlősállatok és madárfajok (szárnyasok) emberi fogyasztásra alkalmasnak minősített, természetes alkotórészüket képező, vagy hozzájuk kötődő vázizomzata [a rekeszizom és a rágóizom a vázizomhoz tartozik, míg a szív, a nyelv, a fejen lévő izmok (a rágóizmok kivételével), a lábízletek izmai és a farok nem], ha az összes zsír vagy kötőszövet-állomány nem haladja meg az alábbi értékeket, és ha a hús valamely más élelmiszer összetevőjét képezi. A hús kifejezéssel jelölt összetevő maximális zsír és kötőszövet tartalma az emlősök esetében (a sertés és a nyúl kivételével) 25-25 %, sertésnél 30 és 25 %, szárnyasok és nyúl esetében 15, illetve 10 % (157/2008 FVM rendelet, 2008).

A helyes táplálkozás kapcsán a húsfogyasztás tekintetében a különböző húsfélék közül a sertéshús fogyasztását számos tényező indokolja: nagy biológiai értékű esszenciális aminosav és fehérje tartalom, magas létfontosságú ásványianyag tartalom (Zn, Cu, Se, Mo), optimális vastartalom, ami a vérképzéshez járul hozzá. Más húsfélékkel összehasonlítva elmondható, hogy a sertéshús lényegesen gazdagabb B-vitaminokban, köztük a B12 vitaminban.

A sertésnemesítők fél évszázada szép eredménnyel azon fáradoznak, hogy csökkentsék a sertéstest zsírtartalmát. Az egykor 40-50, vagy akár 70% zsírt adó sertések (DORNER, 1921; CSÁKY, 1933) helyett ma legfeljebb 20-30% zsírt tartalmaz a sertés féltest (GOSZTONYI és LÁSZTITY 1993). Megváltozott az egyes fajták zsírtermelő és beépítő képessége. A nagy növekedési eréllyel rendelkező fajták már az intenzív zsírosodás megkezdése előtt elérik a vágási tömeget. A mai takarmányozás színvonala is a zsírosodás mérséklését szolgálja. Az ivar, vagy az ivartalanítás hatására is megváltozik a zsírbeépülés az állati szervezetbe. Az egyes testrészekből kinyert húsok zsírtartalma, és a zsírok zsírsav összetétele is eltérő. Mindezek mellett a konyhatechnika is jelentősen hozzájárulhat a lakosság energiamérlegének megbombolásához (SZABÓ

és mtsai, 2002). Ha 3-4% zsírt tartalmazó sovány sertéshúsból, rántott szeletet készítünk, az étel zsírtartalma legalább 10%-kal növekszik. A legkorszerűbb recepturát alkalmazó húsüzemek készítményeiben is eltérő a zsírtartalom, attól függően, hogy sonka (5%), párizsi (10%), debreceni (28%), vagy téliszalámi (47%) előállítása történik a sertéshúsból (INCZE és mtsai, 2000).

A sertéshús összetevőit az **1. táblázat** tartalmazza.

Sertéshús (comb, karaj) 100 g-ra vonatkozóan	
Energia összetevők	
Fehérje (g)	21,8
Szénhidrát (g)	8,1
Zsír (g)	0,4
Energiatartalom	
KJ	685,0
kcal	163,0
Hamutartalom (g)	1,0
Víztartalom (g)	69,5
Ásványi anyagok (mg)	
Foszfor	180,0
Kalcium	16,9
Kálium	442,0
Magnézium	42,0
Nátrium	85,0
Cink	2,6
Kobalt	-
Króm	-
Mangán	0,04
Réz	0,31
Vas	1,0
Vitaminok (mikrogramm)	
B1 tiamin	770,0
B2 riboflavin	350,0
B6 piridoxin	0,4
B12 cianokobalamin	0,8
Biotin	5,0
Niacin (PP faktor)	7,5
Pantoténsav	0,3
A retinol	60,0
E tokoferol	-
Koleszterin	-

1. táblázat: Sertéshús összetevői

Forrás: OÉTI, 2011

2. 4. Funkcionális élelmiszer fogalma és jelentősége

A 20. század elején a táplálkozástudomány az esszenciális elemek, elsősorban a vitaminok és azok különböző hiánybetegségeket kiváltó hatásuk kutatásával foglalkozott. Az idő előrehaladtával, az 1970-es években nőtt az élelmiszerellátás mennyisége és színvonala, amelynek

eredménye a „túltáplálás” lett, mely a betegségek kialakulásának legfőbb okozójává is vált egyben (HASLER, 2002).

A folyamatos kutató munka eredményeként, ma már olyan étlettanilag aktív komponenseket ismerhetünk mind az állati és növényi eredetű élelmiszerekben, melyeket a kutatók zoo-illetve phyto-kemikáliáknak neveztek el. Számos krónikus betegség kialakulásának lehetőségét képesek csökkenteni ezek a komponensek (HASLER, 2002).

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) jelentése alapján a globális halálozási okokért a szív- és érrendszeri megbetegedések felelősek a legnagyobb mértékben. Becslések szerint 17,5 millió ember hal meg évente ilyen betegségek következtében. Az előrejelzések szerint ez a szám 2015-re 20 millióra növekedhet.

Magyarországon a KSH adatai alapján a halálozások 50%-ért felelős az említett betegségcsoport. A szív- és érrendszeri megbetegedések mellett fő halálozási probléma a daganatos megbetegedések csoportja, mely 2009-ben a halálozások 24,7 százalékát adta Magyarországon (KSH, 2011).

Az Egészségügyi Minisztérium adatai szerint a halálozási okok közel 75 %-a közvetlenül vagy közvetve a táplálkozásra vezethetőek vissza Magyarországon. A magas kalóriatartalmú, zsírban gazdag, magas só-tartalmú étrend, a fizikai igénybevétel hiánya nagyban hozzájárul a rosszindulatú daganatok, a szív- és érrendszeri betegség, az agyér-betegség az érrendszeri és a cukorbetegség kialakulásához (SÁNDOR, 2004).

Az előbb említett tendenciák hatására az emberiség figyelme globális szinten azon speciális, egészségre jótékony hatású élelmiszerek felé fordult, melyek étlettanilag és/vagy biológiailag aktív komponenseket tartalmaznak (HASLER, 1998). Ezeket az élelmiszereket nevezzük ma funkcionális élelmiszernek. A fogalom konkrét definiálására számos, többféle megfogalmazás használatos. „A funkcionális élelmiszerek, olyan élelmiszerek, amelyek, nemcsak táplálékok, hanem a szervezet működésében is hasznosak lehetnek” (1985, JAPÁN). „Bármely olyan táplálék vagy táplálék összetevő, amely a hagyományos tápanyagokon kívül az egészségre hasznos anyagot is tartalmaz” (1994, USA). Az Európai Unió szakemberei megfogalmazása szerint (2006) „Azokat az élelmiszereket, amelyek tápértékük, biológiai hasznosulásuk alapján – igazolhatóan – többlet egészségügyi hatással rendelkeznek, funkcionális élelmiszernek nevezzük. Jellemző tulajdonságuk, megjelenési formájuk, élvezeti értékük megegyezik a többlet-egészségügyi hatással nem rendelkező hasonló élelmiszerekkel.”

Ma a funkcionális élelmiszerként elismert tápláléknak, élelmiszeripari alapanyagnak a következő kritériumoknak kell megfelelniük (VASS és mtsai, 2008):

- Javítsa az étrendet, egészséget.
- Táplálkozási hasznossága és a napi ajánlott bevitel nagysága megalapozott tudományos tényeken alapuljon.
- A tápérték értékét ne csökkentse az összetevő.
- Élelmiszerbiztonság és a kiegyensúlyozott étrend szempontjából legyen biztonságos.
- A funkcionális összetevő jellemezhető legyen fizikai és/vagy kémiai paraméterekkel és számszerű analitikai módszerekkel.
- Ne legyen kapszula, por vagy tablettá.
- Természetes eredetű összetevők.

A funkcionális élelmiszerek nagyobb hányada növényi eredetű, azonban folyamatosan nő az állati eredetű funkcionális élelmiszereink aránya. Az egyik legalapvetőbb funkcionális állati eredetű élelmiszereinkhez sorolhatjuk a tejet és a tejtermékek **(2. táblázat)**.

Amennyiben az állati és növényi eredetű élelmiszerek egyaránt jellemezhetőek a következő „többletfunkciókkal”, úgy funkcionális élelmiszernek tekinthetjük őket (VASS és mtsai, 2008):

- A szervezetben meghatározott funkciókat töltnek be, bizonyos folyamatokat szabályoznak.
- A szervezet védekező mechanizmusát erősítik.
- Nagy szerepet játszanak a betegségek megelőzésében (daganatok, szív-és érrendszeri megbetegedések).
- Elősegítik és növelik az egyes betegségekből való felgyógyulás esélyeit.
- Hatással vannak a fizikai-szellemi teljesítőképességre, hangulatra.
- Öregedési folyamatokat lassítják.

Élelmiszer		Fiziológiásan aktív komponens
Tejtermékek	Tej és tejtermékek	Kalcium
	Fermentált tejtermékek	Probiotikumok
	Savófehérjék	Fehérjék
Hal	Halolaj	n-3 zsírsavak
Tojás	Tojás	Szfingolipidek
Állati eredetű élelmiszerek		L-karnitin
		Koenzim Q10
		α -lipolsav
		Kolin
		Taurin

2. táblázat: Állati eredetű funkcionális élelmiszerek és azok fiziológiásan aktív komponensei

Forrás: PRATES és MATEUS, 2002

A funkcionális élelmiszerek piaci részesedése folyamatosan növekszik és a fejlett világ élelmiszeriparában rövid időn belül kiemelkedő termékeivé váltak (MENRAD, 2000). A fejlődés garantált és a további piaci térhódítás biztosított ezen termékek számára, mivel egyre többen ismerik fel, hogy az életmóddal kapcsolatos megbetegedések 25-70 %-a megelőzhető optimális táplálék-felvétellel (SZAKÁLY, 2006).

A funkcionális élelmiszerek legnagyobb előnyei közé tartozik a hagyományos élelmiszerekkel és különböző egészségmegőrző gyógyszerekkel szemben, hogy ezek nem gyógyszerek, így az élvezeti és – funkció megtartása mellett juttatják be védőanyagaikat az emberi szervezetbe, és fejtik ki kedvező hatásukat (SZAKÁLY, 2001).

2. 5. A zsírsavak jellemzése és a zsírsavösszetétel módosításának élettani alapjai

A zsírsavakat az élelmiszereket alkotó tápanyagok közül a lipidek csoportjába sorolhatjuk. A lipidek táplálkozásfiziológiai jelentősége nagy energiatartalmukban (39 kJ/g), valamint a bennük megtalálható esszenciális zsírsavakban és vitaminokban rejlik. Ennél fogva az élelmiszer előállítás fontos komponensei (GASZTONYI és LÁSZTITY, 1992).

A zsírok számos funkció betöltésére alkalmasak változatos felépítésükből adódóan. A táplálékban előforduló zsír triglicerid formában van jelen, amely a glicerinnel hidroxilcsoportjainak zsírsavakkal alkotott észtere.

A zsírsavakat a kötések telítettsége alapján két csoportba sorolhatjuk: telített és telítetlen zsírsavak. Amíg a telített zsírsavak elsősorban az energiaszükséglet fedezésére szolgálnak, valamint a test felépítésében vesznek részt, addig a telítetlen zsírsavak között találunk olyanokat is, amelyek az előbb említetteken túl speciális feladatokat is képesek ellátni az intermedier anyagforgalomban (SCHMIDT, 2003). Számos tanulmány beszámolt arról, hogy a telített és telítetlen zsírsavak aránya jelentős hatással lehet a fogyasztó egészségére (BURR és mtsai, 1989; HRBOTICZKY és WEBER, 1993). Míg a telített zsírsavakat a szív-érrendszeri megbetegedések rizikó faktorának tekintik, addig a többszörösen telítetlen zsírsavak segíthetik egyes betegségek megelőzését (WEBER és mtsai, 1993; WILLET, 1994). A táplálkozástudománnyal foglalkozók a zsírtartalom mellett felhívják a fogyasztók figyelmét a zsíradékok zsírsav-összetételének fontosságára is. Ismert az is, hogy a telített és a telítetlen zsírsavak mennyisége és aránya állatfajonként, testrészenként változik, sőt takarmányozással módosítható (GUNDEL és mtsai 2001).

