

VESZPRÉMI EGYETEM
GEORGIKON MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
Állattudományi Intézet
ÁLLATÉLETTANI ÉS TAKARMÁNYOZÁSTANI TANSZÉK

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Készült a Veszprémi Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori
Iskola keretében

A Doktori Iskola vezetője

Dr. Szabó Ferenc
egyetemi tanár

Tanszékvezető

Dr. Husvéth Ferenc
egyetemi tanár

Témavezető

Dr. Dubleczy Károly
egyetemi docens

**A BAROMFIHÚS MINŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSÁT CÉLZÓ
TAKARMÁNYOZÁSI VIZSGÁLATOK BROJLERCSIRKÉKKEL**

Készítette:

Bartos Ádám

Keszthely

2003.

**A BAROMFIHÚS MINŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSÁT CÉLZÓ
TAKARMÁNYOZÁSI VIZSGÁLATOK BROJLERCSIRKÉKKEL**

Készítette:
Bartos Ádám

**Készült a Veszprémi Egyetem Állattudományi Doktori Iskolája
keretében.**

Témavezető: Dr. Dubleczy Károly, egyetemi docens, C. Sc.

Elfogadásra javaslom igen / nem

A jelölt a doktori szigorlaton %-ot ért el

Keszthely, 2003. január 29.
Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom

Bírláló neve: igen / nem
.....

Bírláló neve: igen / nem
.....

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján %-ot ért el
Keszthely, 2003
Bírló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése

.....
Az EDT elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	16.
1.1. Célkitűzés	21.
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	22.
2.1. A brojlercsirke energia és fehérje igénye	22.
2.1.1. A baromfi zsírbeépítését befolyásoló tényezők	25.
2.2. Az aminosavak jelentősége	28.
2.2.1. Az aminosavak hatása a zsírbeépülésre és a csirkék teljesítményére	29.
2.3. Zsírok és zsírsavak felépítése, szerepe	33.
2.3.1. A többszörösen telítetlen zsírsavak jelentősége	36.
2.3.2. Az n-6-os és n-3-as zsírsavak egymáshoz viszonyított arányának jelentősége	37.
2.3.3. A csirkehús zsírsavösszetételének befolyásolása takarmányozással	38.
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	42.
3.1. Eltérő ME- és aminosav-tartalmú nevelő és befejező tápok hatása a brojlercsirkék teljesítményére.....	42.
3.1.1. Kísérleti állatok és elhelyezésük	42.
3.1.2. Kezelések	42.

3.1.2.1. Eltérő metabolizálható energia-tartalmú tápok etetése	42.
3.1.2.2. Különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetése	46.
3.1.3. Vizsgálatok, mérések	49.
3.1.3.1. A mell-és combizom minták zsírtartalmának meghatározása	50.
3.1.3.2. A brojlerindex meghatározása	50.
3.1.4. Alkalmazott statisztikai módszerek	50.
3.2. Eltérő zsírsavösszetételű tápok hatása a brojlercsirkék teljesítményére, a szövetek zsírsavösszetételére és a hús élvezeti értékére	51.
3.2.1. Kísérleti állatok és elhelyezésük	51.
3.2.2. Kezelések	51.
3.2.3. Vizsgálatok, mérések	55.
3.2.3.1. Érzékszervi vizsgálat	55.
3.2.3.2. A mell, comb, máj, valamint bőralatti és hasúrizsír minták zsírsavösszetételének meghatározása	55.
3.2.4. Alkalmazott statisztikai módszerek	56.

4. EREDMÉNYEK	57.
4.1. Eltérő metabolizálható energia-tartalmú tápok etetésekor kapott eredmények	57.
4.2. Különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésekor kapott eredmények	64.
4.3. Eltérő zsírsavösszetételű tápok etetésekor kapott eredmények	70.
4.3.1. A kísérletben etetett nevelő és befejező tápok zsírsavösszetétele	70.
4.3.2. A csirkék termelési eredményei	73.
4.3.3. Az érzékszervi vizsgálat során kapott eredmények	77.
4.3.4. A vizsgált szövetek zsírsavösszetételének alakulása	78.
4.3.5. A tápok n-3-as zsírsav-tartalmának hatása a vizsgált szövetek zsírsavösszetételére	84.
5. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE	92.
5.1. Eltérő metabolizálható energia-tartalmú nevelő és befejező tápok etetésének hatása	92.
5.2. Különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésekor kapott eredmények	93.
5.3. Eltérő zsírsavösszetételű tápok etetésekor kapott eredmények értékelése	96.
5.3.1. A csirkék termelési eredményeiből levonható következtetések	96.

5.3.2. Az érzékszervi vizsgálatból levonható következtetések	97.
5.3.3. A szövetek zsírsavössztételének alakulásából levonható következtetések	98.
6. A KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEINEK GYAKORLATI JELENTŐSÉGE	100.
7. ÚJ (ÚJSZERŰ) TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	103.
8. ÖSSZEFOGLALÁS	104.
9. SUMMARY	107.
10. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK	111.
IRODALOMJEGYZÉK	115.
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	134.
MELLÉKLET	135.

KIVONAT

A BAROMFIHÚS MINŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSÁT CÉLZÓ TAKARMÁNYOZÁSI VIZSGÁLATOK BROJLERCSIRKÉKKEL

A szerző három kísérletet végzett Ross-308-as brojler hibridekkel, melynek célja annak megállapítása volt, hogy eltérő metabolizálható energia-tartalmú, valamint különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetése hogyan befolyásolják az elzsírosodás mértékét, valamint a hizlalás egyéb paramétereit (élőtömeg, mell, comb kihozatal, fajlagos takarmány-felhasználás). A munka célja volt továbbá annak megállapítása is, hogy eltérő zsírsavösszetételű tápok etetése hogyan befolyásolja a csirkék teljesítményét, az egyes szövetek zsírsavösszetételét, valamint a hús ízét. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a nevelő szakaszban a legnagyobb élőtömeg 12,8 MJ/kg ME-tartalommal érhető el, a befejező szakaszban azonban a kakasok teljesítményét javítja a tápok ME-szintjének 13,4 MJ/kg-ra történő emelése. A maximális mellhús kihozatal lizin és kéntartalmú aminosav szükséglete meghaladja a maximális testtömeggyarapodását. Takarmányozással elsősorban a máj, a mell és a comb zsírsavösszetétele befolyásolható. Tökmagolaj etetésével elsősorban a hús organoleptikus tulajdonságai javíthatók, hatására azonban tágul az n-6/n-3 zsírsavarány. A len és halolaj tartalmú tápok etetése ezzel szemben nagymértékben csökkenti az elzsírosodást és növeli a szövetekben az n-3-as zsírsavak arányát.

ABSTRACT

Improving the quality of poultry meat by nutrition

In the frame of this work three experiments were carried out using Ross 308 broiler chicks. The main goal of the research was how the metabolisable energy content and the lysine and sulphuric amino acid content of the diets in the different phases of fattening affects the performance and carcass composition of chicks and how the different fat sources of the diets influence the fatty acid composition of the different tissues. According to the results, it seems unnecessary to feed chicks in the fattening period with high-energy diets. Feeding high-energy diets in the finisher period however seems to be advantageous for cocks. The lysine and methionine requirement for maximum breast meat yield seems to be higher, than that for maximum body weight. The different fat sources highly influenced the performance, and the fatty acid composition of the examined tissues.

AUSZUG

Verbesserung die Qualität von Geflügelfleisch durch Fütterung

Der Autor führte drei experimente mit Ross-308 Masthühner durch. Die Hauptziel dieser Arbeit war, wie beeinflusst der umsetzbare Energiegehalt und die Lysine und Schwefelhaltige Aminosäuren die Leistung und die Zusammensetzung vom Broilerkörper und wie beeinflussen die verschiedene Ölergänzungen die Zusammensetzung von Fettsäure der untergesuchten Gewebe. Nach unseren Ergebnissen ist es unnötig die Hühner in Mastperiod mit hoch ME Gehalt zu füttern. In der Endperiod ist vorteilhaft die Hähne mit hoch ME Gehalte Futter zu füttern. Der Bedarf von Lysine und Methionine für die maximale Brustproduktion ist mehr, als der Bedarf für die maximale Körpergewicht. Die Ölergänzungen haben an die Leistung und die Zusammensetzung von Fettsäure der untergesuchte Gewebe ein sehr starker Einfluss.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

BEVEZETÉS

1. ábra: A világ brojlertermelése (1996-2000)	16.
2. ábra: A hazai baromfitermelés megoszlása (1990-2001)	17.
3. ábra: Az egy főre eső brojlercsirke és pulyka fogyasztás alakulása (1990-2001)	18.
4. ábra: Hazánk baromfi exportjának alakulása 2001-ben	19.

EREDMÉNYEK

Eltérő ME-tartalmú tápok etetésének hatása brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére

5. ábra: A négyhetes élőtömeg alakulása	57.
6. ábra: A hathetes élőtömeg alakulása	58.
7. ábra: Az élőtömeghez viszonyított vágási kihozatal alakulása	59.
8. ábra: A hasúri zsír mennyisége az élőtömeg függvényében	60.
9. ábra: A mellhús zsírtartalmának alakulása	62.
10. ábra: A comb zsírtartalmának alakulása	62.
11. ábra: A kezelések hatása a brojler indexek alakulására	63.

Különböző lizin és kén tartalmú aminosav szintű tápok etetésének hatása brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére

12. ábra: A négyhetes élőtömeg alakulása	64.
13. ábra: A hathetes élőtömege alakulása	65.
14. ábra: A konyhakész testtömeg alakulása	65.

15. ábra: Az élőtömeghez viszonyított hasúri zsír mennyiségének alakulása	66.
16. ábra: A combhús zsírtartalmának alakulása	68.
17. ábra: A mellhús zsírtartalmának alakulása	68.
18. ábra: A brojler indexek alakulása a kísérlet során	69.
Eltérő zsírsavösszetételű tápok hatása a brojlercsirkék teljesítményére, a szövetek zsírsavösszetételére és a hús élvezeti értékére	
19. ábra: A hathetes élőtömeg	73.
20. ábra: Az élőtömeghez viszonyított konyhakész testtömeg alakulása	74.
21. ábra: Az élőtömeghez viszonyított hasúri zsír mennyisége	75.
22. ábra: A máj zsírtartalmának alakulása	75.
23. ábra: A comb zsírtartalma	76.
24. ábra: A mell zsírtartalma	76.
25. ábra: Az n-6/n-3 zsírsavak arányának alakulása a vizsgált szövetekben	85.
26. ábra: A EPA mennyiségének alakulása	86.
27. ábra: A DPA mennyiségének alakulása	87.
28. ábra: A DHA mennyiségének alakulása	88.
29. ábra: A linolénsav mennyiségének alakulása	89.
30. ábra: Az n-3-as zsírsavak mennyiségének alakulása	90.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1. táblázat: *A Ross-308-as brojlerhibridek tápjainak javasolt összetétele* 22.
2. táblázat: *Trombocita foszfolipid zsírsavösszetétele különböző populációkban* 36.
3. táblázat: *A mell és combszövetek, valamint a bőr alatti zsír PUFA zsírsav-tartalma hagyományos brojlertáp etetésekor és a sertés intramuszkuláris zsírjának PUFA zsírsavösszetétele az összlipidtartalom arányában* 39.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Eltérő ME-tartalmú tápok etetésének hatása brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére

4. táblázat: *A kísérlet során etetett tápok energia-tartalmának alakulása a hizlalás egyes szakaszaiban* 43.
5. táblázat: *Az indító és nevelő szakaszban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma* 44.
6. táblázat: *A befejező szakaszban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma* 45.

Különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésének hatása brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére

7. táblázat: *A kísérleti tápok lizin és kéntartalmú aminosav szintjei* 46
8. táblázat: *Az indító szakaszban etetett táp összetétele és táplálóanyag-tartalma* 47.
9. táblázat: *A nevelő szakaszban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma* 48.

10. táblázat: <i>A befejező szakaszban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma</i>	49.
---	-----

Eltérő zsírsavösszetételű tápok hatása a brojlercsirkék teljesítményére, a szövetek zsírsavösszetételére és a hús élvezeti értékére

11. táblázat: <i>A nevelő és befejező szakaszokban alkalmazott kezelések</i>	51.
12. táblázat: <i>A kísérletben etetett olajok zsírsavösszetétele.....</i>	52.
13. táblázat: <i>Az indító és nevelő szakaszokban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma</i>	53.
14. táblázat: <i>A befejező tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma</i>	54.

EREDMÉNYEK

Eltérő ME-tartalmú tápok etetésének hatása brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére

15. táblázat: <i>A mell- és combtömeg, valamint a relatív mell és combhús kihozatal alakulása</i>	61.
16. táblázat: <i>A nevelő és befejező szakaszokra vonatkozó fajlagos takarmány-felhasználás alakulása</i>	63.

Különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésének hatása brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére

17. táblázat: <i>A mell- és combtömeg, valamint a relatív mell- és combhús kihozatal alakulása</i>	67.
18. táblázat: <i>A fajlagos takarmány-felhasználás alakulása</i>	69.

Eltérő zsírsavösszetételű tápok hatása a brojlercsirkék teljesítményére, a szövetek zsírsavösszetételére és a hús élvezeti értékére

19. táblázat : <i>A nevelő tápok zsírsavösszetétele</i>	71.
20. táblázat: <i>A befejező tápok zsírsavösszetétele</i>	72.
21. táblázat: <i>A fajlagos takarmány-felhasználás alakulása</i>	77.
22. táblázat: <i>Az organoleptikus vizsgálat eredményei</i>	77.
23. táblázat: <i>A hasíri (abdominális) zsír zsírsavösszetétele</i>	79.
24. táblázat: <i>A bőralatti (subcutan) zsír zsírsavösszetétele</i>	80.
25. táblázat: <i>A máj zsírsavösszetétele</i>	81.
26. táblázat: <i>A combhús zsírsavösszetétele</i>	82.
27. táblázat: <i>A mellhús zsírsavösszetétele</i>	83.

A KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEINEK GYAKORLATI JELENTŐSÉGE

28. táblázat: <i>A kísérletben használt tápok árainak összehasonlítása</i>	101.
--	------

MELLÉKLET

Eltérő ME-tartalmú tápok etetésének hatása brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére

29 táblázat: <i>A négyhetes és hathetes élőtömeg a hasíri zsír, valamint a vágási kihozatal élőtömeghez viszonyított arányának alakulása</i>	135.
30. táblázat: <i>A mell és a comb zsírtartalmának alakulása</i>	136.

***Különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésekor
kapott eredmények***

31. táblázat: *A négyhetes és hathetes előtömeg, a hasúri zsír
előtömeghez viszonyított arányának és a
konyhakész testtömeg alakulása 136.*
32. táblázat: *A mell és a comb zsírtartalmának alakulása 137.*

Eltérő zsírsavösszetételű tápok etetésekor kapott eredmények

33. táblázat: *A hathetes előtömeg, a hasúri zsír és a
konyhakész testtömeg előtömeghez viszonyított
arányának, valamint a máj zsírtartalmának
alakulása 137.*
34. táblázat: *A mell és a comb zsírtartalmának alakulása 138.*

AZ ALKALMAZOTT RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

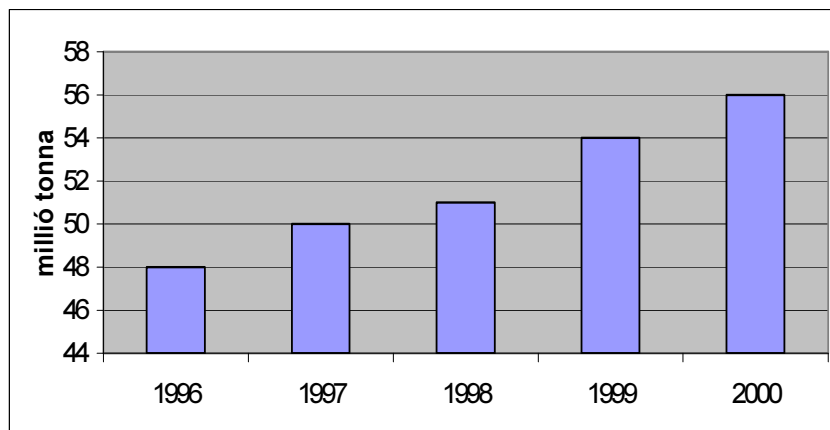
ANOVA (analysis of variance)	variancia analízis
EPA	eikozapentaénsav
DHA	dokozahexaénsav
DPA	dokozapentaénsav
SAT (saturated fatty acid)	telített zsírsav
MUFA (monounsaturated fatty acid)	egyszeresen telítetlen zsírsav
PUFA (polyunsaturated fatty acid)	többszörösen telítetlen zsírsav
ME (metabolisable energy)	metabolizálható energia
AME (apparent metabolisable energy) ...	látszólagos metabolizálható energia
VLDL (very low density lipoprotein)	nagyon kis sűrűségű lipoprotein

1. BEVEZETÉS

Az egészséges táplálkozás szempontjából az állati termékekben megjelenő zsír és húsrészek aránya, a zsírok zsírsavösszetétele kiemelkedő jelentőséggel bír. Ebből következően az utóbbi években a világ „fejlett” régióiban egyre növekszik a baromfihús fogyasztása az ebből a szempontból „károsabbnak” ítélt sertés vagy marhahússal szemben. A közelmúltban kirobbant „kergemarha kór” következtében még kifejezettebb arányeltolódás tapasztalható, ami főleg a brojlercsirke és a pulyka iránti kereslet növekedésében mutatkozik meg. A baromfihús összetétele (alacsony zsírtartalma, jelentős fehérje-tartalma) általában megfelel az egészséges táplálkozás előírásainak. E mellett a baromfitermelés könnyen integrálható, a hizlalási ciklusok a többi állathoz képest lényegesen rövidebbek, ami szintén kedvezően befolyásolhatja a baromfihús többi hústermékhez viszonyított piaci pozícióját.

A baromfiiparon belül az egyik legdinamikusabban fejlődő ágazat a brojlercsirke előállítás. Az utóbbi években a brojlerhús termelése és fogyasztása egyaránt világszerte növekedő tendenciát mutatott (1. ábra).

1. ábra: A világ brojlertermelése (1996-2000)



(Zoltán, 2001)

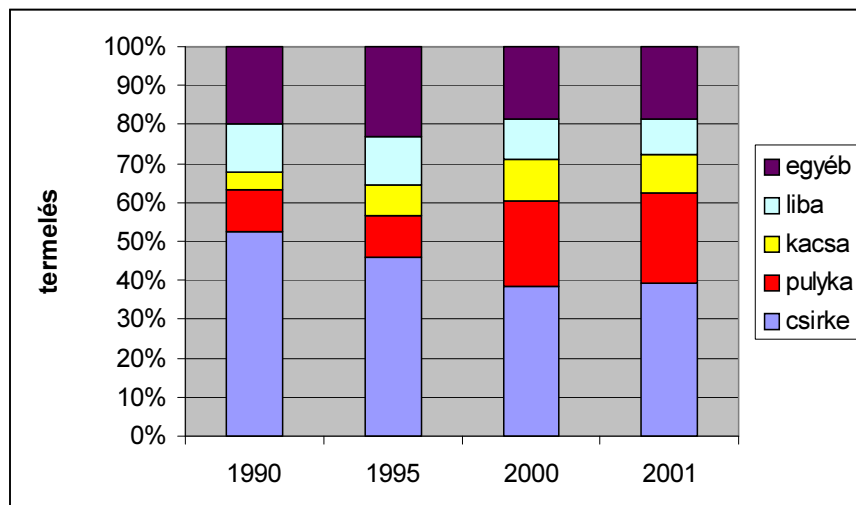
A magyarországi baromfiipar az 1980-as évek második felére rendkívüli fejlődést ért el, amely elsősorban mennyiségi mutatókban

nyilvánult meg. Sajnos az 1990-es években ez a fejlődés megszakadt, sőt jelentős visszaesés mutatkozott, ami az állattenyésztés általános hanyatlásával, a mezőgazdaság hazai átszervezésével és a keleti piacok hanyatlásával áll összefüggésben (Zoltán, 1997). A rendszerváltozást követő nehezebb időszakot a baromfiipar eredményesen átvészelte és a magyar gazdaság fontos ágazata maradt. Ennek egyik oka lehet a korábbiakban már említett rövid termelési ciklus, ami megkönnyíti a piachoz való alkalmazkodást.

Hazánk baromfitermelése – Lengyelországé mellett – a legjelentősebb a Közép-Kelet Európai térségben (Mulder, 2002).

A hazai baromfiipar legfontosabb ágazata a brojlercsirke előállítás (Horn és mtsai., 2002). A 2001. évi brojlertermelés 206 ezer tonna volt, mely az összbaromfi termelés közel 40 %-a (2. ábra). Az ábrán jól látható, hogy a csirke mellett az utóbbi időben jelentősen növekedett más szárnyasok, elsősorban a pulyka termelése is. A 90-es évek közepétől napjainkig a pulykatermelés közel duplájára emelkedett, jelenleg 123 ezer tonna (mely 2001-ben már a baromfitermelés kb. 20 %-a).

2. ábra: A hazai baromfitermelés megoszlása (1990-2001)

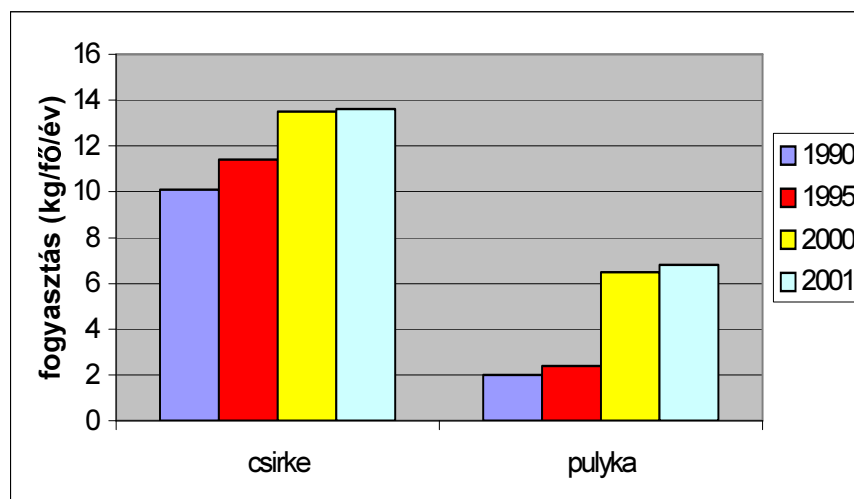


(Horn és mtsai., 2002)

A 3. ábrán jól látható, hogy mind a csirke, mind pedig a pulyka hazai fogyasztása jelentősen nőtt az utóbbi években. A csirke esetében az

egy főre jutó éves fogyasztás 10,1 kg-ról 13,6 kg-ra, míg pulyka esetén 2 kg-ról 6,8 kg-ra emelkedett. Ez azzal magyarázható, hogy sok fogyasztó megváltoztatta étkezési szokásait az ún „fehérhús” javára. A baromfihús fogyasztása mellett szól még a fokozódó igény az egészséges táplálkozás iránt. A csirke és pulykahús termékek választéka egyre bővül, áruk más húskészítményekkel összehasonlítva kedvező.

3. ábra: Az egy főre eső brojlercsirke és pulyka hús fogyasztás alakulása (1990-2001)

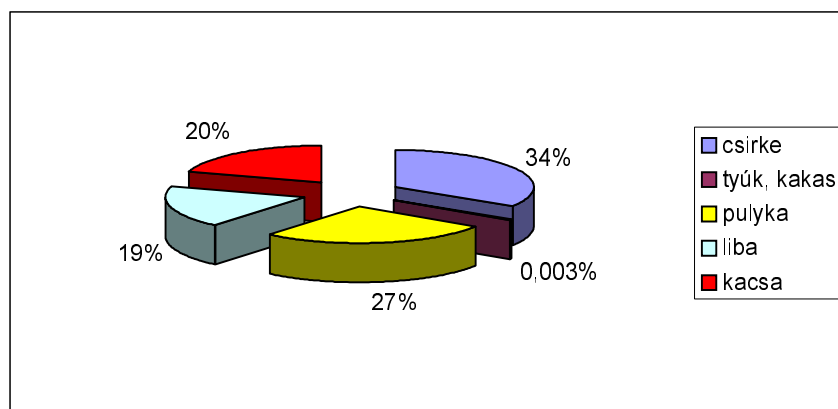


(Horn és mtsai., 2002)

Baromfi exportunk legjelentősebb részét is a brojler csirke és a pulyka teszi ki napjainkban (4. ábra).

A kivitel mind inkább a nyugati piacok felé irányul. Az Unió importja az utóbbi 10 évben 140 ezer t-ról 400 ezer t-ra emelkedett, melynek 20%-a magyar termék. Ezen kívül az utóbbi években megpróbáltunk visszatérni a rendszerváltozás után hanyatló keleti piacokra is, nem is sikertelenül, hiszen 1997-ben majdnem 20 ezer t volt az exportunk, az ezt megelőző évekének több mint kétszerese. Ennek ellenére a keleti gazdaság bizonytalansága a szállítókat óvatosságra sarkallja (Földi, 2001).

4. ábra: **Hazánk baromfi exportjának alakulása 2001-ben**



(Kállay, 2002)

A hazai baromfitermékek piaci helyzete tehát gyökeresen átalakult az utóbbi időben. Míg 1988-ig exportunk közel 61 %-a irányult a kelet-európai országok felé, 1997-re ez a szám 17 %-ra csökkent. A 90-es évek végétől, a magyar baromfiexport EU orientációjává vált (Zoltán, 1998). Ez okból a hazai termékeknek a szigorú élelmiszeripari normáknak, az egészséges táplálkozást, valamint az élelmiszerbiztonságot is figyelembe vevő EU minőségi követelményeknek kell megfelelnie. Mivel a jó minőségű húсару iránti igény egyre nagyobb szerephez jut a modern fogyasztói társadalmakban. Ezek a tények, valamint hazánk közelgő EU csatlakozása termelőinket a nemzetközi piacokon is versenyképes termékek előállítására sarkalja. Ebből a szempontból a gondos genetikai szelekció mellett az állatok szükségletét legjobban kielégítő takarmányozás a korábbiaknál nagyobb hangsúlyt kapott.

A minőség további javításával, a teljesítmény, elsősorban az értékes húsrészek (mell, comb) arányának növelésével, az elzsírosodás mértékének csökkentésével, különös tekintettel a hízlalás szempontjából nem kívánatos hasúri és begykörnyéki zsírok mennyiségére, a hízlalás még gazdaságosabbá, a termék versenyképesebbé tehető. Az értékes húsrészek zsírsavösszetételének táplálkozás-élettani szempontból kedvező módosításával – elsősorban a többszörösen telítetlen n-3 típusú zsírsavak arányának növelésével - pedig a szív és érrendszeri megbetegedések leküzdésében is fontos szerephez juthat a baromfihús.

Egyetemünk Állatélettani és Takarmányozástani Tanszékén már hosszú évek óta folynak olyan takarmányozási kísérletek, melyek elsősorban a brojlercsirkék húsminőségének javítását szolgálják. Ez a munka szerves részét képezi e kísérletsorozatnak.

A hazai brojleripar a világ élvonalához tartozó nagyteljesítményű húshibrideket használ elsősorban (Ross, Cobb, Hybro stb.). A hagyományos (kettős hasznosítású) fajták és keresztezéseik csak marginális szerephez jutnak és tenyésztésük jobbára háztáji gazdaságokban folyik, így piaci szerepük jelentéktelen (*Horn és mtsai.*, 2002). Az intenzív húshibridek közül a hazai tenyésztők körében az egyik legnépszerűbb a Ross fajta, így kísérleteimet ezzel a hibriddel végeztem.

1.1. Célkitűzések

Munkám fő céljait az alábbiakban foglalom össze:

1. A test zsírtartalmának minimalizálása szempontjából milyen ME-tartalmú tápok etetése javasolható a hizlalás egyes fázisaiban és ezek a tápsorok hogyan befolyásolják a termelés egyéb paramétereit (élőtömeg, takarmány-felhasználás, értékes húsrészek aránya). Az egyes hizlalási szakaszokban melyek a gazdaságos hizlalás szempontjából leoptimálisabb ME szintek.
2. A szükségleten felül etetett, kéntartalmú aminosavaknak és lizinnek, valamint azok egymáshoz viszonyított arányainak van-e hatása a zsírbeépülés dinamikájára, mértékére, az értékes húsrészek arányára. Annak megállapítása, hogy milyen összefüggés van a maximális húskihozatal és minimális zsírtartalom kéntartalmú aminosav és lizin igénye között.
3. A hús minőségének táplálkozás-élettani szempontból történő befolyásolása, a többszörösen telítetlen zsírsavhányad (n-3, n-6) növelése a telített, vagy egyszeresen telítetlen zsírsavak rovására. Továbbá annak tisztázása, hogy a különböző zsírsavösszetételű tápok hogyan befolyásolják a csirkék termelési paramétereit, a szövetek zsírsavösszetételét, valamint a hús organoleptikus tulajdonságait. Újszerű eredményeket ígért a tökmagolaj alkalmazása, mivel brojlercsirkékkel ilyen vizsgálatokat még nem végeztek.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A brojlercsirkék energia és fehérje igénye

Az utóbbi időben a különféle hasznosítású baromfi fajták és hibridek közül a brojlercsirkék teljesítménye nőtt a legnagyobb mértékben. A napjainkban tenyésztett hibridek a hat hetes hízalási időszak végére két kilogramm feletti élőtömeg előállítására képesek, 1,8-1,9 fajlagos takarmányfogyasztás mellett. E teljesítmény eléréséhez számukra koncentrált, nagy energia- és fehérje-tartalmú, az aminosavakat a kívánt mennyiségben és arányban tartalmazó tápokot kell biztosítani.

Az 1. táblázat a Ross 308-as hibridek tápjainak javasolt összetételét mutatja be a tenyésztő cég ajánlása alapján (Ross breeders Limited, 1999).

1. táblázat: A Ross-308-as hibridek tápjainak javasolt összetétele

	starter	nevelő	befejező
Életkor (nap)	0-10	11-24	25-
AMEn (MJ/kg)	12,6	13,3	13,5
Nyers fehérje (%)	22-24	21-23	19-21
Lizin (%)	1,36	1,30	1,13
Metionin+cisztin(%)	0,98	0,94	0,85
Treonin (%)	0,91	0,87	0,82
Triptofán (%)	0,23	0,21	0,19
Kalcium (%)	0,95	0,90	0,85
Hasznosítható foszfor (%)	0,50	0,48	0,44
Nátrium (%)	0,16-0,20	0,16-0,20	0,16-0,20
Klór (%)	0,15-0,22	0,15-0,22	0,15-0,22

A táblázatból látható, hogy a csirkék optimális növekedéséhez magas metabolizálható energia, nyersfehérje, lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetése ajánlott. A tápokban a fehérje- és aminosav-tartalom az életkor előrehaladtával csökken. Ennek oka, hogy a hízalás folyamán mérséklődik a fehérje és főleg az ötödik héttől, nő a zsírbeépülés mértéke (Griffiths és mtsai., 1979). A tápok metabolizálható energia (ME)-

tartalma, ezzel szemben általában nő a hízalási idő előrehaladtával. Az energia-tartalom tekintetében különbség van a hazánkban jelenleg meghatározó hibridek takarmányozási technológiájában. Korábban az Arbor Acres hibrideknél a hízalás teljes időtartama alatt egyenletesen magas energia-tartalmú tápok etetését javasolták. A Ross típusú hibrideknél (1. táblázat) alacsonyabb energiaszintű indító majd szintén nagy energiájú nevelő és befejező tápok etetését ajánlják (Dublecz, 1995).

Napjainkban egyre inkább ez utóbbi módszer van terjedőben, azaz a hízalási idő előrehaladtával fokozatosan emelkedő ME-szintű tápok etetése. Így az indító tápok alacsonyabb ME-tartalma okozta kezdeti gyarapodás-lemaradás a későbbiekben etetett magasabb ME-tartalmú nevelő és befejező tápok etetésekor kiegyenlítődik, így a vágáskori élőtömeg nem csökken. A „kompenzációs” növekedés javítja a táplálóanyagok növekedésre történő hasznosulását, mivel az etetett táp kisebb hányada fordítódik létfenntartásra (Leeson és Summers, 1997).

Az ilyen takarmányozási programok ezen kívül jelentősen csökkentik az „ascites” vagy hasvízkór nevű betegség kockázatát. Magas ME-tartalmú indító tápok etetésekor ugyanis megnő a csirkék ascitesszel szembeni érzékenysége (Julian, 1993; Leeson és mtsai., 1995), aminek következtében általában a négy-öt hetes korú állományban, főként a legnagyobb testű kakasok között megnő az elhullás, jelentős termelési veszteséget okozva ezzel. Ennek oka, hogy az indító szakaszban etetett magas ME-tartalom hatására ugrásszerűen megnő az élőtömeg, amit a belső szervek (elsősorban a szív és a tüdő) fejlődése nem képes követni.

A tápok fehérje-tartalmának csökkenése és energia-tartalmának növekedése a hízalási idő előrehaladtával azt eredményezi, hogy csökken a tápok fehérje : energia aránya. A nagy energia-tartalmú tápok etetését a nagymértékű fehérjeszintézis energiaszükségletének fedezése, a legjobb fajlagos takarmány-felhasználás és a legintenzívebb növekedés elérése indokolja (Leeson és Summers, 1991).

A magyar brojlertápok legnagyobb mértékben kukoricát tartalmaznak, melynek ME-tartalma a többi gabonához képest magas, azonban a tápok kívánt energia-tartalmának beállítása ekkor is csak zsírkiegészítéssel lehetséges. A tápok energiadúsítására a full-fat magvak is alkalmasak lehetnek, melyek közül a brojlercsirke esetében leginkább a hidrotermikus szóját alkalmazzák. A takarmányzsír közvetlen bedolgozását lehetővé tevő, ún. zsírvonal hiányában a tápok energiaszintjét felületnövelt gabonák és zsírok, olajok keverékéből álló, különféle fantázianéven (pl.: energomix, perfett) forgalmazott

zsírkiegészítőkkal is növelhetjük. E készítmények zsírtartalma általában 40-50 %.

A különböző olajok (zsírok) a koncentrált energia-tartalom mellett számos egyéb kedvező tulajdonsággal is rendelkeznek. A zsírkiegészítők ugyanis zsírban oldódó vitaminok és esszenciális zsírsavak forrásai is egyben. A zsírok ún. extrametabolikus hatása azt jelenti, hogy emésztésük során lassul a chimus haladása a bélcsatornában és ez kedvezően befolyásolja a tápok egyéb táplálóanyagainak (fehérje, keményítő, cukor) emészthetőségét, javítva a fajlagos takarmány-felhasználást (*Horani és Sell, 1977*). A zsírkiegészítés csökkenti az állatok hőtermelését, javítja a táplálóanyagok energetikai transzformációját (extrakalorikus hatás), aminek főleg magas környezeti hőmérsékletnél lehet gyakorlati jelentősége (*Carew és Hill, 1967*). A dercés tápok porzását és a granulálás energia igényét is csökkenti, ha zsírkiegészítést alkalmazunk. A zsírral kiegészített tápokat e mellet a csirkék szívesebben fogyasztják (*Dale és Fuller, 1978*).

A hazánkban forgalmazott brojlertápok általában alacsony energiaszintűek. Ennek oka, hogy keverőüzemeink döntő hányada nem rendelkezik a zsírok közvetlen bekeverésére alkalmas ún. zsírvonallal, a 40-50 % zsírtartalmú zsírporok pedig drágák (*Schmidt, 1999*). Ez minden bizonnyal közrejátszik abban, hogy a hazai fajlagos mutatók még mindig elmaradnak a Nyugat-Európai országokétól.

A tápok kívánt fehérje-tartalmának beállításában korábban a növényi fehérjehordozók mellett (leggyakrabban full-fat, vagy extrahált szója), nagy mennyiségben alkalmaztak állati fehérje kiegészítőket is, főként különféle hús- és halliszteket. A különböző állategészségügyi botrányok miatt azonban a húslisztek egyre inkább kiszorulnak a baromfitakarmányozásból, még inkább megnövelve ezzel a növényi fehérjehordozók arányát, melyek alkalmazásakor gondot jelenthet azok rosttartalma, főleg a hazai termesztésű full-fat szója esetén. A táp optimálisnál nagyobb rosttartalma ugyanis növeli az endogén energia és fehérje veszteséget (*Dublecz és mtsai., 1998*), valamint csökkenti a többi táplálóanyag emészthetőségét (*Larbier és Wieseman, 1994*).

A baromfitakarmányok fehérjéjének minőségét elsősorban azok aminosav összetétele határozza meg. Egy fehérje forrás annál jobbnak tekinthető, minél jobban fedezni tudja aminosavkészlete az állatok szükségletét.

Az egyes fehérjehordozók aminosavainak emészthetősége lényegesen különbözik. Ennek egyik oka az, hogy a növényi

fehérjehordozók a fehérje emésztését gátló antinutritív anyagokat tartalmaznak. Ezek közül a legfontosabbak a hüvelyesekben található tripszin inhibitorok, amelyek jelentősen rontják a fehérjék értékesülését (Schmidt, 1993). Ezek az inhibitorok hőlabilis anyagok és különböző hőkezelési eljárásokkal inaktiválhatók (Hegedűs és mtsai., 1981).