2.5.1. Telített zsírsavak

A telített zsírsavakban (SFA = Saturated Fatty Acids) a szénatomok a láncban egyszeres kötéssel kapcsolódnak egymáshoz, vagyis valamennyi kötés telített. A telített zsírsavak szabad formában, vagy kis molekulatömegű alkoholokkal képzett észterként csak minimális mennyiségben találhatók az élelmiszer-nyersanyagokban. Jelentőségük elsősorban az aromaanyagokban rejlik (GASZTONYI és LÁSZTITY, 1992). A telített zsírsavak nagyobb mennyiségű bevitele táplálkozás-élettani szempontból kedvezőtlen is lehet (SCHEEDER, 1998). Így a telített zsírsavak közül pl. a laurin-, mirisztin- és palmitinsav bizonyítottan növeli a vér koleszterin szintjét. A telített zsírsavak közül egyedül a sztearinsavról (C18:0) nem ismert, hogy hiperkoleszterémiás hatással rendelkezne (HOLLÓ, 2004).

A szénlánc hosszúsága alapján a telített zsírsavak további csoportosítása lehetséges:

- Alacsony- és közepes szénatomszámú zsírsavak: ($C_{4:0} - C_{10:0}$) → MCT
- Hosszú szénláncú telített zsírsavak: ($C_{12:0} - C_{17:0}$) → LSFA
- Különösen hosszú szénláncú telített zsírsavak: ($C_{18:0} - C_{24:0}$) → VLSFA

A csoportok között a felszívódás mechanizmusában, valamint a vér koleszterin- és lipoprotein szintjére gyakorolt hatásában is különbség van. Az MCT zsírsavak közvetlenül szívódnak fel, így a vér lipidszintjét nem befolyásolják. A hosszú szénláncú zsírsavak a vér koleszterin- és lipidszintjét kedvezőtlen hatással módosíthatják, ezért a cardiovascularis betegségek szempontjából rizikófaktorok számítanak. A 3. csoportba (VLSFA) tartozó zsírsavak a vér lipid értékét nem képesek befolyásolni.

2.5.2. Telítetlen zsírsavak

Az élelmiszerekben előforduló telítetlen zsírsavak (UFA = Unsaturated Fatty Acids) egy, vagy több kettőskötést tartalmaznak, ami a további felosztásra ad lehetőséget:

- 1 kettős kötés található az egyszeresen telítetlen zsírsavakban (MUFA = Mono Unsaturated Fatty Acids)
- 2 vagy több kettős kötet tartalmaznak a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA = Poly Unsaturated Fatty Acids)

Az egy- vagy több kettős kötet tartalmazó telítetlen zsírsavak fogyasztása előnyösebb, mint a telített zsírsavaké, bár a fokozott lipidperoxidáció miatt karcinogén termékek képződéséhez vezethet (SCHEEDER, 1998). Fontos élettani szempontból az egyszeres és a többszörösen telítetlen zsírsavak egymás viszonyított aránya is (BOROSS és mtsai 1993).

Egyszeresen telítetlen zsírsavak

Az egy kettős kötet tartalmazó zsírsavak legjelentősebb képviselője a természetes zsíradékokban az olajsav ($C_{18:1}$), továbbá ebbe a csoportba tartozik a palmitoleinsav ($C_{16:1}$) is.

Az utóbbi időben ismerté vált az egyszeresen telítetlen zsírsavak további kedvező hatása, hogy védi az LDL koleszterint az oxidációtól, amely egyik legfontosabb faktor az érlelmeszesedés kialakításában, ugyanis az oxidálódott LDL-t az LDL-receptor már nem tudja felvenni (WAHRBURG, 2004).

A kérődzők húsában akkumulálódó zsírsavak eltérnek a takarmányban felvett zsírsavaktól (HOLLÓ, 2004). A bendő mikroorganizmusok hidrolizálják a takarmányból felvett zsírokat (lipolízis), továbbá biológiai hidrogénezés során a takarmányban nagyobb arányban lévő telítetlen zsírsavakat telített zsírsavakká alakítják. Emiatt a kérődzők húsa relatíve nagy mennyiségű hiperkoleszterémiás hatású telített zsírsavat, és kevesebb hipokoleszterémiás hatású, koleszterin

szintet csökkentő többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaz. Azonban nem hagyható figyelmen kívül, hogy a biohidrogenizáció első lépéseként linolsavból képződő konjugált linolsav humánegészségügyi szempontból számos pozitív hatással rendelkezik és a kérődzők termékeiben (hús, tej) mért KLS-érték többszöröse a nem kérődző állatfajokénak. A folyamat további lépései szintén kedvezőtlenek, ezek eredményeként telített zsírsavak és intermedier anyagcsere termékek keletkeznek, ezért a marhahús PUFA/SFA aránya alacsony 0,1 körüli (HOLLÓ és mtsai, 2001), viszont humántáplálkozási szempontból a $0,45 <$ arány a kívánatos.

Többszörösen telítetlen zsírsavak

A többszörösen telítetlen zsírsavakon belül külön ajánlást fogalmaztak meg a táplálkozástudósok az egyes zsírsavcsoportokra vonatkozóan. Ennek megfelelően két zsírsav csoportot szokás elkülöníteni, aszerint, hogy a molekula metilcsoport végétől számítva az első kettős kötés hányadik szénatomnál található. Így n-3 és n-6 vagy a régebbi elnevezés szerint omega-3 és omega-6 zsírsavakat különböztethetünk meg (WARRIS, 2000). Mindkét csoport fontos szerepet játszik az emberi táplálkozásban, de az a kedvező, ha az n-6 és n-3 zsírsavak aránya 4 illetve 5:1 (HOLLÓ, 2004). SIMOPOULUS (1991) hívta fel a figyelmet az n-3 zsírsavak szerepére a kardiovaszkuláris és daganatos megbetegedések megelőzésében, azonban az n-6 zsírsavak hatása ezzel ellentétes. Az n-6 csoportba tartozó zsírsavak közül az élelmiszerekben, illetve takarmányokban leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben a linolsav ($C_{18:2}$, LA) és a belőle képződő arachidonsav ($C_{20:4}$) fordul elő. Az n-3 csoport zsírsavai közül az élelmiszerzsiradékokban az α -linolénsav ($C_{18:3}$, ALA) fordul elő számottevő mennyiségben, emellett élettanilag aktív még az eikozapentaénsav ($C_{20:5}$, EPA) és dokozahexaénsav ($C_{22:6}$, DHA). Az α -linolénsav ($C_{18:3}$, n-3) a linolsavval ($C_{18:2}$, n-6) együtt esszenciális zsírsavak, mivel a szervezet nem tudja őket szintetizálni és elégtelen bevitelük esetén hiánytünetek lépnek fel. Az ALA kedvező tulajdonságai, hogy csökkenti a szérum összes és LDL koleszterinszintjét, továbbá a trigliceridszintet (CHAN és mtsai, 1991). Hatással van a zsíranyagcserére, nélkülözhetetlen a koleszterin és a trigliceridek metabolizmusához. Az α -linolénsav metabolizmusa során keletkező EPA és DHA beépülnek a sejtmembránok foszfolipidjeibe és a linolénsavhoz hasonló hatásúak (CHAN és mtsai, 1991). Az EPA prekursora az eikozanoidoknak (pl: tromboxánok, leukotriének, lipoxinok), melyek fontosak az anyagcserében (HUSVÉTH, 2000). Továbbá számos vizsgálat igazolta, hogy a DHA nélkülözhetetlen az agy és a retina normális fejlődéséhez.

Klinikai vizsgálatait szerint, az n-3 zsírsavakban gazdag étrend, a helper T limfociták és a szuppresszor T sejtek arányát tekintve immunválaszt módosító hatású, valamint minden tumoros páciens túlélését képes volt meghosszabbítani (GOGOS és mtsai, 2001).

A kutatások rámutattak a linolsav és az α -linolénsav egymáshoz viszonyított arányának fontosságára. A linolsav és az α -linolénsav metabolizmusának egyes lépéseiben közös enzimek vesznek részt (BUDOWSKI, 1998), amely metabolizmus során a linolsavból arachidonsav, az α -linolénsavból pedig EPA és DHA képződnek. Amennyiben az átalakulási folyamatok során nagy a linolsav felesleg, az leköti a közös enzimek nagy részét és így az α -linolénsavnak csak kis hányada tud átalakulni, így a belőle képződő átalakulási metabolitokból hiány alakul ki a szervezetben. Ezért az n-6/n-3 arányt akkor tartják megfelelőnek, ha az 3:1 és 5:1 közé esik (WAHRBURG, 2004; BARNA, 2006).

A konjugált linolsav (CLA) a többszörösen telítetlen esszenciális zsírsavak közé sorolható. Elnevezése a linolsav helyzeti és geometriai izomerjeinek összefoglaló neve. Szerkezeti felépítését tekintve a konjugált linolsav az n-6 csoportba tartozik (RISERIUS, 2003). Élettani hatása (kardioprotektív, tumornövekedést gátló) azonban az n-3 csoportéval mutat hasonlóságot (FIELD és SCHLEY, 2004). A kettős kötéspár helyzetétől és azok geometriájától függően számos izomer létezik, legjelentősebb biológiai aktivitással a cisz-9, transz-11 és a transz-10, cisz-12 izomerek rendelkeznek. A konjugált linolsavak a természetben nagyobb mennyiségben csak a kérődző állatok bendőjében lezajló biológiai hidrogénezés során keletkeznek (SCHORLAND és mtsai, 1955), elsősorban a *Butyrivibrio fibrisolvens*, valamint kismértékben egyes propionsavtermelő baktérium törzsek működésének eredményeként. Egyes vizsgálatok eredményeiből arra lehet következtetni, hogy a tehenek tejmirigyében (GRIINARI és BAUMAN, 1999), valamint a patkányok májában (POLLARD és mtsai, 1980) a Δ -9 deszaturáz enzim közreműködésével a vakcénsavból is képződhet a cisz-9, transz-11 CLA változat. A bendőben lezajló izomerizáció, valamint a tejmirigyben történő deszaturáció eredményeként képződő cisz-9, transz-11-C18:2 a humán táplálkozásban legnagyobb mennyiségben előforduló CLA izomer.

A jelenlegi ismereteink alapján az élelmiszerek közül a kérődző állatok teje, valamint húsa, és az ezekből készült termékek tartalmazzák a legtöbb CLA-t. Megtalálható továbbá az anyatejben és az emlősök zsírszövetében is. A konjugált linolsav mennyisége 3-7 mg/1 g zsír. A különböző termékek gyártása során történő hőkezelés hatására növekedhet a CLA mennyisége. Ugyanakkor a húsok sütése és főzése nincs jelentős hatással az ételek CLA mennyiségére. Egyéb élelmiszerek, mint például a csokoládék, kekszek, sütemények CLA tartalma, pedig csupán a bennük lévő tejszír mennyiségétől függ, hiszen ez lehet fontos CLA forrás.