A fehérjehordozókban az állatok szükségletéhez képest hiányban lévő aminosavakat általában kristályos aminosavkiegészítők formájában biztosítják. A főként szója bázisú fehérjekiegészítésnél elsősorban a kén tartalmú aminosavak pótlása szükséges, mivel a szója ezekből relatív alacsony mennyiséget tartalmaz. A metionint két formában hozzák forgalomba. A *DL-metionin* technikailag tiszta, por alakú termék (α -amino- γ -metil merkaptovajsav), hatóanyag tartalma legalább 98%-os. A *metionin-hidroxi-analóg* kémiai összetételében az eltérés az, hogy az aminocsoport helyett hidroxi gyököt tartalmaz. Ez a termék folyékony halmazállapotú.

A hazai ipar a metioninon kívül még a lizint állítja elő. Az *L-lizin* monohidrokloridot (α - ϵ -diamino-kaprónsav) túlnyomó részben bioszintézissel, fermentációs úton állítják elő melasz, vagy egyéb szénhidrát alapú táptalajon, lizintartalma legalább 78 %.

Az utóbbi időben egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az aminosav szükségletek pontos kielégítésére, így a *treonint* és a *triptofánt* is előállítják ipari úton. E termékek alkalmazása azonban takarmányiparban még nem terjedt el.

2.1.1. A baromfi zsírbeépítését befolyásoló tényezők

A vágóhidak és a fogyasztók szempontjából egyaránt kedvezőtlen a nagy zsírtartalmú brojlercsirke előállítása. Az optimális zsírtartalmat ugyanakkor nehéz meghatározni, hiszen az abdominális, vagy a begy környékén deponálódó zsír egyértelműen káros, illetve veszendőbe megy. Másrészt a zsírbeépülés egyes formái kedvező hatásúak, sőt nélkülözhetetlenek. A bőr alatti zsírszövet bizonyos mértékig kedvezően befolyásolja a vágott baromfi megjelenését, eladhatóságát, az izomszövetek közé beépülő zsírhányad pedig a hús ízletességét javítja. Általában a hasúri, a begy környéki és a túlzott mértékű bőralatti zsírhányad csökkentése lényeges, a combok zsírtartalma általában megfelelő vagy kissé nagyobb, míg a mell zsírtartalma általában kisebb az elvárnál (Leenstra, 1989).

A brojlercsirke zsírbeépítésének mértékét genetikai és környezeti, ez utóbbin belül döntően a takarmányozással kapcsolatos tényezők befolyásolják (*Lin és mtsai.*, 1980). A környezeti tényezőkön belül a tartástechnológia (a ketrecben nevelt brojlerok zsírosabbak, mint mélyalmon tartott társaik) (*Deaton és mtsai.*, 1974) a hőmérséklet (a magasabb hőmérsékleten tartott állatok jobban zsírosodnak) (*Kubena és mtsai.*, 1974), a világítás (folyamatos világításban tartott állatoknál nagyobb a zsírbeépülés mintha a megvilágított és sötét szakaszok váltogatnák egymást) (*Van Es*, 1981) vannak jelentős hatással az elzsírosodás mértékére. A takarmányozás és a genetikai tényezők szerepe ugyanakkor nagyobb, mint a fent említetteké. Genetikai úton általában a test zsírtartalmát lehet csökkenteni, míg takarmányozással mind a beépülő zsír mennyiségét, mind pedig annak minőségét befolyásolhatjuk.

A zsírbeépülésen belül elsősorban a hasúri zsírhányad nagyságát lehet takarmányozással befolyásolni, az ezen felül beépülő zsírok mennyiségét kevésbé (*Griffiths és mtsai.*, 1979). A hasúri zsír nagyságát leginkább meghatározó tényezők a táp energia-, fehérje- és a rosttartalma.

Ha magas a takarmány energia-tartalma, az kedvező hatású a testtömeg-gyarapodásra és a takarmány-értékesülésre, a vágott áru minőségét viszont nem feltétlenül befolyásolja előnyösen. A nagyobb energia-tartalom ugyanis nagyobb zsírbeépüléssel jár együtt (*Deaton és Lott*, 1985; *Dublecz*, 1999). Fontos megjegyezni azonban, hogy az energia forrása is jelentősen befolyásolhatja az elzsírosodás mértékét. Számos kutatási eredmény azt bizonyítja ugyanis, hogy a zsírkiegészítés jelentősen csökkenti a máj zsírszintézisét a szénhidrátokhoz képest (*Leveille és mtsai.*, 1975; *Donaldson*, 1985; *Tanaka és mtsai.*, 1983).

Fraps, (1946) már több mint ötven évvel ezelőtt megállapította, hogy ha szűkítjük az energia fehérje arányt, akkor ez kevésbé zsíros csirkék előállítását teszi lehetővé. Ezt a feltevést azóta számos szerző igazolta (*Freemann*, 1983; *Donaldson*, 1985; *Aletor és mtsai.*, 2000).

Cabel és Waldroup (1991) részletesen vizsgálta, hogy a különböző nevelési fázisokban etetett tápok energia- és fehérjeszint változása milyen hatással van a csirkék elzsírosodására. Eredményeik szerint magasabb fehérje/energia arányok esetén csökkent az elzsírosodás mértéke, mely szintén alátámasztja a fentebb leírtakat. Kakasoknál a hatást nagyobbak találták, mint a jércékénél.

Yeh és Leveille (1971) eredményei alapján az elzsírosodás csökken, ha emeljük a tápok fehérje-tartalmát. Kísérletükben a táp fehérjeszintjét 15%-ról 35%-ra emelve a zsírszintézis mértéke mintegy

90%-kal csökkent. A szerzők szerint ennek oka az, hogy a magas fehérje-tartalom hatására jelentősen csökken a májban a laktát/pyruvát arány és ez a zsírszintézis egyik fontos faktorának, a NADPH mennyiségének csökkenését eredményezi. Ezt támasztják alá *Fancher és mtsai.* (1989) eredményei is, melyek szerint az alacsony fehérjebevitel megnövelte az abdominális zsírdepó nagyságát. Tekintettel arra viszont, hogy a magas fehérje-tartalom több szerző kutatásai szerint is jelentősen megnöveli a hasvízkór kialakulásának veszélyét (*Summers, 1994; Julian, 2000*), valamint figyelembe véve, hogy a fehérje az egyik legdrágább táplálékanyag, a vágott áru zsírtartalmának csökkentésére ez a módszer nem javasolt (*Hermier, 1997; Schmidt, 1999*).

Bár sok kutatási eredmény jelent meg a takarmányozás és a testösszetétel alakulásának kapcsolatáról, továbbra sem lehetséges a várható testösszetétel becslése a takarmány összetételének ismeretében. Ennek oka, hogy a testszövetek szintézisének mértékét számos tényező és ezek kölcsönhatása befolyásolja. Ilyen zsírbeépülésre ható tényezők például - az energia és fehérje-tartalmon túl - a takarmány aminosav-, rost- zsír- és só-tartalma (*Lipstein és mtsai., 1975; Marks és Washburn, 1983; Ten Have és Scheele, 1981*).

Több kísérleti eredmény is azt igazolja, hogy az etetett tápok zsírsavösszetétele is hatással van a csirkék elzsírosodására. A sok telítetlen zsírsavat tartalmazó zsírt (pl. növényi olajat) tartalmazó takarmányok szignifikánsan csökkentik a hasúri zsír mennyiségét, valamint a comb és mellszövetek zsírtartalmát. A baromfi fajoknál ugyanis a máj központi szerepet játszik a zsírmetabolizmus szabályozásában. A telítetlen zsírsavak akadályozzák a májban az acetát egységek zsírsavakba történő beépülését és csökkentik a lipogenezisben résztvevő enzimek mennyiségét is (*Schmidt, 1999*), így ennek hatására a szövetek zsírtartalma csökken. Ehhez hasonlóan *Crespo és Esteve-Garcia* (2001) azt tapasztalták, hogy a többszörösen telítetlen zsírsavak etetésekor kisebb volt a hasúri zsír mennyisége, mint egyszerűen telítetlen, vagy telített zsírsavak esetén.

Egyes kutatók szerint ugyanakkor, főként n-3-as zsírsavforrások (elsősorban halolaj) etetésének hatására csökkent a máj VLDL és triglicerid szekréciója (*Daggy és mtsai., 1987*) és ezért a májban jelentős mennyiségű zsír halmozódott fel (*Hargis és Van Elswyk, 1993*).

A hasúri (abdominális), izmok közötti (intramuszkuláris), valamint bőralatti (subcutan) zsírbeépülés mértéke jelentősen függ az állat korától is. Az indító szakaszban a táp energia-tartalma befolyásolja a

zsírszövetben a zsírsejtek számát és ezzel a későbbi elzsírosodás mértékét. Az abdominális zsírbeépülés nagysága négyhetes brojlerok esetén lényegesen nagyobb mértékben befolyásolható a takarmány energia-tartalma által, mint hathetes korban. Ennek valószínű oka az lehet, hogy idősebb korban a zsírbeépülésen belül egyre nagyobb részarányt képvisel az abdominális hányad (*Griffiths és mtsai.*, 1979).

2.2. Az aminosavak jelentősége

Gazdasági állataink fehérjeellátásával összefüggésben a legrégebbi és egyben legfontosabb felismerés, hogy a különböző takarmányok fehérje-tartalmának minősége (táplálóértéke, biológiai értéke) egymástól nagymértékben eltérhet. A fehérjék minőségének megítélése akkor érte el a gyakorlati takarmányozás igényét is kielégítő szintet, amikor fény derült az aminosav-forgalom legfontosabb folyamataira. Mai felfogásunk szerint ugyanis valamely takarmányfehérje biológiai értéke elsősorban a fehérjemolekulát felépítő aminosavaktól függ.

Az ipari úton előállításra kerülő aminosavakkal kapcsolatban meg kell megemlíteni, hogy az állatok általában csak az aminosavak L-optikai formáját tudják hasznosítani. Ez alól csak a metionin képez kivételt amelynek D formája is hasznosul. Vannak arra utaló kísérleti eredmények, hogy a baromfifajok kismértékben a D-arginint és a D-fenilalanint is hasznosítani tudják. A D-lizinnek viszont csirkék esetében nincs takarmányozási értéke (*Bell és Freeman*, 1971). Ezt megerősíti *D'Mello* (1994) közlése, mely szerint a D-lizinnek csirkékben nincs relatív biológiai hasznosulása. Ezért az 50%-os veszteség elkerülése érdekében a vegyi szintézis helyett célszerűbb fermentációs eljárással előállítani a lizint, amelynek HCL-sóját hozzák forgalomba.

A hazai baromfitápok összeállítása napjainkban csaknem kizárólag a takarmány nyersfehérje és esszenciális aminosav-tartalmának - többnyire a lizin és a kéntartalmú aminosavak - alapján történik. Az utóbbi évtizedek kutatásai azt bizonyítják, hogy ez a gyakorlat nem elég pontos, mert nem veszi figyelembe az aminosavak eltérő emészthetőségét, hasznosulását. Köztudott, hogy a takarmányfehérjékben lévő esszenciális aminosavak eltérő mértékben szívódnak fel és kapcsolódnak be a fehérjeszintézisbe. Ismert tény, hogy nem csak a különböző aminosavak emészthetősége eltérő, de a takarmánytól függően ugyanannak az aminosavnak a felszívódása is más (*Dublecz*, 2000).

Az aminosavak hiánya és feleslege a tápokban egyaránt felboríthatja a szervezet aminosav-egyensúlyát. Az aminosav-egyensúly zavarának három fokozatát különböztetjük meg:

- **Az aminosav-egyensúlyzavar** (ímbalansz) azt jelenti, hogy az etetett takarmányadagban a szükségletehez viszonyítva jelentősen kisebb vagy nagyobb arányban szerepelnek egyes esszenciális aminosavak.
- Aminosav-**antagonizmusról** akkor beszélünk, amikor egy meghatározott aminosav jelentős többlete kompetíció folytán más, vele kémiai rokon aminosav hiányát idézi elő akkor is, ha ez utóbbi a szükségletnek megfelelő arányban van jelen. Ilyen antagonistának ismert aminosavpárok pl. a leucin-izoleucin, az izoleucin-valin, a fenilalanin-valin, és a treonin-fenilalanin pár. Több szerző megállapítása szerint a lizin túladagolása relatív argininhiányt vált ki (O'Dell és Savage, 1966; Nesheim és mtsai, 1967).
- Van olyan megfigyelés is, hogy egyes aminosavak (pl. metionin) túlzottan nagy mennyisége, függetlenül más aminosavaktól, egymagában is mérgezést okozhat (Edmonds és Baker, 1987). A gyakorlatban toxikus hatás csak a tévesen adagolt kristályos aminosav-kiegészítés nyomán alakulhat ki.

Érthető tehát a takarmánygyártó cégek törekvése, hogy az aminosavak emészthetőségének figyelembevételével minél pontosabban közelítsenek az állatok szükségleteihez. A közeljövő célja lehet, hogy legalább az elsődlegesen limitáló aminosavak esetében számottevő hiány, vagy túladagolás ne alakuljon ki (Dublecz, 2000).

2.2.1. Az aminosavak hatása a zsírbeépülésre és a csirkék teljesítményére

Az egyes aminosavak mennyisége jelentősen befolyásolhatja az elzsírosodás mértékét. Takahashi és mtsai. (1994) eredményei alapján a szükséglet felett etetett metionin, lizin, glicin és triptofán egyaránt csökkentik az elzsírosodást. Alacsony lizinszint esetén, viszont a takarmányzsírokból szignifikánsan nagyobb mértékben képződik zsírdepó (Ten Have és Scheele, 1981).

Rosebrough és mtsai. (1982) *in vitro* kísérletükben a kén tartalmú aminosavak mennyiségének növekedése hatására a zsírszintézis csökkenését tapasztalták pulykáknál.

A tápok aminosav kiegészítése és a brojlercsirkék testösszetételének alakulásáról Fisher (1994) közölt egy összefoglaló

elemzést, melyben arról számol be, hogy magasabb kéntartalmú aminosav szint alkalmazásakor csökkent az abdominális zsírdepó mennyisége.

Fancher és mtsai. (1989) eredményei szerint, ha alacsony a tápok fehérje-tartalma (15,9-16.7%) akkor jelentősen romlik a csirkék teljesítménye a különböző kombinációban etetett aminosav (metionin, lizin, arginin, treonin, izoleucin, triptofán) kiegészítés ellenére is. Ehhez hasonlóan *Takahashi és mtsai.* (1994) kísérletei arra hívták fel a figyelmet, hogy az aminosavak zsírbeépülésre gyakorolt hatását is nagymértékben befolyásolja a táp fehérje-tartalma. Alacsonyabb fehérjeszinten lényegesen kisebb az aminosav kiegészítés hatása. *Lippens*, 2001 rámutatott arra, hogy ha növeljük a fehérje/aminosav arányt az ugyan csökkenti az elzsírosodást, de jelentősen megnöveli a környezet nitrogén terhelését.

Holsheimer és Jansen (1991) 3-7 hetes brojlercsirkékkel végzett kísérleteinek eredményei szerint azonos energia-tartalmú, valamint lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésekor a fehérje-tartalmat 200 g/kg-ról 190g/kg-ra, vagy 180 g/kg-ra csökkentve, tirozin triptofán és arginin kiegészítés hatására nem csökken jelentősen a csirkék teljesítménye. Ez azt bizonyítja, hogy a tápok fehérje-tartalmának csökkenése okozta teljesítményromlás bizonyos mértékig kompenzálható aminosav kiegészítéssel.

Az egyes aminosavak zsíryanycserére gyakorolt hatása feltehetően a madár endokrin rendszerének befolyásolásával történik. Bizonyított ugyanis, hogy az esszenciális aminosavak hiánya és túlsúlya egyaránt befolyásolják a vérplazma pajzsmirigy és növekedési hormonjainak szintjét (*Carew és mtsai.*, 1997).

Aletor és mtsai. (2000) eredményei szerint jelentősen befolyásolja az egyes aminosavak elzsírosodást befolyásoló hatását, hogy kristályos formában, vagy fehérjéken belül vannak-e jelen. Ezt azzal magyarázza, hogy a peptidkötésben lévő és szintetikus előállított szabad aminosavak felszívódása különböző.

Az egyes aminosavak hatásán túl a zsírdepozíciót azok egymáshoz viszonyított aránya is nagymértékben befolyásolja. *Mendes és mtsai.* (1997) kísérletében a növekvő arginin-lizin arány javította a takarmányértékesítést, illetve az értékes vágott áru mennyiségét, és csökkentette a hasüregi zsír mennyiségét különböző hőmérsékleten tartott hímivarú brojlerek esetében. *Kidd és mtsai.* (1997) a takarmány lizin- és treonintartalma közötti kölcsönhatást vizsgálták brojlerek esetében. Első kísérletükben nem volt megfigyelhető kölcsönhatás a lizin és a különböző

treoninszintek között. A második kísérletben viszont a megnövelt lizinszint következtében a takarmányértékesítés javulását tapasztalták.

Mack és mtsai. (1999) 20-40 napos brojlerekkel végzett kísérleteik célja az volt, hogy megállapítsák az egyes esszenciális aminosavak a csirkék elzsírosodása szempontjából legkedvezőbb arányát. Eredményeik szerint a legjobb összetételű táp az volt, melyben a lizinhez viszonyítva 75% volt a kéntartalmú, 63% a tirozin, 19% triptofán és 112% az arginin aránya.

Skinner és mtsai. (1991) kísérletet végeztek arra vonatkozóan, hogy a nevelési szakasz (42 napos korig), majd az ezt követő befejező szakasz (42-49 napos kor között) aminosav-ellátottsága milyen hatást gyakorol az elzsírosodásra, valamint a testösszetételére. A 42 napos korig etetett aminosavszintek szignifikáns hatással voltak a hasúri zsírtartalomra, kakasok és jércék esetében egyaránt. A testösszetétel egyéb paramétereire nem figyeltek meg szignifikáns hatást. Kakasok esetében a különböző aminosavszintek a 42-49 napos kor között is szignifikáns hatást gyakoroltak a hasüregi zsír mennyiségére. Ugyancsak kakasoknál a fent említett időszakban az eltérő aminosavszintek jelentős hatással voltak a mellhús kihozatalra is.

Számos kutatás foglalkozik a lizin-kiegészítés a csirkék zsírbeépítésére gyakorolt hatásával is.

Moran és Bilgili (1990) a takarmány lizintartalmának hatását vizsgálták 28-42 napos brojlereknél. A vágott test jellemzőit és összetételét, valamint az élősúlyt együtt vizsgálták. Kimutatták, ha a takarmány lizintartalmát 0.85%-ról 1.05%-ra emelték, akkor javult a takarmányértékesítés és a mellhús tömege, a hasüregi zsír százaléka pedig csökkent. Hasonlóan *Gous és Morris* (1985) eredményei szerint brojler kakasok indítótápjában a lizinszintet 0.6%-ról 1.6%-ra növelve csökkent a hasüregi zsír mennyisége. Számos kutató ehhez hasonlóan, a lizinszint növekedésének hatására az elzsírosodás csökkenését tapasztalta (*Renden és mtsai.*, 1994.; *Mendes és mtsai.*, 1997). Ezzel ellentétben *Velu és mtsai.* (1972) eredményei szerint nő az elzsírosodás, ha növeljük a táp lizintartalmát, melyet alátámaszt *Rosebrough és mtsai.* (1982) *in vitro* kísérletének eredménye is, melyben a lizin-tartalom növekedése szintén magasabb zsírszintézissel párosult.

Thomas és mtsai. (1977) eredményeik alapján úgy vélik, hogy a maximális testtömeggyarapodás lizinszükséglete 0.95%, a legkedvezőbb takarmányértékesítés lizinszükséglete pedig 1.05% 3-6 hetes brojler kakasoknál. *Holsheimer és Ruesnik* (1993) a legalacsonyabb zsírbeépülést

0.97%-os lizin-tartalomnál mérték. Ezt támasztja alá *Uzu és mtsai.* (1989) kísérlete is, melyben hasüregi zsír csökkenése alapján az optimális lizinszükségletet 0.9%-ra becsülték 22-49 napos brojlerекnél. *Han és Baker* (1994) kísérletének célja az emészthető lizin szükségletének meghatározása volt hím- és nőivarú brojlerек esetében, 22-43 napos korban. A takarmány emészthető lizintartalma 0,51 és 1,11% között volt a kísérlet folyamán. Eredményeik szerint a maximális tömeggyarapodást hímivarnál 0,85%, nőivarnál pedig 0,78% emészthető lizin-tartalomnál figyelték meg. Az optimális takarmányértékesítés lizinszükséglete nagyobb, hímivarban 0,89%, nőivarban pedig 0,85% volt.

Fisher (1984) rámutatott arra, hogy a gyakorlati takarmányozásban az egyes aminosavak mennyiségén túl, nagy jelentősége lehet – hasonlóan a fehérje/energia arányokhoz – az esszenciális aminosavak (EAA) és az energia arányának is. Megállapították továbbá, hogy a tág energia/fehérje arány mellett a szükséglet alatt adott lizin fokozza az elzsírosodást (*Leeson és mtsai.*, 1980). *Szűts* (1996) különböző lizin- és fehérje-tartalmú tápok brojlercsirkék teljesítményére gyakorolt hatását vizsgálta. Eredményei felhívják a figyelmet arra, hogy a lizin, bár csirkék számára nem elsődlegesen limitáló aminosav, a testtömeg-gyarapodás szempontjából rendkívül lényeges.

Skinner és mtsai. (1991) szerint az aminosavak hatását az ivar is befolyásolja. Két kísérletet végeztek 42-49 napos brojlerекkel. Azt tapasztalták, hogy 42-49 napos korban a takarmány aminosav-tartalmának kis hatása van a testtömeggyarapodásra, az értékes vágott áru mennyiségére és a hasüregi zsír mennyiségére nőivarú brojlerекnél. Hímivarban, amikor az etetett táp aminosav-tartalma az ajánlott szintnél kevesebb volt, a testtömeggyarapodás csökkent és a hasüregi zsír mennyisége fokozódott. A takarmányfogyasztás nőtt, a takarmányértékesítés romlott, ha a táp aminosav-tartalma csökkent.

Leclercq és mtsai. (1991) eredményei arra hívják fel a figyelmet, hogy a soványhúsú vonalak fehérje és aminosav igénye magasabb, mint a nagyobb zsírtartalmú vonalakhoz tartozó csirkéké. A csirkék különösen a tollasodás időszakában érzékenyek a kén-tartalmú aminosavakra. Megállapították azt is, hogy a „hústípusú” vonalak egyben jobb fehérjeértékesítő tulajdonsággal is rendelkeznek, kedvezőbb továbbá a zsíremésztésük.

Acar és mtsai. (1991) a kísérletükben szereplő különböző kakas hibridek felét 6 hetes korban levágták, a megmaradó csirkéket pedig a

továbbiakban növekvő lizinszintű tápokkal hizlalták 8 hetes korukig. Teljesítmény tekintetében a Peterson x Arbor Acres szignifikánsan jobb volt mint a Ross x Ross hibrid, s egyik sem reagált az eltérő lizinszintekre. A 6-8 héten a Ross x Ross hibridnél szignifikánsan alacsonyabb hasúri zsír beépülést tapasztaltak, és magasabb volt a vágott test valamint a mellhús aránya, mint a Peterson x Arbor Acres hibrid esetében. A lizin önmagában nem javította a testösszetételt, azonban a hibridkeresztezések és a lizin között kölcsönhatás volt megfigyelhető a hasúri zsírtartalom, és a mellhús kihozatal tekintetében.

Számos kutatási eredmény foglalkozik a mellkihozatal, mint csirke esetében legértékesebb húsrész aminosav szükségletével. *Huyghebaert és mtsai.* (1994) eredményei szerint a mellkihozatal szempontjából legalább olyan fontos szerepe van a metioninnak, mint a fehérjetartalomnak. *Han és Baker* (1994) szerint a lizin koncentrációját megnövelve a tápokban növekszik a mellhús kihozatal. *Lippens* (2001) szerint néhány aminosav esetében a mellkihozatal szükséglete magasabb a maximális testtömeggyarapodásénál.

Az optimális aminosav ellátás érdekében nélkülözhetetlenek a mesterségesen előállított aminosav források. A hazai baromfi takarmányozás gyakorlatában a baromfi számára elsődlegesen limitáló kéntartalmú aminosavak és a lizin arányának lehet gyakorlati jelentősége, mivel elsődlegesen ezek azok az aminosavak, amelyek hazánkban kristályos takarmánykiegészítők formájában az állattenyésztők rendelkezésére állnak (*Schmidt*, 1999). Így dolgozatomban e két aminosav csirkék teljesítményére, valamint az elzsírosodás mértékére gyakorolt hatásával foglalkoztam.

2.3. Zsírok és zsírsavak felépítése, szerepe

A szervezet számára a zsírok a legfontosabb energia-tartalékokat jelentik. Ismeretes ugyanis, hogy 1g zsír oxidációja 39 KJ energiát szolgáltat, míg ugyanennyi szénhidráté 17 KJ-t. A magasabbrendű szervezetek kétféle módon képesek raktározni a zsírokat, a májban és zsírszövetekben. A máj és a zsírszövetekben lévő zsír mennyisége között általában fordított összefüggés van.

A zsírok az energiaraktározáson kívül más fontos funkciót is ellátnak a szervezetben. A bőralatti kötőszövetekben található zsírok az energiaraktározáson kívül hőszigetelő feladatot is betöltenek. Az egyes

szerveket, különösen szívet, vesét körülvevő zsír mechanikai védelmet tölt be. A vitaminok egy csoportja (A, D, E, K) csak zsírban oldódva tud felszívódni és raktározódni a szervezetben. Ezen kívül a zsírszerű anyagok részt vesznek a sejthártyák felépítésében is. Származásukat tekintve lehetnek növényi, vagy állati eredetűek.

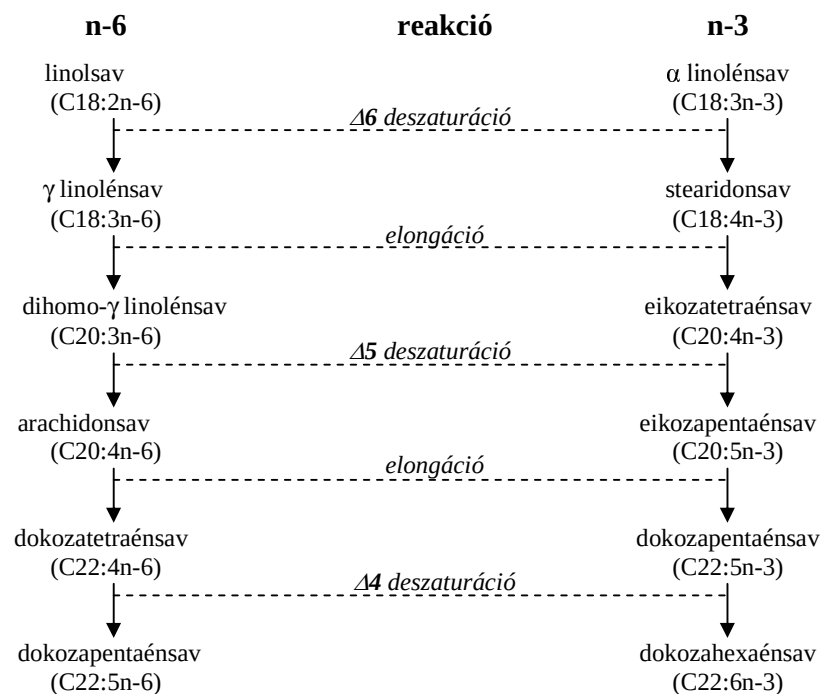
A zsírokat felépítő zsírsavak többségükben páros szénatom-számúak. Szerkezetüket tekintve lehetnek kettős kötések nem tartalmazó, azaz telített zsírsavak, melyek legfőbb képviselői a mirisztinsav (C14:0), a palmitinsav (16:0) és a sztearinsav (C18:0), egy kettős kötést tartalmazó, azaz egyszeresen telítetlen zsírsavak, mint pl. az olajsav (C18:1), melyeket az állati szervezet képes maga is előállítani (Schmitz és mtsai., 1977). Legfőbb feladatuk a szervezetben az energiaraktározás (Husvéth, 1980; Stryer, 1981).

A több kettős kötést is tartalmazó, úgynevezett többszörösen telítetlen zsírsavaknak (PUFA) négy csoportját különböztetjük meg, attól függően, hogy a láncvégi (metil-terminális) szénatomtól számítva hol található az első kettős kötés (Klenk és Mohrhauer, 1960; Marcel és mtsai., 1968). Az első két, a palmitoolajsav (n-7) és olajsav (n-9) csoport nem számítanak esszenciálisnak, mivel ezeket az állati szervezet képes előállítani. Ezzel ellentétben a másik két, a linolsav (n-6) és linolénsav (n-3) csoportokat nem képes az állati szervezet sajátmaga előállítani, így ezeket a táplálékkal kell biztosítani.

Az n-6-os sorozat első eleme a linolsav (C18:2n-6), az n-3-asé az α -linolénsav (C18:3n-3), melyeket az egyes sorozatokba tartozó esszenciális zsírsavak prekursorainak tekinthetünk, mivel ha ezek rendelkezésre állnak az állati szervezet már képes előállítani az egyes sorozatok 20, vagy több szénatomot tartalmazó tagjait deszaturációs és elongációs reakciók eredményeképpen. E folyamathoz az állati szervezet mindkét esetben ugyanazt az enzimrendszert ($\Delta 6$, $\Delta 5$, $\Delta 4$ deszaturázok) használja (Sprecher, 1981; Pawlovsky és mtsai., 1994), a folyamat főképpen az endoplazmatikus retikulum membránjaiban játszódik le, aktív acyl-CoA észterek segítségével (Brenner, 1989).

A linolsav metabolizmusának egyes lépéseit Marcel és mtsai. (1968) írták le. A folyamat során a linolsavból arachidonsav (C20:4n-6)

és dokozapentaénsav (C22:5n-6) képződik. Az α -linolénsav metabolizmusának során a szervezet eikozapentaénsavat (C20:5n-3 EPA), dokozapentaénsavat (C22:5n-3 DPA) és dokozahexaénsavat (C22:6n-3 DHA) képes előállítani (Klenk és Mohrhauer 1960):



Mivel a természetben a linol- és linolénsav található meg legnagyobb mennyiségben, az emberi és állati szervezet esszenciális zsírsav szükségletét általában e két zsírsav formájában fejezzük ki (Hassam és Crawford, 1978).

Felnőtt ember számára napi 7-10g linolsav (Hodgson és mtsai., 1993) és 0,9-1,0g linolénsav, valamint 0,3-0,4g hosszúszenlancú n-3-as zsírsavbevitel javasolható (Singer, 1994).

2.3.1. A többszörösen telítetlen zsírsavak jelentősége

A hosszúszenlancú többszörösen telítetlen zsírsavaknak számos fontos funkciójuk van az állati szervezetben. Részt vesznek a sejtmembránok felépítésében (pl. arachidonsav (C20:4n-6), dokozaheptaénsav (C22:6n-3)), a 20 vagy több szénatomból álló zsírsavak részt vesznek prosztaglandinok, tomboxánok képződésében, valamint fontos szerepük van a gyulladásos válaszreakciók kiváltásában (Hassam és Crawford, 1978; Pawlovsky és mtsai., 1994).

Főként az arachidonsav (C20:4n-6) és a dokozaheptaénsav (C22:6n-3) segítségével képes a sejtekben és a plazmában a koleszterin koleszterin-észterekké átalakulni.

Először az n-3-as széria hosszúszenlancú (20 feletti szénatom számú) tagjai (EPA, DPA, DHA), melyek leginkább a halolajokban fordulnak elő (Husvéth és Manilla, 1999), olyan biokémiai folyamatokat indukálhatnak, amelyek csökkenthetik a cardiovascularis, gyulladásos és proliferációs betegségek kialakulásának veszélyét (Weber és mtsai., 1993). Felmérések bizonyították, hogy azokban az országokban, ahol a halfogyasztás nagyobb mértékű (Japán, Skandinávia), lényegesen kisebb a szív és érrendszeri megbetegedések száma, mint Nyugat- vagy Közép-Európában, melyet a táplálkozási szokásokat tükröző membránfoszfolipid összetétellel hozták összefüggésbe. Az 2. táblázatból jól látható, hogy minél kisebb az n-3-as zsírsavak aránya a membránfoszfolipidekben, annál nagyobb a cardiovascularis mortalitás százalékos aránya.

2. táblázat: *Trombocita foszfolipid zsírsavösszetétele különböző populációkban* (Halmy, 1998)

	Európa, USA	Japán	Eszkimók
arachidonsav (%)	26	21	8,3
eikozapentaénsav (%)	0,5	1,6	8,0
n-6/n-3	50	12	1
cardiovascularis mortalitás (%)	45	12	7

A halolajon kívül az egyéb n-3-as zsírsavat tartalmazó olajok leginkább linolénsavat tartalmaznak, melyből a szervezet képes ugyan szintetizálni EPA-t, DPA-t, vagy DHA-t, azonban csak korlátozott mennyiségben (Nettleron, 1991).

Egyes kutatások szerint a szív és érrendszeri betegségek leküzdésében a hosszú szénláncú n-3-as zsírsavak mellett jelentős szerepe lehet a linolsavnak is (Hodgson és mtsai., 1993).

Az n-3-as zsírsavak részt vesznek az agy lipoprotein-membránjainak felépítésében, valamint a trombusképződés megakadályozásában, melynek hatására csökken a kóros véralvadás veszélye. A DHA a fotoreceptor membránok és az idegszövet legfontosabb zsírsavkomponense, ezért hiánya tanulási és látási problémákat eredményezhet (Neuringer és mtsai., 1988). Így főleg terhes nők és szoptató anyák részére biztosítani kell a megfelelő linolénsav (vagy DHA) forrásokat a magzat és a gyermek ideg- és látóközpontjának fejlődéséhez (Kinsella, 1991).

Egyes újabb kutatások eredményei szerint elsősorban az EPA-nak és a DHA-nak nagy jelentősége lehet a rendellenes sejtburjánzás csökkentésében, így a mellrák leküzdésében is (Dominique és mtsai., 2002).

2.3.2. Az n-6-os és n-3-as zsírsavak egymáshoz viszonyított arányának jelentősége

Az egyes zsírsavak mennyiségén túl, nagy a jelentősége a szervezetbe jutó n-6-os és n-3-as zsírsavak arányának is az egészséges táplálkozás szempontjából (Lands, 1989). A táplálékforrások nagy része az esszenciális zsírsavak közül főként linolsavat és linolénsavat tartalmaznak, a többi esszenciális zsírsavból nem, vagy lényegesen kisebb mennyiség található bennük, így azok főleg a szervezeten belül szintetizálódnak. Mivel mindkét zsírsavcsoport tagjai ugyanazt az enzimrendszert használják, a zsírsavak metabolizmusa során a két csoport között kompetíció áll fent (Sprecher, 1989). Ha nő a táplálékkal bevitt linolsav mennyisége, az negatív hatással van a hosszúszenláncú n-3-as zsírsavak (EPA, DHA) szintézisére. A magas linolénsav felvétel pedig a linolsav csoport tagjainak szintézisét csökkenti. Bézard és mtsai. (1994) szerint, ha növekszik a táp EPA, DHA tartalma, akkor csökken a

szövetekben az arachidonsav bioszintézise, mivel a hosszúszenláncú n-3-as PUFA-k jelentősen csökkentik a linolsav, nem befolyásolják viszont a linolénsav $\Delta 6$ deszaturációját.

Más kísérletek eredményei arra hívják fel a figyelmet, hogy a magas n-6 zsírsav bevitel csökkenti a HDL lipoproteinek koncentrációját (Mattson és mtsai., 1985), valamint immunszuppresszív hatású (Sander, 1988).

Számos kutatás foglalkozik, ezért a szervezet számára táplálkozás élettani szempontból optimális n-6/n-3 zsírsavarány meghatározásával. Neuringer és mtsai. (1988) eredményei szerint az optimális n-6/n-3 arány 4:1 és 6:1 között javasolható. Ehhez hasonlóan Yehuda és Carasso 1993-as patkánykísérlete alapján a 4:1-es arányt tartja optimálisnak.

2.3.3. A csirkehús zsírsavösszetételének befolyásolása takarmányozással

A kívánatos zsírmennyiség kialakítása mellett a vágott áru minőségét döntően befolyásolja a beépülő zsírok minősége. Európában így hazánkban is a szív és érrendszeri megbetegedések száma rohamosan emelkedik. Az utóbbi időben egyre nagyobb erőfeszítések folynak a humán táplálkozás szempontjából kedvező zsírsavösszetételű húskészítmények előállítására.

Magyarországon és a környező országokban a halfogyasztás népszerűsége aránylag kicsi, a sertéshúsból készült kolbász, illetve szalámi-féleségek minőségét pedig kedvezőtlenül befolyásolnák a telítetlen zsírsavak arányának növekedése (Bódis és mtsai., 1999).

A csirkehús eredendően sovány hús, (a mellszövet zsírtartalma átlagosan 0,9%, a combszöveté 2,2%) zsírsavösszetételét tekintve pedig, más húshoz (pl. sertéshús) képest magas a többszörösen telítetlen n-3-as zsírsavak aránya, melyet a 3. táblázat adatai is alátámasztanak. A bevezetésből látható, hogy fogyasztása világszerte emelkedőben van. Így a csirkehús a PUFA zsírsavak kiváló alternatív forrása lehet az emberi táplálkozásban (Chanmugam és mtsai., 1992). Az utóbbi időben egyre több kutatási eredmény lát napvilágot a csirkehús zsírsavösszetételének takarmányozás útján történő befolyásával kapcsolatban.