Számos kutatási eredmény rámutatott arra, hogy a marhahúsban n-6/n-3 zsírsavak aránya az etetett takarmányoktól függően széles határok között mozoghat. Az abrakkal hizlalt szarvasmarhák esetében az n-6/n-3 arány 10 fölötti (ENSER és mtsai, 1996), kukorica-szilázs etetésekor a kiegészítő abrakmennyiségtől függően 5 - 8,5, legeltetett állatoknál (ENDER és mtsai, 1997, COSSU és mtsai, 2000) illetve olajos magvakat tartalmazó (lenmag, repcemag, szójabab) abrak

etése során az n-6/n-3 arány 4 alá csökkenthető (MOLONEY, 2000). Ennek az a magyarázata, hogy az abrakban (az azt alkotó különféle magokban) nagyobb mennyiségben linolsav fordul elő, ami a PUFA n-6 zsírsav csoport prekursora, ezzel szemben a zöldtakarmány az n-3 zsírsav csoport előanyagában, linolénsavban gazdag.

Transz zsírsavak

Transz-zsírsavaknak nevezzük a transz konfigurációjú telítetlen zsírsavakat, melyek a telített zsírsavakhoz hasonlóan különböző mechanizmusokkal növelik a kardiovaszkuláris betegségek kialakulásának kockázatát (WAHRBURG, 2004). A transz-zsírsavak növelik az LDL, ugyanakkor csökkentik a HDL koleszterinszintet (MENSINK ÉS KATAN, 1990; JUDD és mtsai, 1994), továbbá képesek növelni a szérum trigliceridszintjét is (KATAN és ZOCK, 1995). Ugyanakkor növelik a trombogenezis kockázatát (HILL és mtsai 1982). Az élelmiszerek közül a tej- és tejtermékekben, továbbá a marha- és birkahúsban fordulnak elő természetes transz-zsírsavak, melyeket a kérődzők bendőbaktériumai állítanak elő. Korábban a margarinyártás (telítetlen zsírsavakat tartalmazó olajok mesterséges hidrogénezése) volt az egyik fő forrása a transz-zsírsavaknak, azonban a gyártástechnika fejlődésével ez változott. Napjainkban elsősorban a keményített zsírokat tartalmazó élelmiszerek (pl.: kekszek, sütemények, burgonyaszirom) útján juthatnak transz-zsírsavak szervezetünkbe (WAHRBURG, 2004).

2.6. Takarmányozási lehetőségek az állati eredetű élelmiszerek zsírsavösszetételének módosítására

Az állati eredetű élelmiszerek zsírsavösszetételének módosítása és javítása az állattenyésztőknek és az élelmiszeripar kutatóinak is hatalmas kihívást jelent.

Elfogadott, hogy a takarmányozás a hús minőségét sokoldalúan befolyásolja. GUNDEL (2006) szerint a következő minőségi jellemzőket lehetséges takarmányozással befolyásolni:

- hús:zsír arány,
- a hús és a zsír mennyisége,
- a zsírtartalom zsírsav összetétele, koleszterin tartalom,
- vitamin és ásványianyag-tartalom,
- íz és szag,
- „bio“ minőség,
- élelmiszer biztonság.

A zsírsavösszetétel módosítására az ad lehetőséget, hogy a bélhámsejtekben reészterifikált zsír egy része a nyirokkeringésen keresztül, a máj megkerülésével eljuthat a különböző szövetekbe

és közvetlenül beépülhet a zsírsejtekbe. Így lehetővé válik, hogy a humántáplálkozás szempontjából kedvezőbb zsírsav-összetételű élelmiszereket, azaz funkcionális élelmiszereket, állítsunk elő..

Számos tanulmány (MAY és mtsai 1994, PERRY és mtsai, 1998, MANDELL és mtsai, 1998) bizonyítja a fajták közötti különbségeket a zsírsavösszetételben, még azonos takarmányozás mellett is. ROBELIN (1986), ROISSEL és PRITSCHARD (1991), CHOI és mtsai (2000) sertések esetében a hosszú hátizom zsírsav-összetételét vizsgálva megállapították, hogy a zsírsavösszetételben mutatkozó fajtakülönbségek a genetikai alap különbözőségén alapulnak. NÜRNBERG és mtsai (1998) szerint a primitív szarvasmarhafajták húsa valószínűleg a tartás és takarmányozás hatásának köszönhetően nagyobb mennyiségű linolénsavat (C 18:2 n-6) tartalmaz, szemben a specializált hasznosítású tej-, illetve húshasznú fajtákkal – számolnak be tanulójaikban.

A monogasztrikus állatok esetében, mint például a sertés, a tenyésztő jó eséllyel képes befolyásolni a takarmány összetételének változtatásával a hús és a belőle készült élelmiszer összetételét (OVERLAND és mtsai 1996).

A kérődző állatfajokkal ellentétben a monogasztrikus állatokban a zsírsavösszetétel változtatásának lehetősége könnyebb. Így pl. a sertésekkel és broilercsirkékkel végzett kísérletekben azt igazolták, hogy a telítetlen zsírsavakban (olajsav, linolénsav, linolsav) gazdag takarmányok (halliszt, repcemag, lenmag) tápokba történő bekeverésével növelhető a többszörösen telítetlen zsírsavak mennyisége a vágott testben (BABINSZKY és HALAS, 2000).

A monogasztrikus állatok közül, a sertés esetében a zsírsavösszetétel módosítása mellett napjainkban, a fogyasztói igényeket figyelembe véve a kutatások az intramuszkuláris zsír mennyiségének optimalizálására (WARRIS, 2000), illetve a jó minőségű szalonna (HUGO és mtsai, 1999) előállítására is irányulnak. Erre azért van lehetőség, mert a sertés fajban, a céltudatos tenyésztői munka látványos eredményeket képes hozni a hasított test színhústartalmának növelése terén. Ez a folyamat együtt járt azonban, egyrészt az intramuszkuláris zsírtartalom oly mértékű csökkenésével, ami már kedvezőtlenül hatott a hús érzékszervi tulajdonságaira, élvezeti értékére (AFFENTRANGER és mtsai, 1996), továbbá megváltoztatta az izomrost típusok arányát (nőtt a glikolitikus izomrostok aránya), megnövelte az izomrostok átmérőjét, mindez, pedig elősegíti a PSE jelleg kialakulását (KLONT és mtsai, 1998). Az intramuszkuláris zsírtartalom optimalizálásának céljából többen (WARRIS, 2000, FAUCITANO és mtsai, 2001) a „hagyományos” fajták (Duroc, Tamworth, Berkshire, Large White, Meishan) keresztezési eljárásokban való felhasználását javasolják. A hagyományos, magyar mangalica sertés húsmínőségével, illetve zsírjával kapcsolatban, az utóbbi években ugyancsak több információ látott napvilágot (SZABÓ, 1999;

CSAPÓ és mtsai, 1999), ami szerint húsa a nagy intramuszkuláris zsírtartalmának köszönhetően a szárazáru előállítás mellett az időközben általánosan kedvelté vált grillezésre is kiválóan alkalmas.

Az „egészséges” zsírsavösszetételű hús kevés telített zsírsavat tartalmaz, főleg palmitinsav-tartalma alacsony, továbbá PUFA/SFA aránya nagyobb, mint 0,45, az n-6/n-3 zsírsavak aránya kisebb, mint 4:1, és a zsír gazdag un. konjugált linolsavban (SCOLLAN és mtsai 2001; NÜRNBERG és mtsai 2002). A takarmányozásban számos lehetőség áll ma már a szakemberek rendelkezésére, hogy az állati termék zsírsavösszetételét módosítani tudják (**3. táblázat**).

	len- olaj	napra- forgó- olaj	nagy olajsav tartalmú napraf.olaj	repce- olaj	szója- olaj	olíva- olaj	kuko- ricaolaj	halolaj	barom- fízsr	sertés- zsír	marha- faggyú
n-3 (%)	57	0	0	10	5	1	1	75	min.	0	0
n-6 (%)	16	69	11	24	56	12	59	0	20	12	5
n-9 (%)	18	19	81	54	29	72	27	-	49	48	40
SFA (%)	9	12	8	12	15	15	13	25	31	40	55
n-6/n-3	0,3:1	69:1	6,5:1	24:1	11:1	12:1	59:1	-	20:1	12:1	5:1

3. táblázat: A humán élelmezésben és a takarmányozásban leggyakrabban felhasznált olajok és zsírok fontosabb zsírsavcsoportjai

Forrás: ZSÉDELY, 2008

WARNANTS és mtsai (1998) sertésekkel végzett kísérletük során szójaolajjal, illetve full fat szója és lenolaj etetésével eredményesen növelni tudták a hátszalonnában a PUFA mennyiségét. Megállapították továbbá azt is, hogy 28 g PUFA/takarmány kg kiegészítés már egyértelmű ízváltozást eredményez. A telítetlen zsírsavak mennyiségének növelése, csak a telített zsírsavak rovására történhet, ezzel azonban a zsírok állaga, és eltarthatósága, továbbá érzékszervi tulajdonságai romlanak. Éppen ezért ilyen termékek előállításánál célszerű antioxidáns kiegészítést (pl. E-vitamin) is alkalmazni, a hosszabb eltarthatóság elérésének érdekében (HOZ, 2006).

ACS és mtsai (2007) kísérleteikben azt vizsgálták, hogy a takarmány eltérő zsírsavösszetételével, illetve az ilyen takarmányok különböző időtartamig történő etetésével milyen mértékben változtatható meg az állati termékek zsírsavösszetétele. Vizsgálták továbbá a kezelések hatását a szövetek oxidációs stabilitására és érzékszervi tulajdonságaira. Három kísérletet végeztek. Az elsőben 0 ill. 4% lenolaj kiegészítést alkalmaztak, a 4% lenolaj mellé 50-70-100 ppm E-vitamint is adagoltak a takarmányozás során. A 4% lenolaj-kiegészítés hatására a kísérletben résztvevő

sertések húsának n-6/n-3 aránya szignifikáns mértékben csökkent, így az, az eredeti értékről (6,59:1), a táplálkozástudományok által javasolt 4:1-es érték alá (1,88:1) csökkent. Ugyancsak szignifikánsan csökkent mindhárom kísérleti kezelésben az olajsav, a γ -linolénsav, az eikozatriénsav, valamint az arachidonsav mennyisége és szignifikánsan nőtt az α -linolénsav, az eikozadiénsav, az eikozapentaénsav és a dokozapentaénsav részaránya.

A második kísérletben azt vizsgálták, hogy a hizlalás ideje alatt, milyen hosszan célszerű a 4% lenolaj tartalmú takarmányt etetni ahhoz, hogy a hús zsírsavösszetételét a kívánt szintre beállítsák, de a nemkívánatos íz és illathatást elkerüljék. A négy kezelésben, a vágás előtt, 100, 66, 33 és 0 napig etették a 4% lenolaj tartalmú takarmányt. Az ilyen mértékű és módú kiegészítés eredménye az volt, hogy az n-6/n-3 zsírsavak aránya az eredeti értékről (6,07:1) már abban az esetben is a kívánt 4:1-es érték alá csökkent (2,67:1), ha csak a hizlalás utolsó 33 napján etették az emelt n-3 zsírsav tartalmú takarmányt. Szignifikáns csökkenést tapasztaltak továbbá a lenolajmentes kezeléshez képest, az olajsav és e miatt az egyszerűen telítetlen zsírsavak össz mennyiségében, egyidejűleg szignifikáns növekedést figyeltek meg a linolsav (66 és 100 nap) illetve az α -linolénsav és a többszörösen telítetlen zsírsavak mennyiségében (33, 66 és 100 nap).

A harmadik kísérlet során olyan olajkeveréket etettek, melynek az alacsonyabb lenolajszint ellenére is megfelelő a volt a zsírsavösszetétele, amit repce és szójaolaj hozzáadásával értek el. Az állatokat 100 ill. 140 kg-ra hizlalták. Ily módon sikerült a sertéshús és a szalonna zsírsavszintjeit módosítaniuk anélkül, hogy íz és illatbeli változás következett volna be. Szignifikánsan csökkent mindkét vágósúlyban (a kontroll kezeléshez képest) a hús n-6/n-3 aránya 10,7:1-ről 4,0:1-re, illetve a nagyobb súlyban 15,7:1-ről 4,3:1-re. A szalonnában is szignifikáns volt a csökkenés 13,7:1-ről 3,5:1-re, illetve 20,3:1-ről 3,9:1-re sikerült módosítani az arányt.