3. táblázat: *A mell és combszövetek, valamint a bőr alatti zsír PUFA zsírsav-tartalma hagyományos brojlertáp etetésekor (Leskanich és Noble, 1997) és a sertés intramuszkuláris zsírjának PUFA zsírsavösszetétele (Gurr 1992) az összlipidtartalom arányában*

zsírsavak	mellszövet (%)	combszövet (%)	bőralatti zsír (%)	sertéshús (%)
linolsav	17.8	18.3	18.2	26,0
linolénsav	0.5	0.7	1.0	-
arachidonsav	5.0	3.7	0.6	8,0
eikozapentaénsav	0.7	0.6	0.4	-
dokozapentaénsav	0.9	0.5	0.1	-
dokozahexaénsav	1.8	1.0	0.1	-
összes PUFA	32.0	28.5	21.4	34,0
összes n-6	27.4	25.1	19.7	34,0
összes n-3	4.5	3.4	1.8	-
n-6/n-3 arány	6.09	7.38	10.94	-

Bebizonyosodott, hogy a csirkehús zsírsavösszetétele genetikai tényezőkön túl takarmányozás útján jól befolyásolható (Hargis és Van Elswyk, 1993).

Számos kísérletet végeztek a halolajban és hallisztben található hosszúszerűláncú zsírsavak brojlercsirkék zsírsavösszetételére gyakorolt hatásáról (Phetteplace és Watkins, 1990). E kutatások célja legfőképpen az volt, hogy növeljék a csirke különböző szöveteiben az ember egészsége szempontjából legkedvezőbb n-3-as hosszú szénláncú zsírsavak arányát. A kísérletek eredményei azt bizonyították, hogy mind az izom, mind az adipoza szövetekben növelhető az eikozapentaénsav (EPA), dokozapentaénsav (DPA) és a dokozahexaénsav (DHA) mennyisége a halolaj és halliszt arányának, valamint az etetés hosszának függvényében (Ratnayake és mtsai., 1989). Ezt támasztják alá López-Ferrer és mtsai. (2001a) halolaj kiegészítéses kísérletének eredményei is, mely szerint az n-3-as zsírsavakban gazdag táp etetésekor megnő az izom és adipoza szövetekben az n-3-as zsírsavak depozíciója. Halolaj etetésével elsősorban az EPA, a DHA és a DPA mennyisége növelhető a szövetekben. Az n-3-as zsírsavak arányának növekedése egyben az n-3-as és n-6-os zsírsavak egészséges táplálkozás szempontjából kedvezőbb

arányát is eredményezte. Az említett n-3-as PUFA zsírsavak beépülésének aránya a mellizomban nagyobb volt, mint a comb esetén (Leskanich és Noble, 1997).

Hulan és mtsai. (1989) szintén arról számoltak be, hogy a különböző izmok zsírsavösszetétele eltérő. Fontos eredmény, hogy a mell és comb izom esetében egyaránt, a DHA mennyisége meghaladja az EPA és DPA mennyiségét. A halliszt és halolaj etetését azonban erősen korlátozza, hogy bizonyos mennyiség etetése felett kedvezőtlenül befolyásolja a vágott áru ízét (Hargis és Van Elswyk, 1993). Ez jelentősen csökkenti a termék versenyképességét és eladhatóságát egyaránt.

A halolaj okozta kellemetlen íz és szag miatt megnőtt az érdeklődés a növényi n-3-as zsírsavforrások iránt. Egyre több kísérleti eredmény lát napvilágot arra vonatkozóan, hogy az egyes növényi olajok milyen hatással vannak a csirkehús zsírsavösszetételére és minőségére.

Phetteplace és Watkins (1989) 5% lenolajat és 5% halolajat etettek brojlersirkékkel. Azt tapasztalták, hogy mindkét olaj esetében jelentősen megnőtt a szövetek összes n-3 zsírsav-tartalma. A lenolaj esetében a comb és mellszövetek EPA és DHA tartalma szignifikánsan kisebb volt, mint a halolaj esetében. A lenolaj elsősorban a szövetek linolénsav-tartalmának emelkedését eredményezte. A szerzők a lenolaj etetésekor nem tapasztalták a hús organoleptikus tulajdonságainak romlását.

Gonzalez és Leeson (2000) kísérletében lenolaj (100g/kg) és halolaj (7,5 és 15g/kg) különböző kombinációját etették brojlersirkékkel. Eredményeik szerint a combszövetben elsősorban a linolénsav, míg mellszövetben a hosszúszenlácú n-3-as zsírsavak deponálódtak. A combszövet érzékenyebbnek bizonyult a halolaj okozta ízromlásra a mellszövetnél.

López-Ferrer és mtsai. (2001b) 2% és 4% lenolaj tartalmú tápok zsírsavösszetételre gyakorolt hatását vizsgálták Cobb típusú brojlereknél. Hasonlóan Ajuyah és mtsai. (1991) eredményeihez, akik nagy mennyiségben etettek full-fat lenmagot, kukorica és szója alapú tápokban. Azt tapasztalták, hogy a szövetek n-3-as zsírsav-tartalmának emelkedése negatívan befolyásolta a linolsav arachidonsavvá történő átalakulását a májban.

Olomu és Baracos (1991) lenolaj- és állatizsír-tartalmú tápok hatását vizsgálta a szövetek zsírsavösszetételére. Eredményeik szerint – hasonlóan az előzőekhez – a lenolaj kiegészítés hatására 1%-ról 8,6%-ra emelkedett az izomszövetekben a linolénsav mennyisége. A szövetek

EPA és DHA tartalma viszont nem volt arányos a linolénsav bevitel növekedésével.

Hasonló eredményekről számoltak be más növényi olajok alkalmazásakor is. Repceolaj (*Hawrysh és mtsai.*, 1980, *Babinszky és mtsai.*, 1999) és kukoricaolaj (*Chanmugam és mtsai.*, 1992) hatására a szövetekben az EPA és DHA depozíciója kisebb volt, a mellékíz kevésbé volt érzékelhető, mint a halolaj etetésekor.

Ezekből az eredményekből arra következtethetünk, hogy a brojlercsirkék képesek ugyan a linolénsavból 20 szénatom szám feletti zsírsavakat előállítani, de csak korlátozott mértékben (*Hargis és Van Elswyk*, 1993).

Összefoglalva megállapítható, hogy a növényi n-3-as források elsősorban linolénsavban gazdagok (*Lands*, 1986), azok EPA és DHA tartalma alacsony (*Nettleron*, 1991). Noha a linolénsav az EPA és a DHA prekursora a hosszúszenláncú zsírsavak linolénsavból történő szintézise az emberi szervezetben is behatárolt, a linolsav és linolénsav $\Delta 6$ deszaturáz enzimért folytatott kompetíciója miatt (*Crawford és mtsai.*, 1989). A linolénsav ezért nem tekinthető biológiailag egyenértékűnek humán élettani szempontból az EPA-val és a DHA-val (*Barlow és mtsai.*, 1990).

A baromfihús zsírsavösszetételét kedvezően befolyásoló növényi olajokkal kapcsolatos kutatások tovább folynak, a cél az állati zsírokat olyan növényi olajokkal helyettesíteni, amelyek kedvezően befolyásolják a csirkék teljesítményét, zsírsavösszetételét és nem rontják a hús érzékszervi tulajdonságait.

A növényi olajok mellett az n-3-as zsírsavak forrása lehet még a tengeri mikroalgák olaja is. Az algaolaj elsősorban DHA-ban gazdag, de más PUFA-kból is jelentős mennyiséget tartalmaz (*Cocchi és mtsai.*, 1994). Jelenleg kísérletek folynak algakészítményekkel mind a baromfihús, mind pedig az étkezési tojás n-3-as zsírsavdúsításával kapcsolatban (*Herber és Van Elswyk*, 1996; *Abril és Barclay*, 1998). Az algák gyakorlati alkalmazhatóságát korlátozhatja, hogy mennyiségük és n-3-as zsírtartalmuk természetes körülmények között szezonálisan változó, valamint nehézfémeket és egyéb mérgező anyagokat tartalmazhatnak (*Nollet*, 2001). Így a takarmányozásban elsősorban a mesterségesen termesztett algák jöhetnek számításba, ezek magas ára azonban komoly költségnövelő tényező lehet.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Különböző összetételű nevelő és befejező tápok hatása a brojlercsirkék teljesítményére

3.1.1. Kísérleti állatok és elhelyezésük

A kísérletet az Állatételtani és Takarmányozástani Tanszék kísérleti telepén, 480 db, szexált ROSS 308-as brojlehibriddel végeztük, melyek a Gallus Kft devecseri keltető üzeméből származtak.

Az állatokat 3 szintes ketrecekben helyeztük el (1. kép), a ketrecenkénti állatszám 8, a telepítési sűrűség 18 állat/m² volt. Az állományt 42 napig hizlaltuk.

1. kép: A kísérleti állatok elhelyezése



3.1.2. Kezelések

3.1.2.1 *Eltérő metabolizálható energia-tartalmú tápok etetése*

Az indító szakaszban a 240 db ROSS 308-as típusú kakasból és jércéből véletlenszerűen 3-3 csoportot képeztünk. Egy kísérleti egységet 80 db csirke képezett, kezelésenként 10 ismételtsben.

10 napos korig minden csirkét a Ross technológiának (Ross breeders Limited, 1999) megfelelő fehérje-, aminosav- és ásványi anyag-, valamint energia-tartalmú (12,6 MJ/kg) indító táppal hizlaltunk. A 10. naptól három, a gyakorlatban legáltalánosabban alkalmazott metabolizálható energiaszintű (12,2; 12,8; 13,4 MJ/kg) tápot etettünk úgy, hogy a tápok fehérje-, aminosav- és ásványi anyag-tartalma változatlan

maradt. Négyhetes korban a kezeléseket tovább bontottuk oly módon, hogy az eddig 12,2 MJ/kg és 13,4 MJ/kg energia-tartalmú tápot fogyasztó állományt egy-egy 12,2 MJ/kg és 13,4 MJ/kg energiaszintű tápot fogyasztó csoportra osztottuk. A 12,8 MJ/kg energia-tartalmú táppal etetett csoport hízlalása változatlan ME-szintű táppal történt. A kezeléseket és azok betűjelzését a hízlalás egyes szakaszaiban a 4. táblázat mutatja.

4. táblázat: A kísérlet során etetett tápok energia-tartalmának alakulása a hízlalás egyes szakaszaiban

Indító szakasz (0-10 nap)	Nevelő szakasz (10-21 nap)	Befejező szakasz (21-42 nap)
12.6 MJ/kg	12.2 MJ/kg (A)	12.2 MJ/kg (AA)
12.6 MJ/kg	12.2 MJ/kg (A)	13.4 MJ/kg (AM)
12.6 MJ/kg	12.8 MJ/kg (K)	12.8 MJ/kg (KK)
12.6 MJ/kg	13.4 MJ/kg (M)	12.2 MJ/kg (MA)
12.6 MJ/kg	13.4 MJ/kg (M)	13.4 MJ/kg (MM)

A nevelő és befejező tápok fehérje-, aminosav- és ásványi anyag-tartalmát az indító táphoz hasonlóan a tenyésztő ajánlásának, megfelelően állítottuk be. Az etetett tápok összetételét és táplálóanyag-tartalmát az 5. és 6. táblázat tartalmazza. A táblázatokból látható, hogy a kezelések eredményeképpen a tápok összetételében elsősorban a kukorica, az extrahált szójadara, a full-fat szója és a zsírkiegészítő arányában volt eltérés.

5. táblázat: Az indító és nevelő szakaszban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma

	<i>indító szakasz</i>	<i>n e v e l ő s z a k a s z</i>		
Összetétel (g/kg)	12,6 MJ/kg ME tartalmú táp	12,2 MJ/kg ME tartalmú táp (A)	12,8 MJ/kg ME tartalmú táp (K)	13,4 MJ/kg ME tartalmú táp (M)
kukorica	399	483	363	287
búza	100	100	100	100
extrahált szója	288	317	253	236
full-fat szója	57	-	131	164
DL metionin	2	2	2	2
takarmány mész	4	8	7	7
MCP	1	6	6	6
Energomix-50	60	26	80	140
húsliszt	80	50	50	50
premix ¹	5	5	5	5
só	3	3	3	3

Táplálóanyag-tartalom (g/kg)				
nyersfehérje	230	220	220	220
Ca	9,5	9,0	9,0	9,0
hasznosítható P	5,0	4,8	4,8	4,8
metionin	5,7	5,5	5,5	5,5
metionin+cisztin	9,8	9,4	9,4	9,4
lizin	13,6	13,0	13,1	13,3
nyersrost	36,9	30,9	42,9	42,9

¹ Az egységes indító-nevelő premix összetétele: A vitamin 2.040.000 NE/kg, D-3 vitamin 680.000 NE/kg, E vitamin 6.800 mg/kg, kolinklorid 70.000 mg/kg, valamint K, B-1, B-2, B-3, B-6, B-12 vitaminok, folsav, biotin, pantoténsav, kalcium 11,4 %, vas 3.990 mg/kg, cink 20.000 mg/kg, mangán 20.000 mg/kg, réz 3.200 mg/kg, valamint szelén 60 mg/kg, jód 800 mg/kg, kobalt 200 mg/kg, valamint betain. A készítmény EMQ (4230,45 mg/kg), BHA (357 mg/kg), BHT (182,07 mg/kg) antioxidánsokat, valamint 11.000 mg/kg salinomycint tartalmazott.

6. táblázat: A befejező szakaszban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma

Összetétel (g/kg)	12,2 MJ/kg ME tartalmú táp (A)	12,8 MJ/kg ME tartalmú táp (K)	13,4 MJ/kg ME tartalmú táp (M)
kukorica	444	368	287
búza	100	100	100
extrahált szója	291	274	223
full-fat szója	88	121	204
DL Metionin	1	2	2
takarmány mész	14	14	14
MCP	13	13	13
Energomix-50	40	100	150
premix ²	5	5	5
só	3	3	3

Táplálóanyag- tartalom (g/kg)			
nyersfehérje	200	200	200
Ca	8,5	8,5	8,5
hasznosítható P	4,4	4,4	4,4
metionin	4,7	4,8	4,9
metionin+cisztin	8,5	8,5	8,5
lizin	11,9	12,1	12,3
nyersrost	41,5	43,4	48,8

Az állatok a 10. ill. 21. napon az itatóvízbe keverve vitaminos (Jolovit, gyártó: Bábolna Pharma Rt) és antibiotikus (Neotesol, gyártó: Biogal Gyógyszergyár Rt, Debrecen) kezelést kaptak.

² Az egységes befejező premix összetétele: A vitamin 1.200.000 NE/kg, D-3 vitamin 400.000 NE/kg, E vitamin 4.000 mg/kg, valamint K, B-1, B-2, B-3, B-6, B-12 vitaminok, folsav, biotin, pantoténsav, kalcium 11.4 %, vas 3.990 mg/kg, cink 20.000 mg/kg, mangán 20.000 mg/kg, réz 3.200 mg/kg, szelén 60 mg/kg, jód 800 mg/kg, kobalt 200 mg/kg, valamint betain. A készítmény EMQ (2488,50 mg/kg), BHA (210 mg/kg) és BHT (107,10 mg/kg) antioxidánsokat tartalmazott.

3.1.2.2. Különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetése

Az indító szakaszban azonos, a Ross technológiának (Ross breeders Limited, 1999) megfelelő táppal hizlaltuk az állományt. A nevelő és befejező szakaszban 6 kísérleti tápot 5 ismétlésben etettünk, 3 x 2-es faktoriális elrendezésben, melynek során egy metionin+cisztin hiányos, egy a szükségletnek megfelelő és egy e fölötti valamint metionin+cisztin szintenként 2 eltérő lizintartalmú (szükségletnek megfelelő, szükséglet feletti) kezelést alkalmaztunk. Az egyes tápok lizin- és kéntartalmú aminosav-szintjét a 7. táblázat mutatja. A lizin és kéntartalmú aminosav kiegészítés szintetikus előállított lizin (*L-lizin*) és metionin (*DL-metionin*) adagolásával történt.

7. táblázat: A kísérleti tápok lizin és kéntartalmú aminosav szintjei

A kezelések jelölése*	INDÍTÓ SZAKASZ 1-10 NAP		NEVELŐ SZAKASZ 11-28 NAP		BEFEJEZŐ SZAKASZ 29-42 NAP	
	MET+CYS (%)	LYS (%)	MET+CYS (%)	LYS (%)	MET+CYS (%)	LYS (%)
MHLSZ	0,98	1,36	0,84	1,3	0,75	1,13
MHLT	0,98	1,36	0,84	1,5	0,75	1,33
MSZLSZ*	0,98	1,36	0,94	1,3	0,85	1,13
MSZLT	0,98	1,36	0,94	1,5	0,85	1,33
MTLSZ	0,98	1,36	1,04	1,3	0,95	1,13
MTLT	0,98	1,36	1,04	1,5	0,95	1,33

*A kezelések jelölése:

MHLSZ =kéntartalmú aminosav hiány, lizin a szükségletnek megfelelő szinten
MHLT =kéntartalmú aminosav hiány, lizin többlet
MSZLSZ* =kéntartalmú aminosav és lizin a szükségletnek megfelelő szinten
MSZLT =kéntartalmú aminosav a szükségletnek megfelelő szinten, lizin többlet
MTLSZ =kéntartalmú aminosav többlet, lizin a szükségletnek megfelelő szinten
MTLT =kéntartalmú aminosav és lizin többlet

A 3.1.2.1. pontban leírtakhoz hasonlóan a tápok ad libitum etettük. Azok energia-, fehérje- egyéb aminosav- és ásványi anyagtartalma azonos volt. A beltartalmi paramétereket a Ross technológiának (Ross breeders Limited, 1999) megfelelően állítottuk be mindhárom

* A Ross technológia (Ross Breeders Limited) vegyes ivarra vonatkozó ajánlásai szerint.

hízlalási szakaszokban egyaránt. A tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma a 8-10. táblázatában tekinthető meg. Az állatok a 10. ill. 21. napon az itatóvízbe keverve vitaminos és antibiotikus kezelést kaptak (lásd 3.1.2.1.).

8. táblázat: Az indító szakaszban etetett táp összetétele és táplálóanyag-tartalma

Összetétel (g/kg)	
kukorica	399
búza	100
extrahált szója	288
full-fat szója	57
DL-metionin	2
mész	4
MCP	1
Energomix-50	60
húsliszt	80
premix ³	5
só	3
Tápanyagtartalom (g/kg)	
nyersfehérje	230
kalcium	9,5
hasznosítható foszfor	5
metionin	5,7
metionin+cisztin	9,8
lizin	13,6
nyersrost	36,9
metabolizálható energia (MJ/kg)	12,6

³ Az egységes indító-nevelő premix összetétele: A vitamin 2.040.000 NE/kg, D-3 vitamin 680.000 NE/kg, E vitamin 6.800 mg/kg, kolinklorid 70.000 mg/kg, valamint K, B-1, B-2, B-3, B-6, B-12 vitaminok, folsav, biotin, pantoténsav, kalcium 11,4 %, vas 3.990 mg/kg, cink 20.000 mg/kg, mangán 20.000 mg/kg, réz 3.200 mg/kg, valamint szelén 60 mg/kg, jód 800 mg/kg, kobalt 200 mg/kg, valamint betain. A készítmény EMQ (4230,45 mg/kg), BHA (357 mg/kg), BHT (182,07 mg/kg) antioxidánsokat, valamint 11.000 mg/kg salinomycint tartalmazott.

9. táblázat: *A nevelő szakaszban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma*

Összetétel (g/kg)	MHLSZ	MHLT	MSZLSZ	MSZLT	MTLSZ	MTLT
kukorica	383	372	379	368	374	363
búza	100	100	100	100	100	100
extrahált szója	228	215	223	209	217	204
full-fat szója	124	145	133	155	142	164
DL-metionin	2	2	3	3	4	4
L-lizin	2	4	2	4	2	4
mész	7	7	7	7	7	7
MCP	6	6	6	6	6	6
Energomix-50	90	90	90	90	90	90
húsliszt	50	50	50	50	50	50
premix ⁴	5	5	5	5	5	5
só	3	3	3	3	3	3
Tápanyag tartalom (g/kg)	MHLSZ	MHLT	MSZLSZ	MSZLT	MTLSZ	MTLT
nyersfehérje	210,0	210,0	210,0	210,0	210,0	210,0
kalcium	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
hasznosítható foszfor	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
metionin	4,9	4,9	5,9	5,9	6,9	6,9
metionin+cisztin	8,4	8,4	9,4	9,4	10,4	10,4
lizin	13,0	15,0	13,0	15,0	13,0	15,0
nyersrost	41,1	42,6	41,8	43,3	42,4	43,9
metabolizálható energia (MJ/kg)	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0

⁴Az egységes indító-nevelő premix összetétele lásd 8. táblázat

10. táblázat: A befejező szakaszban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma

Összetétel (g/kg)	MHLSZ	MHLT	MSZLSZ	MSZLT	MTLSZ	MTLT
kukorica	401	391	397	386	392	381
búza	100	100	100	100	100	100
extrahált szója	286	273	280	267	275	261
full-fat szója	55	76	64	86	73	95
DL-metionin	1	1	2	2	3	3
L-lizin	1	3	1	3	1	3
mész	14	14	14	14	14	14
MCP	14	14	14	14	14	14
Energomix-50	120	120	120	120	120	120
premix ⁵	5	5	5	5	5	5
só	3	3	3	3	3	3

Tápanyag tartalom (g/kg)	MHLSZ	MHLT	MSZLSZ	MSZLT	MTLSZ	MTLT
nyers fehérje	190,0	190,0	190,0	190,0	190,0	190,0
kalcium	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
hasznosítható foszfor	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
metionin	4,2	4,2	5,2	5,2	6,2	6,2
metionin+cisztin	7,5	7,5	8,5	8,5	9,5	9,5
lizin	11,3	13,3	11,3	13,3	11,3	13,3
nyers rost	37,2	38,7	37,9	39,4	38,5	40,0
metabolizálható energia(MJ/kg)	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2

3.1.3. Vizsgálatok, mérések

A kísérletek során az állatok súlygyarapodását a nevelő és befejező szakaszok végén (28. ill. 42. nap) egyedileg mértük. Próbagázásokra a kísérlet végén került sor. Ekkor kezelésenként 8 állat levágását és nyúzását követően a hasúri zsír mennyiségét, a konyhakész testtömeget (vágási kihozatal), a zsír és az értékes húsrészek arányát,

⁵ Az egységes befejező premix összetétele: A vitamin 1.200.000 NE/kg, D-3 vitamin 400.000 NE/kg, E vitamin 4.000 mg/kg, valamint K, B-1, B-2, B-3, B-6, B-12 vitaminok, folsav, biotin, pantoténsav, kalcium 11.4 %, vas 3.990 mg/kg, cink 20.000 mg/kg, mangán 20.000 mg/kg, réz 3.200 mg/kg, szelén 60 mg/kg, jód 800 mg/kg, kobalt 200 mg/kg, valamint betain. A készítmény EMQ (2488,50 mg/kg), BHA (210 mg/kg) és BHT (107,10 mg/kg) antioxidánsokat tartalmazott.

valamint a mell és comb izom minták zsírtartalmát határoztuk meg. A takarmányfogyasztást az egyes hizlalási szakaszok végén egyaránt mértük.

A hasúri zsír mennyiségének méréséhez a hasúri és begykörnyéki zsírt kézzel távolítottuk el. A konyhakész testtömeg megállapítása a fej és lábvégek eltávolítását követően, az állatok nyúzása és belezése után történt.

3.1.3.1. A mell- és combizom minták zsírtartalmának meghatározása

A levágott 8 állat mellét és combját lefagyasztottuk (-20 °C-on). A mérés napján a szövetek felengedése után a mintavétel a mell esetében *musculus pectoralis*-ból, a combnál pedig *musculus biceps femoris*-ből történt. A minták homogenizálása után 5g-ot bemértünk, 100 ml 3 mólos sósavval 1 órán át főztük, majd szárítószekrényben 50 °C-on kíméletesen megszáritottuk. Az így előkészített mintákból a zsírtartalom meghatározását dietiléteres extrahálással, a húсарu zsírtartalmának mérésére vonatkozó MSZ 6830-6:1984 számú szabvány alapján végeztük.

3.1.3.2. A brojler index meghatározása

A termelés hatékonyságát a brojler index kiszámításával határoztuk meg, melynek számításakor figyelembe vettük az elhullást, a vágáskori testtömeget, a takarmányértékesítést és a hizlalási napok számát.

A brojler index számítása:

$$\text{brojler index} = \frac{\text{életképesség}^1 \times \text{vágáskori élőtömeg (kg)}}{\text{hizlalási napok száma} \times \text{fajlagos takarmány felhasználás}}$$

¹életképesség= 100-elhullási %

3.1.4. Alkalmazott statisztikai módszerek

A kísérlet eredményeit minden vizsgált paraméter tekintetében egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) hasonlítottuk össze 95%-os megbízhatósági szinten. Amennyiben az F-teszt szignifikáns volt, az átlagok közötti különbséget a legkisebb szignifikáns eltérés (LSD) alapján

határoztuk meg. A statisztikai próbákat a Statgraphics 5.0 (1991) programmal végeztük.

3.2. Eltérő zsírsavösszetételű tápok hatása a brojlercsirkék teljesítményére, a szövetek zsírsavösszetételére, valamint a hús élvezeti értékére

3.2.1. Kísérleti állatok és elhelyezésük

A 3.1.1. pontban leírtak szerint

3.2.2. Kezelések

Az indító szakaszban azonos, a Ross technológiának (Ross breeders Limited, 1999) megfelelő táppal hizlaltuk az állományt. A nevelő és befejező szakaszokban 5 fajta olaj- illetve zsír-kiegészítést alkalmaztunk Ezek a *tökmagolaj* (sajtol, *gleisdorfi olajtők*, származási hely: *Boros Lászlóné, Alsópáhok*); a *lenolaj* (*Oleum Lini*), a *halolaj* (*Oleum Jecoris*), *Kígyó Patika, Keszthely*; az *olíva olaj*, (*Latinum Kft, Budapest*); a *baromfizsír*, (*Bábolnai Takarmányipari Kft*) voltak. A nevelő szakaszban a bekeverési arányuk 6 %-os, a halolaj esetén 3 %-os volt. A befejező szakaszban a lenolaj részarányát 3 %-ra, a halolajét 1 %-ra csökkentettük. A kezelések száma 5, az ismétlésszám 6 volt. A kezeléseket a 11. táblázat mutatja. Az etetett olajok zsírsavösszetétele a 12. táblázatban található.

11. táblázat: A nevelő és befejező szakaszokban alkalmazott kezelések

Az etetett olaj (zsír) megnevezése és jelölése	Részaránya (%)	
	Nevelő szakasz 11-28 nap	Befejező szakasz 29-42 nap
Tökmagolaj (T)	6	6
Lenolaj (L)	6	3
Halolaj (H)	3	1
Olívaolaj (O)	6	6
Baromfizsír (B)	6	6

A 3.1.2.1. pontban leírtakhoz hasonlóan a tápok ad libitum etettük. Azok, fehérje- aminosav- és ásványi anyag-tartalma azonos volt. A beltartalmi paramétereket a Ross technológiának (*Ross breeders Limited*, 1999) megfelelően állítottuk be mindhárom hizlalási szakaszban egyaránt. A tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma a 13-14. táblázatában tekinthető meg. Az állatok a 10. ill. 21. napon vitaminos és antibiotikumos kezelést kaptak az önitató rendszeren keresztül (lásd 3.1.2.1.).

12. táblázat: *Az etetett olajok (zsír) zsírsavösszetétele*

o l a j (z s í r) m e g n e v e z é s e					
zsírsavak	baromfiszír	tökmagolaj	olívaolaj	lenolaj	halolaj
	zsírsavösszetétel az összes zsírsav %-ban				
C14:0	0,77	0,13	0,15	0,07	2,14
C16:0	39,31	10,04	36,02	4,59	40,80
C16:1n-7	3,60	1,51	2,30	1,62	4,50
C18:0	18,92	3,51	7,20	2,47	9,78
C18:1n-9	25,35	30,69	42,32	14,73	22,87
C18:2n-6	7,21	53,65	7,81	14,55	6,77
C18:3n-3	1,70	-	2,74	56,97	0,95
C20:1n-9	0,38	0,09	0,21	0,22	1,62
C20:4n-6	0,21	0,19	0,14	0,13	0,31
C20:5n-3	0,12	-	-	-	1,88
C22:5n-3	-	-	-	-	0,53
C22:6n-3	-	-	-	-	2,22
SAT ¹	59,00	13,68	43,37	7,13	52,72
MUFA ²	29,33	32,29	44,83	16,57	28,99
PUFA ³	9,24	53,84	10,69	71,65	12,66
összes n-6 ⁴	7,42	53,84	7,95	14,68	7,08
összes n-3 ⁵	1,82	-	2,74	56,97	5,58

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0); ²MUFA = egyszeresen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-9, C20:1n-9); ³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak; ⁴összes n-6 = n-6-os többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:2n-6, C20:4n-6); ⁵összes n-3 = n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:3n-3, C20:5n-3, C22:5n-3, C22:6n-3); ⁶összes zsírsav %-ban

13. táblázat: Az indító és nevelő szakaszokban etetett tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma

Összetétel (g/kg)	Indító szakasz (0-10)	Nevelő szakasz [*] (11-28)		
		(T, O, B)	(H)	(L)
kukorica	551	580	583	580
extrahált szója	324	268	330	268
L-Lizin	1	1	1	1
DL Metionin	2	2	2	2
takarmány mész	5	5	12	5
MCP	2	1	10	1
húsliszt	80	75	25	75
premix ⁶	5	5	5	5
só	3	3	3	3
olaj (zsír)	27	60	30	60
Tápláló anyag tartalom (g/kg)				
nyersfehérje	225	200	200	200
nyerszsír	70	100	63	100
Ca	10	9	9	9
hasznosítható P	5,0	4,5	4,5	4,5
metionin	5,2	5,2	5,0	5,2
metionin+cisztin	9,2	8,8	8,8	8,8
lizin	13,8	12,5	12,5	12,5
nyersrost	32,2	29,6	33,3	29,6
AME (MJ/kg)	12,6	13,2	12,4	13,2

*T = tökmagolajos táp

O = olívaolajos táp

B = baromfizsíros táp

H = halolajos táp

L = lenolajos táp

⁶ Az egységes indító-nevelő premix összetétele: A vitamin 2.040.000 NE/kg, D-3 vitamin 680.000 NE/kg, E vitamin 6.800 mg/kg, kolinklorid 70.000 mg/kg, valamint K, B-1, B-2, B-3, B-6, B-12 vitaminok, folsav, biotin, pantoténsav, kalcium 11,4 %, vas 3.990 mg/kg, cink 20.000 mg/kg, mangán 20.000 mg/kg, réz 3.200 mg/kg, valamint szelén 60 mg/kg, jód 800 mg/kg, kobalt 200 mg/kg, valamint betain. A készítmény EMQ (4230,45 mg/kg), BHA (357 mg/kg), BHT (182,07 mg/kg) antioxidánsokat, valamint 11.000 mg/kg salinomycint tartalmazott.

14. táblázat: A befejező tápok összetétele és táplálóanyag-tartalma

Összetétel (g/kg)	Befejező szakasz [*] (29-42)		
	(T, O, B)	(H)	(L)
kukorica	595	640	595
kukorica glutén	49	11	49
extrahált szója	257	302	257
L-Lizin	1	-	1
DL Metionin	2	1	2
takarmány mész	15	15	15
MCP	13	13	13
premix ⁷	5	5	5
só	3	3	3
olaj (zsír)	60	10	30
Táplálóanyag-tartalom (g/kg)			
nyersfehérje	185	185	185
nyerszsír	85	40	60
Ca	8,5	8,5	8,5
hasznosítható P	4,2	4,2	4,2
metionin	4,4	4,2	4,4
metionin+cisztin	7,8	7,8	7,8
lizin	10,5	10,5	10,5
nyersrost	29,9	37,0	29,9
AME (MJ/kg)	13,2	12,2	12,4

*T = tökmagolajos táp

O = olívaolajos táp

B = baromfiszíros táp

H = halolajos táp

L = lenolajos táp

⁷ Az egységes befejező premix összetétele: A vitamin 1.200.000 NE/kg, D-3 vitamin 400.000 NE/kg, E vitamin 4.000 mg/kg, valamint K, B-1, B-2, B-3, B-6, B-12 vitaminok, folsav, biotin, pantoténsav, kalcium 11.4 %, vas 3.990 mg/kg, cink 20.000 mg/kg, mangán 20.000 mg/kg, réz 3.200 mg/kg, szelén 60 mg/kg, jód 800 mg/kg, kobalt 200 mg/kg, betain. A készítmény EMQ (2488,50 mg/kg), BHA (210 mg/kg) és BHT (107,10 mg/kg) antioxidánsokat tartalmazott.

3.2.3. Vizsgálatok, mérések

A csirkék élőtömegét a kísérlet végén (42. nap) egyedileg mértük. Próbavágásokra a kísérlet végén került sor. Ekkor kezelésként 6 állat levágását követően a konyhakész testtömeget, a hasúri zsír mennyiségét, valamint a comb, a mell, a májszövet, a bőralatti és a hasúri zsírdépók zsírsavösszetételét határoztuk meg. A hasúri zsírtartalom méréséhez a hasúri és begykörnyéki zsírt kézzel távolítottuk el. A konyhakész testtömeg megállapítása a fej és lábvégek eltávolítását követően, az állatok nyúzása és belezése után történt. A nyúzást követően a bőralatti zsírból mintát vettünk.

3.2.3.1. Érzékszervi vizsgálat

A próbavágást követően kezelésként két-két állatot véletlenszerűen kiválasztottunk. A csirkéket kopasztás és belezés után egészben 220 °C hőmérsékletű zárt sütőben olaj hozzáadása nélkül megsütöttünk. Ezek után 5 személy részvételével kóstolási próbát végeztünk, melynek során 1-5-ös skálán az ízletességet, porhanyósságot és összbenyomást, valamint a mellékíz megjelenését értékeltük. A vizsgálatban résztvevő személyek a kezeléseket nem ismerték.

3.2.3.2. *A mell, comb, máj, valamint a bőralatti és hasúri zsír minták zsírsavösszetételének meghatározása*

Kezelésként 6-6 véletlenszerűen kiválasztott kakas mellét, combját, máját, valamint a bőralatti és hasúri zsírból vett mintákat lefagyasztottuk.

A mérés napján, a minták felengedése és darálása után a comb és májmintáknál 5g-ot, mell esetén 7,5g-ot mértünk be. A bemért mintákat BIOMIX segítségével 100 ml (mell esetén 130 ml) 2:1 arányú kloroform-metanol oldat hozzáadásával 8000 fordulat/perc fordulatszámmon 2 percen át homogenizáltuk. A bőralatti és hasúri zsíroknál 1 g bemérése után 20 ml kloroform –metanol hozzáadásával, a homogenizálást kézi potterrel végeztük el. Az így kapott elegyhez comb és máj esetén 20ml, mellnél 30ml, a hasúri és bőralatti zsírok esetén 4ml 0,9%-os NaCl-oldatot adtunk, majd rázóüvegekben 2 órán át állni hagytuk a fázisok szétválasztásához. Ezután a leengedett kloroform-metanolos fázist rotadeszten, 50 °C-on, N₂ alatt bepároltuk. Az összes lipid tartalmat *Folch és mtsai.*, (1957) módszere szerint határoztuk meg. A 0,2 g lipid

extraktumhoz 10 ml metanol, benzol és kénsav 75:25:4 térfogat arányú keverékét adtuk és vízhűtéses keringetési kondenzáló egységgel összekötve 50 °C-os homokfürdőben 2 órán át inkubáltuk. Lehűlés után az extraktumot rázóüvegbe öntöttük, majd hozzá metil-narancs indikátor jelenlétében 75-100 ml telített NaCl-oldatot és dietiléter-petroléter 1:1 arányú keverékéből 15-20 ml-t adtunk. A két fázis szétválása után, a felülúszót 75-100 ml NaCl oldattal mindaddig mostuk, amíg a metil-narancs színe nem jelezte, hogy az extraktum savmentes észterré alakult. Ez után az észterkeverékhez NaHCO₃-ot adtunk az esetleges savmaradék semlegesítése céljából. Húsz perc várakozás után az észterkeveréket vízmentes Na₂SO₄-on átszűrtük a visszamaradt nedvesség eltávolítása érdekében. Az így kapott mintát rotadeszten 50 °C-on N₂ jelenlétében bepároltuk és 1 ml normál-hexánban felvettük. A metilésztereket CARLO ERBA típusú gázkromatográffal különítettük el. A kromatografáláshoz OMEGAWAX 320 oszlopot használtunk, melynek hossza 30m, belső átmérője 0,32mm, a film réteg 0,25µm vastagságú volt. A vizsgálat során a colonna tér hőmérséklete 200 °C, a detektoré (FID) 260 °C volt. Az injektálás ON COLUMN típusú kézi injektorral történt. Vívógázként héliumot alkalmaztunk, az áramlási sebesség 1,78 ml/perc volt. A zsírsavak azonosítása retenciós idejük szerint, ismert összetételű standard sorral való összehasonlítás alapján történt (PUFA-2, katalógus száma: 4-7015-U) A zsírsavak mennyiségét az összes zsírsav tömegszázalékában fejeztük ki. A vizsgálatához szükséges vegyszereket a Supelco Incorporation-tól szereztük be. A következő zsírsavakat határoztuk meg: C14:0 (mirisztinsav), C16:0 (palmitinsav), C16:1n-7 (palmito-olajsav), C18:0 (sztearinsav), C18:1n-9 (olajsav), C18:2n-6 (linolsav), C18:3n-6 (γ-linolsav), C18:3n-3 (α-linolénsav), C20:1n-9 (eikozaénsav), C20:4n-6 (arachidonsav), C20:5n-3 (eikozapentaénsav), C22:4n-6 (dokoza-tetraénsav), C22:5n-3 (dokoza-pentaénsav), C22:6n-3 (dokoza-hexaénsav). Ezen zsírsavak eredményeinek felhasználásával határoztuk meg a telített (SAT), az egyszeresen telítetlen (MUFA) és a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) mennyiségét és arányát. A vizsgálatokat az Állatélettani és Takarmányozástani Tanszék laboratóriumában végeztük.

3.2.4. Alkalmazott statisztikai módszerek

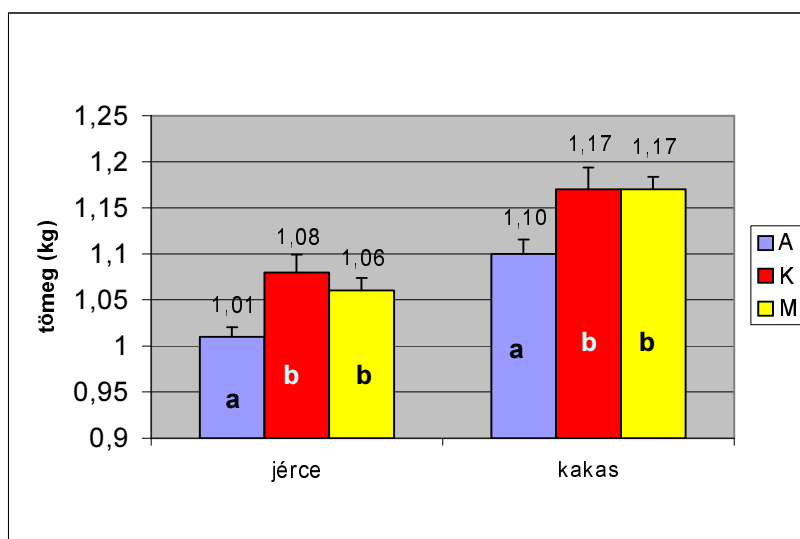
A 3.1.4. pontban leírtak szerint.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Eltérő metabolizálható energia-tartalmú tápok etetésekor kapott eredmények

A zsírkiegészítés nélküli alacsony ME-szintű tápok etetése már 4 hetes életkorban növekedés lemaradást okozott (5. ábra). A nevelő szakaszban azonban egyik ivarnál sem tűnik szükségesnek a 13 MJ/kg fölötti, magas ME-szintű tápok etetése. A kakasok erőteljesebb növekedése már a kísérlet e szakaszában is jól látható.

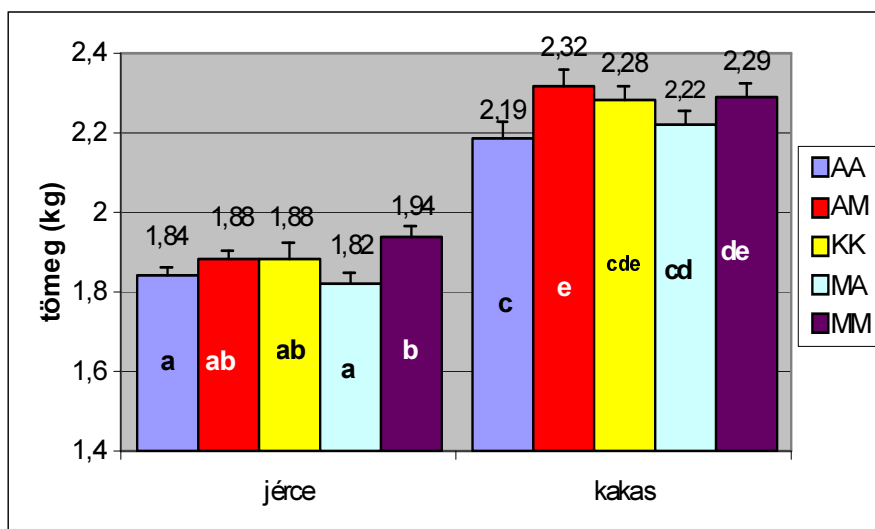
5. ábra: A négyhetes élőtömeg alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A kísérlet befejezésekor az élőtömeg vizsgálata azt mutatta, hogy a jércék növekedése csak kis mértékben változott a táp ME-tartalmának függvényében (6. ábra). Szignifikáns különbséget csak a mindvégig nagy ME-tartalmú táppal etetett állománynál tapasztaltunk. A kakasoknál ezzel szemben a befejező szakaszban etetett nagy ME-tartalmú táp minden esetben az élőtömeg növekedését eredményezte. Érdekes, hogy a kezdetben alacsony majd magas ME-szintű tápon hizlalt kakasok eredménye meghaladta a mindvégig magas energiájú tápot fogyasztó csoportét. Igaz a különbség nem volt szignifikáns. A két ivar közötti fejlődésbeli különbség ezen az ábrán is jól látható.

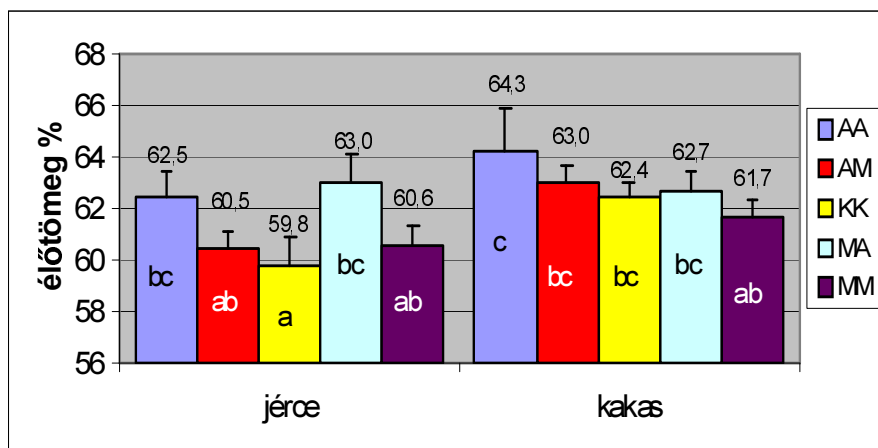
6. ábra: A *hathetes élőtömeg alakulása*



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A kakasok és a jércek élőtömeghez viszonyított vágási kihozatalát a tápok energia-tartalma hasonlóan befolyásolta (7. ábra). Az ME-tartalom növekedése mindkét ivarnál a vágási kihozatal csökkenését eredményezte. Amikor a magas ME-szintű nevelő táp etetését alacsony ME-tartalmú befejező táp követte, ez jelentősen javította a jércek élőtömeghez viszonyított vágási kihozatalát. A vágási kihozatal tekintetében a jércek érzékenyebben reagáltak a kezelésekre.

7. ábra: Az élőtömeghez viszonyított vágási kihozatal alakulása

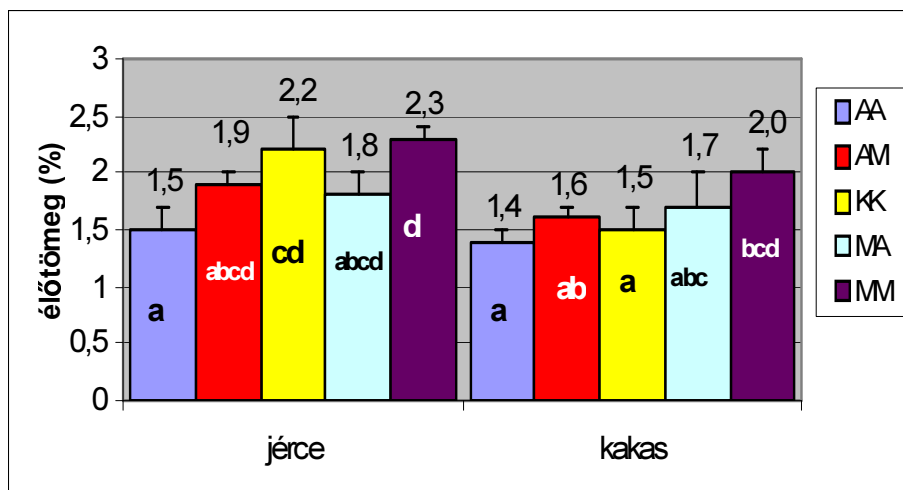


Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A kakasoknál csak akkor növekedett szignifikánsan a hasúri zsír mennyisége, ha mindkét szakaszban a legnagyobb energiaszintű tápot etetettük. A jérceknél ezzel szemben a közepes energiájú tápok etetése is

szignifikáns növekedést eredményezett (8. ábra). A jércék élőtömeghez viszonyított hasúri zsírtartalma meghaladta a kakasokét.

8. ábra: A hasúri zsír mennyisége az élőtömeg függvényében



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A tápok ME-tartalma a melltömeget nem befolyásolta jelentősen, bár az energiaszint emelése a közepes szintig kis mértékben javította a mellhús arányát (14. táblázat). A konyhakész tömeghez viszonyítva a jércék mellhús kihozatala volt a nagyobb.

A combtömeget a kezelések nem befolyásolták, egyedül a mindvégig alacsony ME-szintű táppal hizlalt kakasoknál mutatkozott gyarapodás-lemaradás. A két ivar között szignifikáns különbségeket tapasztaltunk. A kakasokra minden kezelésnél szignifikánsan nagyobb combtömeg volt jellemző, mint a jércékre.

A comb konyhakész tömeghez viszonyított arányát a tápok ME-tartalma kismértékben befolyásolta (15. táblázat). Lényeges és szignifikáns különbséget tapasztaltunk azonban a két ivar között. A mellhússal ellentétben, a relatív comb kihozatal a kakasoknál bizonyult nagyobbaknak.

15. táblázat: *A mell- és combtömeg, valamint a relatív mell és combhús kihozatal alakulása*

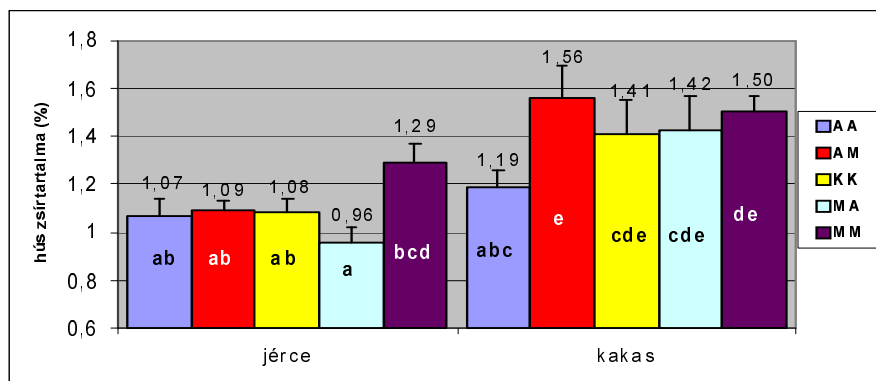
Kezelések	mell tömeg (g)	relatív mellhús kihozatal* (%)	comb tömeg (g)	relatív combhús kihozatal* (%)
Jércék				
AA	417±13,1 ^a	35,1±0,34 ^{cde}	385±12,6 ^a	32,4±0,28 ^{abcd}
AM	421±16,0 ^a	34,1±0,59 ^{bcd}	394± 8,8 ^a	32,0±0,33 ^{ab}
KK	452±14,9 ^{ab}	36,5±0,89 ^e	393±10,9 ^a	31,8±0,62 ^{ab}
MA	454±17,1 ^{ab}	35,2±0,54 ^{cde}	410±10,6 ^{ab}	31,8±0,52 ^{ab}
MM	450±18,7 ^{ab}	35,6±0,68 ^{de}	394± 8,1 ^a	31,3±0,36 ^a
Kakasok				
AA	486±13,2 ^{bc}	32,6±0,98 ^{ab}	434±15,0 ^b	32,4±0,39 ^{abc}
AM	520±19,6 ^c	33,0±0,74 ^{ab}	525±12,3 ^c	33,4±0,43 ^{cde}
KK	516±11,2 ^c	33,5±0,58 ^{abc}	502± 9,9 ^c	32,7±0,46 ^{bcd}
MA	484±20,0 ^{bc}	32,3±0,53 ^{ab}	505±13,2 ^c	33,9±0,70 ^{ce}
MM	507±17,0 ^c	32,2±0,63 ^a	520±13,3 ^c	33,1±0,40 ^{bcd}

^{abcde} Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan (p<0,05) különböznek.

* a konyhakész testtömeg százalékában.

A tápok ME-tartalma nem befolyásolta lényegesen a jércék mellhúsának zsírtartalmát (9. ábra). Egyedül a mindvégig nagy ME-tartalmú táppal hizlalt állományánál volt megfigyelhető jelentősebb eltérés. A kakasoknál lényegesen nagyobb eltéréseket tapasztaltunk. A befejező szakaszban etetett nagy ME-tartalmú tápok növelték a mell zsírtartalmát. A kakasok mellhúsának zsírtartalma több kezelés esetében szignifikánsan meghaladta a jércékét.

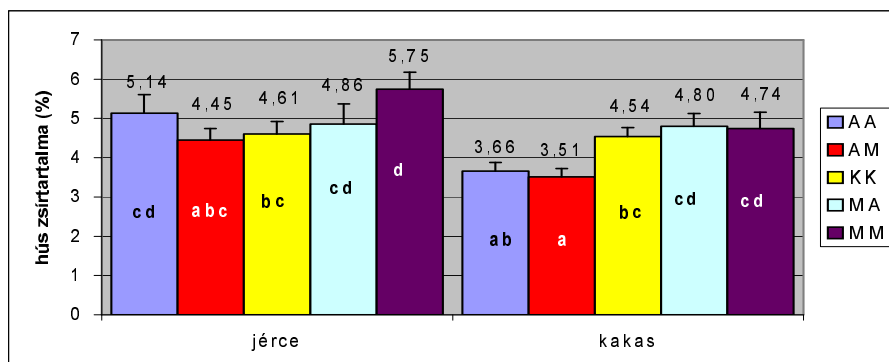
9. ábra: A mellhús zsírtartalmának alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A combhús zsírtartalmának tekintetében a jércek és a kakasok közel azonosan reagáltak a tápok ME-tartalmának változására (10. ábra). Az energiaszint növekedésének hatására nőtt a combhús zsírtartalma. A mellhússal ellentétben a combhús zsírtartalma a jércek esetében bizonyult kismértékben nagyobbak. A nevelő szakaszban etetett magas ME-szintű táp nagyobb mértékben növelte a zsírtartalmat, mint amikor a befejező szakaszban növeltük a táp ME-tartalmát.

10. ábra: A comb zsírtartalmának alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

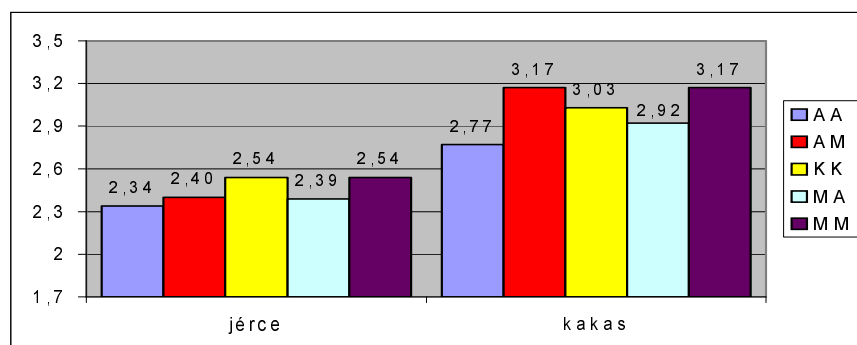
A jércék fajlagos takarmány-felhasználását* nem javította lényegesen, ha nőtt a tápok zsír- és ME-tartalma, a mindvégig 12,8 MJ/kg ME-tartalmú táppal hizlalt állománynál kaptuk a legkedvezőbb értékeket (16. táblázat). A kakasok fajlagos takarmány-felhasználása azonban lényegesen jobb lett, ha a befejező szakaszban magas ME-szintű tápot etettünk.

16. táblázat: A nevelő és befejező szakaszokra vonatkozó fajlagos takarmány-felhasználás alakulása

	JÉRCE (kg/kg)	KAKAS (kg/kg)
AA	1.87	1.88
AM	1.83	1.71
KK	1.73	1.79
MA	1.82	1.81
MM	1.79	1.72

A két ivar közötti különbség a brojler indexek esetében (11. ábra) is jól megfigyelhető. Megállapítható, hogy a jércék esetében a mindvégig közepes, valamint a mindvégig nagy ME-tartalmú tápot fogyasztó csoport index értéke volt a legnagyobb. A kakasoknál a hizlalás gazdaságossága szempontjából legkedvezőbbnek az bizonyult, amikor a befejező szakaszban nagy energia-tartalmú tápot etettünk. A táp energiaszintje a kakasok termelési eredményeit jobban befolyásolta.

11. ábra: A kezelések hatása a brojler indexek alakulására

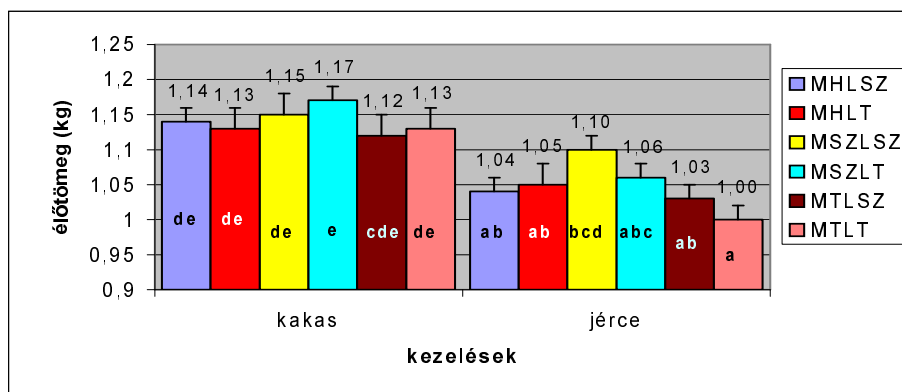


*1 kg testtömeggyarapodáshoz felhasznált takarmánymennyiség.

4.2. Különböző lizin- és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésekor kapott eredmények

Már a nevelő szakasz végén jól látható az eltérő lizin- és metionintartalom hatása és a két ivar közötti jelentős eltérés (12. ábra). Míg a kakasoknál a metionin szükséglet, vagy többlet mellett etetett lizin-kiegészítés kedvezően befolyásolta a testtömeg alakulását, a jércek esetében a technológia ajánlásától való eltérés minden esetben gyarapodás-lemaradást eredményezett.

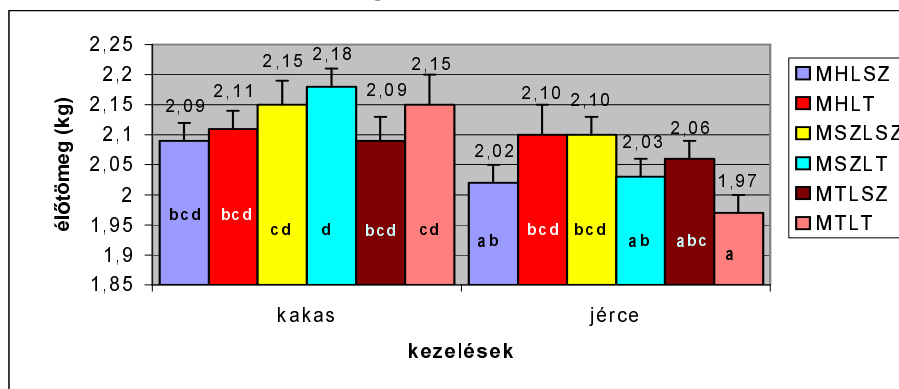
12. ábra: A négyhetes élőtömeg alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A hathetes eredmények vizsgálata azt igazolta, hogy a nagyobb élőtömeg elérése céljából kakasoknál a tápok lizin-kiegészítése kedvező lehet, amennyiben a metionin legalább a szükségletnek megfelelő szinten áll rendelkezésre (13. ábra). A többlet metionin, azonban már nem eredményezett további javulást. Jércéknél nem indokolt a szükséglettől való eltérés. Az ábrán jól látható, hogy mindkét aminosav hiánya, vagy többlete gyarapodás-lemaradást okozott, különösen akkor, ha a lizint és a metionint egyaránt a szükséglet feletti szinten etettük.

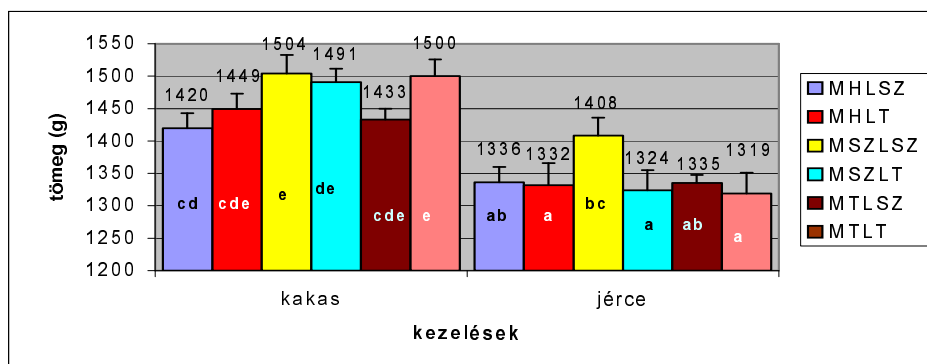
13. ábra: A hathetes élőtömege alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A konyhakész testtömeg a jércék estén az élőtömeghez hasonlóan alakult, a szükségletnek megfelelő lizin- és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetése szignifikánsan nagyobb tömeget eredményezett (14. ábra). Kakasoknál a lizintöbblet hatására kismértékben nőtt a konyhakész testtömeg, a kéntartalmú aminosavak hiánya, vagy többletekor viszont gyarapodás-lemaradást tapasztaltunk.

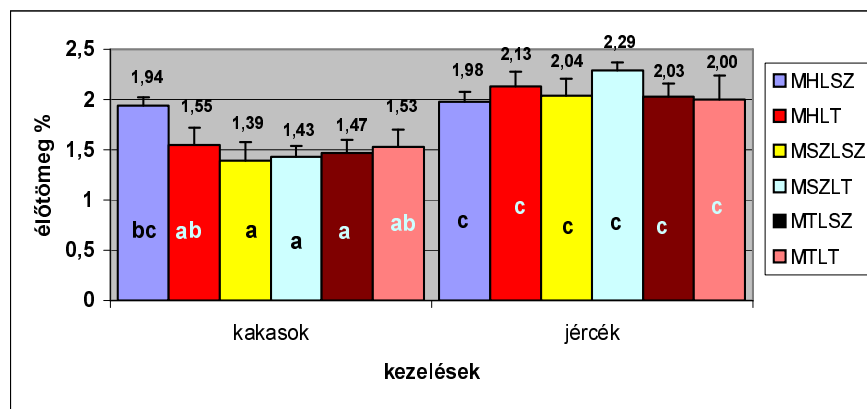
14. ábra: A konyhakész testtömeg alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A hasúri zsírtartalom alakulását (15. ábra) vizsgálva megállapítható, hogy a jércék kevésbé érzékenyen reagáltak a táp aminosav-tartalmában rejlő különbségekre, mint a kakasok és a kezelésektől függetlenül jelentősen nagyobb volt a zsírbeépülés mértéke. Látható ugyanakkor, hogy kakasoknál a metionin hiánya megnövelte a hasúri zsír beépülést. Több más kutatási eredménnyel ellentétben (Takahashi és mtsai. 1994; Fisher, 1994) a vizsgált aminosavakat szükséglet feletti mennyiségben etetve egyik ivarnál sem tapasztaltuk a hasúri zsír mennyiségének csökkenését.

15. ábra: Az élőtömeghez viszonyított hasúri zsír mennyiségének alakulása



Az oszlopok a kezelésekhöz tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A szükséglet felett etetett lizin és metionin mindkét ivarnál kedvezően hatott a melltömeg alakulására (17. táblázat). Míg kakasoknál a lizin többlet kedvezően befolyásolta a combtömeget, jércéknél viszont különösen a kéntartalmú aminosavak, de a lizin többlete is jelentősen csökkentette a combkihozatait.

Hasonló eredményeket kaptunk a konyhakész testtömeghez viszonyított comb és melltömeg alakulásánál is. A kakasoknál a comb, jércénél pedig a mellhús kihozatal volt a nagyobb.

17. táblázat: *A mell- és combtömeg, valamint a relatív mell és combhús kihozatal alakulása*

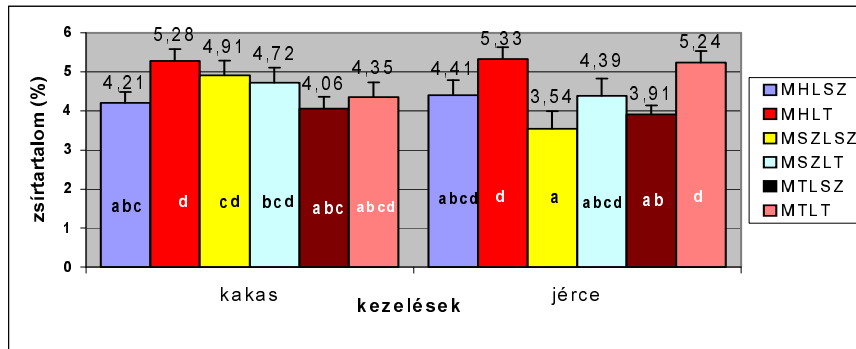
Kezelések	mell tömeg (g)	relatív mellhús kihozatal* (%)	comb tömeg (g)	relatív combhús kihozatal* (%)
Jércék				
MHLSZ	453±14.8 ^{ab}	33.8±0.6 ^{abcd}	437±10.0 ^{bc}	32.7±0.5 ^{de}
MHLT	450±18.3 ^a	33.7±0.7 ^{abcd}	419±10.1 ^{ab}	31.5±0.5 ^{abcd}
MSZLSZ	465±12.3 ^{bcd}	34.7±0.5 ^{bcd}	439± 9.7 ^{bc}	31.2±0.4 ^{abc}
MSZLT	466±12.7 ^{abc}	35.2±0.4 ^d	408±10.6 ^a	30.8±0.5 ^{ab}
MTLSZ	468± 8.0 ^{abc}	35.1±0.5 ^{cd}	407± 6.3 ^a	30.5±0.5 ^a
MTLT	474±16.6 ^{abc}	35.3±0.6 ^d	407±10.2 ^a	30.9±0.4 ^{ab}
Kakasok				
MHLSZ	475±11.8 ^{abcd}	33.5±0.5 ^{abc}	474±10.1 ^{de}	33.4±0.4 ^e
MHLT	488± 8.0 ^{cd}	34.3±0.9 ^{abcd}	465±12.3 ^{cd}	32.1±0.8 ^{bcde}
MSZLSZ	491± 7.8 ^{cd}	32.7±0.3 ^a	486±10.9 ^{de}	32.4±0.7 ^{cde}
MSZLT	496±11.4 ^{cd}	33.2±0.6 ^{ab}	499± 8.8 ^e	33.5±0.4 ^e
MTLSZ	496±12.2 ^{abcd}	33.1±0.7 ^{ab}	474±10.9 ^{de}	33.1±0.6 ^e
MTLT	505±12.6 ^d	33.7±0.3 ^{abcd}	496±10.9 ^e	33.1±0.4 ^e

^{abcde} Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p<0,05$) különböznek.

* a konyhakész testtömeg százalékában

A jércék combhúsának zsírtartalma a metionin-tartalomtól függetlenül jelentősen megemelkedett a szükséglet felett etetett lizin hatására (16. ábra). Kakasoknál a lizin nagyobb adagja csak a metionin hiánya estén okozta a combhús zsírtartalmának jelentős emelkedését. Az aminosavak szükséglet feletti mennyisége kakasokban csökkentette a comb zsírtartalmát.

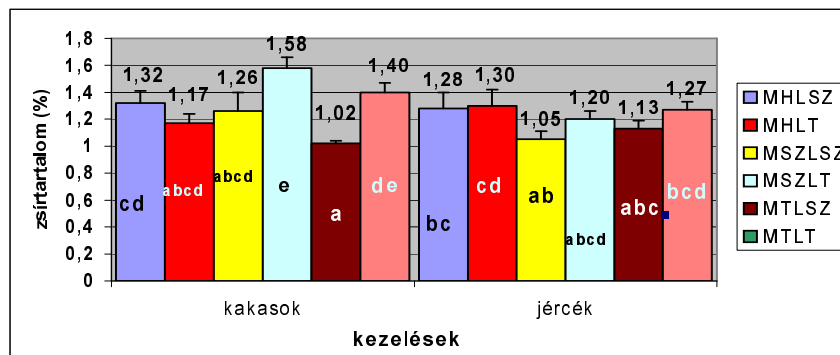
16. ábra: A combhús zsírtartalmának alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

A lizin-többség a kakasoknál a szükségletnek megfelelő metionin szint mellett a mellzsír jelentős növekedését okozta (17. ábra), mely az inkább szárazabb mell esetében a hús ízletessége szempontjából kedvezőnek mondható. A metionin többlet viszont a mellzsír csökkenését eredményezte. A jércénél – a combhoz hasonlóan – bármelyik aminosavat a szükséglettől eltérő mennyiségben etetve a zsírtartalom megemelkedett, különösen a metionin hiánya mellett etetett többlet lizinnél. A mellhús zsírtartalma a legtöbb kezelés tekintetében a kakasoknál nagyobbak bizonyult. A 16. és 17. ábrát összehasonlítva jól látható, hogy a comb zsírtartalma jelentősen meghaladja a mellhúsét.

17. ábra: A mellhús zsírtartalmának alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

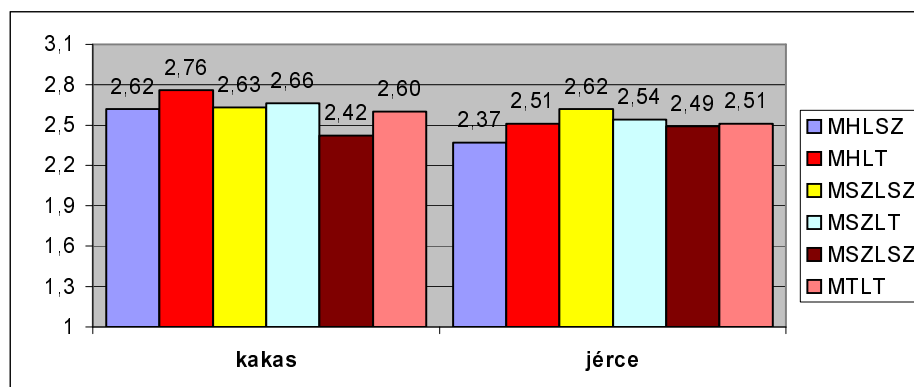
A fajlagos takarmány-felhasználást a kezelések mindkét ivarnál csak kismértékben befolyásolták (18. táblázat).

18. táblázat: A fajlagos takarmány-felhasználás alakulása

kezelés	kakas (kg/kg)	jérce (kg/kg)
MHLSZ	1,90	1,93
MHLT	1,82	1,94
MSZLSZ	1,85	1,91
MSZLT	1,90	1,90
MTLSZ	1,90	1,87
MTLT	1,92	1,87

A brojler indexeket a kezelések szintén csak kismértékben befolyásolták. Kakasoknál a szükséglet felett adott metionin csökkentette, a lizin többlet javította a brojlerindexeket. Jércénél bármilyen, a szükséglettől való eltérés a brojlerindex csökkenését eredményezte (18. ábra).

18. ábra: A brojler indexek alakulása a kísérlet során



4.3. Eltérő zsírsavösszetételű tápok etetésekor kapott eredmények

4.3.1. A kísérletben etetett nevelő és befejező tápok zsírsavösszetétele

A kísérletben használt nevelő és befejező tápok zsírsavösszetételét a 19-20. táblázatok mutatják. A lenolajat és a halolajat a többi olajtól eltérő koncentrációban etetettük, mivel ezeket a gyakorlatban, elsősorban a nekik tulajdonítható mellékíz miatt, nem etetik a többi olajhoz hasonlóan 6%-os koncentrációban. A táblázatokban az egyes zsírsavak mennyiségét az összes zsírsav %-ban és g/kg takarmányban is feltüntettük. A tápok zsírsavösszetételét lényegesen befolyásolták az alkalmazott kezelések. Baromfiszír kiegészítés esetén volt a legnagyobb a telített zsírsav-tartalom, ugyanakkor a tökmagolajos táphoz viszonyítva kedvezőbben alakult az n-6/n-3-as zsírok aránya, ami a baromfiszír magasabb n-3-as zsírsav-tartalmának köszönhető. A tökmagolaj kiegészítés hatására nőtt a tápok linolsav-tartalma, ez az n-6/n-3 zsírsavarány jelentős növekedését okozta a többi táphoz képest. Az olívaolaj elsősorban a tápok olajsav-tartalmát növelte. Az olívaolajos táp esetén a baromfiszírral közel azonos volt az n-6-os és n-3-as zsírsavak mennyisége, melynek következtében az n-6/n-3 zsírsavarány a két tápban hasonló volt. A lenolaj hatására kiemelkedően megnőtt a tápok linolénsav-tartalma. Az n-6-os zsírsavak aránya a többi kezeléshez képest alacsony volt, így a lenolajos tápokban mértük a legkisebb n-6/n-3 arányt. Az alacsonyabb koncentráció ellenére, a halolajos tápokban jelentősen megnőtt a hosszúszerűlancú n-3-as zsírsavak aránya, mivel a halolajban a vizsgált olajkiegészítésekhez képest kiemelkedően magas az EPA és a DHA aránya. Mérhető mennyiségű DPA-t azonban egyik tápban sem találtunk. Mindemellett a halolajos tápok jelentős mennyiségű telített zsírsavat is tartalmaztak, mely a nevelő tápoknál megközelítette a baromfiszír kiegészítésnél mért relatív mennyiséget. A lenolajos táphoz képest mért magasabb n-6-os zsírsav mennyiség miatt a halolajos tápokban az n-6/n-3 zsírsavarány jelentősen meghaladta a lenolaj kiegészítéskor mért értéket.