Mindhárom kísérlet eredményei alapján elmondható, hogy a kutatócsoport által kialakított eljárással, akár 4% lenolaj, akár pedig 5 % szója/repce/lenolaj kombináció (40:30:30) adagolásával, gazdaságosan lehet olyan szívbarát sertéshúst és szalonnát előállítani, ami megfelel a modern táplálkozástudomány javaslatainak.

D'ARRIGO és mtsai (2002) arról számolnak be kutatásaik során, hogy amikor a hízósertések takarmányát lenolajjal, vagy lenolaj és olívaolaj keverékével egészítették ki, szignifikánsan növekedett a zsírban az α -linolénsav, valamint az összes n-3 zsírsav mennyisége.

NUERNBERG és mtsai (2004) célja az volt kísérletük során, összesen 13 emse és 12 ártány (Pietrain×Német lapály) sertést takarmányoztak 5%-os olívaolaj és 5%-os lenolaj kiegészítéssel a hizlalás befejező szakaszában. A hasított test összetételére, és a húsminőségre a kiegészítés nem volt hatással. Azonban a lenolaj kiegészítés jelentősen növelte a linolénsav részarányát az összes zsírsavösszetételben és a hosszú láncú n-3 zsírsavak jelenlétét az izomban, a hátszalonnában és a szívizomszövetben. Az olajsav részarányának a növekedése volt tapasztalható az előbb említett

vizsgált mintákban az olívaolaj etetése során is. Az ártány egyedek hús és hátszalonna mintáinak íz tulajdonságait a lenolaj kiegészítés negatívan befolyásolta. Az izomban található lipidek oxidációs stabilitása a lenolaj kiegészítésben részesülő sertések esetén alacsonyabb volt, mint az olívaolaj kiegészítéssel takarmányozott egyedek esetén.

MARTÍNEZ-RAMÍREZ és DE LANGE (2009) kutatásaik során a kukoricára, búzára és szójadarára alapozott takarmányozás során 10%-os lenmag kiegészítést alkalmaztak, 1,6%-os ALA és 1,4%-os LA tartalom mellett, 30 napig növekvő kocasüldők takarmányozása során $27,7 \pm 1,9$ és $45,7 \pm 2,2$ kg élőtömeg között. A kísérleti egyedek vágását követően vizsgálták a féléstestek különböző n-3 és n-6 zsírsavtartalmát. Az eredmények arról számoltak be, hogy a n-3 és n-6 zsírsavak mennyisége lineárisan nőtt a vizsgált húsrészekben ($P < 0,01$). A kezelés teljes időszakát vizsgálva megállapítható, hogy a n-3 zsírsavak beépülése nagyobb, mint az n-6 zsírsavaké (12,6 vs. 7,6 % és 8,0 vs. 2,6% 10. naptól a 15. napig és a 15. naptól a 30 napig, $P < 0,01$).

ROMANS és mtsai, 1995 48 hízó (ártány és emse azonos arányban) takarmányozása során alkalmaztak őrölt lenmag kiegészítést 0 (kontroll), 5, 10 és 15 %-os arányban a vágást megelőző 25 napos hizlalási időszakban. A lenmag kiegészítésnek semmilyen hatása nem volt a hízók termelésére és a vágott féléstestek paramétereire ($P > 0,1$). Egyedül a feldolgozás során tapasztalták a kiegészítés hatására a hús keménysége kedvezőtlen irányban változott. A kezelések hatására nőtt a vizsgált karajminták és hátszalonna minták alfa-linolénsav (ALA) és eikozapentaénsav tartalma (EPA) a lenmag kiegészítés következményeként ($P < 0,01$). Az ALA és EPA tartalom növekedése volt tapasztalható a vizsgált májszövet minták esetében is ($P < 0,01$). A karaj húsminták érzékszervi vizsgálata során a szakértő bírálók a 10 és 15 %-os lenmag kiegészítést voltak képesek azonosítani a többi mennyiség (0 és 5 %) nem befolyásolta a minták érzékszervi tulajdonságait.

A lenmag sertéshús fontosabb érzékszervi tulajdonságaira gyakorolt hatását szintén számos vizsgálatban értékelték. Ennem megfelelően BEAULIEU és mtsai (2009) hízó sertések húsmintáit vizsgálták ($n=96$) 0, 5 és 10 %-os lenmag kiegészítés során, a hizlalás utolsó 76 napjában. A bírálók az omega-3 zsírsavakban gazdag hús esetében mellékízt tapasztaltak, továbbá a szalonna esetében történt változás a rugalmasság és keménység tekintetében, a kiegészítés hatására a szalonna lágyabb lett.

BRYHNI és mtsai (2002) kutatásai során a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) és a halolaj (0; 0,2 és 0,4%-os kiegészítés mellett) hatását vizsgálták a karaj, sertésszír és kolbász zsírsav-összetételére, kémiai tulajdonságaira és érzékszervi tulajdonságaira. A magas PUFA szint, független a halolaj kiegészítés mértékétől, a karaj és a kolbász esetében fokozta az oxidáció és avasodásra való hajlam mértékét (1 és 8 hónapos tárolás, 23 °C-on). 0,4%-os halolaj kiegészítés esetén a karaj érzékszervi tulajdonságait nem befolyásolta. Így annak ellenére, hogy a halolaj és a

magas PUFA szint hozzájárulhat az egészséges húst létrehozásához, nem kívánatos hatásként mindenképpen számolni kell az érzékszervi tulajdonságok romlásával.

CLA (konjugált linolsav) takarmányozási lehetőségei és etetésének hatása néhány kutatási eredmény szemléltetésével

2%-os CLA kiegészítés hatását vizsgálata MIGDAL és mtsai (2003) kutatásuk során, melynek keretében azt tanulmányozták 20 keresztezett 70 és 130 kg között egyednél, hogy a reggel etetett takarmány CLA kiegészítéssel milyen hatással van a takarmány felvételre, és az állatokból nyert karaj táplálkozási értékére, valamint a kísérleti csoportban résztvevő 20 keresztezett hízó (70-130 kg) húsának minőségére. A takarmányba kevert 2 % CLA nem befolyásolta a hizlalási és vágási eredményeket, valamint a húsmínőségére és étkezési tulajdonságaira sem volt hatással. Azonban szignifikáns különbséget tapasztaltak a hús szárazanyag tartalmát, ízét, L *, b *, valamint színárnyalatbeli tulajdonságát illetően. A kísérleti csoport egyedeinél szignifikánsan magasabb CLA tartalmat mértek ($P \leq 0.01$), valamint a telítetlen zsírsavak aránya alacsonyabb volt, mint a kontroll csoport egyedei esetén. Különösen C18:2, C18:1 és C20:4 PUFA zsírsavak esetében volt tapasztalható ez a különbség ($P \leq 0.01$), valamint az n-6:n-3 PUFA zsírsavak aránya is szűkült ($P \leq 0.01$). A hisztokémiai vizsgálatok eredményei kimutatták, hogy a CLA kiegészítés jelentősen megnövelte a hús fehér izomrostjainak számát és átmérőjét valamint, ennek megfelelően vörös izomrostok száma és átmérője csökkent. A CLA-nak nem volt hatása az intramuszkuláris zomrostok százalékos arányára és átmérőjére.

STANGL és mtsai (1999) sertések takarmányához kevert 1% CLA kiegészítés hatására az LDL koleszterin szint tendenciózus növekedését figyelték meg, míg a HDL mennyisége nem változott, miközben a CLA etetésével szignifikáns mértékben növekedett az LDL:HDL arány.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Célkitűzés

A kísérletben a befejező sertések (70-105 kg élősúly között) takarmányát egészítettük ki n-6 zsírsavforrást (napraforgóolaj) tartalmazó zsírkiegészítővel (kontroll csoport), n-3 zsírsavakat tartalmazó kísérleti 1 zsírkiegészítővel (gyártó: Adexgo Kft., Balatonfüred), illetve n-3 és konjugált linolsavakat (c9,t11-C18:2 és t10,c12-C18:2) együttesen tartalmazó kísérleti 2 zsírkiegészítővel (gyártó: Adexgo Kft., Balatonfüred). Értékeljük az alkalmazott n-6, n-3 és CLA zsírsavakat tartalmazó kiegészítők hatását a hízósertések teljesítmény- és vágási mutatóira, továbbá a sertéshús táplálóanyag tartalmára, zsírsavösszetételére, eltarthatóságára és organoleptikus (érzékszervi) tulajdonságaira.

3.2. Sertéshizlalási kísérlet

A sertéshizlalási kísérletet a herceghalmi Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben végeztük el. Az etetési kísérlet a hizlalás utolsó fázisában, 70 kg-os súlytól 105 kg-os súlyig tartott.

A vizsgálatban 30, vegyes ivarú (azonos ártány és emse arány mellett) MNF×ML sertések vettek részt. Kezelések (5-5 emse és ártány/kezelés) a következők voltak:

1. **Kontroll** (napraforgóolajat és 150 mg/takarmány kg E-vitamin kiegészítést tartalmazó hízósertéstáp)
2. **Kísérleti 1** (n-3 zsírsavakat tartalmazó zsírkiegészítő és 150 mg/takarmány kg E-vitamin kiegészítést tartalmazó hízósertéstáp)
3. **Kísérleti 2** (n-3 és CLA zsírsavakat tartalmazó zsírkiegészítő és 150 mg/takarmány kg E-vitamin kiegészítést tartalmazó hízósertéstáp)

A kontroll táp napraforgóolaj kiegészítése (linolsav-forrás, C18:3, n-6) a kísérletben szereplő tápok azonos energiatartalma miatt volt szükséges. A kísérletben egyfázisos takarmányozást alkalmaztunk. Az etetett tápok összetétele és számított táplálóanyag tartalma, továbbá az olajforrások és a hízótap vizsgált zsírsavprofilja a **4-5. táblázatban** található meg. A kontroll és a kísérleti tápok összeállításában a BONAFARM-Bábolna Takarmányipari Kft. munkatársai nyújtottak segítséget. A speciális zsírsavösszetételű zsírkiegészítőket az Adexgo Kft. (Balatonfüred) gyártotta le. A kiegészítők gyártásánál takarmányozási minőségű („feed grade”) és a kereskedelmi forgalomból beszerezhető olajforrásokat (pl. napraforgóolaj) használtak fel.

A hizlalás ideje alatt az állatok súlymérését a kísérlet kezdetétől számítva 2 hetente végeztük. Két hetes periódusokban értékeltük a takarmányfelvételt, és a súlygyarapodást, valamint takarmány-értékesítést. A takarmányozás egyedileg, kutricánként, önetetőből történt, a takarmányfelvételt szintén egyedileg mértük. A takarmány-bemérést naponta végeztük, míg a takarmány-visszamérést kéthetente.

Vizsgált paraméterek (kéthetente):

- Induló súly
- Záró súly
- Induló létszám
- Záró létszám
- Egészségi állapot (egyedenként felvett adatok)
- Takarmányfelvétel

A fenti mérési adatokból termelési paraméterek kiszámítása:

- Testsúly-gyarapodás
- Fajlagos takarmányértékesítés

	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3 + CLA)
Összetétel (%)			
Kukorica	47,29	47,29	47,04
Árpa	25,00	25,00	25,00
Extr. szójadara 46%	18,00	18,00	18,00
Korpa	6,00	6,00	6,00
Tak. mész	1,30	1,30	1,30
MCP	0,19	0,19	0,19
NaCl	0,40	0,40	0,40
L-lizin-HCL	0,20	0,20	0,20
DL-metionin	0,06	0,06	0,06
Treonin	0,04	0,04	0,04
E-vitamin 50%	0,02	0,02	0,02
2229-FIT. Hízó. 0,5% premix*	0,50	0,50	0,50
n-6 zsírsavakat tartalmazó zsírkiegészítő**	1,00	-	-
n-3 zsírsavakat tartalmazó zsírkiegészítő**	-	1,00	-
n-3 és CLA zsírsavakat tartalmazó zsírkiegészítő**	-	-	1,25
Összesen	100,00	100,00	100,00
Számított táplálóanyag-tartalom			
Szárazanyag	88,33	88,33	88,33
DE _s , MJ/kg	13,75	13,75	13,75
ME _s , MJ/kg	13,19	13,19	13,19
Nyersfehérje	15,62	15,62	15,62
Nyerszsír	3,69	3,69	3,69
Nyersrost	4,07	4,07	4,07
Nyershamu	4,78	4,78	4,78
Lizin	0,90	0,90	0,90
Metionin	0,31	0,31	0,31
Metionin+cisztin	0,60	0,60	0,60
Treonin	0,61	0,61	0,61
Triptofán	0,17	0,17	0,17
Ca	0,67	0,67	0,67
P	0,45	0,45	0,45
Na	0,18	0,18	0,18
A-vitamin, NE/kg	8000	8000	8000
D ₃ -vitamin, NE/kg	1000	1000	1000
E-vitamin (alfa-tokoferol), mg/kg	150	150	150
Fitáz P (sertés)	0,12	0,12	0,12
Fitáz aktivitás	500	500	500

*gyártó: Bonafarm-Bábolna Takarmány Kft. (Nagyigmánd)

**gyártó: Adexgo Kft. (Balatonfüred) (kísérleti termékek)

4. táblázat: Hízó II. táp összetétele és számított táplálóanyag-tartalma (%)

Zsírsav	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3 + CLA)
C _{14:0} : mirisztinsav	0,16	1,57	1,54
C _{16:0} : palmitinsav	10,93	13,23	12,00
C _{18:0} : sztearinsav	2,70	2,91	2,76
SFA: Telített zsírsav	14,62	18,57	17,10
C _{16:1} : palmitoleinsav	0,15	1,63	1,66
C _{18:1} : olajsav	24,64	20,60	20,32
MUFA: Egyszeresen telítetlen zsírsavak	25,59	23,10	22,86
C _{18:2} (n-6): linolsav	57,15	39,48	35,21
C _{18:3} (n-3): linolénsav	1,99	11,76	12,46
C _{20:5} (n-3): eikozapentaénsav	0,03	3,14	3,44
C _{22:5} (n-3): dokozapentaénsav	-	0,33	0,36
C _{22:6} (n-3): dokozahexaénsav	-	1,26	1,40
Σn-6	57,19	39,85	35,60
Σn-3	2,05	16,54	17,71
n-6/n-3	27,89	2,40	2,10
PUFA: Többszörösen telítetlen zsírsavak	59,31	56,50	58,30
UFA: Telítetlen zsírsavak	84,90	79,60	81,16
Egyéb, nem azonosított zsírsavak	0,48	1,83	-

5. táblázat: Hízó II. táp vizsgált fontosabb zsírsavprofilja (g/100 g zsírsav)

3.1. Vágás, húsvizsgálat

Az állatok vágására az ÁTK kísérleti vágóhídján került sor (SEUROP minősítés). A vágóhídon kezelésenként 9 állatból comb (*m. semimembranosus*) és hosszú hátizom (*m. longissimus dorsi*) mintákat gyűjtöttünk. A combminták esetében eltávolítottuk a felületi zsírszövetet, mivel a vizsgálat iránya a combszövet volt. Ezt követően megállapítottuk a húsminták táplálóanyag- (szárazanyag-, fehérje-, zsír-, hamutartalom), illetve zsírsavösszetételét, továbbá a húsok oxidációs stabilitását.

A táplálóanyagok meghatározását a *Magyar Szabványok* szerint, míg a zsírsavösszetételt az extrakciót követően (Folch és mtsai, 1957) a *Magyar Szabványban* (MSZ ISO 5508) leírtak szerint végeztük el. Az etetett takarmány, illetve a húsminták zsírjának zsírsavösszetételét HP Agilent Technologies 6890N (Agilent Technologies Inc., USA) típusú gázkromatográfval határoztuk meg. A húsok oxidációs stabilitásának (TBARS érték) vizsgálata a közvetlenül a vágást követően, illetve 6 hét, -16°C-os mélyhűtőben végzett tárolást követően történt. A vizsgálatot Spekol 10 (Carl Zeiss, Jena) típusú készülékkel végeztük. A TBARS értéket Ramanathan és Das (1992) módszerével állapítottuk meg.

3.2. Érzékszervi vizsgálat

A 72 °C maghőmérsékletig sült sertéskaraj-, illetve combszeletekből 9 tagú szakképzett bírálóbizottság érzékszervi vizsgálatot végzett. Mindkét mintasorozat esetében értékeltük az illatot, ízt, állományt (keménység-puhaság) és az összbenyomást (általános elfogadhatóság). A bírálatot leíró jelleggel, illetve 0-10 pontos skálán, pontozással végeztük.

3.3. Statisztika

A kapott adatok statisztikai értékelését az SPSS 13.0 for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük el. A választott szignifikancia szint $P=0,05$ volt.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

A fontosabb hizlalási adatokat a **6. táblázatban** foglaltuk össze. A kéthetenkénti hizlalási szakaszokat vizsgálva megállapítható, hogy a kezeléseknek egyik szakaszban sincs szignifikáns hatása az átlagos napi súlygyarapodásra. Az első két hétben elért 900 g-os napi súlygyarapodásban a második hétben egy negatív törés mutatkozott (átlagosan 664 g), de a későbbiekben ez kiegyenlítődött, átlag 850 g-os súlygyarapodást értek el az állatok. A takarmányfelvételt vizsgálva minden szakaszban a kísérleti 2-es csoport (n-3+CLA) egyedeinél tapasztaltuk a legkisebb felvételt.

	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3 + CLA)
1-14. nap			
Súly 1.,kg	61,2±4,7	62,3±4,4	58,9±4,8
Súly 2.,kg	73,2±5,4	75,7±4,7	71,4±5,2
Napi súlygyarapodás, g	857,0±116	957,0±138	893,0±108
Napi takarmány felvétel, kg	2,7±0,3	2,9±0,3	2,7±0,3
Takarmány értékesítés kg/kg	3,1±0,3	3,0±0,3	3,0±0,4
15-28. nap			
Súly 2.,kg	73,2±5,4	75,7±4,7	71,4±5,2
Súly 3.,kg	82,7±5,5	84,7±4,6	80,8±6,1
Napi súlygyarapodás, g	679,0±116	643,0±138	671±205
Napi takarmány felvétel, kg	2,2±0,3	2,3±0,2	2,0±0,9
Takarmány értékesítés kg/kg	3,2±0,58	3,6±1,3	3,0±0,9
29-35. nap			
Súly 3.,kg	82,7±5,5	84,7±4,6	80,8±6,1
Súly 4.,kg	88,5±5,3	90,6±4,7	86,8±6,5
Napi súlygyarapodás, g	829,0±231	843,0±195	870±213
Napi takarmány felvétel, kg	2,4±0,6 ^{ac}	3,0±0,9 ^a	1,8±0,5 ^{bd}
Takarmány értékesítés kg/kg	2,9±0,6 ^c	3,6±1,5 ^a	2,1±0,4 ^{bd}
36-48. nap			
Súly 4.,kg	88,5±5,3	90,6±4,7	86,8±6,5
Súly 5.,kg	99,4±7	101,9±5,4	98,2±7,2
Napi súlygyarapodás, g	838,0±187	869,0±195	877±203
Napi takarmány felvétel, kg	3,0±0,5 ^a	3,1±0,4 ^a	2,4±0,4 ^b
Takarmány értékesítés kg/kg	3,6±0,7 ^a	3,6±0,8 ^a	2,7±0,5 ^b

^{ab} P≤0,01 szignifikáns eltérést jelölnek

^{cd} P≤0,05 szignifikáns eltérést jelölnek

6. táblázat: Mérésenkénti termelési adatok ($\bar{x} \pm s$)

A hizlalási kísérlet teljes fázisának (1-48. nap között) fontosabb termelési eredményeit a **7. táblázatban** foglaltuk össze. A sertéshizlalási kísérlet eredményeiből megállapítható, hogy a hizlalás utolsó időszakában alkalmazott n-3 és/vagy n-3+CLA zsírsavakat tartalmazó zsírkiegészítőknek (kísérleti 1 és 2) nincs kedvezőtlen hatása az állatok testsúlygyarapodására. Az

adatok azonban azt mutatják, hogy a CLA használata (kísérleti 2) a hizlalás utolsó heteiben hozhat nagyobb súlygyarapodási értékeket. A takarmányfelvétel, és takarmányértékesítés tekintetében viszont, a CLA kiegészítésben is részesülő kísérleti 2-es csoport szignifikánsan jobb eredményt mutatott a kontroll, illetve a kísérleti 1-es csoporthoz viszonyítva, tehát a kedvezőbb takarmányértékesítés gazdaságosabb sertéshízalást eredményezhet.

Kezelések	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3 + CLA)
1-48 nap között (teljes vizsgálat során)			
Induló (beállítási) súly, kg	61,2±4,7	62,3±4,4	58,9±4,8
Záró súly, kg	99,4±7,0	101,9±5,4	98,2±7,2
Takarmányozási napok száma	48	48	48
Napi súlygyarapodás, g	796,0±113	825,0±105	819±126
Napi takarmány felvétel, kg	2,5±0,2	2,7±0,4	2,2±0,4
Takarmány értékesítés kg/kg	3,1±0,3 ^b	3,3±0,5 ^b	2,7±0,3 ^a

ab P≤0,05 szignifikáns eltérést jelölnek

7. táblázat: A hizlalási kísérlet teljes fázisának termelési eredményei

A vágásra vonatkozó eredmények a **8. táblázatban** találhatók. A vágóhídi minősítés paramétereire (hasított súly, színhús %, szalonnavastagság) a kezeléseknek nem volt szignifikáns (P>0,05) hatása. A (S)EUROP minősítés adatai szerint a kontroll csoportban 59%, míg a kísérleti egyedek esetében 58% és 57% volt a színhús%.

Kezelések	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3 + CLA)
Vágási súly, kg	106,0±3	106,0±2	104,0±5
Hasított fél, meleg, kg	83,5±2,6	83,4±2,2	81,6±4,4
Színhús %	59,0±3	58,0±5	57,0±3
Szalonna (hát) , mm	106,0±3	106,0±1,9	104,0±5
Szalonna (ágyék) , mm	83,5±2,6	83,4±2	81,6±4,4
Szalonna (lapocka) , mm	59,0±3	58,0±5	57,0±3

8. táblázat: Vágóhídi minősítés adatai

A húsminták kémiai vizsgálati eredményei szerint az általunk alkalmazott n-3 zsírsavakat önállóan tartalmazó olaj (*kísérleti 1*), illetve a CLA-t is tartalmazó kiegészítőnek (*kísérleti 2*) nincs szignifikáns hatással a hosszú hátizom és a combszövet szárazanyag-, fehérje-, zsír- és hamutartalmára (**9. táblázat**).

Táplálóanyag	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3 + CLA)
Hosszú hátizom			
Szárazanyag (%)	27±1,5	27±0,6	27,0±0,7
Fehérje (%)	21±1,0	22±0,3	21,8±1,0
Zsír (%)	2,5±0,8	3,0±0,9	3,2±0,5
Hamu (%)	1,3±0,1	1,5±0,3	1,7±0,3
Comb			
Szárazanyag (%)	25±0,2	25±0,6	25,3±0,9
Fehérje (%)	20±0,9	20±0,4	20,4±1,0
Zsír (%)	3,0±0,5	3,0±0,6	3,3±0,4
Hamu (%)	1,5±0,3	1,5±0,5	1,5±0,2

NS (nem szignifikáns); P>0,05

9. táblázat: A húsminták táplálóanyag tartalma (hosszú hátizom; *m. longissimus dorsi*; combszövet; *m. semimembranosus*)

A vizsgált értékes húsrészek (hosszú hátizom, combszövet) fontosabb zsírsavösszetételét a **10.** és a **11. táblázatban** foglaltuk össze. A kapott adatok azt igazolják, hogy az omega-3 zsírsavakban gazdag olajforrások hízósertések receptúrájában történő szerepeltetése esetén nem változik szignifikáns mértékben az összes telített (SFA), az egyszeresen telítetlen (MUFA) és a többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak részaránya. Ez összhangban van az etetett hízó II. táp vizsgált zsírsavösszetételével (lásd. **5. táblázat**).