19. táblázat: *A nevelő szakaszban etetett tápok zsírsavösszetétele*

zsírsavak	k í s é r l e t i t á p o k									
	baromfizsír		tökmagolaj		olívaolaj		lenolaj		halolaj	
	% ⁶	g/kg ⁷	%	g/kg	%	g/kg	%	g/kg	%	g/kg
C14:0	1,08	1,08	0,09	0,09	0,31	0,31	0,05	0,05	3,18	1,90
C16:0	20,47	20,47	11,55	11,55	15,07	15,07	7,98	7,98	17,66	12,47
C16:1n-7	2,12	2,12	1,13	1,13	1,24	1,24	1,17	1,17	4,04	3,26
C18:0	9,13	9,13	3,30	3,30	4,31	4,31	2,62	2,62	3,97	2,38
C18:1n-9	37,78	37,78	30,97	30,97	54,05	54,05	20,44	20,44	28,31	12,16
C18:2n-6	22,56	22,56	51,25	51,25	22,02	22,02	25,44	25,44	25,08	15,01
C18:3n-3	1,75	1,75	0,50	0,50	1,09	1,09	38,10	38,10	1,61	0,97
C20:1n-9	0,94	0,94	0,06	0,06	0,47	0,47	0,15	0,15	3,23	1,93
C20:4n-6	0,58	0,58	0,12	0,12	0,31	0,31	0,09	0,09	0,33	0,20
C20:5n-3	0,08	0,08	-	-	-	-	-	-	1,97	1,18
C22:6n-3			-	-	-	-	-	-	2,41	1,44
SAT ¹	30,68	30,68	14,95	14,95	19,69	19,69	10,65	10,65	24,81	14,85
MUFA ²	40,84	40,84	32,16	32,16	55,76	55,76	21,76	21,76	35,58	21,29
PUFA ³	24,97	24,97	51,37	51,37	23,42	23,42	63,63	63,63	31,40	18,79
Összes n-6 ⁴	23,14	23,14	51,37	51,37	22,33	22,33	25,53	25,53	25,41	15,21
Összes n-3 ⁵	1,20	1,20	0,50	0,50	1,09	1,09	38,10	38,10	5,99	3,58
n-6/n-3	19,28		102,74		20,45		0,67		4,24	

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0); ²MUFA = egyszeresen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-9, C20:1n-9); ³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak; ⁴összes n-6 = n-6-os többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:2n-6, C20:4n-6); ⁵összes n-3 = n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:3n-3, C20:5n-3, C22:6n-3); ⁶összes zsírsav %-ban; ⁷g/kg takarmányban

20. táblázat: *A befejező szakaszban etetett tápok zsírsavösszetétele*

zsírsavak	k í s é r l e t i t á p o k									
	baromfizsír		tökmagolaj		olívaolaj		lenolaj		halolaj	
	% ⁶	g/kg ⁷	%	g/kg	%	g/kg	%	g/kg	%	g/kg
C14:0	1,23	0,99	0,08	0,07	0,25	0,20	0,03	0,02	1,33	0,51
C16:0	19,87	16,04	11,58	9,84	13,90	11,22	9,80	5,88	14,57	5,54
C16:1n-7	2,22	1,79	1,12	0,95	1,26	1,02	1,02	0,61	1,91	0,73
C18:0	8,00	6,46	3,32	2,82	3,04	2,45	2,73	1,64	3,11	1,18
C18:1n-9	37,38	30,18	30,99	26,34	52,70	42,55	23,62	14,17	30,94	11,76
C18:2n-6	24,40	19,70	51,25	43,56	24,60	19,86	31,28	18,77	37,66	14,31
C18:3n-3	1,20	0,97	0,49	0,42	1,35	1,09	29,23	17,54	1,30	0,49
C20:1n-9	1,11	0,90	0,06	0,05	0,55	0,44	0,12	0,07	1,41	0,54
C20:4n-6	0,51	0,41	0,13	0,11	0,23	0,19	0,07	0,04	0,31	0,12
C20:5n-3	0,08	0,07	-	-	-	-	-	-	1,28	0,49
C22:6n-3			-	-	-	-	-	-	1,45	0,55
SAT ¹	29,18	23,56	14,98	12,73	17,19	13,88	12,56	7,54	19,01	7,22
MUFA ²	40,71	32,87	32,17	27,34	54,51	44,02	24,76	14,85	34,26	13,02
PUFA ³	26,19	21,15	51,87	44,09	27,75	22,41	60,58	36,35	42,00	15,96
Összes n-6 ⁴	24,91	20,11	51,31	43,67	24,83	20,05	31,35	18,81	37,97	14,43
Összes n-3 ⁵	1,28	1,04	0,49	0,42	1,35	1,09	29,23	17,54	4,03	1,53
n-6/n-3	19,46		104,7		18,39		1,07		9,42	

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0); ²MUFA = egyszeresen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-9, C20:1n-9);

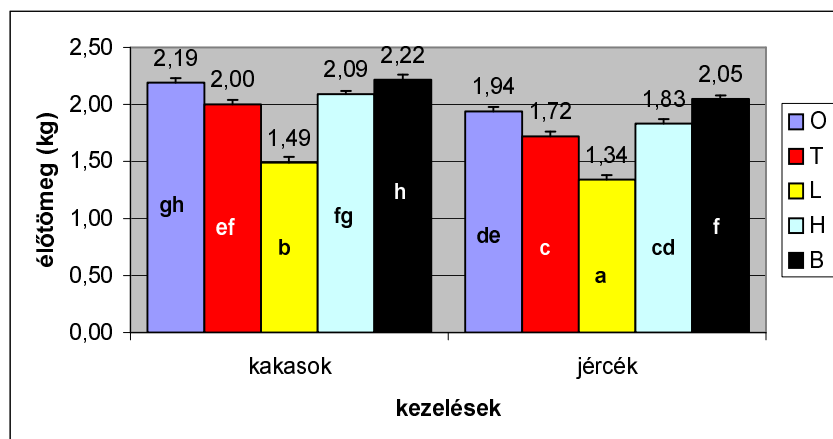
³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak; ⁴összes n-6 = n-6-os többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:2n-6, C20:4n-6);

⁵összes n-3 = n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:3n-3, C20:5n-3, C22:6n-3); ⁶összes zsírsav %-ban; ⁷g/kg takarmányban

4.3.2. A csirkék termelési eredményei

A hathetes élőtömeg vizsgálatakor jól látszik, hogy a kakasok és a jércék hasonlóan reagáltak a kezelésekre (19. ábra). A baromfiszírhoz képest a többi olajkiegészítés szignifikánsan kisebb élőtömeget eredményezett, kivéve az olívaolajos kezelést, ahol a kakasoknál nem volt szignifikáns az eltérés. Figyelemre méltó, hogy az alacsonyabb energia-tartalmú halolajos kezelés hatására, a többi olajkiegészítéshez viszonyítva nem csökkent jelentősen az állatok teljesítménye. A lenolajat tartalmazó tápot a csirkék nem fogyasztották szívesen, ez jelentős fejlődési depressziót eredményezett.

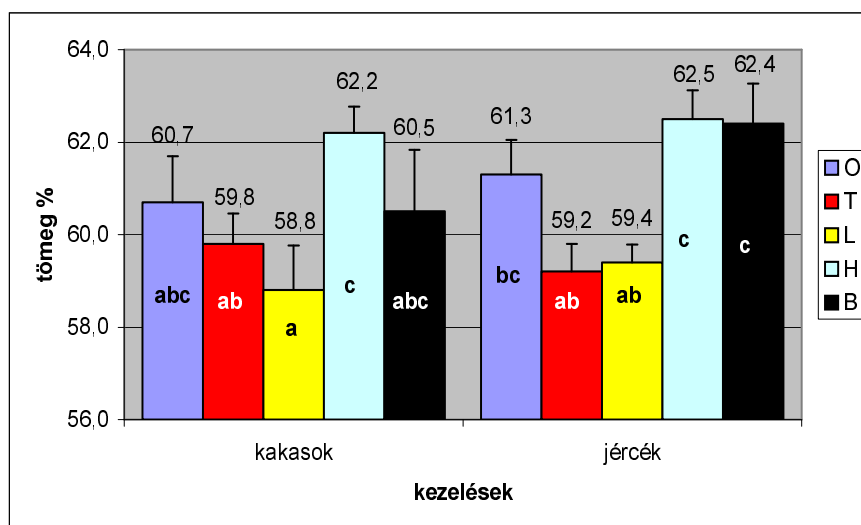
19. ábra: A hathetes élőtömeg



Az oszlopok a kezelésekhöz tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

Az élőtömeghez viszonyított konyhakész testtömeg vizsgálatakor sem találtunk jelentős eltéréseket a két ivar között (20. ábra). A halolaj mindkét ivar vágási kihozatalát kedvezően befolyásolta. Az olívaolaj nem okozott jelentős eltéréseket. A tökmag- és lenolaj kiegészítés csökkentette a konyhakész testtömeget a baromfiszír kiegészítéshez képest, amely jércéknél szignifikánsnak bizonyult.

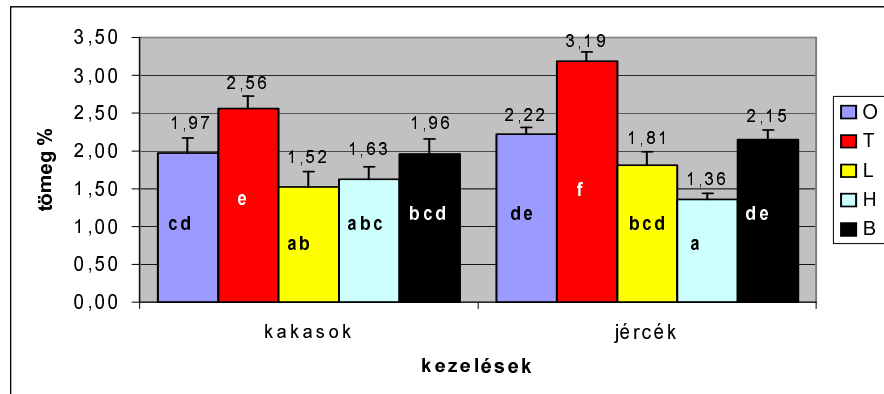
20. ábra: Az élőtömeghez viszonyított konyhakész testtömeg alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

Az olívaolaj és a baromfiszír mindkét ivar esetében közel azonos mértékben befolyásolta az élőtömeghez viszonyított hasúri zsír mennyiségét (21. ábra). A tökmagolaj etetése szignifikánsan nagyobb, míg a hal- és lenolajos kezelések szignifikánsan kisebb hasúri zsír beépülést eredményeztek. A jércék hasúri zsírtartalma a legtöbb kezelés tekintetében meghaladta a kakasokét. A tökmagolaj etetésekor ez a különbség szignifikáns volt.

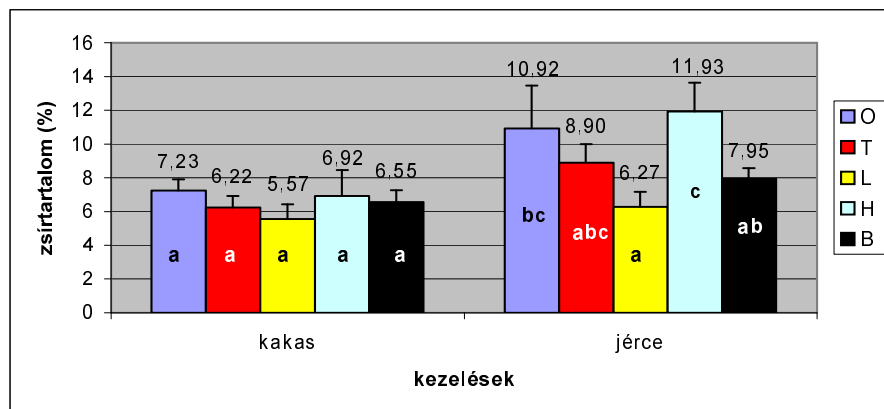
21. ábra: Az élőtömeghez viszonyított hasúri zsír mennyisége



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

A máj zsírtartalmát a kezelések közel azonos módon befolyásolták a két ivar esetén (22. ábra). Az ábrán azonban jól látható, hogy a jércék lényegesen érzékenyebben reagáltak a különböző olajtartalmú tápok etetésére. Az olívaolaj és a halolaj hatására kakasoknál kismértékben, a jércéknél lényegesen megemelkedett a máj zsírtartalma. A legalacsonyabb zsírbeépülés a lenolaj etetésénél figyelhető meg. A jércék májának zsírtartalma minden esetben meghaladta a kakasokét.

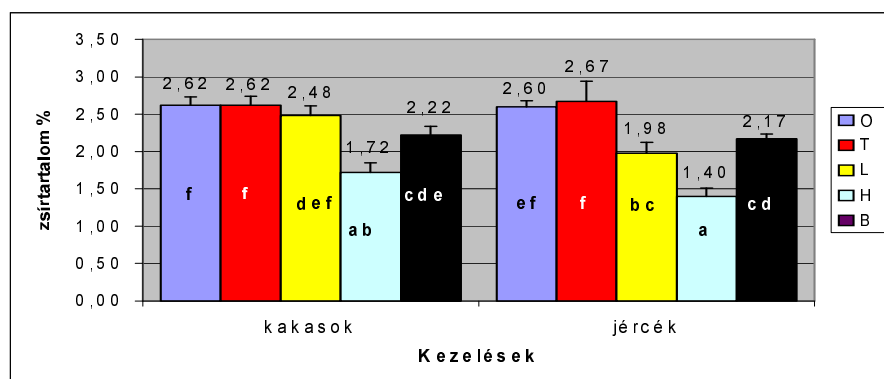
22. ábra: A máj zsírtartalmának alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

A comb zsírtartalmát vizsgálva (23. ábra) jól látható, hogy mindkét ivarnál az olíva- és tökmagolajos kezelések hatására volt a legnagyobb zsírbeépülés. A halolaj a hasúri zsírhoz hasonlóan a többi kezeléshez képest szignifikánsan alacsonyabb értékeket eredményezett.

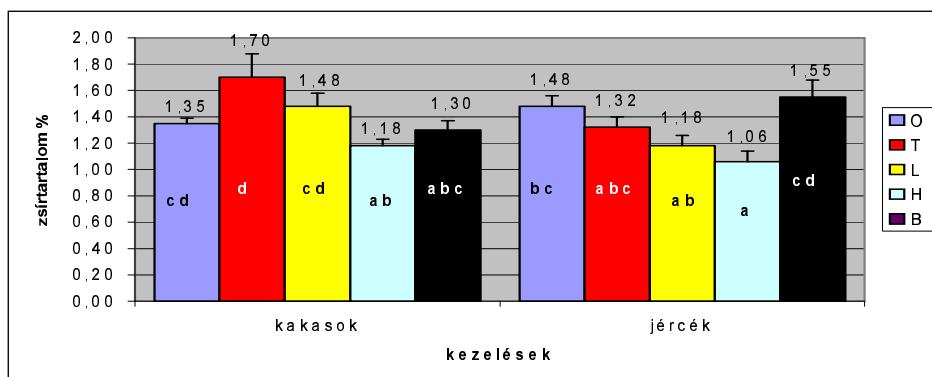
23. ábra: A comb zsírtartalmának alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

A mell zsírtartalma (24. ábra) a legtöbb kezelés tekintetében a combhoz hasonlóan alakult. Jércéknél a baromfizsíros kezelésnél mért zsírtartalom kismértékben meghaladta a tökmag- és olívaolajos kezeléseknél kapott értékeket.

24. ábra: A mell zsírtartalmának alakulása



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

A fajlagos takarmány-felhasználás vonatkozásában a legkedvezőbb értékeket a baromfizsír és az olívaolaj kiegészítés esetén kaptuk (21. táblázat). A halolaj tartalmú tápok kisebb energiatartalmát a csirkék nagyobb takarmányfelvétellel kompenzálták. Érdekes ugyanakkor, hogy a tökmagolajnál kapott érték kakasok esetén csak kismértékben alacsonyabb, jércék esetén pedig megegyezik a halolajnál észlelttel. A legmagasabb értéket mindkét ivar esetén a lenolajnál tapasztaltuk.

21. táblázat: *A fajlagos takarmány-felhasználás alakulása*

kezelés	kakas (kg/kg)	jérce (kg/kg)
O	1,81	1,90
T	1,90	2,07
L	2,04	2,19
H	1,93	2,07
B	1,81	1,86

4.3.3. Az érzékszervi vizsgálat során kapott eredmények

Az organoleptikus vizsgálatban öt személy véleményét figyelembe véve a legjobbnak tökmagolajos és baromfizsíros táppal etetett csirkék húsa bizonyult (22. táblázat). Az olívaolajos kezelés kismértékben, a len és halolajos kezelések jelentősen rontották a hús ízletességét. Figyelemre méltó, hogy a halolaj esetén az aránylag kis koncentráció ellenére is mellékízt tapasztaltak a vizsgálatban résztvevő személyek

22. táblázat: *Az organoleptikus vizsgálat eredményei*

Tulajdonság	tökmag- olaj	lenolaj	olíva- olaj	halolaj	baromfi- zsír
porhanyósság (max. 5)	5,00 c *	3,40 a	4,40 bc	3,80 ab	4,60 c
ízletesség (max. 5)	5,00 b	3,60 a	4,60 b	3,25 a	4,80 b
összbenyomás (max. 5)	5,00 c	4,00 b	4,75 c	3,25 a	5,00 c
mellékíz	-	-	-	+	-

*abc: Az eltérő betűvel jelölt átlagok között szignifikáns ($P < 0,05$) különbség van

4.3.4. A vizsgált szövetek zsírsavösszetételének alakulása

Az egyes szövetek zsírsavösszetételének alakulását a 23-27. táblázatok mutatják. Eredményeink azt mutatják, hogy az egyes szövetek zsírsavösszetételét nagymértékben befolyásolja az etetett tápok zsírsav-tartalma. A tökmagolajat tartalmazó táp etetésekor szignifikánsan megemelkedett a szövetekben az n-6-os zsírsavak aránya, a linolsav mennyisége, a máj arachidonsav-tartalma a többi kezeléshez képest. A bőralatti és hasúri zsír esetén is alacsony volt az arachidonsav beépülése, így a kezelések nem okoztak számottevő eltéréseket. Az olívaolaj hatására jelentősen megemelkedett a comb és mellizom, valamint a hasúri zsír egyszerűen telítetlen zsírsav-tartalma (MUFA). A lenolajat tartalmazó táp etetése szignifikánsan megnövelte a szövetek linolénsav-tartalmát a többi kezeléshez képest, különösen a hasúri zsír, valamint a comb és mellizom esetében.

A hal- és lenolajos kezelések hatására szignifikánsan nőtt a szövetek n-3-as zsírsav-tartalma. Minden szövet esetén a lenolaj kiegészítés eredményeképpen kaptuk a legnagyobb értékeket, melyek a máj kivételével minden esetben szignifikánsan magasabbak voltak a halolajnál kapott értékeknél.

Az n-6/n-3 zsírsavak aránya a vizsgált szövetekben szintén csökkent a len- és halolajos kezeléseknél, a többi olajhoz képest. Míg a máj és a mell esetén a halolajos és lenolajos kezelések közel azonos mértékben befolyásolták az n-6/n-3 zsírsavak arányát, addig a többi szövet esetében a lenolajos kezelés hatására az arány szignifikánsan csökkent.

A táplálkozás-élettani szempontból lényeges, hosszú szénláncú n-3-as zsírsavak közül a DHA legnagyobb mértékben a halolaj hatására épült be, elsősorban a mell és májszövetekbe, de jelentősebb mennyiséget mértünk a combszövetben is. A lenolajos és halolajos kezelések hatására megemelkedett a szövetek, főként a máj és mellszövetek EPA- és DPA-tartalma a többi kezeléshez képest. Az utóbbi két szövetben a lenolajnál kapott értékek mindkét zsírsav esetén meghaladták a halolajos kezelésnél kapott eredményeket.

A bőralatti és hasúri zsírban a halolaj hatására szintén szignifikánsan megnőtt a DHA, valamint az EPA mennyisége a többi olajhoz képest, a beépülés aránya azonban lényegesen kisebb volt, mint a többi szövetben. A bőralatti zsírban a DPA nem volt kimutatható, a hasúri zsírban a halolajos kezelés hatására volt kismennyiségben mérhető.

23. táblázat: A hasúri (abdominális) zsír zsírsavösszetétele

Zsírsavak	kezelések				
	B	T	O	L	H
	Zsírsavösszetétel az összes zsírsav %-ban				
SAT ¹	54,89 ± 1,04 ^c	55,14 ± 1,89 ^c	45,46 ± 2,39 ^{ab}	43,19 ± 3,52 ^a	47,39 ± 2,85 ^b
C18:1n-9	26,26 ± 0,45 ^a	25,26 ± 1,19 ^a	37,00 ± 1,82 ^c	30,61 ± 1,66 ^b	27,15 ± 1,55 ^a
MUFA ²	31,57 ± 0,68 ^a	28,95 ± 1,35 ^a	41,86 ± 1,96 ^c	35,61 ± 1,99 ^b	34,86 ± 1,82 ^b
C18:2n-6	9,07 ± 0,24 ^a	13,07 ± 0,60 ^c	9,87 ± 0,50 ^{ab}	12,16 ± 0,70 ^c	10,48 ± 0,72 ^b
C20:4n-6	0,58 ± 0,05 ^a	0,38 ± 0,01 ^a	0,33 ± 0,03 ^a	0,56 ± 0,04 ^a	0,99 ± 0,07 ^a
összes n-6 ³	9,76 ± 0,26 ^a	13,57 ± 0,61 ^c	10,31 ± 0,52 ^a	12,82 ± 0,72 ^{bc}	11,57 ± 0,76 ^{ab}
C18:3n-3	0,50 ± 0,01 ^a	0,93 ± 0,03 ^a	0,81 ± 0,06 ^a	6,42 ± 0,89 ^b	0,73 ± 0,06 ^a
C20:5n3	0,17 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,00 ^a	0,09 ± 0,00 ^a	0,27 ± 0,03 ^a	0,59 ± 0,08 ^b
C22:5n-3	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,07 ± 0,04 ^a	0,31 ± 0,04 ^b
C22:6n-3	0,18 ± 0,02 ^a	0,00 ^a	0,24 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,03 ^a	0,42 ± 0,02 ^a
összes n-3 ⁴	0,85 ± 0,05 ^a	1,04 ± 0,03 ^a	1,15 ± 0,07 ^a	6,87 ± 0,94 ^b	2,05 ± 0,15 ^a
PUFA ⁵	10,62 ± 0,29 ^a	14,61 ± 0,62 ^c	11,46 ± 0,58 ^{ab}	19,70 ± 1,49 ^d	13,62 ± 0,91 ^{bc}
n-6/n-3	11,58 ± 0,55^d	13,11 ± 0,64^d	9,04 ± 0,28^c	2,09 ± 0,39^a	5,66 ± 0,07^b

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0)(9); ²MUFA = egyszerűen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-9, C20:1n-9);

³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak ⁴összes n-6 = n-6-os többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:2n-6, C20:4n-6); ⁵összes n-3 = n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:3n-3, C20:5n-3, C22:6n-3)

^{abcd} Az eltérő betűvel jelölt átlagok között szignifikáns (P<0,05) különbség van

24. táblázat: A bőralatti (subcutan) zsír zsírsavösszetétele

Zsírsavak	kezelések				
	B	T	O	L	H
	Zsírsavösszetétel az összes zsírsav %-ban				
SAT ¹	61,11 ± 0,57 ^d	49,93 ± 2,58 ^b	50,92 ± 1,02 ^b	56,76 ± 1,02 ^c	38,54 ± 0,90 ^a
C18:1n-9	23,05 ± 0,45 ^a	27,53 ± 1,59 ^b	32,15 ± 0,61 ^c	22,36 ± 0,55 ^a	37,16 ± 0,37 ^d
MUFA ²	28,88 ± 0,51 ^a	33,00 ± 1,78 ^b	37,27 ± 0,76 ^c	29,26 ± 0,78 ^a	44,12 ± 0,61 ^d
C18:2n-6	7,34 ± 0,15 ^a	14,17 ± 0,70 ^c	9,14 ± 0,29 ^b	8,27 ± 0,36 ^a	12,96 ± 0,31 ^c
C20:4n-6	0,27 ± 0,02 ^a	0,28 ± 0,02 ^a	0,20 ± 0,01 ^a	0,21 ± 0,01 ^a	0,51 ± 0,05 ^a
összes n-6 ³	7,69 ± 0,17 ^a	14,58 ± 0,72 ^b	9,45 ± 0,30 ^a	8,61 ± 0,34 ^a	13,58 ± 0,30 ^b
C18:3n-3	0,45 ± 0,01 ^a	0,91 ± 0,22 ^a	0,71 ± 0,04 ^a	3,48 ± 0,37 ^b	1,18 ± 0,04 ^a
C20:5n3	0,03 ± 0,02 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,12 ± 0,01 ^a	0,56 ± 0,06 ^b
C22:5n-3	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
C22:6n-3	0,23 ± 0,02 ^a	0,27 ± 0,01 ^a	0,22 ± 0,01 ^a	0,24 ± 0,02 ^a	0,36 ± 0,08 ^a
összes n-3 ⁴	0,71 ± 0,04 ^a	1,18 ± 0,24 ^a	0,92 ± 0,05 ^a	3,84 ± 0,38 ^b	2,09 ± 0,10 ^a
PUFA ⁵	8,40 ± 0,19 ^a	15,76 ± 0,81 ^c	10,37 ± 0,34 ^{ab}	12,45 ± 0,35 ^b	15,67 ± 0,40 ^c
n-6/n-3	10,98 ± 0,55^c	10,96 ± 0,61^c	10,31 ± 0,26^c	2,43 ± 0,41^a	6,53 ± 0,18^b

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0)(9); ²MUFA = egyszerűen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-9, C20:1n-9);

³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak ⁴összes n-6 = n-6-os többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:2n-6, C20:4n-6); ⁵összes n-3 = n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:3n-3, C20:5n-3, C22:6n-3)

^{abcd} Az eltérő betűvel jelölt átlagok között szignifikáns (P<0,05) különbség van

25. táblázat: A máj zsírsavösszetétele

Zsírsavak	kezelések				
	B	T	O	L	H
	Zsírsavösszetétel az összes zsírsav %-ban				
SAT ¹	37,97 ± 0,23 ^a	42,01 ± 0,44 ^b	42,27 ± 0,79 ^b	40,84 ± 0,70 ^{ab}	39,12 ± 1,32 ^{ab}
C18:1n-9	33,88 ± 1,57 ^b	29,92 ± 1,31 ^a	33,79 ± 0,84 ^b	27,27 ± 1,79 ^a	29,29 ± 1,71 ^a
MUFA ²	39,58 ± 2,17 ^c	33,69 ± 1,53 ^{ab}	38,19 ± 0,99 ^c	31,06 ± 2,09 ^a	36,25 ± 1,40 ^{bc}
C18:2n-6	11,20 ± 0,74 ^b	13,09 ± 0,54 ^c	9,81 ± 0,29 ^a	12,25 ± 0,68 ^{bc}	12,48 ± 1,08 ^{bc}
C20:4n-6	4,90 ± 0,76 ^{bc}	5,07 ± 0,75 ^c	4,77 ± 0,34 ^{bc}	4,25 ± 0,35 ^b	2,37 ± 0,33 ^a
összes n-6 ³	16,57 ± 0,55 ^{ab}	18,71 ± 1,31 ^c	15,08 ± 0,62 ^{ab}	16,96 ± 0,97 ^{bc}	14,90 ± 1,34 ^a
C18:3n-3	0,35 ± 0,04 ^a	0,58 ± 0,07 ^a	0,25 ± 0,01 ^a	1,96 ± 0,34 ^b	0,65 ± 0,09 ^a
C20:5n-3	0,42 ± 0,04 ^a	0,68 ± 0,07 ^b	0,36 ± 0,03 ^a	2,12 ± 0,32 ^d	1,68 ± 0,33 ^c
C22:5n-3	0,62 ± 0,13 ^c	0,34 ± 0,03 ^{ab}	0,22 ± 0,01 ^a	1,07 ± 0,16 ^d	0,43 ± 0,08 ^b
C22:6n-3	0,98 ± 0,12 ^a	0,73 ± 0,06 ^a	0,46 ± 0,03 ^a	1,85 ± 0,52 ^b	3,39 ± 0,58 ^c
összes n-3 ⁴	2,37 ± 0,30 ^a	2,32 ± 0,23 ^a	1,28 ± 0,07 ^a	6,99 ± 1,23 ^b	6,14 ± 1,01 ^b
PUFA ⁵	18,95 ± 1,82 ^{ab}	21,04 ± 1,22 ^b	16,37 ± 0,69 ^a	23,96 ± 2,14 ^c	21,05 ± 2,28 ^b
n-6/n-3	7,38 ± 0,79^b	8,61 ± 1,31^b	11,80 ± 0,28^c	3,01 ± 0,72^a	2,64 ± 0,28^a

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0)(9); ²MUFA = egyszerűen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-9, C20:1n-9);

³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak ⁴összes n-6 = n-6-os többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:2n-6, C20:4n-6); ⁵összes n-3 = n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:3n-3, C20:5n-3, C22:6n-3)

^{abcd} Az eltérő betűvel jelölt átlagok között szignifikáns (P<0,05) különbség van

26. táblázat: A combhús zsírsavösszetétele

Zsírsavak	kezelések				
	B	T	O	L	H
	Zsírsavösszetétel az összes zsírsav %-ban				
SAT ¹	34,40 ± 0,23 ^c	27,86 ± 0,58 ^{ab}	25,20 ± 1,01 ^a	30,45 ± 0,86 ^b	36,84 ± 0,55 ^c
C18:1n-9	34,12 ± 0,41 ^a	33,65 ± 0,38 ^a	42,15 ± 0,54 ^b	31,96 ± 0,63 ^a	32,06 ± 0,46 ^a
MUFA ²	39,59 ± 0,37 ^a	39,22 ± 0,53 ^a	47,69 ± 0,58 ^b	37,20 ± 0,61 ^a	37,82 ± 0,40 ^a
C18:2n-6	14,16 ± 0,31 ^b	22,18 ± 0,53 ^d	15,87 ± 0,32 ^c	16,13 ± 0,34 ^c	12,51 ± 0,40 ^a
C20:4n-6	3,30 ± 0,10 ^b	2,79 ± 0,10 ^{ab}	2,65 ± 0,12 ^{ab}	2,51 ± 0,24 ^a	3,03 ± 0,10 ^{ab}
összes n-6 ³	18,07 ± 0,42 ^b	25,82 ± 0,73 ^c	19,24 ± 0,39 ^b	19,05 ± 0,27 ^b	15,92 ± 0,32 ^a
C18:3n-3	0,46 ± 0,01 ^a	1,75 ± 0,25 ^b	0,82 ± 0,04 ^{ab}	5,86 ± 1,32 ^c	0,47 ± 0,02 ^a
C20:5n3	0,45 ± 0,04 ^a	0,29 ± 0,03 ^a	0,17 ± 0,00 ^a	0,67 ± 0,14 ^b	0,82 ± 0,07 ^b
C22:5n-3	0,59 ± 0,02 ^b	0,36 ± 0,05 ^a	0,34 ± 0,01 ^a	1,03 ± 0,10 ^d	0,80 ± 0,08 ^c
C22:6n-3	1,19 ± 0,09 ^b	0,40 ± 0,04 ^a	0,33 ± 0,02 ^a	1,02 ± 0,05 ^b	1,83 ± 0,40 ^c
összes n-3 ⁴	2,69 ± 0,15 ^{ab}	2,81 ± 0,35 ^{ab}	1,66 ± 0,06 ^a	8,58 ± 1,50 ^c	3,93 ± 0,55 ^b
PUFA ⁵	20,77 ± 0,37 ^a	28,63 ± 0,46 ^b	20,90 ± 0,42 ^a	27,63 ± 1,54 ^b	19,84 ± 0,82 ^a
n-6/n-3	6,84 ± 0,48^c	10,06 ± 1,47^d	11,65 ± 0,41^d	2,75 ± 0,64^a	4,57 ± 0,77^b

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0)(9); ²MUFA = egyszerűen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-9, C20:1n-9);

³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak ⁴összes n-6 = n-6-os többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:2n-6, C20:4n-6); ⁵összes n-3 = n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:3n-3, C20:5n-3, C22:6n-3)

^{abcd} Az eltérő betűvel jelölt átlagok között szignifikáns (P<0,05) különbség van

27. táblázat: A mellhús zsírsavösszetétele

Zsírsavak	kezelések				
	B	T	O	L	H
	Zsírsavösszetétel az összes zsírsav %-ban				
SAT ¹	31,50 ± 0,23 ^b	28,59 ± 0,28 ^{ab}	27,63 ± 0,69 ^a	30,34 ± 0,25 ^{ab}	32,05 ± 0,23 ^b
C18:1n-9	33,35 ± 0,49 ^b	32,46 ± 0,75 ^b	42,56 ± 1,65 ^c	28,64 ± 0,42 ^a	31,08 ± 0,63 ^{ab}
MUFA ²	37,83 ± 0,51 ^b	36,03 ± 0,89 ^b	46,53 ± 1,78 ^c	32,46 ± 0,39 ^a	35,75 ± 0,69 ^{ab}
C18:2n-6	14,77 ± 0,23 ^a	21,37 ± 0,28 ^c	15,27 ± 0,36 ^{ab}	16,65 ± 0,30 ^b	14,34 ± 0,21 ^a
C20:4n-6	4,04 ± 0,14 ^c	3,63 ± 0,27 ^{bc}	3,28 ± 0,25 ^{ab}	2,91 ± 0,17 ^{ab}	2,56 ± 0,07 ^a
összes n-6 ³	19,83 ± 0,33 ^b	26,23 ± 0,42 ^c	19,51 ± 0,57 ^b	20,23 ± 0,42 ^b	17,50 ± 0,22 ^a
C18:3n-3	0,52 ± 0,02 ^a	1,25 ± 0,15 ^a	0,81 ± 0,05 ^a	5,22 ± 0,81 ^b	0,66 ± 0,03 ^a
C20:5n3	0,48 ± 0,03 ^a	0,37 ± 0,04 ^a	0,29 ± 0,02 ^a	1,22 ± 0,12 ^b	1,21 ± 0,05 ^b
C22:5n-3	0,74±0,04 ^b	0,58±0,06 ^{ab}	0,50±0,04 ^a	1,69±0,08 ^d	1,41±0,11 ^c
C22:6n-3	1,34 ± 0,10 ^b	0,56 ± 0,05 ^a	0,49 ± 0,05 ^a	1,33 ± 0,08 ^b	3,83 ± 0,26 ^c
összes n-3 ⁴	3,09 ± 0,19 ^a	2,75 ± 0,30 ^a	2,10 ± 0,15 ^a	9,46 ± 0,95 ^c	7,12 ± 0,38 ^b
PUFA ⁵	22,92 ± 0,36 ^{ab}	28,98 ± 0,34 ^c	21,61 ± 0,71 ^a	29,69 ± 0,70 ^c	24,62 ± 0,38 ^b
n-6/n-3	6,55 ± 0,42 ^b	10,15 ± 1,12 ^c	9,43 ± 0,41 ^c	2,31 ± 0,35 ^a	2,49 ± 0,13 ^a

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0)(9); ²MUFA = egyszeresen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-9, C20:1n-9);

³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak ⁴összes n-6 = n-6-os többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:2n-6, C20:4n-6); ⁵összes n-3 = n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak (C18:3n-3, C20:5n-3, C22:6n-3)

^{abcd} Az eltérő betűvel jelölt átlagok között szignifikáns (P<0,05) különbség van

4.3.5. A tápok n-3-as zsírsav-tartalmának hatása a vizsgált szövetek zsírsavösszetételére

A len- és halolajos kezelések jelentősen csökkentették az n-6/n-3-as zsírsavak arányát a vizsgált szövetekben a többi kezeléshez képest (25. ábra). Míg azonban a máj és mellszövetben az n-6/n-3-as zsírsavak aránya a len- és halolaj kiegészítés hatására közel azonos volt, a comb- és zsírszövetekben a halolajnál kapott arány jelentősen meghaladta a lenolaj kiegészítéskor kapott értékeket. A májban és hússzövetekben a baromfiszír az olíva- és tökmagolajokhoz képest az n-6/n-3 arány csökkenését eredményezte.

A szövetek EPA-tartalmára is elsősorban a len- és halolajos kezelések voltak hatással (26. ábra). A legnagyobb EPA-tartalmat a májban mértük, de jelentős mennyiség épült be a comb és mellszövetekbe is. A májban a lenolaj kiegészítés hatására jelentősen megemelkedett az EPA-tartalom a halolaj etetéséhez képest, a hússzövetekben viszont nem találtunk különbséget a két olajkiegészítés között. A hasúri és bőralatti zsírokban egyedül a halolaj hatására emelkedett meg az EPA beépülése. A zsírszövetek EPA-tartalma azonban lényegesen kisebb volt, a combban, mellben, vagy májban kapott értékeknél.

A DPA-tartalom az EPA-hoz hasonlóan alakult, azzal a különbséggel, hogy a lenolajos kezelésnél valamennyi szövetnél nagyobb volt a beépülés mértéke, mint a halolaj kiegészítésnél (27. ábra). A zsírszövetek közül a DPA egyedül a hasúri zsírban volt kimutatható.

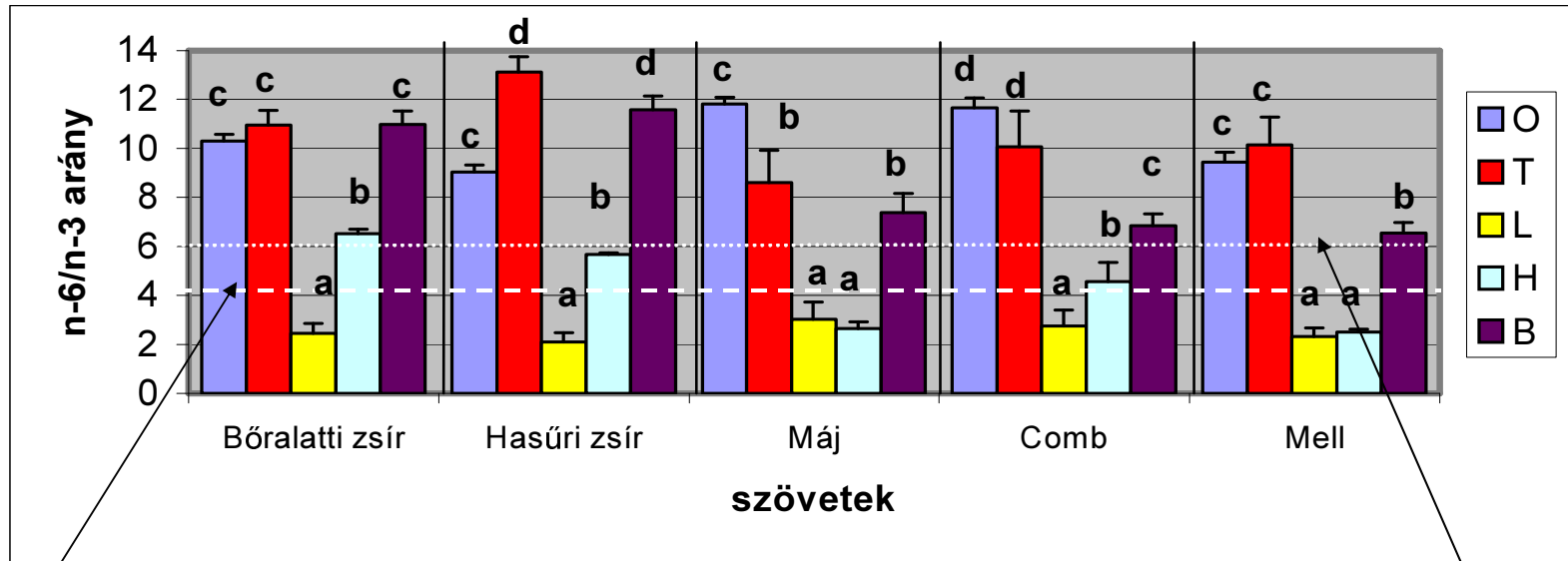
A DPA-val ellentétben a DHA mennyisége mind a májban, mind pedig a mellben és a combban jelentősen nagyobb volt a halolaj kiegészítés hatására, mint a lenolajnál. A legnagyobb értékeket a májban és mellben mértük (28. ábra). A zsírszövetek DHA-tartalmát a kezelések nem befolyásolták.