Zsírsv	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3 + CLA)
C14:0: mirisztinsav	1,30±0,11 ^b	1,34±0,08 ^b	1,59±1,5 ^a
C16:0: palmitinsav	23,40±0,86 ^b	24,01±0,60 ^b	25,66±1,8 ^a
C18:0: sztearinsav	11,80±1,27 ^b	12,61±0,52 ^b	14,29±1,49 ^a
SFA: Telített zsírsav	37,40±2,40^b	38,83±1,60^b	42,54±3,7^a
C16:1: palmitoleinsav	2,70±0,40	2,71±0,17	2,89±0,33
C18:1: olajsav	43,10±1,30 ^a	42,43±1,24 ^a	38,93±2,61 ^b
C22:1: erukasav	0,05±0,01 ^b	0,16±0,01 ^a	0,14±0,02 ^a
MUFA: Egyszeresen telítetlen zsírsavak	49,26±2,20^a	48,92±1,82^a	45,03±3,31^b
C18:2 (n-6): linolsav	10,26±1,18 ^a	8,22±1,00 ^b	7,9±1,52 ^b
C18:3 (n-3): linolénsav	0,47±0,05 ^b	1,26±0,15 ^a	1,25±0,17 ^a
C20:2 (n-6): eikozadiénsav	0,47±0,07 ^a	0,38±0,02 ^b	0,03±0,01 ^b
C20:5 (n-3): eikozapentaénsav	0,02±0,01 ^b	0,21±0,03 ^a	0,34±0,05 ^a
C22:2 (n-6): dokozadiénsav	0,01±0,00 ^b	0,02±0,01 ^a	0,23±0,05 ^a
C22:4 (n-6): dokozatetraénsav	0,19±0,02 ^a	0,11±0,02 ^b	0,02±0,00 ^b
C22:5 (n-3): dokozapentaénsav	0,10±0,02 ^b	0,38±0,04 ^a	0,39±0,05 ^a
C22:6 (n-3): dokozahexaénsav	0,02±0,01 ^b	0,15±0,01 ^a	0,17±0,03 ^a
Σn-6	11,50	9,57	8,99
Σn-3	0,65	2,11	2,05
n-6/n-3	17,69	4,53	4,38
ΣCLA	0,13	0,13	0,42
PUFA: Többszörösen telítetlen zsírsavak	12,35±1,70	11,50±1,55	11,43±2,6

Megjegyzés: Az adatok 9 vizsgálat átlag ± szórás értékét jelölik

^{ab} Az ugyanabban a sorban szereplő eltérő betűjelzésű átlagok szignifikánsan különböznek egymástól, $P < 0,05$

10. táblázat: Fontosabb zsírsavösszetétel (hosszú hátizom; *m. longissimus dorsi*) (g/100 g zsírsav)

A hosszú hátizom esetében n-3 és CLA zsírsavakat is tartalmazó kiegészítés (*kísérleti 2*) statisztikailag igazolható mértékben ($P < 0,05$) növelte számos telített zsírsav (SFA) részarányát a kontroll csoporthoz viszonyítva (C16:0- *palmitinsav*; C18:0-*sztearinsav*). Mindezek következtében az összes telített zsírsavak (SFA) részaránya ugyancsak szignifikáns ($P < 0,05$) mértékben nőtt. A CLA kiegészítés a legmarkánsabb hatást a fent említett zsírsavak esetében, a palmitinsavra (C16:0) és a sztearinsavra (C18:0) fejtette ki.

A MUFA csoporton belül csak az erukasav (C22:1) esetében tapasztaltunk szignifikáns különbséget mindkét izomszövet esetében. A sertéstápok n-3 zsírsavakkal és CLA-val történő kombinált kiegészítése (*kísérleti 2*) szignifikáns mértékben ($P < 0,05$) csökkentette néhány MUFA zsírsav (C18:1-*olajsav*; C20:1-*eikozénsav*), továbbá az összes MUFA részarányát. A CLA-kiegészítés a legjelentősebb hatást a MUFA-csoporton belül az olajsavra (C18:1) fejtette ki. Az n-3 zsírkiegészítő önállóan (*kísérleti 1*) és CLA-val kombinálva (*kísérleti 2*) szignifikánsan ($P < 0,05$) növelte az erukasav (C22:1) részarányát.

Zsírsav	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3+CLA)
C _{14:0} : mirisztinsav	1,30±0,14 ^b	1,28±0,13 ^b	1,46±0,14 ^a
C _{16:0} : palmitinsav	22,85±1,16 ^b	23,25±0,83 ^b	24,43±1,21 ^a
C _{18:0} : sztearinsav	10,54±1,29 ^b	10,98±0,68 ^b	12,06±0,82 ^a
SFA: Telített zsírsav	35,67±2,80^b	36,63±2,09^b	39,01±2,39^a
C _{16:1} : palmitoleinsav	3,03±0,48	3,00±0,25	3,21±0,34
C _{18:1} : olajsav	43,57±1,53	42,22±3,14	40,84±2,36
C _{22:1} : erukasav	0,07±0,01 ^b	0,13±0,02 ^a	0,12±0,02 ^a
MUFA: Egyszeresen telítetlen zsírsavak	50,34±2,50	49,12±3,80	47,68±3,03
C _{18:2} (n-6): linolsav	10,19±1,56 ^a	8,70±1,75 ^a	8,11±1,63 ^a
C _{18:3} (n-3): linolénsav	0,48±0,06 ^b	1,01±0,17 ^a	1,02±0,18 ^a
C _{20:2} (n-6): eikozadiénsav	0,46±0,08 ^a	0,37±0,04 ^b	0,03±0,00 ^c
C _{20:5} (n-3): eikozapentaénsav	0,04±0,03 ^b	0,30±0,14 ^a	0,28±0,07 ^a
C _{22:2} (n-6): dokozadiénsav	0,00±0,01 ^b	0,01±0,01 ^a	0,02±0,00 ^a
C _{22:4} (n-6): dokozatetraénsav	0,26±0,03 ^b	0,47±0,17 ^a	0,45±0,08 ^a
C _{22:5} (n-3): dokozapentaénsav	0,13±0,03 ^b	0,47±0,17 ^a	0,45±0,08 ^a
C _{22:6} (n-3): dokozahexaénsav	0,03±0,02 ^b	0,19±0,07 ^a	0,18±0,03 ^a
$\Sigma n-6$	12,09	10,84	9,67
$\Sigma n-3$	0,70	1,99	1,95
n-6/n-3	17,27	5,44	4,95
ΣCLA	0,15	0,17	0,35
PUFA: Többszörösen telítetlen zsírsavak	12,94±2,18	13,00±3,26	11,97±2,45

Megjegyzés: Az adatok 9 vizsgálat átlag ± szórás értékét jelölik

^{ab} Az ugyanabban a sorban szereplő eltérő betűjelzésű átlagok szignifikánsan különböznek egymástól, $P < 0,05$

11. táblázat: Fontosabb zsírsavösszetétel (combszövet; *m. semimembranosus*), (g/100 g zsírsav)

Az n-3 és CLA zsírsavakat tartalmazó kiegészítők (*kísérleti 1* és *2*) összes többszörösen telítetlen zsírsav (PUFA) részarányt nem befolyásolták statisztikailag igazolható mértékben, ugyanakkor az egyes PUFA zsírsavak vonatkozásában igen markáns különbségeket állapítottunk meg. A kontroll csoporthoz viszonyítva a n-3 zsírsavtartalmú kiegészítés önállóan (*kísérleti 1*), továbbá CLA-val kombinálva (*kísérleti 2*) szignifikáns mértékben ($P < 0,05$) csökkentette a linolsav (C_{18:2}, n-6), az eikozadiénsav (C_{20:2}, n-6) és a dokozatetraénsav (C_{22:4}, n-6) részarányát.

Táplálóanyag	Kontroll	Kísérleti 1 (n-3)	Kísérleti 2 (n-3 + CLA)
Sült karaj			
Szín	7,30	7,79	5,28
Illat	7,49	7,31	6,98
Íz	7,00	6,23	6,60
Porhanyósság	6,00	5,94	6,52
Összbenyomás	7,01	6,83	6,60
Sült comb			
Szín	7,26	6,94	7,10
Illat	7,42	6,70	7,53
Íz	7,46	6,82	7,38
Porhanyósság	7,44	7,16	7,22
Összbenyomás	7,40	7,23	7,44

0-10-ig lévő skálán értékelve (0=rossz; 10=kiváló)

NS (nem szignifikáns); P>0,05

12. táblázat: A sült karaj és combminták vizsgált organoleptikus (érzékszervi) tulajdonságai

A sült karaj és combminták organoleptikus tulajdonságaira kapott eredményeket a **12. táblázatban** foglaltuk össze. Az adatokból megállapítható, hogy az alkalmazott n-3 zsírsavtartalmú olaj (*kísérleti 1*), továbbá a CLA-val történő kombinált kiegészítés (*kísérleti 2*) nem befolyásolta statisztikailag igazolható mértékben a húsminták (sült karaj, comb) vizsgált érzékszervi tulajdonságait (szín, illat, íz, porhanyósság és összbenyomás). Úgy tűnik, hogy a bírálók kismértékben érzékelték az n-3 olajforrások önálló (*kísérleti 1*) alkalmazását, amit viszont a CLA-kiegészítés (*kísérleti 2*) a sült comb esetében jelentős mértékben kompenzálni képes. Az n-3+CLA minták (*kísérleti 2 kezelés*) jobb érzékszervi megítélésének oka lehet, hogy a telített zsírsavak részaránya ezekben a húsmintákban kismértékben növekedett.

Szakirodalmi adatokból ismert, hogy a húsok telítetlen zsírsavtartalmának növelése – a telítetlen zsírsavak oxidációval szembeni nagyfokú érzékenyséjük miatt – az oxidációs stabilitás csökkenéséhez vezethet, aminek hatására káros változások következnek be az ilyen élelmiszerekben a tárolás és feldolgozás során. Az oxidatív reakciók hatására fokozódik az avasodás, kellemetlen íz- és szaganyagok keletkeznek, csökken a táplálóanyag tartalom és toxikus metabolitok (peroxidok, aldehidek) termelődhetnek. Az eltarthatóságra vonatkozó vizsgálati eredményeink a **13. táblázatban** láthatóak. Adataink azt jelzik, hogy a kísérleti csoportokban (*kísérleti 1 és 2 kezelés*) kedvezőbb MDA-értéket figyeltünk meg, mint a kontroll csoportban. Ennek oka lehet a kontroll tápokban használt jelentős n-6 (PUFA) zsírsavakat (pl. linolsav, C18:2) tartalmazó napraforgóolaj kiegészítés.

MDA (mg/kg hús)	Kontroll	Kísérleti 1 (<i>n-3</i>)	Kísérleti 2 (<i>n-3</i> + <i>CLA</i>)
<i>Comb</i>			
Friss hús	0,12±0,01	0,11±0,03	0,13±0,02
6. hét	0,70±0,09 ^a	0,47±0,03 ^b	0,52±0,08 ^{ab}
<i>Hosszú hátizom</i>			
Friss hús	0,15±0,03	0,15±0,04	0,14±0,04
6. hét	0,76±0,11 ^a	0,54±0,12 ^b	0,51±0,10 ^b

13. táblázat: A vizsgált húsminták MDA-értékei (mg/kg hús)

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elvégzett sertéshizlalási kísérletből, továbbá a vágást követő kémiai-, zsírsavösszetételi, eltarthatósági és organoleptikus (érzékszervi) vizsgálatok eredményeiből az alábbi, fontosabb következtetések vonhatók le:

1. A hizlalás utolsó időszakában az n-3 zsírsavakat önállóan (*kísérleti 1*, n-3), illetve CLA-val kombináltan (*kísérleti 2*, n-3+CLA) történő kiegészítésének nincs negatív hatása a sertések súlygyarapodására.
2. A CLA-kiegészítésben (*kísérleti 2*) is részesülő csoport egyedei a takarmányfelvétel és takarmányértékesítés tekintetében szignifikánsan ($P<0,05$) jobbak voltak a másik két kezeléshez (*kontroll*, *kísérleti 1*) viszonyítva. Ez az azonos súlygyarapodás miatt gazdaságosabb sertéshizlalást eredményezhet.
3. Az alkalmazott n-3 zsírsavtartalmú olajkiegészítések önállóan (*kísérleti 1*), illetve CLA-val kombinálva (*kísérleti 2*) nem befolyásolták szignifikáns ($P<0,05$) mértékben a vizsgált szövetminták táplálóanyag összetételét (szárazanyag, fehérje-, zsír- és hamutartalom).
4. Az önálló n-3 zsírsavtartalmú olaj kiegészítés (*kísérleti 1*) kismértékben, míg a kombinált n-3+CLA kiegészítés (*kísérleti 2*) szignifikánsan ($P<0,05$) növelte a karaj és a combminták telített zsírsav (SFA) tartalmát, az egyszerűen telítetlen zsírsavak (MUFA) részaránya viszont csökkent.
5. Az alkalmazott n-3 zsírsavtartalmú olaj kiegészítés önállóan (*kísérleti 1*), illetve CLA-val (*kísérleti 2*) kombinálva szignifikáns mértékben ($P<0,05$) növelte a vizsgált értékes húsrészek (karaj, comb), illetve a hátszalonna n-3 zsírsavtartalmát (linolénsav, EPA, DPA, DHA), miközben az n-6/n-3 zsírsavarány jelentősen szűkült.
6. Az n-3 zsírsavtartalmú olaj kiegészítés önállóan (*kísérleti 1*) kismértékben, de nem szignifikánsan rontotta a vizsgált comb és karajminták esetében az illatot és az ízt. Ugyanakkor a CLA-val történő kombinált kiegészítés (*kísérleti 2*) hatására ez már nem volt tapasztalható.

7. Az alkalmazott n-3 zsírsavtartalmú kiegészítés önállóan, továbbá CLA-val kombinálva (*kísérleti 1 és 2*) nem befolyásolta negatívan a vágást követően, illetve a 6. héten mért MDA-értéket, azaz a hús rövid távú eltarthatóságát. A pozitív eredmény egyik oka lehet a tápokban alkalmazott emelt szintű *E-vitamin kiegészítés* (150 mg/kg táp). Az n-3+CLA kiegészítés (*kísérleti 2*) különösen a karajminták esetében szignifikáns mértékben csökkentette a 6. héten az MDA-értéket. Ez egyértelműen kedvező hatású a hús eltarthatóságára.

Az elvégzett kísérlet alapján egyértelműen javasolható a termék nagyüzemi körülmények közötti további vizsgálata, illetve a vizsgálat irányának (pl. húskészítmények) szélesítése. A modellvizsgálati eredmény alapján úgy tűnik, hogy elegendő a hizlalás befejező szakaszában alkalmazni a n-3 zsírsavtartalmú olaj, illetve a CLA-, és E-vitamin-kiegészítést, ami nagymértékben csökkenti a ráfordított költségek mértékét. Abban az esetben, ha az alkalmazott n-3 zsírsavtartalmú olaj, továbbá a CLA-készítmény részarányát tovább növeljük, akkor az n-3 zsírsavak és CLA izomerek aránya valószínűleg tovább javítható, de a negatív hatásokkal (pl. SFA növekedés, organoleptikus tulajdonságok romlása) is fokozottan számolni kell.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezetének (FAO) számos előrejelzése szerint a világon 2050-ben közel 9,5 milliárd ember fog élni. A mai élelmiszertermelésünk kétszeresére lenne szükség, ahhoz hogy mindenki elegendő élelmiszerhez tudjon jutni.

Az élelmiszer nemcsak tápanyagot jelent napjainkban, hanem olyan többlet funkciókat is, amelyek az egészségiparban, vagy a környezet terhelés csökkentésében egyaránt megnyilvánulnak ma és a jövőben is. Ennek megfelelően a mezőgazdasági innovációk szerepe egyre inkább felértékelődik. A mai mezőgazdasági termelésben és élelmiszeriparban a funkcionális élelmiszerek előállítása és forgalmazása egy a számos lehetőség közül.

A dolgozat célkitűzése az volt, hogy gyakorlati eredményekkel alátámasztva igazolja, hogy a hagyományos sertéshúshoz képest, miért tekinthetjük a sertéshúst is funkcionális élelmiszernek a jövőben, meghatározott előállítás során.

A szakirodalmi áttekintésben kitértem a húsfogyasztás jelentőségére, részletezve a magyarországi húsfogyasztás alakulását. Külön foglalkoztam a sertéshús fontosabb paramétereivel és értékes biológiai tulajdonságaival. Számos szerző megközelítéséből tárgyaltam a funkcionális élelmiszer fogalmát és fontosságát, valamint az ilyen élelmiszerekben rejlő élettani és egészségmegőrző lehetőségeket. Ezután a zsírsavak felosztását és fontosabb jellemzőit ismertettem, majd a sertéshús zsírsavösszetételének módosítására irányuló takarmányozási lehetőségeket mutattam be.

A dolgozat tárgyát képező kísérletben a befejező sertések (70-105 kg élősúly között) takarmányát egészítettük ki n-6 (napraforgóolaj, *kontroll*), n-3 (*kísérleti 1*) és n-3+CLA (c9,t11-C18:2; t10,c12-C18:2) zsírsavforrásokat (*kísérleti 2*) tartalmazó kiegészítőkkel. Ezen kívül a kontroll és a kísérleti tápokban (*kísérleti 1* és 2) emeltebb szintű (egységesen 150 mg/takarmány kg) E-vitamin (alfa-tokoferol-acetát) kiegészítést biztosítottunk. Értékeljük az alkalmazott zsírsavforrások hatását a hízósertések teljesítmény- és vágási mutatóira, továbbá a sertéshús táplálóanyag tartalmára, zsírsavösszetételére, eltarthatóságára és organoleptikus (érzékszervi) tulajdonságaira.

Az elvégzett kísérletek és vizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy az alkalmazott n-3 zsírsavtartalmú olajforrások önállóan és CLA-val kombinálva (*kísérleti 1* és 2) történő kiegészítésének nincs hatása a sertések súlygyarapodására a hizlalás utolsó fázisában. A n-3 zsírsavtartalmú olaj, valamint a CLA kiegészítés (*kísérleti 1* és 2) nem befolyásolta szignifikáns ($P < 0,05$) mértékben a vizsgált szövetminták táplálóanyag összetételét (szárazanyag, fehérje-, zsír- és hamutartalom), azonban szignifikáns mértékben növelte a vizsgált értékes húsrészek (karaj,

comb) n-3 zsírsavtartalmát (linolénsav, EPA, DPA, DHA), miközben az n-6/n-3 zsírsavarány jelentősen szűkült. A n-3 zsírsavtartalmú olaj kiegészítés önállóan (*kísérleti 1*) kismértékben, de nem szignifikánsan rontotta a vizsgált comb és karajminták esetében az illatot és az ízt, ugyanakkor nem befolyásolta negatívan a vágást követően, illetve a 6. héten mért MDA-értéket. A kombinált n-3 és CLA kiegészítés (*kísérleti 2 kezelés*) hatására kedvezőbb eredményeket értünk el az elvégzett organoleptikus és eltarthatósági vizsgálatokban, mint az n-3 olajforrások önálló (*kísérleti 1*) alkalmazásakor.

A kísérletek eredményei alapján egyértelműen javasolható a termék nagyüzemi körülmények közötti további vizsgálata. Eredményeink alapján úgy tűnik, hogy elegendő a hizlalás befejező szakaszában alkalmazni a n-3 zsírsavtartalmú olajforrásokat, valamint a CLA-kiegészítést, illetve az emeltebb E-vitamin-kiegészítést, ami nagymértékben csökkentheti a ráfordított költségek mértékét.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatási munkát a PICK Szeged Zrt. (Szeged), illetve az Adexgo Kft. (Balatonfüred) a GOP-1.3.1-11/B-2011-0033 azonosító számú pályázati keretéből támogatta.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. ÁCS, T. – HERMÁN, I. - FÉBEL, H. - LUGASI, A. - VADÁNÉ KOVÁCS, M. – PÁLFY, T. - SZÜCS, E. - GUNDEL, J. (2007): A sertéshús és a szalonna zsírsavösszetételének befolyásolása a zsírforrás és az etetési idő függvényében, 326. Tudományos Kollokvium 299. 3. p
2. AFFENTRANGER, P. - GERWIG, C. - SEEWER, G.J.F. - SCHWORER, D. - KUNZI, N. (1996): Growth and carcass characteristics as well as meat and fat quality of three types of pigs under different feeding regimens. Liv Pro Sci 45 (2-3), 187-196 p.
3. ANTAL, M.- GAÁL, Ö. (1998): Többszörösen telítetlen zsírsavak jelentősége a táplálkozásban. Orvosi hetilap. 139 (19) 1153-1158 p.
4. BABINSZKY, L. - HALAS, V. (2000): A takarmányozás, a húsmínőség és a humán táplálkozás közötti néhány fontosabb összefüggés. Takarmányozás, 3 (4) 4-6 p.
5. BEAULIEU A.D - DUGAN M.E.R - JUAREZ J. (2010): Enriching pork products with omega-3 fatty acids may affect pork quality, Annual Report, Prairie Swine Centre 38-40 p.
6. BOROSS L.-SAJGÓ M. (1993): A biokémia alapjai. Mg. Kiadó. Budapest
7. BRYHNI, E.A. - KJOS, N.P. - OFSTAD, R. - HUNT, M. (2002): Polyunsaturated fat and fish oil in diets for growing-finishing pigs: effects on fatty acid composition and meat, fat, and sausage quality. Meat Sci 62 1–8 p.
8. BUDOWSKI, P. (1988): ω 3-fatty acids in health and disease. World Rev Nut Diet 57. 217-274 p.
9. BURR, M.L., FEHILY, A.M., GILBERT, J.F., ROGERS, S., HOLLIDAX, R.M., SWEETNAM, P.M., ELWOOD, P.C., DEADMAN, N.M. (1989): Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: Diet and reinfarction trial (DART). Lancet. ii. 757-761 p.
10. CHAN, J.K. – BRUCE, V.M. – MCDONALD, B.E. (1991): Dietary α -linolenic acid is as effective as oleic acid and linoleic acid in lowering blood cholesterol in normolipidemic man. American Journal of Clinical Nutrition 53. 1230-1234 p.
11. CHOI, N.J. - ENSER, M. - NUTE, G.R. - RICHARDSON, R.I. - SCOLLAN, N.D. - WOOD, J.D (2000): Effects of whole linseed and full fat soya included in a high concentrate diet and fed for 60 or 90 days on muscle fatty acid composition and meat quality in beef steers. Proceedings 46th ICoMST, Buenos Aires, 2000, 176-177 p.
12. CSÁKY F. (1933): Sertéshízlalás. 386 p.
13. CSAPÓ, J. - HÚSVÉTH, F. - CSAPÓNÉ-KISS, ZS. - HORN, P. - HÁZAS, Z. - VARGÁNÉ-VISI, É. (1999): Különböző fajtájú sertések zsírjának zsírsavösszetétele és koleszterin tartalma. Acta Agr. Kaposvariensis. 3 (3) 1-13 p.