A vártak megfelelően alakult a szövetek linolénsav-tartalma. Minden vizsgált szövet esetén a lenolajos kezeléskor kaptunk a többi kezeléshez képest szignifikánsan nagyobb értékeket (29. ábra). A máj linolénsav-tartalma kisebb volt, mint a többi vizsgált szöveté.

A szövetek n-3 zsírsav-tartalmát leginkább a lenolaj kiegészítés növelte (30. ábra). A máj és mellszövetek n-3-as zsírsav-tartalmát azonban a halolaj is jelentősen megemelte a többi kezeléshez képest.

Az eredmények fejezetben az 5-24. ábrákon szereplő kísérleti eredmények a dolgozat végén lévő mellékletben, a pontos szórásértékek feltüntetésével táblázatos formában is megtalálhatók (29-34. táblázatok).

25. ábra: Az n-6/n-3-as zsírsavak aránya a vizsgált szövetekben

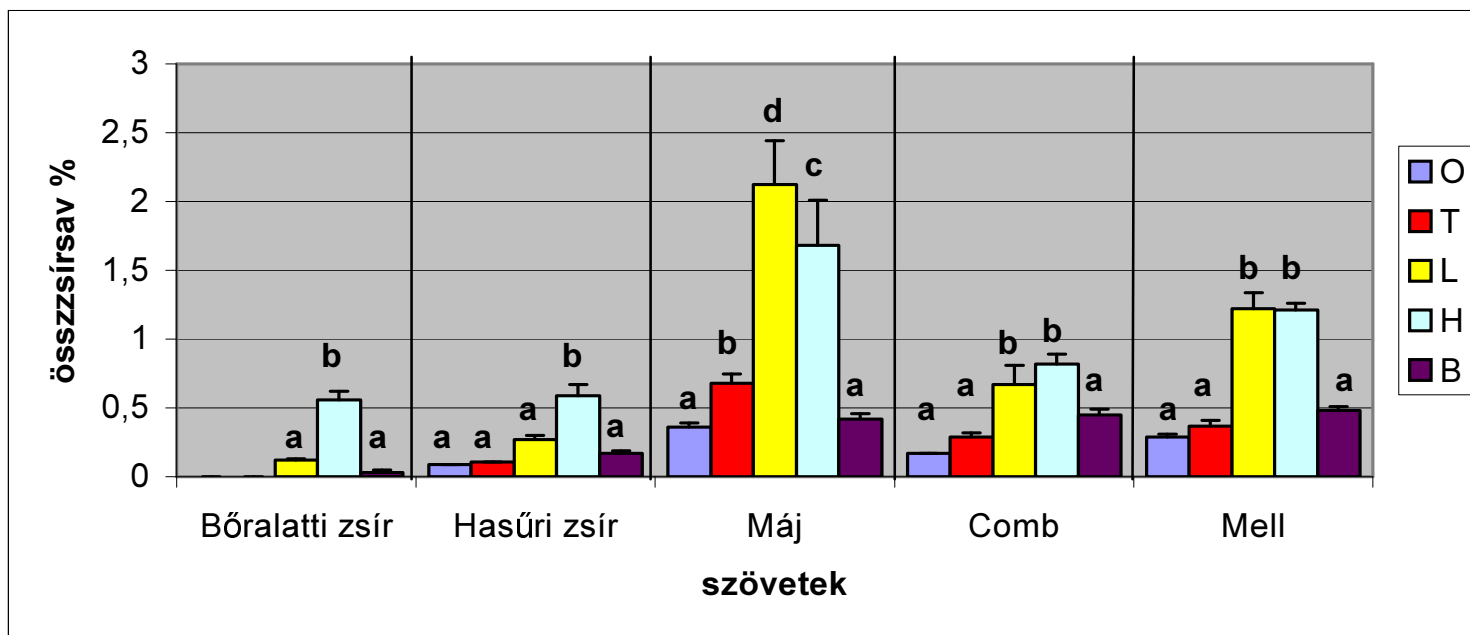


Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

Yehuda és mtsai (1993) által javasolt érték

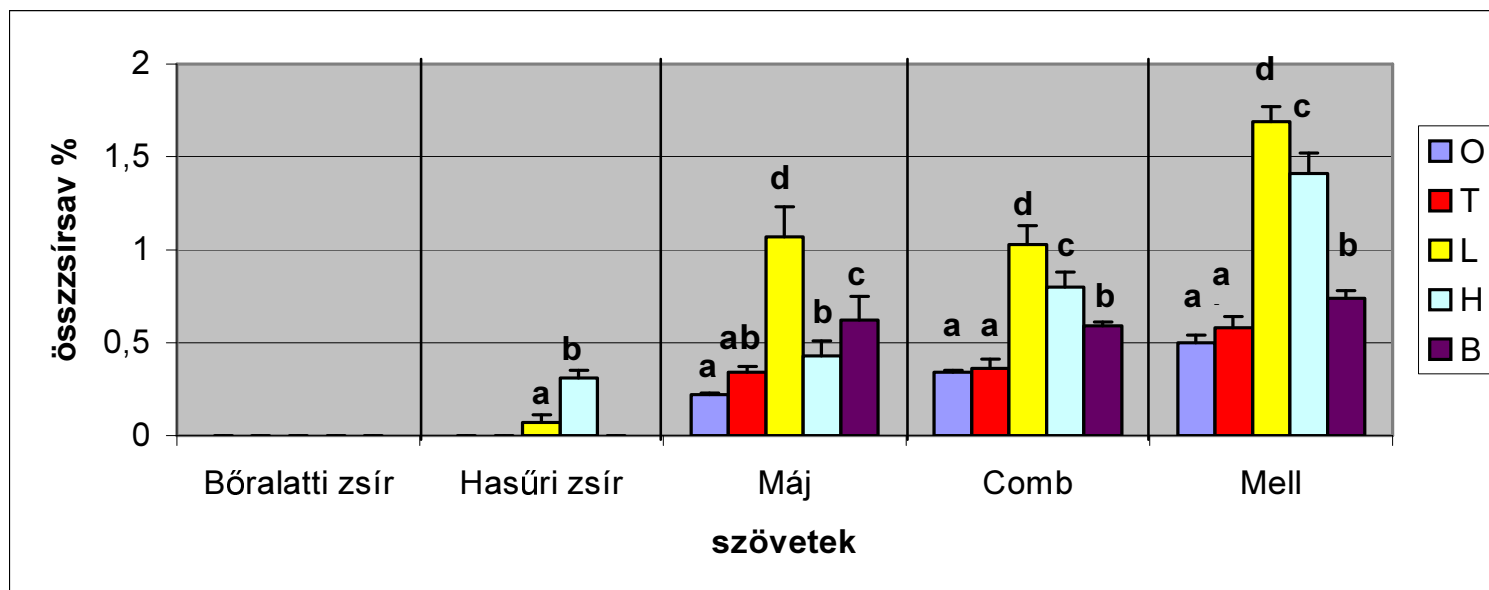
Neuringer és mtsai (1988) által

26.ábra: Az EPA (C20:5 n-3) mennyiségének alakulása a vizsgált szövetekben



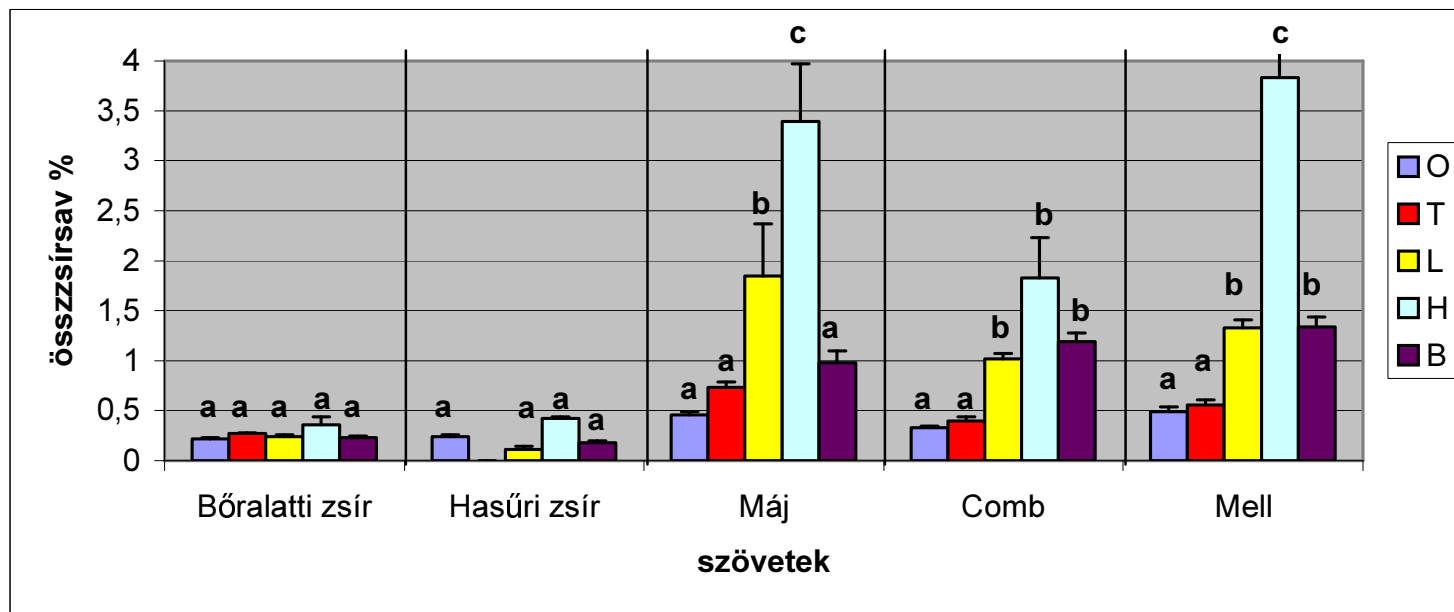
Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

27. ábra: A DPA (C22:5 n-3) mennyiségének alakulása a vizsgált szövetekben



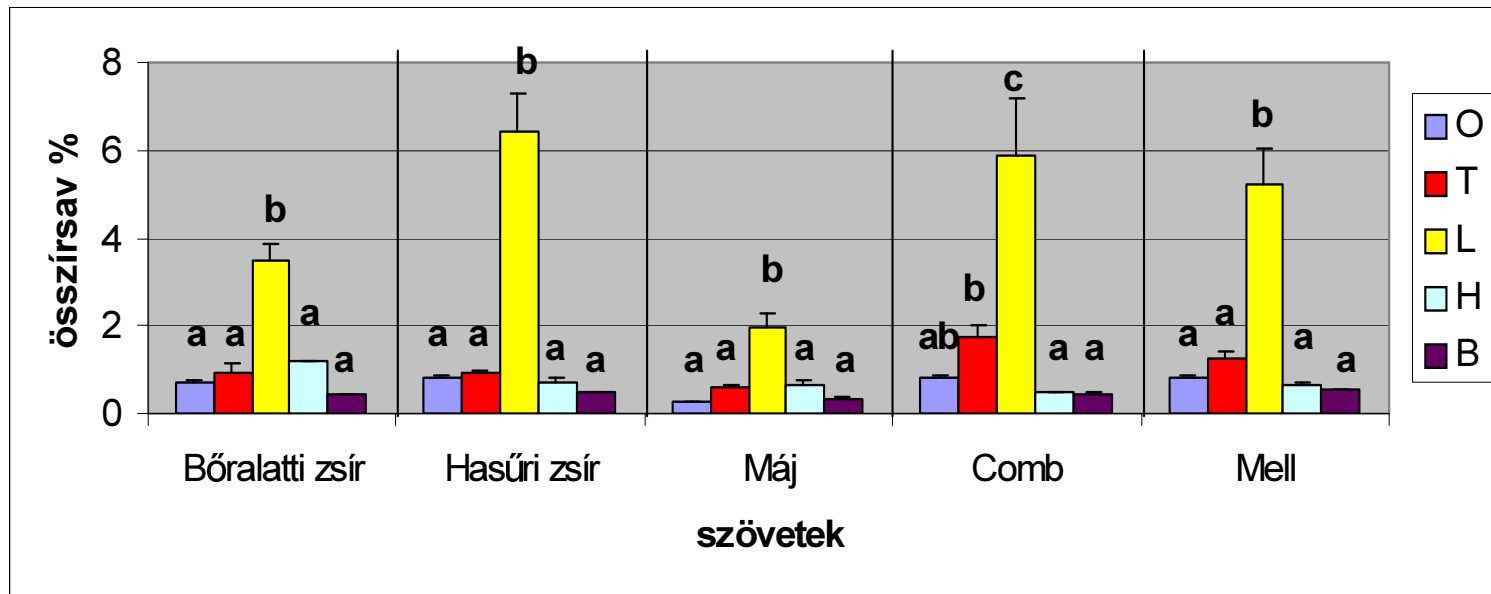
Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

28. ábra: A DHA (C22:6 n-3) mennyiségének alakulása a vizsgált szövetekben



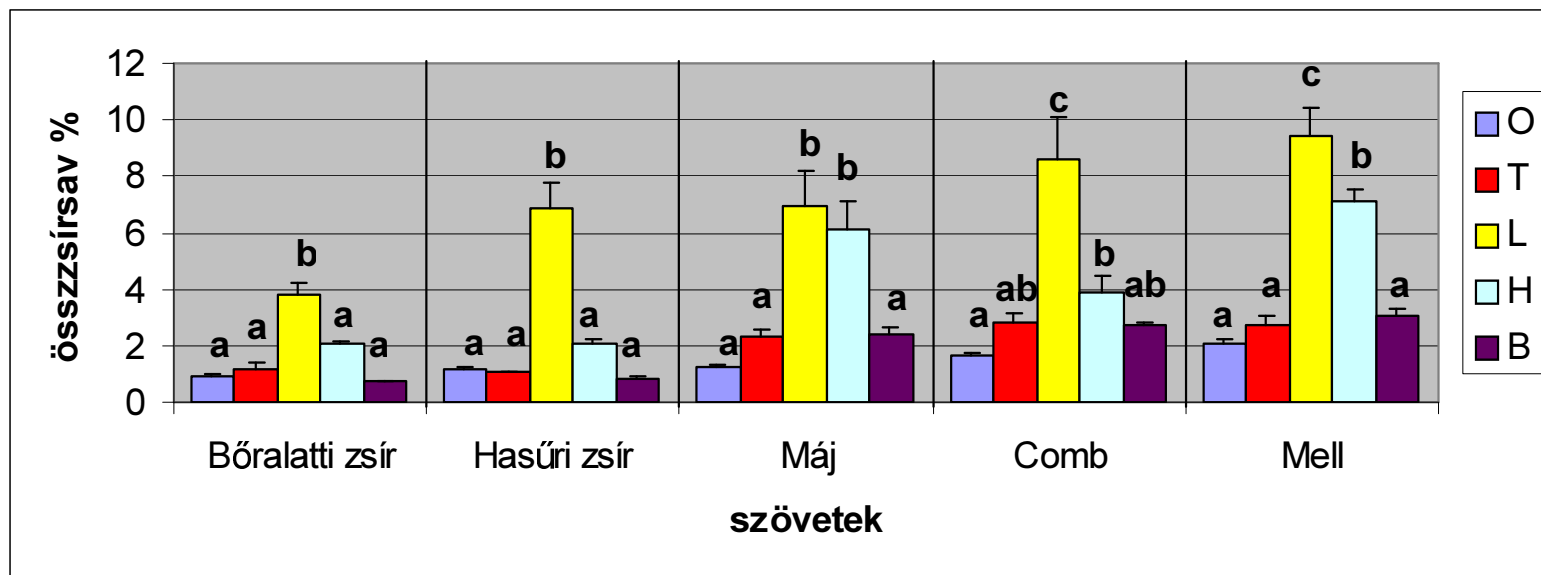
Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

29. ábra: A linolénsav (C18:3 n-3) mennyiségének alakulása a vizsgált szövetekben



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

30. ábra: *n*-3-as zsírsavak mennyiségének alakulása a vizsgált szövetekben



Az oszlopok a kezelésekhez tartozó átlagokat jelképezik. Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek

5. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

5.1. Eltérő metabolizálható energia-tartalmú nevelő és befejező tápok etetésének hatása

A nevelő szakaszban a közepes ME-tartalmú táp etetése mindkét ivarnál testtömeggyarapodás javulást eredményezett az alacsony energiaszinthez képest. A nagyobb energia-tartalmú táp nem hozott további javulást. Így a brojler tápok zsírdúsítása e szakaszban csak bizonyos szintig indokolt. Eredményeink alapján a nevelő tápokban 12,8 MJ/kg ME-tartalom javasolható. A hathetes élőtömegek összehasonlításakor tapasztalt kiegyensúlyozottabb eredmények a csirkék több szerző (*Payne, 1967, Newcombe és Summers, 1984*) által is leírt kompenzációs képességét bizonyítják, ami azt jelenti, hogy az alacsonyabb energia-tartalmú tápból a csirkék többet fogyasztanak. A két ivar azonban eltérő módon reagált a kezelésekre. A jércék teljesítményét kevésbé, a kakasokét jobban befolyásolta a tápok zsírkiegészítése. A hízalás végén a kakasok nagyobb élőtömeggel hálálják meg a többlet energiát, ami a kakasok erőteljesebb növekedésével magyarázható. Figyelemre méltó továbbá, hogy ha a nagy energia-tartalmú nevelő tápot alacsony ME-szintű befejező követi, akkor a súlygyarapodás mérsékeltebb. Ez arra utal, hogy a brojlercsirkék energia igénye a befejező szakaszban is jelentős. Ezt a tényt támasztják alá *Horn és mtsai. (2000)* azon eredményei is, melyek szerint a hathetes hízalási ciklusban a brojler hústermelő kapacitásának csak kis részét használjuk ki. A nagyobb comb és mellhús kihozatal elérése, valamint a jobb húsminőség érdekében a hét-nyolc hetes ciklusok volnának ideálisak. A gyakorlatban azonban a hosszabb hízalás kevésbé gazdaságos, mivel a hathetes kor elérése után romlik az állatok takarmányértékesítő képessége.

A csirkék vágási kihozatala mindkét ivarnál csökken, ha növeljük a tápok energia- és zsírtartalmát. Ez elsősorban a bőrrel eltávolított (subcutan) és a hasüri (abdominális) zsír együttes mennyiségével magyarázható. Ez az oka annak, hogy az alacsony energia-tartalmú táppal etetett csirkék kevésbé voltak zsírosak, ami szignifikánsan jobb vágási kihozatalt eredményezett.

A tápok energia-tartalma, más kutatási eredményekhez hasonlóan (*Leeson és mtsai., 1996, Lei és Van Beck, 1997, Yalçın és mtsai., 1998*), a vizsgálati feltételek mellett, nem volt jelentős hatással a relatív

melltömögre. A jércék relatív mellhús kihozatala az etetett táp energia-tartalmától függetlenül jobb, mint a kakasoké. Ez alátámasztja *Reddy és mtsai.* (1993) eredményeit. A combtömeg vizsgálatokor ennek ellenkezőjét tapasztaltuk. Ezek az eredmények elsősorban genetikai tényezők hatásával magyarázhatók.

A mellhús és combhús zsírtartalmát a tápok ME-tartalma mindkét ivarnál csak kismértékben befolyásolta. Érdekes azonban, hogy a mellhús zsírtartalma a kakasoknál, míg a combé a jércéknél volt nagyobb. Eredményeink azt igazolják, hogy az értékes húsrészek zsírtartalma takarmányozással csak kismértékben befolyásolható, elsősorban genetikai tényezőkön múlik.

Hasonlóan más irodalmi adatokhoz (*Donaldson és mtsai.*, 1985; *Plavnik és mtsai.*, 1997), a kakasoknál és a jércéknél egyaránt nőtt az abdominális zsír mennyisége a tápok ME-szintjének emelkedésével. A hasúri zsír vizsgálatokor tapasztalt, az átlagosnál nagyobb szórás, elsősorban a jelentős egyedi különbségekkel magyarázható.

A fajlagos takarmány-felhasználás, amely nagy hatással van a termelés gazdaságosságára, javul, ha a táp több energiát, zsírt tartalmaz. A magasabb ME-tartalom hatására ugyanis csökken a csirkék takarmányfelvétele és növekszik a tetstömeggyparadás (*Plavnik és mtsai.*, 1997; *Dublecz és mtsai.*, 1999). Ennek egyik oka a zsírok extrametabolikus hatása (*Horani és Sell* 1977), amely azt jelenti, hogy a zsírtartalom lelassítja a chimus továbbhaladását a vékonybélben, javítva ezzel az emésztőenzimek hatékonyságát és a táplálóanyagok felszívódását. A zsírkiegészítés hatása azonban csak addig kedvező, amíg az állatok az energiát létfenntartásra és fehérjeszintézisre használják. A zsírbeépülés ugyanis kisebb mértékű gyarapodást eredményez, mint a fehérje- és a vele együtt járó vízbeépülés. Kakasoknál a befejező szakaszban etetett alacsony ME-tartalmú táp hatására romlott a fajlagos takarmány-felhasználás, ami elsősorban a kakasok nagy növekedési erélyével magyarázható.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az *NRC* (1994) által javasolt 13,4 MJ/kg ME-tartalom alkalmazása az indító és nevelő szakaszokban egyik ivar esetén sem tűnik indokoltnak. Az ilyen takarmányozási programok ugyanis megnövelhetik a hízalás költségeit és a csirkék nemkívánatos elzsírosodását okozhatják. A magas ME-szintű indító tápok etetése ezen kívül több kutatási eredmény (*Julian*, 1993; *Leeson és mtsai.*, 1995) szerint is megnöveli a csirkék hasvízkórral szembeni érzékenységét, így az elhullás kockázatát. A Ross technológia

(*Ross breeders Limited*, 1999) által javasolt, a hizlalási idő előre haladtával fokozatosan emelkedő ME-szintű tápok etetése, a csirkék termelési paramétereit, valamint a hizlalás gazdaságosságát kedvezően befolyásolja. Tapasztalataink szerint azonban a nevelő szakaszban egyik ivarnál sem előnyös a 12,8 MJ/kg ME-tartalmúnál nagyobb energia-tartalmú tápok etetése. A befejező szakaszban pedig elsősorban a kakasok számára javasolható további energiadúsítás (13,4 MJ/kg).

Kísérletünk, hasonlóan *Kralik és mtsai* (1996), valamint *Vincze és mtsai*. (1997) eredményeihez, arra hívják fel a figyelmet, hogy a kakasok és a jércék táplálóanyag szükségleti értékei eltérőek. Erre utalnak az élőtömeg, a vágási kihozatal, az értékes húsrészek, a hasúri zsír és a fajlagos takarmány felhasználás terén kapott eredményeink. Az ivarok közötti különbség a legtöbb paraméter tekintetében meghaladta a kezelésekből adódó különbségeket.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a két ivar közötti különbség már a gyakorlatban alkalmazott hathetes hizlalási ciklus végén is szembetűnő. A tapasztalt ivari eltérések figyelembevétele a gyakorlatban is indokoltnak tűnik.

5.2. Különböző lizin- és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésekor kapott eredmények

A kísérletben a két ivar reakciója a tápok aminosav-tartalmában rejlő különbségekre jelentős eltéréseket mutat szinte valamennyi általunk vizsgált paraméter tekintetében. Az élőtömeget vizsgálva a nevelő- és a befejező szakasz végén egyaránt azt tapasztaltuk, hogy a kakasoknál a szükséglet felett etetett lizin kedvező hatású volt, a szükséglet felett adott metionin viszont már nem javította tovább a testtömeggyarapodást. Ez a kakasok nagyobb növekedési erélyével magyarázható. Jércénél ezzel szemben a technológia vegyes ivarra vonatkozó ajánlásainál magasabb kéntartalmú aminosav és lizin-kiegészítés egyaránt gyarapodás-lemaradást okozott. Ennek oka feltételezhetően az, hogy a szükségletet meghaladó metionin-kiegészítés depresszív hatású lehet (*Edmonds és Baker*, 1987), a lizin túladagolása pedig relatív argininhiányt válthat ki (*D`Mello és Lewis*, 1970). *Nesheim* (1968) eredményei szerint a nagyobb arginin szükséglettel rendelkező hibridek kisebb mértékben tolerálják a

lizin többletet, mint a kis arginin igényűek. Ezenkívül az aminosavak hatással lehetnek a neurotranszmitterek szintézisére és metabolizmusára az agyban (Mercer és mtsai., 1989) Egyes aminosavak túlsúlya ezért befolyásolhatja a csirkék takarmány-felvételét (Boorman, 1979).

Hasonló eredményeket tapasztaltunk a konyhakész testtömeg vonatkozásában is.

Az aminosavak, főleg a metionin hiányára a kakasok nagyobb hasúri zsír beépítéssel reagáltak, hasonlóan más szerzők eredményeihez (Takahashi és mtsai., 1994, Fisher, 1994), mivel az állati szervezetben az esszenciális aminosavak hiányakor a feleslegessé vált fehérjéből energia képződik, mely elsősorban zsír formájában raktározódik. A jércék kevésbé érzékenyen reagáltak a kezelésekre, aminek egyik magyarázata lehet, hogy a jércéknél már az alacsony (a nevelő szakaszban 0,84%, a befejezőben 0,75%) metionin-tartalom is fedezte a szükségletet. Érdekes eredmény ugyanakkor, hogy más szerzőkkel (Rosebrough és mtsai., 1982, Takahashi és mtsai., 1994) ellentétben, a vizsgált aminosavakat a Ross technológia vegyes ivarra vonatkozó ajánlásaihoz képest szükséglet feletti mennyiségben etetve (metionin esetén 0,1%, lizinnél 0,2% többlet), nem tapasztaltuk a zsírbeépülés csökkenését egyik ivarnál sem.

A lizin- (0,2%-os) és metionin-tartalom (0,1%-os) növelése Han és Baker, 1994; Kidd és mtsai., 1998; valamint Schutte és Pack, 1995 eredményeihez hasonlóan kedvezően befolyásolta a mellttömeget. Ez a tény arra utal, hogy a maximális mellhús kihozatal aminosav szükséglete meghaladja a maximális testtömeggyarapodását (Lippens, 2001). Kísérletünkben különösen a jércéknél érzékelhető ez a különbség. Így a nagyobb mellkihozatal érdekében, egyetértve más szerzőkkel (Han és Baker, 1994, Kidd és mtsai., 1998, Kerr és mtsai., 1999), indokolt lehet a tápok metionin- és lizin-tartalmának emelése.

A combttömeget a kezelések mindkét ivarnál az élőtömeghez hasonlóan befolyásolták, azaz jércéknél a szükséglet feletti aminosav kiegészítés a combttömeg csökkenését eredményezte, kakasoknál pedig a kéntartalmú aminosavakat szükségesiten biztosítva a lizin-kiegészítés hatására nőtt a combkihozatal.

A relatív comb- és mellkihozatalt vizsgálva megállapítottuk, hogy a kezelésektől függetlenül a kakasoknál a combkihozatal, jércéknél pedig a mellkihozatal volt nagyobb.

A hús ízletességét nagymértékben befolyásolja a zsírtartalom. Csirkéknél a mell zsírtartalma általában alacsonyabb, míg a combé nagyobb a kívántnál. Eredményeink szerint a táp lizinszintjének a Ross-

technológia ajánlásaihoz képest 0,2%-kal történő emelése mindkét ivarnál, de főként kakasoknál a mell zsírtartalmának növekedését okozza. Jércéknél azonban ennek hatására a comb zsírtartalma is megemelkedik.

A kísérlet eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy a tápok energia-tartalmához hasonlóan (Bartos és mtsai., 2001), a két ivar lizin és metionin igénye között is jelentős eltérések vannak. Úgy tűnik, hogy a Ross 308-as hibrid kakasainak lizin igénye magasabb a technológia vegyes ivarra vonatkozó ajánlásainál, mely minden vizsgált paraméter tekintetében megmutatkozott. A többlet lizin kedvező hatása viszont csak akkor érvényesül, ha a kén tartalmú aminosavakat is a szükségletnek megfelelő szinten biztosítjuk. Jércéknél csak akkor indokolt a tápok lizin és kén tartalmú aminosav szintjének, a technológia ajánlásaihoz képest történő emelése, ha elsődlegesen a maximális mellhús kihozatal a cél.

Eredményeink azt mutatják, hogy a kísérletben szereplő Ross 308-as hibrid aminosav szükséglete mindkét ivarnál meghaladja az NRC (1994) által javasolt értékeket a nevelő és befejező szakaszokban egyaránt. A két ivar eltérő lizin és kén tartalmú aminosav szükségletét a Ross technológia (Ross breeders Limited, 1999) ajánlásai is figyelembe veszik. Tapasztalataink szerint azonban kakasoknál mind az élőtömeg, mind a konyhakész testtömeg szempontjából előnyös lehet a technológia kakasokra vonatkozó ajánlásainál magasabb, a nevelő szakaszban 1,5% a befejező szakaszban 1,33% lizintartalmú tápok etetése.

5.3. Eltérő zsírsavösszetételű tápok etetésekor kapott eredmények értékelése

5.3.1. A csirkék termelési eredményeiből levonható következtetések

Az egyes olajok hatása között a legtöbb vizsgált paraméter tekintetében szignifikáns különbségeket tapasztaltunk.

Az élőtömeget a baromfiszírhoz képest a többi olajkiegészítés csökkentette. A lenolaj a csirkék takarmányfelvételét kedvezőtlenül befolyásolta, még a befejező szakaszban etetett 3 %-os arány is jelentős fejlődési depressziót eredményezett. Ennek oka feltételezhetően az általunk használt, gyógyszerértári finomságú lenolaj alkalmazása lehetett. Lenolajjal végzett más kísérleti eredmények (Phetteplace és Watkins,

1989, Manilla 1999, López-Ferrer és mtsai., 2001) ugyanis nem utalnak ilyen mértékű takarmány visszautasításra, vagy gyarapodás-lemaradásra. Figyelemreméltó, hogy az alacsonyabb energia-tartalmú halolajos táp a vártnál kisebb mértékben csökkentette az élőtömeget. Ez a tény a csirkék kompenzációs készségére utal (Payne, 1967, Newcombe és Summers, 1984), ami azt jelenti, hogy az alacsonyabb energia-tartalmú tápból a csirkék többet fogyasztanak.

Az elzsírosodásra gyakorolt kedvező hatása miatt a halolaj-kiegészítés javította a csirkék vágási kihozatalát. A tökmagolajos táp etetése azonban jelentősen csökkentette a konyhakész testtömeget, mely a magas zsírbeépüléssel magyarázható.

A hasúri zsír mennyiségét a lenolajos és a halolajos kezelések mindkét ivarnál csökkentették, ami a többszörösen telítetlen n-3-as zsírsavak elzsírosodást csökkentő hatásával magyarázható (Schmidt, 1999, Crespo és Esteve-Garcia, 2001). A lenolaj etetésekor tapasztalt alacsony zsírbeépülésben a zsírsavak hatásán túl jelentős szerepet játszott a korábban már említett takarmány-visszautasítás is. Érdekes ugyanakkor, hogy a tökmagolaj – szemben más hasonlóan magas telítetlen zsírsavat tartalmazó olajjal végzett kísérletek eredményeivel (Schmidt, 1999) – jelentősen megemelte a hasúri zsír mennyiségét a többi olajhoz képest. Tökmagolajjal kapcsolatos kísérleti eredmények nem állnak rendelkezésre, feltételezhető azonban, hogy a magas zsírbeépülés a tökmagolaj kiemelkedően magas linolsav-tartalmával áll összefüggésben. Ez feltételezhetően azzal magyarázható, hogy a nagy mennyiségű linolsav hatására fokozódik a máj VLDL szekréciója és nő a zsírsejtek zsírfelvétele.

A halolaj etetése hasonlóan más kísérletek eredményeihez (Hargis és mtsai., 1991; Van Elswyk és mtsai., 1991) a máj jelentős elzsírosodását okozta. Ennek oka feltételezhetően az lehet, hogy a hosszúszerűláncú, többszörösen telítetlen n-3-as zsírsavak gátolják a máj VLDL szintézisét (Lang, 1990), nem befolyásolják viszont a trigliceridek akkumulációját a májsejtekben. A jelenség magyarázata egyes kísérletek eredményei szerint (Lang, 1990; Brown, 1999; Tachibana, 2002) elsősorban az lehet, hogy bizonyos zsírsavak gátolják az apolipoprotein B mRNS-ének expresszióját és az apolipoprotein B szintézisét, mely fontos szerepet játszik a VLDL szintézisben. Az olívaolaj-kiegészítés esetén valószínűleg a magas olajsav-tartalom okozza a halolajhoz hasonló májelzsírosodást. Az olajsav ugyanis növeli a máj VLDL szekrécióját (Tachibana és mtsai., 2002). A jércek és a kakasok közötti különbség minden bizonnyal a

jércék magasabb ösztrogénszintjével magyarázható, ami növeli a májban a zsírsavszintézist (*Hermier, 1997*).

A comb és mell zsírtartalma mindkét ivarnál a hasúri zsírhoz hasonlóan alakult a kezelések hatására. A halolaj okozta alacsony zsírbeépülés oka ebben az esetben is a máj VLDL és triglicerid szekréciójának csökkenése lehet. A tökmagolaj és olívaolaj kiegészítés a zsírbeépülés növekedését okozta, ami valószínűleg azzal magyarázható, hogy a linolsav és az olajsav növelik a májban a zsírsavak és a lipoproteinek szintéziséért felelős enzimek, (malát dehidrogenáz, zsírsav szintetáz, $\Delta 9$ deszaturáz) szintjét.

5.3.2. Az érzékszervi vizsgálatból levonható következtetések

Az organoleptikus vizsgálat tanulsága alapján, az olajkiegészítések jelentős hatással voltak a vágott áru eladhatóságát nagymértékben befolyásoló organoleptikus paraméterekre is. A tökmagolaj, a baromfiszír mellett, a legjobb ízű húst eredményezte. Ez részben a tökmagolaj kellemes aromájával, részben pedig a tökmagolaj magasabb beépülési arányával magyarázható. Hasonlóan más szerzők eredményeihez (*Dansky és mtsai., 1962; Fry és mtsai., 1965; Hargis és Van Elswyk, 1993*), kísérletünk is igazolta hogy a halolaj kiegészítés kedvező táplálkozás-élettani hatásai ellenére, csak korlátozott mértékben jöhet számításba a baromfi tápokban. Felhasználása, más irodalmi adatokhoz hasonlóan (*Asmundson és mtsai., 1938*), a befejező szakaszban eredményeink alapján sem javasolható, ugyanis már 1 %-os koncentráció esetén is tapasztalható volt a kellemetlen mellékíz. A nemkívánatos halíz oka elsősorban az, hogy a halolajokban található többszörösen telítetlen zsírsavak rendkívül könnyen oxidálódnak (*Dahle és mtsai., 1962; Rhee és mtsai., 1988*). *Stansby* (1990) szerint a magas hőmérsékleten extrahált, vagy a felhasználás előtt hosszú ideig tárolt halolaj takarmányba keverése méginkább megnöveli a kellemetlen íz kialakulását. Kedvezően befolyásolhatja ezzel szemben a hús ízét az antioxidánsok mennyiségének emelése a tápokban, halolaj kiegészítéskor (*Leskanich és Noble, 1997*). Az utóbbi években kísérletek folynak a halolajok oxidatív stabilitásának megőrzésére is, jó példa erre a francia NORDOS Comp. által előállított NORDOS-FAT termék, melyben a nagymennyiségű n-3-as zsírsavat az oxidáció elleni védelem céljából fehérjeburkolattal vonták be. Az ilyen termékek új lehetőségeket biztosíthatnak az n-3-as zsírsavakkal dúsított,

kellemetlen mellékíztől mentes élelmiszerek előállítására (Husvéth, 2002).

Phetteplace és Watkins (1989), valamint *López-Ferrer és mtsai.* (2001b) eredményeivel ellentétben jelentősen rontotta a hús minőségét a lenolaj kiegészítés is, ami arra hívja fel a figyelmet, hogy a zsírsavösszetételre gyakorolt kedvező hatásai ellenére, az általunk alkalmazott koncentráció hatására bekövetkező ízromlás csökkentheti a termék piaci versenyképességét.

Az olívaolaj kiegészítés, hasonlóan *O'Neill* (1998) eredményeihez, nem befolyásolta jelentősen az ízminőséget a baromfiszírhoz képest.

5.3.3. A szövetek zsírsavösszetételének alakulásából levonható következtetések

Eredményeink szerint a kezelések nagymértékben befolyásolták a baromfitest zsírsavösszetételét. Hasonlóan *Pinchasov és Nir* (1992) eredményeihez, szoros összefüggést tapasztaltunk a tápok többszörösen telítetlen zsírsav-tartalma és az egyes szövetek PUFA-tartalma között. Mindez igaznak bizonyult a linolsav és linolénsav esetében is, megerősítve ezzel *Hrdinka és mtsai.* (1996) eredményeit. Szoros összefüggést tapasztaltunk továbbá a táp linolénsav-tartalma és a szövetek n-3 zsírsav-tartalma között (*Manilla*, 1999).