14. DORNER, B. (1921): Sertésenyésztés. Pátria Rt. Budapest. 170 p.
15. ENSER, M. - HALLETT, K. - HEWITT, B. - FURSEY, G.A.J. – WOOD, J.D (1996): Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci* 42 (4) 443-456 p.
16. FAUCITANO, L. - FARMER, C., - MANZALINI, L. - POMAR, C. - GARIEPY, C. (2001): A comparative study of growth performance and carcass traits of up-ton-meishan and large white pigs. *Proceedings 47. ICoMST, Krakow, 2001*, 158-159.
17. FIELD J.C. - SCHLEY P.D (2004): Evidence for potencial mechanism for the effect of conjugated linoleic acid on tumor metabolism and immune function: lessons from n-3 fatty acids, *The American Journal of Clinical Nutrition* Vol.79.
18. GASZTONYI, K. – LÁSZTITY, R. (1992): Élelmiszer-kémia 1. Mezőgazdasági Kiadó,
19. GOGOS, C.A. - GINOPOULOS, P. - SALSA, B. - APOSTOLIDOU, E. - ZOUMBOS, N.C. - KALFARENTZOS, F. (2001): Dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids plus vitamin E restore immunodeficiency and prolong survival for severely ill patients with generalized malignancy: a randomized controlled trial. *Cancer*, 82 (2) 395-402 p.
20. GUNDEL J. - HERMÁN I-NÉ (2001): Egy hagyományos és egy modern sertésfajta összehasonlító hizlalása. Életmód: múlt, jelen, jövő. Magyar Elhízástudományi Társaság 2. kongresszusa, 17 p.
21. GRIINARI, J.M., BAUMAN, D.E. (1999): Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. *Advances in conjugated linoleic acid research* 1, 180-200 p.
22. HASLER, C. M. (1998): Functional foods: Their role in disease prevention and health promotion, *Food Technology* 52 (2), 57-62 p.
23. HASLER, C.M. (2002): Functional foods: Benefits, concerns, challenges, A position paper from the American Council of Science and Health
24. HILL, E.G. - JOHNSON, S.B. - LAWSON, L.D. - MAHFOUZ, M.M. - HOLMAN, R.T. (1982): Perturbation of the metabolism of essential fatty acids by dietary partially hydrogenated vegetable oil. *Proceedings of the National. Academy of Sciences*, 79. 953-957 p.
25. HOLLÓ, G. - CSAPÓ, J. - SZÚCS, E. - TŐZSÉR, J. - REPA, I. - HOLLÓ, I. (2001): Influence of breed, slaughter weight and gender on chemical composition of beef. Part 2. Fatty acid composition of fat in rib samples. *Asian-Australasian J Anim Sci* 14 (11) 1719-1723 p.
26. HOLLÓ, G. (2004): Hagyományos állatfajták húsának zsírsavösszetétele és humán-élettani értékelése, I. Táplákozásmarketing Konferencia, Kaposvár, október 28.
27. HRBOTICKY, N., WEBER, P. (1993): Dietary habits and cardiovascular risk. The role of fatty acids, cholesterol and antioxidant vitamins in the prevention and treatment of cardiovascular diseases. In *Atherosclerosis, Inflammation and Thrombosis*. Neri Serneri, G.G, Gensini, G.F.R., Abbate, R.D. Prisco (Ed.), Scientific Press, 131-152 p.

28. HUGO, A. - OSTHOFF, G. - JOOSTE, P.J. (1999): Technological and chemical quality of pig adipose tissue: effect of backfat thickness. Proceedings 45. ICoMST, Yokohama, 1999, 494-495.
29. HUSVÉTH, F. (2000): A gazdasági állatok élettana az anatómia alapjaival. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 407-445 p.
30. INCZE, K. – CSAPÓ, I. (2000): A húsok zsír- és koleszterin-tartalma és zsírsavképe. A Hús. 10. évf. (1) 19-23 p.
31. JUDD, J.T. - CLEVIDENCE, B.A. - MUESING, R.A. - WITTES, J. - SUNKIN, M.E. - PODEZASY, J.J. (1994): Dietary trans fatty acids: effects of plasma lipids and lipoproteins of healthy men and women. Am J Clin Nut 59. 861-868 p.
32. MANDELL, I.B. - BUCHANAN-SMITH, J.G. - CAMPBELL, C.P. (1998): Effects of forage vs. grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. J Anim Sci 76 (10) 2619-2630 p.
33. MAY, S.G. - SAVELL, J.W. - LUNT, D.K. - WILSON, J.J. - LAURENZ, J.C. - SMITH, S.B. (1994): Evidence for preadipocyte proliferation during culture of subcutaneous and intramuscular adipose tissues from Angus and Wagyu crossbred steers. J Anim Sci 72 (12) 178-183 p.
34. MARTÍNEZ-RAMÍREZ H.R. - DE LANGE C.F.M (2009): Omega 3 Enriched Pork: Apparent Conversion of α -Linolenic Acid to Long Chain Omega 3 Fatty Acids, 28th Annual Centralia Swine Research Update conference, Canada
35. MENRAD, K. (2000): Markt und Marketing von funktionellen Lebensmitteln. Agrarwirtschaft 49 (8), 295-302 p.
36. MENSINK, R.P.M. - KATAN, M.B. (1990): Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. New England J Med 323. 439-445 p.
37. MOLONEY, A.P. - FRENCH, P. - O'KIELY, P. - STANTON, C. (2000): Fatty acid composition of muscle from beef cattle fed pre-slaughter rations based on grass silage or maize silage. J Anim Sci 78 (S1) 156 p.
38. NUERNBERG, K. – FISCHER, K. – NUERNBERG, G. - KUECHENMEISTER, U. – KLOSOWSKA, D. -ELIMINOWSKA-WENDA, G. – FIEDLER, I. – ENDER, K. (2004): Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs, Meat Sci 70 63–74 p.
39. NÜRNBERG, K. - NÜRNBERG, G. - ENDER, K. - LORENZ, S. - WINKLER, K. - RICKERT, R. - STEINHART, H. N (2002): 3 fatty acids and conjugated linoleic acid content of longissimus muscle in beef cattle. Eur J Lip Sci Techn 104 (7) 463-471 p.
40. OVERLAND, M. - TAUGBOL, O. - HAUG, A. - SUNDSTOLE, E. (1996): Effect of fish-oil on growthperformance, carcass characteristics, sensory parameters, and fatty-acid composition in pigs. Acta Agr Scand A-An 46. 11-17 p.

41. POLLARD, M.R., GUNSTONE, F.D., JAMES, A.T., MORRIS, L.J. (1980): Desaturation of positional and geometric isomers of monoenoic fatty acids by microsomal preparations from rat liver. *Lipids* 15, 306-314 p.
42. PRATES, J. A. M. and C. M. R. P., MATEUS (2002): Functional foods from animal sources and their physiologically active components, *Revue Méd Vét* 153 (3) 155-160 p.
43. RISERIUS (2003): CLA and Body Weight Regulation in Humans, *Lipids*, Vol. 38. No.2.
44. ROBELIN, J. (1986): Growth of adipose tissues in cattle; partitioning between depots, chemical composition and cellularity. *Livest Prod Sci* 14 (4) 349-364 p.
45. ROISSEL J.B. - PRITSCHARD J.L.R. (1991): Analysis of oilseeds, fat and fatty foods. London, 329-394 p.
46. ROMANS, J.R.; JOHNSON, R.C.; WULF, D.M.; LIBAL, G.W. AND COSTELLO, W.J. (1995): Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 FA content of pork: I. Dietary level of flaxseed. *J. Anim. Sci.* 73. 1982-1986 p.
47. SÁNDOR J. (2004): Mortalitás. In: Népegészségügyi jelentés, 2004. Szerk. Bakacs M. és Vitrai J. Országos Epidemiológiai Központ, Budapest
48. SCHEEDER (1998): Oxidative stability and texture properties of fermented sausages produced from pork differing in fatty acid composition Porc of the 44th ICO MST, Barcelona.
49. SCHMIDT, J. (2003): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest
50. SCOLLAN, N.D. - DHANOA, M., S. - CHOI, N.J. - MAENG, W.J. - ENSER, M. - WOOD, J.D. (2001): Biohydrogenisation and digestion of long chain fatty acids in steers fed on different sources of lipid. *J Agric Sci* 136 345-355 p.
51. SHORLAND, F.B. - WEENINK, R.O. - JOHNS, A.T. (1955): Effect of the rumen on the dietary fat. *Nature* 175, 1129.
52. SIMOPOULUS, A.P.: Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr* 54 (3) 438-463 p.
53. STANGL, G.I. - MULLER, H. - KIRCHGESSNER, M. (1999): Conjugated linoleic acid effects on circulating hormones, metabolites and lipoproteins, and its proportion in fasting serum and erythrocyte membranes of swine. *Eur. J. Nutr.* 38, 271-277 p.
54. SZABÓ, P. – FARKAS, T. (2002): A különböző genotípusú sertésekből származó zsírok zsírsavösszetétele. IX. Állattenyésztési Napok 2002. 2. Nemzetközi Sertésenyésztési Tanácskozás. Debrecen, 456-465 p.
55. SZABÓ, P. (1999): A termékváltás alternatív lehetőségei a szarvas és szarvas sertésfajtákkal. Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok. Debrecen, 1999, okt. 28-29.
56. SZAKÁLY, S. (2001): Tejgazdaságtan. Dinasztia-ház Rt., Budapest, 2001.

57. SZAKÁLY, Z. (2006): A táplálkozás marketing új irányai, II. Táplálkozásmarketing Konferencia – Innováció és marketing az élelmiszeriparban: funkcionális élelmiszerek. Kaposvár, 2006. május 18.
58. TÓTH, T. – ZSÉDELY, E. – FÁBIÁN, J. (2007): A sertéshús zsírsavösszetételének módosítása takarmányozás útján. Agrárágazat 58-61 p.
59. VARGA, ZS. (2009): A húsfogyasztás jelentősége az emberi táplálkozásban. <http://sertesszovetseg.hu/>
60. VASS, N. – CZEGLÉDI, L. – JÁVOR, A. (2008): Az állati eredetű élelmiszerek jelentősége a humán táplálkozásban, A jövő élelmiszerei és az egészség, 49-63 p.
61. WAHRBURG, U. (2004): What are the health effects of fat? Eu J Nut 43. (Suppl 1) I/6-I/11.
62. WARRIS, P.D.: Meat Science. An introductory text. Wallingford, 2000, 310.
63. WARRIS, P.D.: Meat Science. An introductory text. Wallingford, 2000, 310.
64. WEBER, P.C., SELLMAYER, A., HRBOTICKY, N. (1993): Fatty acids and their diverse functions: A challenge to future food production. Proceeding, Minisymph., (44) Ann. Meeting EAAP, Copenhagen. 19-27 p.
65. WILLETT, W.C. (1994): Diet and health - What should we eat. Science, (265) 532-537 p.
66. ZSÉDELY, E. (2008): Állati eredetű élelmiszerek n-3 zsírsavtartalmának növelése, oxidációs stabilitásának javítása takarmányozással. Doktori disszertáció

Egyéb források:

- URL¹: www.ksh.hu
URL²: www.faostat.com
URL³: www.faostat.fao.org
URL⁴: www.oeti.hu
URL⁵: www.sertesszovetseg.hu
URL⁶: www.mti.hu
URL⁷: www.thepigsite.com
URL⁸: www.ncbi.nlm.nih.gov
URL⁹: www.prairieswine.com

Magyar Élelmiszerkönyv, MÉ
157/2008 FVM rendelet, 2008



A TDK-dolgozat a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0018 (TALENTUM – hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen) projekt támogatásával valósult meg.