Az utóbbi évek kutatásai bebizonyították, hogy az egészséges táplálkozás érdekében komoly figyelmet kell fordítani az n-6/n-3-as zsírsavak egymáshoz viszonyított arányára az élelmiszerekben (*Lands*, 1989). *Neuringer és mtsai.* (1988) szerint táplálkozás-élettani szempontból a 6:1 és 4:1 közötti n-6/n-3-as zsírsavarány tekinthető optimálisnak, melyet más kutatási eredmények is megerősítenek (*Yehuda és Carasso*, 1993). Ez az érték eredményeink szerint, hasonlóan *Manilla*, (1999) kutatásaihoz, leginkább a lenolajos és halolajos tápok etetésével közelíthető meg, mely a lenolajnál a magas linolénsav-tartalommal, halolajnál pedig a hosszú szénláncú n-3-as zsírsavak jelentős mennyiségével magyarázható. Más eredmények szerint az olajkiegészítés mellett halliszt etetésével szintén kedvezően befolyásolható a szövetekben az n-6/n-3-as zsírsavak aránya. *Ratnayake és mtsai.* (1989) 8% halliszt kiegészítéskor az általunk tapasztaltnál alacsonyabb arányokat kapott a mell- (2,30) és combszövetekben (3,73) egyaránt.

A lenolaj- és halolaj-tartalmú tápok etetésekor csökkent a májban és a hússzövetekben az arachidonsav mennyisége, mivel az n-3-as zsírsavbevitel növekedésének hatására csökken a májban a linolsav arachidonsavvá történő alakulása. Az n-3-as és n-6-os zsírsavcsalád metabolizmusa során ugyanazt az enzimrendszert ($\Delta 6$, $\Delta 5$, $\Delta 4$ deszturázok) használja, így a két zsírsav csoport között kompetíció áll fenn (Sprecher, 1989).

A táplálkozás-élettani szempontból jelentős hosszúszénláncú n-3-as zsírsavak (EPA, DPA, DHA) mennyisége leginkább a mell és máj szövetekben növelhető, elsősorban halolaj kiegészítéssel. Lenolaj etetésekor a májban az EPA és a DPA, valamint a hús szövetekben a DPA beépülés magasabb volt, mint a halolajos kezelésnél. Ennek oka az lehet, hogy a lenolajat nagyobb koncentrációban etettük, ennek hatására nagymennyiségű linolénsav épült be a csirke szervezetébe, melyből a májban hosszúszénláncú n-3-as zsírsavak, elsősorban EPA és DPA képződhetnek (Klenk és Mohrhauer, 1960). Ezt támasztják alá Manilla, (1999) eredményei is, melyek szerint azonos koncentrációjú hal és lenolaj kiegészítésnél a máj EPA- és DPA-tartalmában nem volt jelentős különbség. A DHA mennyisége a máj, a mell, valamint a comszövetekben, hasonlóan Manilla, (1999) eredményeihez, a halolaj etetésekor jelentősen meghaladta a lenolajnál kapott értékeket. Ez a tény arra utal, hogy a baromfi mája linolénsavból csak kis mennyiségű DHA szintézisére képes.

A hússzövetek közül az EPA, DPA és DHA egyaránt a mellszövetbe épült be nagyobb mértékben. Ez elsősorban azzal magyarázható, hogy a mellben genetikailag magasabb a hosszúszénláncú n-3-as PUFA-k aránya a combhoz képest (Leskanich és Noble, 1997).

Jelentős eltérések vannak a linolénsav és a többi vizsgált n-3-as zsírsav szöveti beépülése között, linolénsav esetén a hússzövetekhez képest kisebb, a DPA és a DHA esetén a mellszövettel közel azonos, az EPA-nál pedig nagyobb beépülést tapasztaltunk a májban. Ennek oka elsősorban az, hogy a hosszúszénláncú, többszörösen telítetlen n-3-as zsírsavak kiáramlása a májból lényegesen kisebb mértékű, mint a linolénsav esetén. Ezek a zsírsavak ugyanis gátolják a máj VLDL szintézisét (Lang, 1990).

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a hasúri és bőralatti zsírok zsírsavösszetétele kevésbé függ a tápok zsírsav-tartalmától, mint a máj, comb, vagy mellszöveteké.

6. A KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEINEK GYAKORLATI JELENTŐSÉGE

Eredményeink megerősítették, hogy a kakasok és a jércék energia-, valamint lizin és kéntartalmú aminosav szükségletében jelentős eltérések vannak. A nagyobb teljesítmény, a gazdaságosabb hizlalás, valamint a jobb minőség szempontjából egyaránt javasolható a kakasok és jércék elkülönített nevelése, a gyakorlatban általánosan alkalmazott vegyes ivarú hizlalás helyett.

A termelés növelése céljából a nevelő szakaszban mindkét ivarnál célszerű a tápok ME-tartalmának emelése az indító szakaszhoz képest, azonban tapasztalataink szerint 12,8 MJ/kg feletti energia-kiegészítés már nem befolyásolja kedvezően az élőtömeg alakulását a hizlalás e szakaszában. A befejező szakaszban a nagyobb élőtömeg és a kedvezőbb takarmány felhasználás érdekében kakasoknál indokolt lehet a tápok ME-tartalmának 13,4 MJ/kg-ra történő emelése. Mely egyúttal a mellhús zsírtartalmának növekedését is eredményezi, ami kedvezően befolyásolja a hús ízét. Jércéknél ezzel szemben nem javasolható a tápok energia-tartalmának növelése a nevelő szakaszhoz képest.

Kakasoknál előnyös lehet a Ross technológia vegyes ivarra vonatkozó ajánlásainál magasabb, a nevelő szakaszban 1,5%, a befejező szakaszban 1,33% lizintartalmú tápok etetése. A lizin-kiegészítés kedvezően befolyásolja az élőtömeget.

Eredményeink felhívják a figyelmet arra, hogy a kéntartalmú aminosav hiányos tápok, a kakasok hasúri zsírbeépítését megnövelik, az élőtömeget és az értékes húsrészek kihozatalát kedvezőtlenül befolyásolják. Fontos megemlíteni ugyanakkor, hogy a szükséglet felett etetett metionin nem javítja tovább az élőtömeget és a hizlalás gazdaságosságát. Ajánlott ezért a kéntartalmú aminosavakat a technológia ajánlásainak megfelelő szinten etetni. A jércék termelési paramétereit, legfőképpen az élőtömeget, kedvezőtlenül befolyásolta, ha növeltük a tápok lizin és kéntartalmú aminosav szintjét az ajánlatban szereplő mennyiségekhez képest. A jércék gazdaságos hizlalása érdekében nem javasolt a Ross technológia vegyes ivarra vonatkozó ajánlásaitól való eltérés.

Ha azonban a hizlalás célja elsődlegesen a mellkihozatal növelése, előnyös lehet a Ross technológia ajánlásához képest a lizin 0,2%-os, a kéntartalmú aminosavak arányának 0,1%-os növelése a tápokban.

Mind a növényi, mind pedig a halolaj kiegészítés, ezen olajok relatív magas ára miatt, megnövelik a hízalási költségeket, így a hús árát is (28. táblázat).

28. táblázat: A kísérletben használt tápok árának összehasonlítása

kezelés	alkalmazott olaj ára (Ft/kg)	az olajkiegészítés okozta többlet költség (Ft/kg táp)		1 kg csirkehús előállításához szükséges táp ára	
		nevelőtáp	befejezőtáp	kakas	jérce
O	1475	8,85	8,85	117,20	123,00
T	2700	16,20	16,20	135,40	147,50
L	1242	7,46	3,73	125,10	134,30
H	1852	5,55	1,85	115,10	123,50
B	-	-	-	103,10	106,00

A táblázatból jól látható, hogy a baromfiszírhoz képest a tökmagolaj kiegészítés a legköltségesebb. Figyelembe véve a tökmagolaj elzsírosodást növelő hatását, alkalmazása elsősorban kiváló ízű, márkázott hústermékek előállításakor jöhet számításba.

A lenolaj etetése hasonlóan a táp árának jelentős emelkedését okozta. Ezen kívül, eredményeink szerint, a csirkék élőtömegére és a konyhakész testtömegre, valamint a vágott áru ízére egyaránt kedvezőtlen hatással volt. Figyelembe véve azonban kedvező táplálkozás-élettani hatásait, az általunk alkalmazottnál kisebb koncentrációban, esetleg más olajokkal keverve szerepe lehet a korszerű baromfitakarmányozásban.

A halolaj alkalmazásakor, kiváló táplálkozás-élettani hatásai ellenére óvatosságra inthet az ízminőség romlása, mely a halolaj magas árából fakadó többlet költség mellett, jelentősen ronthatja a termék versenyképességét. Javaslatunk szerint ezért a halolaj kiegészítés elsősorban a nevelő szakaszban ajánlott. Fontos megemlíteni ugyanakkor, hogy a halolajok kinyerésének tökéletesítésével, valamint oxidatív stabilitásuk javításával az ízromlás jelentősen csökkenthető lenne. Ez nagymértékben megnövelné a halolajjal kiegészített baromfitermékek piaci versenyképességét.

Az olívaolaj a baromfiszírhoz képest nem befolyásolta számottevően a csirkék teljesítményét, valamint a vágott áru ízét. Ezen kívül a hús zsírsavösszetételében egyedül a MUFA tartalomban tapasztaltunk számottevő különbségeket. Alkalmazhatósága így elsősorban beszerzési árának függvénye lehet.

Fontos megemlíteni ezen kívül, hogy az olajkiegészítések hatására, különösen a len- és a halolaj-tartalmú tápoknál jelentősen romolhat a hús oxidatív stabilitása, így eltarthatósága, ami a termék piaci versenyképességének csökkenését eredményezheti. Ezért a növényi- és halolajok alkalmazásakor javasolt az antioxidánsok, elsősorban E vitamin arányának növelése a tápokban.

7. ÚJ (ÚJSZERŰ) TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Ross-308-as hibrid esetében 12,8 MJ/kg ME-tartalmú nevelő tápok etetése biztosítja a csirkék maximális testtömeggyarapodását. A befejező szakaszban a kakasok termelését javítja, ha a tápok ME-szintjét 13,4 MJ/kg-ra növeljük.
2. A maximális mellhús kihozatal lizin és metionin igénye mindkét ivar esetén meghaladja a maximális testtömeggyarapodását.
3. Tökmagolaj etetésekor megnövekszik a csirkék szöveteinek zsírtartalma. A lenolaj kiegészítés az elzsírosodás mértékének csökkenését eredményezi. A halolaj hatására csökken az értékes húsrészek zsírtartalma, valamint a hasúri zsír mennyisége, a májban ezzel szemben jelentősen nő a zsírbeépülés mértéke.
4. Takarmányozással elsősorban a máj, a mell és a comb zsírsavösszetétele befolyásolható. A mellben az EPA, a DPA és a DHA deponálódása meghaladja a combban található mennyiséget.
5. Linolénsavból a csirke májában legnagyobb mennyiségben EPA és DPA képződik. A linolénsavból kiinduló DHA szintézis ugyanakkor korlátozott.
6. Tökmagolaj etetésével elsősorban a hús organoleptikus tulajdonságai javíthatók. Hatására azonban romlik a csirkék termelése és növekszik a szövetekben az n-6/n-3-as zsírsavak aránya.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Az egészséges táplálkozás szempontjából az állati termékekben megjelenő zsír és húsrészek aránya, a zsírok zsírsavösszetétele kiemelkedő jelentőséggel bír. Ebből következően az utóbbi években a világ „fejlett” régióiban egyre növekszik a baromfihús fogyasztása az ebből a szempontból „károsabbnak” ítélt sertés vagy marhahússal szemben. A jó minőségű húсару iránti igény egyre nagyobb szerephez jut a modern fogyasztói társadalmakban. Ezek a tények, valamint hazánk közelgő EU csatlakozása termelőinket a nemzetközi piacokon is versenyképes termékek előállítására sarkallja. A gondos genetikai szelekció mellett, az utóbbi időben egyre nagyobb hangsúlyt kap az állatok szükségletét legjobban kielégítő takarmányozás is.

A minőség további javításával, a teljesítmény növelésével, az elzsírosodás mértékének csökkentésével a hizlalás még gazdaságosabbá, a termék versenyképesebbé tehető. Az értékes húsrészek (mell, comb) zsírsavösszetételének táplálkozás-élettani szempontból kedvező módosításával - elsősorban a többszörösen telítetlen n-3 típusú zsírsavak arányának növelésével - pedig a szív és érrendszeri megbetegedések leküzdésében is fontos szerephez juthat a baromfihús.

Brojlercsirkékkel végzett kísérleteinkben azt vizsgáltuk, milyen hatással van a tápok energiadúsítása, eltérő lizin és kéntartalmú aminosav szintje a csirkék termelési paramétereire, valamint a hizlalás szempontjából nemkívánatos hasúri és bőralatti zsírok mennyiségére. Len-, hal-, tökmag-, olívaolaj és baromfizsír takarmányba keverésével célunk annak megállapítása volt, hogy az említett olajok hogyan befolyásolják a csirkék testösszetételét, az elzsírosodás mértékét és a szövetek zsírsavösszetételét. Újszerű eredményekkel kecsegtetett a brojler takarmányozásban eddig még nem használt tökmagolaj alkalmazása.

A fenti célok megválaszolása érdekében három kísérletet végeztünk az Egyetem Állatélettani és Takarmányozástani Tanszékének kísérleti telepén. Vizsgálatainkhoz Ross-308-as szexált brojlerhibrideket használtunk, melyeket 3 szintes ketrecekben helyeztünk el. Az első kísérletben eltérő ME-tartalmú, a másodikban különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápokot etettünk a nevelő és befejező szakaszokban. Az egyes hizlalási szakaszok végén egyedileg mértük a csirkék élőtömegét, valamint takarmányfogyasztását. Próbavágásokra a kísérletek végén került sor. Ekkor kezelésként 8 állat levágását és nyúzását követően a hasúri zsír mennyiségét, a zsír és az értékes

húsrészek arányát, valamint a mell és comb izom minták zsírtartalmát határoztuk meg. A termelés hatékonyságát a brojler index kiszámításával vizsgáltuk, melynek számításakor figyelembe vettük az elhullást, a vágáskori testtömeget, a takarmányértékesítést és a hizlalási napok számát.

A harmadik kísérletben, a nevelő és befejező szakaszokban len-, hal-, tökmag-, olívaolaj és baromfiszír-tartalmú tápoket etettünk. Az első két kísérlethez hasonlóan, az egyes szakaszok végén mértük az állatok élőtömegét és takarmányfogyasztását. A hizlalás végén minden kísérleti csoportból hat állat levágása után, a hasúri zsír mennyiségének, a konyhakész testtömeg, az értékes húsrészek (mell, comb), valamint a máj tömegének és zsírtartalmának meghatározására került sor. A mell-, comb, májzsövetekből, valamint a hasúri és bőralatti zsírokból mintát vettünk, melyekből az említett szövetek zsírsavösszetételét határoztuk meg. A hús érzékszervi vizsgálatát kezelésként két állat sütése után öt személy részvételével végeztük.

Eredményeinket mindhárom kísérlet esetén egytényezős varianciaanalízissel értékeltük ki.

Legfontosabb eredményeink a következők voltak. A nevelő szakaszban a legkedvezőbb teljesítmény, a Ross-308-as hibrid esetében 12,8 MJ/kg energia-tartalommal érhető el, a befejező szakaszban a tápok ME-tartalmának 13,4 MJ/kg-ra történő emelése kakasoknál kedvezően befolyásolta az élőtömeget. Az értékes húsrészek (mell, comb) aránya nem változik jelentősen a tápok ME-tartalmának függvényében. Azok zsírtartalmát elsősorban a kakasoknál befolyásolta a tápok energiaszintje.

A vizsgált hibrid kakasainak teljesítményét kedvezően befolyásolta a tápok vegyes ivarra vonatkozó lizin-tartalmának 0,2%-os emelése. A szükséglet felett etetett metionin viszont nem javította a testtömeggyarapodást. Jércéknél ugyanakkor a technológia ajánlásaitól való bármilyen eltérés az élőtömeg csökkenését eredményezte. Hasonló eredményeket kaptunk a konyhakész testtömeg esetén is. A maximális mellkihozatal lizin és metionin igénye mindkét ivar esetén meghaladta a maximális testtömeggyarapodását. A metionin hiánya a tápokban a hasúri zsírbeépülés növekedését eredményezte, az aminosavak szükséglet feletti etetése viszont nem csökkentette a beépült zsír mennyiségét egyik ivarnál sem. Az értékes húsrészek zsírtartalmát elsősorban a tápok lizinszintje befolyásolta.

A legtöbb teremlési paraméter tekintetében jelentős eltérések mutatkoztak a két ivar energia, lizin és kén-tartalmú aminosav szükségletében.

Az etetett olajok hatással voltak a csirkék teljesítményére, elzsírosodására, a szövetek zsírsavösszetételére és a vágott áru ízére egyaránt. A két ivar között jelentős eltéréseket nem tapasztaltunk. A baromfizsírhoz képest a többi olajkiegészítés szignifikánsan kisebb élőtömeget eredményezett, kivéve az olívaolajos kezelést, ahol a kakasoknál nem volt szignifikáns az eltérés. Figyelemre méltó, hogy a kisebb energia-tartalmú halolajos táp hatására, a többi olajkiegészítéshez viszonyítva nem csökkent jelentősen az állatok teljesítménye. A lenolajat tartalmazó tápot a csirkék nem fogyasztották szívesen, ami jelentős fejlődési depressziót eredményezett.

A baromfizsír és az olívaolaj közel azonos mértékben befolyásolta a csirkék zsírbeépülését. A lenolaj a magas linolénsav-tartalomnak köszönhetően az elzsírosodás csökkenését eredményezte a májban és a többi vizsgált szövetben egyaránt. A halolaj etetése a máj jelentős elzsírosodását okozta, a többi vizsgált szövetben azonban jelentősen csökkentette a zsírbeépülést. A linolsavban gazdag tökmagolaj hatására jelentősen megnőtt a szövetek zsírtartalma.

A táplálkozás-élettani szempontból lényeges hosszú szénláncú zsírsavak leginkább a halolaj hatására deponálódtak, de mennyiségüket a lenolaj is kedvezően befolyásolta. A vizsgált szövetekben az egészséges táplálkozás szempontjából legkedvezőbb n-6/n-3-as zsírsavarányt a lenolajos és halolajos kezeléseknél tapasztaltuk. Tökmagolaj etetésekor jelentősen nőtt az n-6/n-3-as zsírsavak aránya.

A kezelések elsősorban a máj, a mell és a comb zsírsavösszetételét befolyásolták. A mellben az EPA, a DPA és a DHA deponálódása, meghaladta a combban mért mennyiséget.

Lenolaj etetésekor a májban az EPA és a DPA, valamint a mellben és a combban a DPA beépülése nagyobb volt, mint a halolajos kezelésnél. A DHA esetén, azonban ennek ellenkezőjét tapasztaltuk.

Jelentős eltéréseket tapasztaltunk a linolénsav és a többi vizsgált n-3-as zsírsav szöveti beépülése között. Linolénsavnál a hússzövetekhez képest kisebb, a DPA és a DHA esetén a mellben mért értékkel közel azonos, az EPA-nál pedig nagyobb mennyiséget mértünk a májban.

Az organoleptikus vizsgálat során a legjobbnak a tökmagolajos és baromfizsírós táppal etetett csirkék húsa bizonyult. Az olívaolajos kezelés kismértékben, a len- és halolajos kezelések jelentősen rontották az íz-

hatást. Figyelemreméltó, hogy a halolaj etetésekor az aránylag kis koncentráció ellenére is mellékíz volt észrevehető.

9. SUMMARY

Fat and fatty acid content of different meats plays an important role in the point of healthy human nutrition. This is the reason why in the developed countries the amount of poultry meat consumption has increased instead of pork and beef. Progressive improvements in quantitative genetics and nutrition have provided poultry producers with rapidly growing broiler chickens which efficiently convert feed energy and nutrients into meat. However, as broiler chicks reach market age, fat deposition, rather than protein accretion, becomes the principal component of body weight gain. Excessive fat deposition represents as an economic loss to producers and processors of poultry meat because of the loss of feed energy to fat. Reducing the fat content of poultry meat is also of major concern to consumers in order to meet recommendations for reducing fat consumption.

From human health aspect fatty acid composition of meat products is an important parameter of the meat quality. Therefore, the polyunsaturated fatty acid (PUFA) rich oils play an important role in animal nutrition. Broiler chicken can provide an excellent alternative source of PUFA, because poultry meat is naturally low in fat content and rich in PUFA. For that reason many studies directed towards the manipulation of the fatty acid composition of broiler chicks.

In recent study three experiments were carried out in the research station of the Department of Animal Physiology and Nutrition using Ross 308 broiler chicks. The 240 cocks and 240 pullets were randomly assigned into a three level cage-system (8 birds per cage). The main goal of the research was how the metabolisable energy content and the lysine and sulphuric amino acid content of the diets in the different phases of fattening affects the performance and carcass composition of chicks and how the different fat sources of the diets influence the fatty acid composition of chicks.

In the first experiment both cocks and pullets were fed three diets differing only in their ME contents (12,2 12,8 and 13,4 MJ/kg). At 28 d, treatments of 12,2 and 13,4 MJ/kg ME diets were divided into two further groups, containing low (12,2 MJ/kg) or high (13,4 MJ/kg) amount of

energy. In the second experiment chicks were arranged according to a factorial design, 3 different sulphuric amino acid (lower than requirement, adequate to requirement, higher than requirement) and 2 lysine (adequate to requirement, higher than requirement) content. All the other nutrients were supplied according to the chicks requirements. All the diets were fed ad libitum. Live weight and feed consumption of birds were measured at the end of the grower (28 d) and finisher periods (42 d). At the end of the experiments 8 chicks per treatment were slaughtered and the amount of abdominal fat, the dressing percentage, the amount of valuable meat parts and the fat content of leg and breast meat samples were determined.

In the third experiment cocks and pullets were fed diets with different fat sources (poultry fat, pumpkinseed oil, linseed oil, olive oil, cod liver oil). The oil (fat) content of the grower diets was 6%, except cod liver oil (3%). At the finishing period the linseed oil content was lowered to 3%, the cod liver oil content to 1%. All the diets were fed ad libitum. At the end of the finishing period (42 d.) all birds were weighed. Six birds per treatment were slaughtered and dressing percentage, abdominal fat content and fatty acid composition of the subcutaneous and abdominal fat pad, liver, thigh and breast tissues were determined.

Statistical analysis was carried out by one-way analysis of variance (ANOVA) with Statgraphic 5.0 (1991) software. If the F-test was significant, the difference between averages was calculated by the method of least significant difference (LSD).

According to our results, live weight of chicks was influenced by the treatments already at the end of the grower period. Chicks fed the low energy diet (12,2 MJ/kg) were significantly ($p < 0,05$) lighter. However feeding high-energy diet (13,4 MJ/kg) resulted neither in cocks nor in pullets further improvement. Live weight of cocks exceeded that of pullets already at this stage of rearing. At the end of the finisher period live weight of pullets was only slightly influenced by the treatments. The only significant difference was registered by the treatment when in both phases high-energy diets were fed. The best results in the case of cocks were observed when high-energy finisher diets were fed. Feed conversion ratio of pullets was hardly influenced by the treatments. The best result was obtained by the medium energy level. However, feed conversion of cocks improved when high-energy finisher diets were fed. As expected abdominal fat content of both cocks and pullets increased with the increase of the energy level. Pullets deposited higher amount of fat than

cocks at the same treatment. Breast meat percentage was only slightly influenced by the treatments. It was higher in case of pullets. On the other hand, leg meat ratio of cocks exceeded that of pullets and increased when high-energy diets were fed. Except for the treatment when in both phases high energy diets were fed the treatments failed to influence the fat content of pullet's breast. Bigger differences were observed in the case of cocks. Breast fat content of cocks was in many cases significantly higher than that of pullets. Increased energy content resulted higher fat deposition into leg meat both in cocks and pullets. In contrast to breast meat, fat content of leg meat was in case of pullets higher.

The performance of broiler cockerels can be improved by lysine supplementation of the diets, containing amino acids recommended by the breeder company. Surprisingly, the surplus of both lysine and methionine affected negatively the performance of pullets. Only slight differences were found in the abdominal fat pad content among treatments. On the other hand, the fat content of valuable meat parts increased when lysine was supplied above the requirement. This effect was more pronounced in the case of the pullet's leg meat and the cockerel's breast meat. The lysine and methionine requirement for maximum breast meat yield seems to be higher, than that for maximum body weight.

The treatments highly influenced the performance, and the fatty acid composition of the examined tissues. Cod liver oil positively effected the performance, but even at 1 % supplementation rate off flavour was detected. The diet, supplemented with linseed oil, had a negative effect on the performance and carcass quality. No significant difference was found between poultry fat and olive oil supplementation. Pumpkinseed oil resulted significantly higher abdominal fat deposition, compared to the other treatments and negatively influenced the feed conversation ratio of broilers. On the other hand, organoleptic parameters were the best at this treatment. Fatty acid composition of chick tissues reflected generally the fatty acid profile of the diets. Feeding olive oil increased significantly the oleic acid, pumpkinseed oil the linoleic acid, linseed oil the linolenic acid and cod liver oil the EPA, DPA and DHA concentration in the examined tissues. Chicks fed with n-3 PUFA rich cod liver or linseed oil supplemented diets resulted significantly higher total n-3 fatty acid content in all tissues as compared to other treatments. The best source of long chain n-3 PUFA was the cod liver oil, but the linseed oil, due to its high linolenic acid content, also resulted significantly higher EPA, DPA and DHA deposition in the tissues, than the other treatments. The best

n-6/n-3 ratio from human health aspect was detected by the linseed oil and cod liver oil supplementation. According to the results the different fat sources can modify mostly the fatty acid composition of liver and breast tissues.

10. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

Folyóiratban megjelent magyar nyelvű cikkek

1. **Bartos Á.**, Bányai A., Bokor Á., Pál L., Tóth G., Dublec K. (2001):
Eltérő energia-tartalmú nevelő és befejező tápok hatása a brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére. Állattenyésztés és Takarmányozás 2001. 50. 4. 363-373.
2. Szűts G., Dublec K., Wágner L., **Bartos Á.**, Tóth G. (2001): A
takarmányok energia-tartalmának hasznosíthatósága a tyúk és a fácán
fajban. Acta agraria Kaposváriensis Volume 5 No 4 2001. 49-53
3. **Bartos Á.**, Dublec K., Bányai A., Pál L., Tóth G., (2001): A
nemkívánatos elzsírosodás ellen Baromfi ágazat 4. szám 2001/4. 30-
32
4. **Bartos Á.**, Dublec K., Bányai A., Pál L., Tóth G., Bokor Á. (2002):
Eltérő lizin és metionin-tartalmú nevelő és befejező tápok hatása
brojler csirkék teljesítményére és elzsírosodására Baromfi ágazat
2002/2 36-38
5. Dublec K., Pál L., **Bartos Á.**, Tóth G., Bányai A., Bokor Á. (2002):
A táp fehérje és lizin-tartalmának hatása brojlercsirkék
teljesítményére és testösszetételére Baromfi V. évfolyam 2. szám
2002/2 68-71
6. **Bartos Á.**, Pál L., Bányai A., Horváth P., Wágner L., Dublec K.
(2002): A halolaj és különböző növényi olajok hatása brojlercsirkék
teljesítményére, a hús élvezeti értékére, valamint a szövetek
zsírsavösszetételére. Állattenyésztés és Takarmányozás (megjelenés
alatt)

Folyóiratban megjelent idegennyelvű cikkek

1. Dublec K., Vincze, L., Meleg, I., Wágner, L., Pál, L., **Bartos, Á.**
(1999): Comparative study on the energy utilization of pigeons,
guinea – fowls and broiler chickens. Acta Agraria Kaposvariensis
Vol. 3. No.1. 35-40

2. Yaghobfar, A., Dubleczy, K., Pál, L., **Bartos, Á.**, Tóth, G. (1999): Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolizable energy value of corn. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 49. 2. 177-183
3. Pál L., Dubleczy K., Husvéth F., Wágner L., **Bartos Á.**, Kovács G. (2002): Effect of dietary fats and vitamin E on fatty acid composition, vitamin A and E content and oxidative stability of egg yolk. *Archiv für Geflügelkunde* 66 (6): 251-257
4. Pál L., Dubleczy K., Husvéth F., Wágner L., **Bartos Á.**, Kovács G., R. Grossmann (2002): Effect of Glukagon and Insulin on Plasma Glukose, Triglyceride and Triglycerine-Rich Lipoprotein Concentrations in Laying Hens Fed Diets Containing Different Types of Fats. *Poultry Sci.* 81: 1694-1702

Konferencia kiadványokban megjelent anyagok magyar nyelven

1. Dubleczy, K., Vincze, L., Kovács G., Pál, L., **Bartos, Á.**, Tóth, G. (1999): A hús minőségének javítását célzó új perspektívák a baromfi takarmányozásban (irodalmi áttekintés) Előadás XLI Georgikon Napok, Keszthely 1999. szeptember 23-24. 392-397
2. Pál L., Tóth G., **Bartos Á.**, Dubleczy K. (2000): A vakbélirtás jelentősége baromfi aminosav emésztési vizsgálatokban (előadás) VI. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely 2000 március 29. CD-ROM
3. Kovács G., Lengyel L., Deák T., Pál L., Tóth G., **Bartos Á.** (2000): A takarmány lipidtartalmának hatása az étkezési tojás táplálkozási értékére. XLII. Georgikon Napok, Keszthely 2000. szeptember 21-22. (poszter) 412-415
4. **Bartos Á.**, Dubleczy K., Pál L., Tóth G. (2000): A híztlás egyes fázisaiban etetett tápok energia-tartalmának hatása a brojler csirkék testösszetételére. (előadás) VI. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely 2000 március 29. CD-ROM

5. **Bartos Á.**, Dublec K., Pál L., Tóth G., Csikós J. (2001): A táp lizin és kén tartalmú aminosavainak hatása a brojler csirke testösszetételére. (előadás) VII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely 2001 március 29. CD-ROM
6. Pál L., Dublec K., Husvéth F., Wágner L., **Bartos Á.**, Kovács G., R. Grossmann (2002): A glukagon és az inzulin hatása a vérplazma glükóz, triglicerid és lipoprotein koncentrációjára tojtyúkokban, különböző zsírsavösszetételű tápok esetén. (előadás) Akadémiai beszámolók Élettan, Biokémia, Morfológia MTA Állatorvos-Tudományi Bizottsága
7. **Bartos Á.**, Dublec K., Wágner L., Pál L., Bányai A. (2002): A halolaj és különböző növényi olajok hatása a brojlercsirkék teljesítményére valamint a hús élvezeti értékére. (előadás) VIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely 2002. március 28. CD-ROM
8. Pál L., Dublec K., Husvéth F., Wágner L., **Bartos Á.**, Kovács G. (2002): A takarmány E-vitamin és zsírtartalmának hatása a tojáshéj zsírsavösszetételére, A- és E-vitamin tartalmára, valamint lipoxidációjára. (előadás) VIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely 2002. március 28. CD-ROM
9. Tóth G., Dublec K., Pál L., **Bartos Á.**, Bányai A., Bokor Á. (2002): A mintavétel helyének és a csirkék életkorának hatása a szójadara aminosavainak emészthetőségére. (előadás) VIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely 2002. március 28. CD-ROM

Konferencia kiadványokban megjelent közlemények idegen nyelven

1. Yaghobfar, A., Dublec K., Pál L., **Bartos Á.**, Tóth, G. (1999): Metabolizable energy studies with adult hens and cockerels of different genetic lines (poszter) XLI. Georgikon Napok, Keszthely 1999. szeptember 23-24. 281-285

2. Dubleczy, K., Vincze, L., Szűts, G., Wágner, L., Pál, L., **Bartos Á.** (1999): Effect of dietary energy level on the performance of broiler chicks. In the proceedings of the "12th European Symposium on Poultry Nutrition", Veldhoven, Hollandia, 1999. augusztus 15.-19. 424-426
3. K. Dubleczy, L. Wágner, G. Kovács, L. Pál, **Á. Bartos**, G. Tóth (2000): Declaration of ME values of poultry feedstuffs (poszter). XXI. World's Poultry Congress. Montreal, Canada. August 20-24. 2000 CD-ROM
4. Dubleczy K., **Bartos Á.**, Bányai A., Wagner L., Pal L., Toth G. (2001): The effect of metabolisable energy content of grower and finisher diets on the performance and carcass composition of male and female broiler chicks. 13th European Symposium on Poultry Nutrition 2001 szeptember 30.-október 4. Blankenberge, Belgium (előadás) 25-26
5. Dubleczy K, Wagner L., **Bartos A.**, Pál L., Tóth G., Bányai A. (2002): Effect of age of chicks and place of sampling on the amino acid digestibilities of soybean meal. Archiv für Geflügelkunde, Abstract 72.
6. **Bartos A.**, Bányai A, Wagner L., Bokor A., Pál L., Tóth G., Dubleczy K (2002): The effect of lysine and sulphuric amino acid content of grower and finisher diets on the performance and the carcass composition of broiler chicks. Archiv für Geflügelkunde, Abstract 125.
7. Pal L., **Bartos A.**, Toth G., Dubleczy K. (2002): Fatty acid composition, vitamin A and E content and oxidative stability of egg yolk from hens fed diets differing in type of fat and level of vitamin A and E. Archiv für Geflügelkunde, Abstract 139.

IRODALOMJEGYZÉK

1. **Abril, R. Barclay, W.** (1998): Production of docosahexaenoic acid-enriched poultry eggs and meat using an algae-based feed ingredient, in: SIMOPOULOS, A. P. (ed) The return of ω 3 fatty acids into the food supply: I. Land-based animal food products and their health effects. Basel, Krager, p.: 77-83
2. **Acar, N., Moran, E. T., Bilgili, S. F** (1991): Live performance and carcass yield of male broilers from two commercial strain crosses receiving rations containing lysine below and above the established requirement between six and eight weeks of age. Poultry Sci. 70: 2315-2321
3. **Ajuyah, A. O., Lee, K. H., Hardin, R. T., Sim, J. S.** (1991): Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. Poultry Sci. 70: 2304-2314
4. **Aletor, V. A., Hamid, I. I., Nieß, E., Pfeffer, E.** (2000): Low-protein amino acid supplemented diets in broiler chickens: effect on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilisation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80: 547-554
5. **Asmundson, V. S., Jukes, T. H., Fyler, H. M., Maxwell, M. L.** (1938): The effect of certain fish meals and fish oils in the ration on the flavor of the turkey. Poultry Sci. 17: 147-151
6. **Babinszky L., Tossenberger J., Juhász M., Tóth R., Halas V., Szabó J.** (1999): A takarmány többszörösen telítetlen zsírsav-tartalmának hatása a brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére. Állattenyésztés és Takarmányozás 48. 5. 507-524

7. **Bartos, Á., Bányai A., Bokor Á., Pál, L., Tóth, G., Dublec, K.** (2001): Elterő energia-tartalmú nevelő és befejező tápok hatása brojlercsirkék teljesítményére és testösszetételére. Állattenyésztés és Takarmányozás 50. 4.: 363-373
8. **Barlow, S. M., Young, F. V. K., Duthie, I. F.** (1990): Nutritional recommendations for omega-3 polyunsaturated fatty acids and the challenge to the food industry. Prceedings of the Nutrition Society 49: 13-21
9. **Bell, D. J., Freeman, B. M.** (1971): Physiology and biochemistry of the domestic fow. Academy Press, London, New York.
10. **Bézar, J., Blond, J. P., Bernard, A., Clouet, P.** (1994): The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. Reprod. Nutr. Dev. 1994;34(6):539-68
11. **Bódis K., Peschke, W., Eichinger, H. M., Schuster M., Szűcs E.** (1999): Untersuchungen zur Nahch Infrarot (NIR)-Messmethodik als Möglichkeit zur Schnellbestimmung der Fleisch- und Fettbeschaffenheit beim Schwein. Georgikon Days 23.-24. szeptember 1999.
12. **Boorman, K. N.** (1979): Regulation of protein and amino acid intake. In: Boorman, K.N. and Freeman, B. M. (eds.) Food Intake Regulation in Poultry. British Poultry Science Ltd, Edinburgh, p: 87-126
13. **Brenner, R. R.** (1989): Factors affecting chain elongation and desaturation. In: The Role of Fats in Human Nutrition (AJ Vergroesen, MA Crawford, eds), Academic Press, San Diego, CA, USA, 45-80

14. **Brown, A. M., Castle, J., Hebbachi, A. M., Gibbons, G. F.** (1999): Administration of n-3 fatty acids in the diets of rats or directly to hepatocyte cultures results in different effects on hepatocellular ApoB metabolism and secretion. *Arterioscler Thromb Vasc. Biol.* 19 (1): 106-114
15. **Cabel, M. C., Waldroup, P. W.** (1991): Effect of dietary protein level and length of feeding on performance and abdominal fat content of broiler chickens. *Poultry Sci.* 70 (7): 1550-1558.
16. **Carew, L. B., Evarts, K. G., Alster, F. A.** (1997): Growth and plasma thyroid hormone concentrations of chicks fed diets deficient in essential amino acids. *Poultry Sci.* (10): 1398-1404
17. **Carew, L. B., Hill, F. W.** (1967): Effect of diethylstilbestrol on energy and protein utilization by chicks fed a diet high in fat content. *J. Nutrition* 92 (3): 393-398
18. **Chanmugam, P., Boudreau, M., Boutte, T., Park, R. S., Hebert, J., Berrio, L., Hwang, D. H.** (1992): Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poultry Sci.* 71: 516-521
19. **Cocchi, M., Noble, R. C., Fallowfield, H., Speake, B. és Turchetto, E.** (1994): The significance of n-3 fatty acid in foetal and neonatal development and some alternative sources. *Proc. Nutr. Soc.* 53: 224A
20. **Crawford M. A., Doyle, W., Williams, G., Drury, P. J.** (1989): Fats and EFAs in early development. In: *The role of Fats in Human Nutrition*, 2nd edn. (Eds. Vergrosesen, A. J. and Crawford, M.) Academic press, London, pp: 185-198
21. **Crespo, N., Esteve-Garcia E.** (2001): Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Sci.* 80: 71-78

22. **Daggy, B., Arost, C., Bensadoun, A.** (1987): Dietary fish oil decreases VLDL production ratios. *Biochemia, Biophysica Acta* 920: 293-300
23. **D'Mello, J. P. F., Lewis, D.** (1970): Amino acid interactions in chick nutrition. ' . The interrelationship between lysine and arginine. *British poultry Sci.* 11: 299-311
24. **D'Mello, J. P. F.** (1994): Amino acids in farm animal nutrition. CAB International, Wallingford, UK.
25. **Dahle, L. K., Hill, E. G., Holman, R. T.** (1962): The tiobarbituric acid reaction and the autooxidation of polyunsaturated fatty acid methyl esters. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 98: 253-260
26. **Dale, N. M., Fuller, H. L.** (1978): Effect of ambient temperature and dietary fat on feed preference of broilers. *Poultry Sci.* 57: 1635-1640
27. **Dansky L. M.** (1962): The grow promoting properties of menhaden fish oil as influenced by various fat. *Poultry Sci.* 41: 1352-1354
28. **Deaton, J. W., Lott, B. D.** (1985): Age and dietary energy effect on broiler abdominal fat deposition. *Poultry Sci.* 64: 2161-2164
29. **Deaton, J W, Kubena, LF, Chen, T. C., Reece, F. N.** (1974): A noted difference in gizzard weight between cage and floor reared broilers. *Poultry. Sci.* 53: 1217-1218
30. **Dominique, J., Gallon, B., Sabatier, C. V., Vincent, D. A., Rio, P. G., Maurizis, J. C., Fustier, P., Bignon, Y. Y.** (2002): Differential effects of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids on BRCA1 and BRCA2 gene expression in breast cell lines. *Br. Journal of Nutrition* 87: 281-289
31. **Donaldson, W. E.** (1985): Lipogenesis and body fat in chicks: Effect of calorie-protein ratio and dietary fat. *Poultry Sci.* 64: 1199-1204

32. **Dublecz, K.** (1995): Különböző módszerek vizsgálata a baromfitakarmányok metabolizálható energia-tartalmának meghatározására című kandidátusi értekezés pp.: 6-9
33. **Dublecz, K., Vincze, L., Kovács, G., Wágner, L., Szűts, G., Meleg, I.** (1998): Endogén aminosav ürítés meghatározása baromfiban különböző módszerekkel. Allattenyésztés és Takarmányozás 1: 77-87
34. **Dublecz, K., Vincze, L., Szűts, G., Wágner, L., Pál, L., Bartos, Á.** (1999): Effect of dietary energy level on the performance of broiler chicks. Proceedings 12 th European Symposium on Poultry Nutrition. WPSA – Velthoven, Hollandia 1999 augusztus 15-19: 424-426
35. **Dublecz, K.** (2000): A tápok összeállítása emészthető aminosav-tartalom alapján. Baromfi- és nyúltenyésztők lapja. III. évf. 5.sz. 36-40.p.
36. **Edmonds, M. S., Baker, D. H.** (1987): Comparative effects of individual amino acid excesses when added to a corn-soybean meal diet: Effects on growth and dietary choice in the chick. J. Anim. Sci. 65: 699
37. **Fancher, B. I., Jensen, L. S.** (1989): Dietary protein level and essential amino acid content: influence upon female broiler performance during the grower period. Poultry Sci. 68 (7): 897-908
38. **Fisher, C.** (1984): Fat deposition in broilers. In: Fat in animal nutrition. Wisemann (ed.). Butterworths; London, Boston: 437-470
39. **Fisher, C.** (1994): Use of amino acids to improve carcass quality of broilers. Feed Mix 2. 4: 17-20

40. **Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G. H.** (1957): A simple method of the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biol. Chem.* 226: 497-509
41. **Földi, P.** (2001): Baromfihús-piac magyar szemmel. *Magyar Állattenyésztők Lapja XXIX. évf, 8. sz.:* 5
42. **Fraps, GS** (1946) Composition and productive energy of feeds and rations. *Texas Agr. Expt. Station. Bull* 678
43. **Freemann, C. O.** (1983): Fat supplementation in animal production-monogastric animals. *Proc. Nutr. Soc.* 42 351- 359
44. **Fry, J. K., Van Wallegghem, P., Waldroup, P. W., Harms, R. H.** (1965): Fish meal studies. 2. Effects of level and sources on „fishy flavor” in broiler meat. *Poultry Sci.* 44: 1016-1019
45. **Gous, R. M., Morris, T. R.** (1985): Evaluation of a diet dilution technique for measuring the response of broiler chickens to increasing concentrations of lysine. *Br. Poultry Sci.* 65. 586-591
46. **Gonzalez-Esquerria, R., Leeson, S.** (2000): Effect of menhaden oil and flaxseed in broiler diets on sensory quality and lipid composition of poultry meat. *Poultry Sci.* 41 (4): 481-488
47. **Griffiths, L., Leeson, S., Summers, J. D.** (1979): Fat Deposition in Broilers: Effect of Dietary Energy to Protein Balance and Early Life caloric Restriction on productive Performance and Abdominal Fat Pad Size. *Poultry Sci.* 56: 638-646
48. **Gurr M. I.** (1992): Role of fts in food and nutrition. Elsevier Applied Science Publishers, London
49. **Halmy, Cs.** (1998): Omega-3 zsírsavak lehetséges szerepe szisztémás gyulladásos válasz szindrómában Táplálkozás – Allergia – Diéta 3. évfolyam 3.-4. szám: 2-8

50. **Han, Y., Baker, D. H.** (1994): Digestible lysine requirement of male and female broilerchicks during the period three to six weeks posthatching. *Poultry Sci.* 73: 1739-1745
51. **Hargis, P. S., Van Elswyk, M. E., Hargis, B. M.** (1991): Dietary manipulation of yolk lipid with menhaden oil. *Poultry Sci.* 70: 874-883
52. **Hargis, P. S., Van Elswyk, M. E.** (1993): Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *World's Poultry Sci.* 49: 250-264
53. **Hassam, A. G., Crawford, M. A.** (1978): The effect of dihomogamma-linolenic acid (20: 3,n-6) on the composition of phospholipid fatty acids in the liver of rats deficient in essential fatty acids. *Br. Journal of Nutrition* 40(1):155-157
54. **Hawrysh, Z. J., Steedmann-Douglas, C. D., Robblee, A. R., Hardin, R. T., Sam, R. M.** (1980): Influence of low glucosinolate (cv. Tower) rapeseed meal on eating quality of broiler chickens. 1. Subjective evaluation by trained test panel and objective measurements. *Poultry Sci.* 59: 550-557
55. **Hegedűs, M., Kralovánszky, U. P., Mátrai, T.** (1981): A takarmányfehérjék minősítése. *Mezőgazdasági kiadó, Budapest* 75-78
56. **Herber, S. M., Van Elswyk, M. E.** (1996): Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for production of enriched shell eggs. *Poultry Sci.* 75: 1501-1507
57. **Hermier, D.** (1997): Lipoprotein Metabolism and Fattening in poultry. *J. Nutrition* 127: 805S-808S
58. **Hodgson, J., M., Wahlquist M., L., Boxall J. A., Balazs N. D.** (1993): Can linoleic acid contribute to coronary artery disease? *Am. J. Clin. Nutr.* 58: 228-234

59. **Holsheimer J. P., Janssen W. M.** (1991): Limiting amino acids in low protein maize-soyabean meal diets fed to broiler chicks from 3 to 7 weeks of age. *Br. Poultry Sci.* 32 (1): 151-158.
60. **Holsheimer, J. P., Ruesnik, E. W.** (1993): Effect on performance, carcass composition, yield and financial return of dietary energy and lysine levels in starter and finisher diets fed to broilers. *Poultry Sci.* 72: 806-815
61. **Horani, F. G., Sell, J. S.** (1977) Effect of feed grade animal fat on laying hen performance *Poultry Sci.* 56: 1972-1980
62. **Horn, P. és mtsai.** (2000) *Baromfi, haszongalamb, Mezőgazda* kiadó Budapest 2000. p.: 35.-40
63. **Horn, P. Földi, P., Bastek, V. Luksanova, P.** (2002): Poultry production in the Czech Republic, Hungary and Slovakia. 11th European Poultry Conference 6-10 september 2002 Bremen, Germany CD ROM
64. **Hrdinka, C. Zollitsh, W., Knaus, W., Lettner F.** (1996): Effect of dietary fatty acid pattern on meltingpoint and composition of adipose tissues and intramuscular fat of broiler carcasses. *Poultry Sci.* 75: 208-215
65. **Hulan, H. W., Ackman, R. G., Ratnayake, W. M. N., Proudfoot, F. G.** (1989): Omega-3 fatty acid levels and general performance of broiler chickens fed reddfish meal or reddish oil. *Poultry Sci.* 68: 153-162
66. **Husvéth F.** (1980) A nélkülözhetetlen zsírsavak jelentősége a baromfi takarmányozásban. Kandidátusi értekezés, Keszthely, pp. 8-14
67. **Husvéth, F., Manilla, H. A.** (1999): N-3 fatty acid enrichment and oxidative stability of broiler chicken *Acta Alimentaria*, vol. 28 (3): 235-249

68. **Husvéth, F., Rózsa, L., Papóci, P., Magyar, L., Bali, G., Márton, A.** (2002): Lehetőségek az étkezési tojás N-3 típusú hosszú szénláncú zsírsav-tartalmának növelésére. *Baromfi V. évfolyam*, 4. szám: 68-71
69. **Huyghebaert, G., Pack, M., De Grotte, G.** (1994): Influence of protein concentration on the response of broilers to supplemental DL-methionine. *Archiv für Geflügelkunde*, 58: 23-29
70. **Julian, R. J.** (1993): Ascites in poultry. Review article. *Avian Pathology*, 22: 419-454
71. **Julian, R. J.** (2000): Physiological, management and environmental triggers of the ascites syndrome: a review. *Avian Pathology*, 29: 519-527
72. **Kállay, B** (2002): Baromfi gazdaság és -piac. *Magyar Baromfi* 2002/4: 36
73. **Kerr, B. J., Kidd, M. T., Halpin, K. M., McWard, G. W., Quarles, C. L.** (1999): Lysine level increases live performance and breast yield in male broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 7: 351-358
74. **Kidd, M. T., Kerr, B. J., Anthony, N. B.** (1997): Dietary interactions between lysine and threonine in broilers. *Poultry Sci.* 76: 608-614
75. **Kidd, M. T., Kerr, B. J., Halpin, K. M., McWard, G. W., Quarles, C. L.** (1998): Lysine levels in starter and grower-finisher diets effect broiler performance and carcass traits *Journal of Applied Poultry Research*, 7: 351-358
76. **Kinsella J., E.** (1991): α -linolenic-acid: functions and effects on linoleic acid metabolism and eicosanoid-mediated reactions. In: *Advances in Food and Nutrition Research* (JE Kinsella ed.) Academic Press, San Diego, USA, 35. 1-184

77. **Klenk, E., Mohrhauer, H.** (1960): Metabolism of polyene fatty acid in vitro. *Z. Physiology and Chemistry* 320: 218-232
78. **Kralik, G., P. Bozickovic, Z. Skrtic** (1996) Growth characteristics and feeding of fattener-type chickens. *Krmiva* 38 6: 319-326 15 ref.
79. **Kubena, L. F., J. W. Deaton, T. C. Chen és F. N. Reece** (1974) Factors influencing the quality of abdominal fat in broilers. '. Rearing temperature, sex age or weight and dietary choline chloride inositol supplementation. *Poultry Sci.* 53: 211-214
80. **Lands, W. E. M.** (1986): Overall supply of n-3 fatty acid. In: *Fish and Human Health*. Academic Press, New York, pp. 129-135
81. **Lands, W. E. M.** (1989): N-3 fatty acids as precursors of active metabolic substances: Dissonance between expected and observed events. *J. Int. Med.* 225: 11-20
82. **Lang, C. A., Davis R. A.** (1990): Fish oil fatty acids impair VLDL assembly and/or secretion by cultured rat hepatocytes. *J. Lipid Res.* 31 (11): 2079-2086
83. **Larbier, M., Wiseman, J.** (1994): Nutrition and feeding of poultry. *Nottingham University Press*, 15-45
84. **Leclercq, B., Guy, G.** (1991): Further investigations on protein requirement of genetically lean and fat chickens. *Br. Poultry Sci.* 32: 789-798. p.

85. **Leenstra, F. R.** (1989): Influence of diet and genotype on carcass quality in poultry and their consequences for selection. In „Recent developments in poultry nutrition.” eds. Cole, D.J.A. and W.Haresign, Butterworths, England, pp. 131-144
86. **Leskanich, C. O., Noble R. C.** (1997): Manipulation of n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. *World's Poultry Sci.* 53: 155-183
87. **Leeson, S., Caston, L. J., Summers, J. D.** (1996): Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. *Poultry Sci.* 75: 522-528
88. **Leeson, S., Diaz, G., Summers, J. D.** (1995): Ascites. in *Poultry metabolic disorders and mycotoxins.* University Books. pp.: 29-50.
89. **Leeson, S., Summers, J. D.** (1980): Production and carcass characteristics of Broiler Chicken. *Poultry Sci.* 59: 786-798. p.
90. **Leeson, S., Summers, J. D.** (1991): Broiler diet and specifications in *Commercial Poultry Nutrition.* University Books, Guelph, ON, Canada p: 151
91. **Leeson, S., Summers, J. D.** (1997): Feeding programs for broilers. In: *Commercial Poultry Nutrition.* Eds.: University Books Guelph, Ontario, Canada, pp. 207-254
92. **Lei, S., Van Beck, G.** (1997): Influence of activity dietary energy on broiler performance, carcass yield and sensory quality. *Br. Poultry Sci.* 38: 183-189
93. **Leveille, G.A., Romsos, D. E., Yeh, Y., O'Hea, E.K.** (1975): Lipid biosynthesis in the chick a consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms. *Poultry. Sci.* 54 (4): 1075-1093

94. **Lin, C. Y., Friars, G. W., Moran, E. T.** (1980) Wld.'s Poultry Sci. 36: 103-111
95. **Lippens, M.** (2001): Influence of energy, protein, amino acids and management on breast meat and carcass fat. Proceedings of the 13.th European Symposium on Poultry Nutrition Blankenberge, Belgium 2001. szeptember 30.- október 4.:1-8
96. **Lipstein, B., Borstein, S., Bartov I.** (1975): The replacement of some of the soybean meal by the first limiting amino acids in practical broiler diets. Br. Poultry Sci. 16: 627-635
97. **López-Ferrer, S., Baucells, M. D., Barroeta, A. C., Grashorn, M. A.** (2001a): n-3 Enrichment of Chicken meat. 1. Use of Very Long-Chain Fatty Acids in Chicken Diets and Their Influence on Meat Quality: Fish Oil. Poultry Sci. 80: 741-752
98. **López-Ferrer, S., Baucells, M. D., Barroeta, A. C., Galobart, J., Grashorn, M. A.** (2001b): n-3 Enrichment of Chicken meat. 2. Use of Precursors of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids: Linseed Oil. Poultry Sci. 80: 753-761
99. **Mack S, Bercovici D, De Groote G, Leclercq B, Lippens M, Pack M, Schutte JB, Van Cauwenberghe S.** (1999): Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. Br. Poultry Sci. 40 (2): 257-265.
100. **Manilla, H. A.** (1999): Nutritional manipulation of the fatty acid composition of poultry meat products using various oils and fats. (Doktori értekezés) 53-75
101. **Marcel, Y. L., Christiansen, K., Holman, R. T.** (1968): The preferred metabolic pathway from linoleic acid to arachidonic acid in vitro. Biochem. Biophysiol. Acta 164: 25-34
102. **Marks, H. L., Washburn, K. W.** (1983): The relationship of altered water/feed intake ration on growth and abdominal fat in commercial broilers. Poultry Sci. 62: 263-272

103. **Mattson, F. H., Grundy, S. M.** (1985): Comparison of the effects of dietary saturate, monounsaturate and polyunsaturate fatty acids in plasma lipids and lipoproteins in man. *J. Lipid Res.* 26: 194-202
104. **Mendes, A. A., Watkins, S. E., England, J. A., Salem, E. A., Waldroup, A. L., Waldroup, P. W.** (1997): Influence of dietary lysine levels and arginin: lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. *Poultry Sci.* 76: 472-481
105. **Mercer, L. P., Dodds, S. J., Schweitshal, M. R. , Dunn, J. D.** (1989): Brain histidine and food intake in rats fed diets deficient in single amino acids. *Journal of Nutr.* 119: 66-74
106. **Moran, E. T., Bilgili, S. F.** (1990): Processing lower carcass quality and meat yield of broiler chickens as influenced by dietary lysin. *Poultry Sci.* 69: 702-709
107. **Mulder N. D.** (2002): The Central and Eastern European poultry sector. 11th European Poultry Conference 6-10 september 2002 Bremen, Germany
108. **National Research Council** (1994): Nutrient Requirements of Poultry, Ninth revised edition. National Academy Press, Washington.
109. **Nesheim, M. C., Christensen, D. A., Arnold, D. L.** (1967): Arginine Deficiency in Two Strains of Chickens Selected for Differences in Dietary Requirements of Arginine. *J. Nutrition* 92: 365-373
110. **Nesheim, M. C.** (1968): Kidney arginase activity and lysine tolerance in strains of chickens selected for a high or low requirement of arginine. *J. Nutrition* 95 (1):79-87
111. **Nettleron, J. A.** (1991): N-3 fatty acids: comparison of plants and seafood sources in human nutrition. *Journal of the American Dietetic Association* 91: 331-337

112. **Neuringer M., Anderson G. J., Connor W. E.** (1988): The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. *Ann. Rev. Nutr.* 8. 517-541
113. **Newcombe, M., J. D. Summers** (1984) Effect of previous diet on feed intake and body weight gain of broiler and Leghorn chicks. *Poultry Sci.* 63: 1237-1242
114. **Nollet, L.** (2001): Modification of the Yolk fatty acid profile for the health conscious consumer. 13th European Symposium on Poultry Nutrition 2001 september 30- oktober 4. Blankenberge Belgium p.: 53-60
115. **O'Dell, B. L., Savage, J. E.** (1966): Arginine-Lysine Antagonism in the Chick and Its Relationship to Dietary Cations. *J. Nutrition* 90: 364-370
116. **O'Neill L. M., Galvin, K., Morrissey P. A., Buckley, D. J.** (1998): Comparison of effects of dietary olive oil, tallow and vitamin E on the quality of broiler meat and meat products. *Br. Poultry Sci.* 39 (3): 365-371
117. **Olomu, J. M., Baracos, V. E.** (1991): Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle, protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. *Poultry Sci.* 70: 1403-1411
118. **Payne, C. G.** (1967) Layer response to energy. *Environmental Control of Poultry Production*. T. C. Carter, ed. Longmans, London, UK. p.: 40-54

119. **Pawlovsky, R. A., Barnes, A., Salem, S.** (1994): Essential fatty acid metabolism in the fenile relationship between liver and brain production of long-chain polyunsaturated fatty acid. *J. Lipid Res.* 35: 2032-2040
120. **Pinchasov, Y., Nir, I.** (1992): Effect of dietary PUFA concentrationon performance, fat deposition and carcass fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Sci.* 71: 1504-1512
121. **Phetteplace, H. W., Watkins, B. A.** (1989): Effects of various n-3 sources on fatty acid composition in chicken tissues. *J. Food Comp. Analy.* 2: 104-117
122. **Phetteplace, H. W., Watkins, B. A.** (1990): Lipid measurements in chickens fed different combinations of chicken fat and menhaden oil. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1848-1853
123. **Plavnik, I., Wax, E., Sklan, D., Bartov, I., Hurwitz, S.** (1997): The response of broiler chickens and turkey poults to dietary energy supplied either by fat or carbohydrates. *Poultry Sci.* 76: 1000-1005
124. **Ratnayake, W. M. N., Ackman, R. G., Hulan, H. W.** (1989): Effects of fishmeal enriched diets on the taste and n-3 PUFA of 42 days old broiler chickens *J. Sci. Food Agric.* 49: 59-74
125. **Reddy, Ms., Varadarajulu P.** (1993) Influence of strain, diet and sex on cut-up-parts meat yield, drip and cook losses of broiler meat. *Journal-of-Research-APAU* 21: 3, 147-150; 14 ref.
126. **Renden, J. A., Moran E. T.jr., Kincaid S. A.** (1994): Lack of interactions between dietary lysine or strain cross and photosschedule for male broiler performance and carcass yield. *Poultry Sci.* 73: 1651-1662

127. **Rhee, K. S., Ziprin, Y. A., Ordonez, G., Bohac, C. E.** (1988): Fatty acid profiles of the total lipids and lipid oxidation in pork muscle as affected by canola oil in the animal diet and muscle location. *Meat Sci.* 23: 201-210
128. **Rosebrough, R. W., Steele, N. C., Frobish, L. T.** (1982): Effect of protein and amino acid status on lipogenesis by turkey poult. *Poultry Sci.* 61: 731-738
129. **Ross Breeders Limited (1999):** Broiler management manual. P. 92
130. **Sander, T. A. B.** (1988): Essential and trans-fatty acids in nutrition. *Nutr. Res. Rev.* 1: 57-78
131. **Schmidt, J.** (1993): Takarmányozástan. Mezőgazda kiadó, 211-213
132. **Schmidt, J.** (1999): A takarmányok minőségének hatása a gazdasági állatok termelésére és az állati termékek minőségére. "Agro-21" Füzetek Az agrárgazdaság jövőképe 27. szám 3-11.
133. **Schmitz, B., Muransky, U., Pflügel, M.** (1977): Positional isomer of unsaturated fatty acids in rat liver lipids. *Lipids* 12: 307-313
134. **Schutte, J. B., Pack, M.** (1995): Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirtyeight days of age. 1. Performance and carcass yield. *Poultry Sci.* 74: 480-487
135. **Singer, P** (1994): Was sind wie wirkwen Omega-3 fettsaure. 44 Fragen, 44 Antworten. Frankfurt am Main Umschau-Zeitschriftenoese Breidenschtein p.: 31
136. **Skinner, J. T., Izat, A. L., Waldroup, P. W.** (1991): Effects of dietary amino acid levels on performance and carcass composition of broilers 42 to 49 days of age. *Poultry Sci.* 70: 1223-1230. p.

137. **Sprecher, H.** (1981): Biochemistry of essential fatty acids. Prog. Lipid Res. 20: 13-24
138. **Sprecher, H.** (1989): Interactions between metabolism of n-6 and n-3 fatty acids. J. Intern. Med. 225: 5-11
139. **Stryer, L.** (ed) (1981): Biochemistry, W. H. Freeman. New York
140. **Stansby, M. E.** (1990): Deterioration. In: Fish Oils in Nutrition (Ed. Stansby, M. E.), Van Nostrand Reinhold, New York, pp.: 120-140
141. **Summers, J. D.** (1994): Ascites and related metabolic diseases. in Recent advances in animal nutrition, Garnsworthy, P. C. & Cole, D. J. A. (Eds.) Butterworths, London. pp. 83-94.
142. **Statgraphic Version 5.0** (1991): Statistical Graphics Corporation, Rockville M. D. USA
143. **Szűts, G.** (1996): A fehérje és lizinhiány hatása a brojlercsirke növekedésére. Kaposvár Agroferm Napok '96.
144. **Tachibana, S., Sato K., Cho, Y., ChibaT., Matsubara Y., Akiba Y.** (2002): Impairment of very low-density lipoprotein secretion by medium-chain fatty acid primary culture of chicken hepatocytes: involvement of intracellular apolipoprotein B metabolism. 11th European Poultry Conference 6-10 september 2002 Bremen, Germany CD ROM
145. **Takahashi, K., Konashi, S., Akiba, Y. and Horiguchi, M.** (1994): The effects of dietary methionine and dispensable amino acid supplementation on the abdominal fat deposition in male broilers. Anim. Sci. and Technol. 65: 244-250.

146. **Tanaka, K., Ohtani, S., Shigeno, K.** (1983): Effect of increasing dietary energy on hepatic lipogenesis in growing chicks. II increasing energy by fat or protein supplementation. *Poultry Sci.* 62: 452-458
147. **Ten Have, H. G. M., Scheele C. W.** (1981) In „Quality of poultry meat” Eds. Mulder, R. W. A. W., C. W. Scheele and C. H. Veerkamp, Beekbergen, The Netherlands, pp: 387-397
148. **Thomas, O. P., Twining, P. V., Bossard, E. H.** (1977): The available lysine requirement of 7-9 week old sexed broiler chicks. *Poultry Sci.* 56: 57-60
149. **Uzu, G., Larbier, M., Grisoni, M. L.** (1989): Effect of dietary lysine on performance and carcass quality of broilers. *Proceedings European Branch World's Poultry Sci. Association Meeting, Madrid, Spain.* 306-397. p.
150. **Van Elswyk, M. E., Schake L. S., Hargis B. M., Hargis, P. S.** (1991): Effects of dietary menhaden oil on serum lipid parameters and hepatic lipidoses in laying hens. *Poultry Sci.* 70 (Suppl. 1.): 122
151. **Van Es, A. J. H.** (1981): In *World Poultry Production*, Eds: C. W. Scheele and C. H. Veerkamp, Beekbergen, The Netherlands, pp: 39-54
152. **Velu, J. G., Scott, H. M., Baker, D. H.** (1972): Body composition and nutrient utilization of chicks fed amino acid diets containing graded amounts of either isoleucine or lysine. *J. Nutrition* 102: 741-748
153. **Vincze, L., Szűts, G., Jakab, E., Wágner, L., Dublec, K.** (1997): A brojlerek vágási minőségét befolyásoló takarmányozási tényezők. II. Nemzetközi Baromfitenyésztési Szimposium kiadványa 31-41.

154. **Yalçın, S., Özkan, S., Açıkgöz, Z., Özkan, K.** (1998): Influence of dietary energy on bird performance, carcass parts yields and nutrient composition of breast meat of heterozygous naked neck broilers reared at natural optimum and summer temperatures. *Br. Poultry Sci.* 39:633-638
155. **Yehuda, S., Carasso, R. L.** (1993): Modulation of learning, pain threshold and thermal regulation in the rat by preparations of free purified alpha-linolenic and linoleic acids. Determination of the optimal n3/n6 ratio. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90: 10345-10349
156. **Yeh, Y. Y., Leveille G. A.** (1971): Studies on the relationship between lipogenesis and the level of coenzyme A derivatives, lactate and pyruvate in chick liver. *J. Nutrition* 101: 911-918.
157. **Weber, P. C., Sellmayer, A., Hrbaticky N.** (1993): *Proc. 44th Annual Meeting EAAP, Denmark*, pp. 19-27
158. **Zoltán, P.** (1998): A baromfiipar helyzete és fejlesztési lehetőségei. *Baromfi* 1998. 3: 4-12. p.
159. **Zoltán, P.** (1997): Baromfihús- és tojástermelők kézikönyve, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Kft. – Budapest, 1997 pp. 485-488
160. **Zoltán, P.** (2001): A világ baromfiipara az ezredforduló után. *Magyar mezőgazdaság* 56. évfolyam 28: 12-13

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik segítségükkel, támogatásukkal segítettek e munka elkészültét.

Külön köszönöm

Dr. Dubleczy Károlynak, konzulensemnek áldozatos segítségét, munkám elkészülése során nyújtott tudományos és szakmai támogatását,

Dr. Húsvéthy Ferencnek, Tanszékünk vezetőjének támogatását, segítségét,

Dr. Wágner Lászlónak, Csucska Máriának, Cseh Lajosné Erikának, Varga Juditnak, Dr. Lóthy Tibornénak a kémiai vizsgálatokban nyújtott áldozatos munkáját,

Pál Lászlónak, az eredmények kiértékelésében nyújtott segítségét.

Ertsey Csabának, Osvald Gyulánénak munkáját a kísérletek elvégzésekor,

valamint Tanszékünk valamennyi dolgozójának segítségét és támogatását.

Köszönettel tartozom feleségemnek, Bányai Adélnak és családomnak erkölcsi támogatásukért, megértésükért és türelmükért.

MELLÉKLET

Az eredmények fejezetben szereplő ábrák táblázatos megjelenítése, a pontos szórásértékekkel.

Eltérő metabolizálható energia-tartalmú tápok etetésekor kapott eredmények

29. táblázat: *A négyhetes és hathetes élőtömeg, a hasúri zsír, valamint a vágási kihozatal élőtömeghez viszonyított arányának alakulása*

kezelések	négyhetes élőtömeg (kg)	hathetes élőtömeg (kg)	hasúri zsír (élőtömeg %)	vágási kihozatal (élőtömeg %)
Jércék				
AA	1,01±0,01 ^a	1,84±0,02 ^a	1,46±0,20 ^a	62,49±0,86 ^{bc}
AM	-	1,88±0,02 ^{ab}	1,91±0,11 ^{abcd}	60,50±0,57 ^{ab}
KK	1,08±0,02 ^b	1,88±0,04 ^{ab}	2,20±0,35 ^{cd}	59,81±1,09 ^a
MA	-	1,83±0,03 ^a	1,82±0,16 ^{abcd}	63,01±1,12 ^{bc}
MM	1,06±0,01 ^b	1,95±0,03 ^b	2,30±0,11 ^d	60,59±0,71 ^{ab}
Kakasok				
AA	1,10±0,01 ^a	2,19±0,03 ^c	1,44±0,11 ^a	64,26±1,62 ^c
AM	-	2,32±0,04 ^e	1,65±0,13 ^{ab}	63,02±0,66 ^{bc}
KK	1,17±0,02 ^b	2,28±0,04 ^{cde}	1,46±0,18 ^a	62,42±0,64 ^{bc}
MA	-	2,22±0,04 ^{cd}	1,66±0,26 ^{abc}	62,66±0,68 ^{bc}
MM	1,17±0,01 ^b	2,29±0,03 ^{de}	2,04±0,16 ^{bcd}	61,67±0,65 ^{ab}

^{abcde}Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan (p<0,05) különböznek.

30. táblázat: A mell és a comb zsírtartalmának alakulása

kezelések	mellzsír (%)	combzsír (%)
Jércék		
AA	1,07±0,07 ^{ab}	5,14±0,47 ^{cd}
AM	1,09±0,04 ^{ab}	4,45±0,29 ^{abc}
KK	1,08±0,06 ^{ab}	4,61±0,31 ^{bc}
MA	0,96±0,06 ^a	4,86±0,51 ^{cd}
MM	1,29±0,08 ^{bcd}	5,75±0,43 ^d
Kakasok		
AA	1,19±0,07 ^{abc}	3,66±0,22 ^{ab}
AM	1,56±0,14 ^e	3,51±0,22 ^a
KK	1,41±0,14 ^{cde}	4,54±0,24 ^{bc}
MA	1,42±0,15 ^{cde}	4,79±0,33 ^{cd}
MM	1,50±0,06 ^{de}	4,74±0,42 ^{cd}

^{abcde} Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

Különböző lizin és kéntartalmú aminosav szintű tápok etetésekor kapott eredmények

31. táblázat: A négyhetes és hathetes élőtömeg, a hasúri zsír élőtömeghez viszonyított arányának és a konyhakész testtömeg alakulása

kezelések	négyhetes élőtömeg (kg)	hathetes élőtömeg (kg)	hasúri zsír (élőtömeg %)	konyhakész testtömeg (g)
Jércék				
MHLSZ	1,04±0,02 ^{ab}	2,02±0,03 ^{ab}	1,98±0,10 ^c	1336±24,99 ^{ab}
MHLT	1,05±0,03 ^{ab}	2,10±0,05 ^{bcd}	2,13±0,15 ^c	1332±34,48 ^a
MSZLSZ	1,10±0,02 ^{bcd}	2,10±0,03 ^{bcd}	2,04±0,19 ^c	1408±28,00 ^{bc}
MSZLT	1,06±0,02 ^{abc}	2,03±0,03 ^{ab}	2,29±0,08 ^c	1324±31,61 ^a
MTLSZ	1,03±0,02 ^{ab}	2,06±0,03 ^{abc}	2,03±0,13 ^c	1335±13,21 ^{ab}
MTLT	1,00±0,02 ^a	1,97±0,03 ^a	2,00±0,24 ^c	1319±32,75 ^a
Kakasok				
MHLSZ	1,14±0,02 ^{de}	2,09±0,03 ^{bcd}	1,94±0,08 ^{bc}	1420±23,69 ^{cd}
MHLT	1,13±0,03 ^{de}	2,11±0,03 ^{bcd}	1,55±0,17 ^{ab}	1449±24,60 ^{cde}
MSZLSZ	1,15±0,03 ^{de}	2,15±0,04 ^{cd}	1,39±0,19 ^a	1504±29,34 ^e
MSZLT	1,17±0,02 ^e	2,18±0,03 ^d	1,43±0,11 ^a	1491±21,73 ^{de}
MTLSZ	1,12±0,03 ^{cde}	2,09±0,04 ^{bcd}	1,47±0,13 ^a	1533±17,70 ^{cde}
MTLT	1,13±0,03 ^{de}	2,15±0,05 ^{cd}	1,53±0,17 ^{ab}	1500±26,86 ^e

^{abcde} Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

32. táblázat: A mell és a comb zsírtartalmának alakulása

kezelések	mellzsír (%)	combzsír (%)
Jércék		
MHLSZ	1,28±0,12 ^{bc}	4,41±0,38 ^{abcd}
MHLT	1,30±0,12 ^{cd}	5,33±0,30 ^d
MSZLSZ	1,05±0,06 ^{ab}	3,54±0,46 ^a
MSZLT	1,20±0,06 ^{abcd}	4,39±0,44 ^{abcd}
MTLSZ	1,13±0,06 ^{ab}	3,19±0,23 ^{ab}
MTLT	1,27±0,06 ^{bcd}	5,24±0,29 ^d
Kakasok		
MHLSZ	1,32±0,09 ^{cd}	4,21±0,28 ^{abc}
MHLT	1,17±0,07 ^{abcd}	5,28±0,31 ^d
MSZLSZ	1,26±0,14 ^{abcd}	4,91±0,38 ^{cd}
MSZLT	1,58±0,08 ^e	4,72±0,40 ^{bcd}
MTLSZ	1,02±0,02 ^a	4,06±0,30 ^{abc}
MTLT	1,40±0,07 ^{de}	4,35±0,38 ^{abcd}

^{abcde}Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

Eltérő zsírsavösszetételű tápok etetésekor kapott eredmények

33. táblázat: A hathetes élőtömeg, a hasúri zsír és a konyhakész testtömeg élőtömeghez viszonyított arányának, valamint a máj zsírtartalmának alakulása

kezelések	hathetes élőtömeg (kg)	hasúri zsír (élőtömeg %)	vágási kihozatal (élőtömeg %)	májzsír (%)
Jércék				
O	1,94±0,04 ^{de}	2,22±0,09 ^{de}	61,27±0,75 ^{bc}	10,92±2,55 ^{bc}
T	1,72±0,04 ^c	3,19±0,12 ^f	59,24±0,60 ^{ab}	8,90±1,10 ^{abc}
L	1,34±0,04 ^a	1,81±0,18 ^{bcd}	59,36±0,38 ^{ab}	6,27±0,91 ^a
H	1,83±0,04 ^{cd}	1,36±0,08 ^a	62,54±0,62 ^c	11,93±1,70 ^c
B	2,05±0,03 ^f	2,15±0,13 ^{de}	62,39±0,87 ^c	7,95±0,62 ^{ab}
Kakasok				
O	2,09±0,04 ^{gh}	1,97±0,20 ^{cd}	60,67±1,00 ^{abc}	7,23±0,67 ^a
T	2,00±0,04 ^{ef}	2,56±0,17 ^e	59,77±0,66 ^{ab}	6,22±0,70 ^a
L	1,49±0,05 ^b	1,52±0,21 ^{ab}	58,79±0,96 ^a	5,57±0,86 ^a
H	2,09±0,03 ^{fg}	1,63±0,16 ^{abc}	62,16±0,57 ^c	6,92±1,53 ^a
B	2,22±0,04 ^h	1,96±0,20 ^{bcd}	60,47±1,33 ^{abc}	6,55±0,71 ^a

^{abcde fgh}Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.

34. táblázat: A mell és a comb zsírtartalmának alakulása

kezelések	mellzsír (%)	combzsír (%)
Jércék		
O	1,35±0,08 ^{bc}	2,60±0,08 ^{ef}
T	1,32±0,08 ^{abc}	2,67±0,27 ^f
L	1,18±0,08 ^{ab}	1,98±0,14 ^{bc}
H	1,07±0,08 ^a	1,40±0,06 ^a
B	1,55±0,13 ^{cd}	2,17±0,11 ^{cd}
Kakasok		
O	1,50±0,04 ^{cd}	2,62±0,11 ^f
T	1,70±0,18 ^d	2,62±0,13 ^f
L	1,48±0,10 ^{cd}	2,48±0,12 ^{def}
H	1,18±0,05 ^{ab}	1,72±0,12 ^{ab}
B	1,30±0,07 ^{abc}	2,22±0,13 ^{cde}

^{abcdef} Az eltérő betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan ($p < 0,05$) különböznek.