

KAPOSVÁRI EGYETEM
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR
Takarmányozástani tanszék

**A FEHÉRJE- ÉS AMINOSAV-ELLÁTÁS HATÁSA A KÜLÖNBÖZŐ
GENOTÍPUSÚ TOJÓHIBRIDEK TELJESÍTMÉNYÉRE**

Készítette:

Czár Dávid

IV. évfolyam, mezőgazdasági mérnök BSc szak

Konzulens:

Dr. Halas Veronika

egyetemi docens

Tischler Annamária

PhD hallgató

Horák András Péter

PhD hallgató

Kaposvár

2012

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	3
2. Irodalmi áttekintés.....	4
2.1 A tojás, mint élelmiszer.....	4
2.2 A tojástermeléshez használt genotípusok.....	8
2.3 A takarmányozás hatása a tojástermelésre.....	9
2.4 Az irodalomból levonható következtetések.....	17
3. Célkitűzés.....	18
4. Anyag és módszer.....	19
5. Eredmények és megbeszélés.....	22
5.1 A takarmány fehérje és aminosav tartalmának hatása a különböző genotípusú tojók teljesítményére.....	22
5.2 A takarmány fehérje- és aminosav tartalmának, hatása a takarmányfehérje értékesülésére különböző genotípusú tojók esetében.....	29
6. Következtetések és javaslatok.....	35
7. Összefoglalás.....	36
8. Summary.....	37
8. Irodalomjegyzék.....	38
9. Köszönetnyilvánítás.....	42

1. BEVEZETÉS

A tojótyúk példája jól mutatja, hogy tudatos szelekcióval olyan mértékű teljesítményjavulást lehet elérni, melyről korábban elképzelhetetlen volt. Bár a pontos származásról még ma is megoszlanak a vélemények, az mindenképpen leszögezhető, hogy a fajfenntartáshoz szükséges tojástermelés többszörösének termelésére képesek a mai hibridek. A házityúk eredetét vizsgálva két elmélettel találkozhatunk. A monofiletikus elmélet szerint a házityúk egyetlen őse a bankivatyúk, melynek testtömege 0,5 kilogramm volt és minden év június-júliusában 8-12 tojást rakott (Szovátay, 2004). A polifiletikus elmélet szerint a bankivatyúk mellett további három őse, a jávai tyúk, a ceyloni és a szürke dzsungeltyúk is szerepet játszott a faj kialakulásában. Magyarországon a céltudatos nemesítés a 19. század végén kezdődött meg a parlagi fajták külföldi fajtákkal való keresztezésével. A sárga, a fehér és a kendermagos magyar tyúk tojástermelése 100-150 darab tojás/év, a tojások súlya átlagosan csupán 55 gramm volt. A következő évtizedekben a tyúkok és a kakasok testtömegének növelése volt a cél, mely a tojássúly növekedését is magával hozta. Az 1960-as években a fehér tojást termelő leghorn tojástermelése elérte a 200-220 darab tojást egy év alatt (Szovátay, 2004). A leghorn fajtát felhasználva alakították ki a Tetra-L tojó hibridet a 70-es évek elején, melynek tojástermelése már elérte a 280 darabot. Nagy sikereket értek el a fehér és a vörös Rhode Island keresztezésével is, napjaink egyik legjobban termelő hibridjét állították elő, a Bábólna Tetra SL-t. Ez a fajta az 1970-es években beó lazott tyúkra vetítve 260-270 darab 62-63 grammos tojást termelt, mely az évezred fordulóra meghaladta a 300 tojást és 64 grammos tömeget.

A mai tojó hibridek genetikai képességére jellemző, hogy hosszú időn át 90-95%-os tojástermelési intenzitásra képesek. Ez a teljesítmény azonban csak akkor realizálható, ha megfelelő a tartástechnológia, és az állategészségügy, valamint ha a takarmányozás a madarak igényeihez igazodik. Ezért egy-egy új genotípus kialakításakor, illetve egy meglévő fajta javítása során nagyon fontos a táplálóanyag szükségleti értékek folyamatos felülvizsgálata.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A tojás, mint élelmiszer

A tojás az emberiség alapvető és legősibb élelmiszerei közé tartozik. Ebben valószínűleg fontos szerepet játszik az, hogy tápanyag-összetétele az emberi szervezet számára igen megfelelő. Egy 60 grammos tojás körülbelül 6,7 g nyersfehérjét tartalmaz. A tojásfehérje teljes biológiai értékű fehérje, esszenciális aminosavakban gazdag, melyet az emberi szervezet közel 100%-ban képes értékesíteni, ezért biológiai érték vizsgálatok során referenciaként szokták használni. Nyerszsír tartalma 6,1 g, melyet túlnyomórészt telítetlen zsírsavak alkotnak, így megfelel az egészséges ételekkel szemben támasztott követelményeknek (Pál, 2003). Vitamintartalmára jellemző, hogy a C-vitaminon kívül valamennyi vitamin fellelhető benne. Mivel a szik zsírsavösszetétele a takarmány zsírsavösszetételével szoros összefüggést mutat, valamint a mikroelem és egyes vitaminok koncentrációja jelentősen növelhető a tojásban, ezért a tojás alkalmas funkcionális élelmiszernek (Szilvássy, http://www.jomagyarbaromfi.hu/inner_hirek_51.html). Pozitív étrendi hatását fokozza a lecitin és kolin tartalma. E két anyagnak fontos szerepe van a sejtmembránok integritásának megőrzésében. Kolin tartalma kifejezetten fontos, mert nincs más élelmiszer melyben használható kolin forrás lenne (Légrády, 2001). Jótékony hatását az idegrendszeren keresztül fejti ki az által, hogy ingerület átvivő anyag képződik belőle, így csökkenti az Alzheimer-kór kialakulását. Lutein és zeaxantin tartalma az időskori érzékszervi megbetegedések kockázatát csökkenti.

A 70-es években több olyan kutatást végeztek, melyből kiderült, hogy a vér koleszterin szintje és a keringési megbetegedések között szoros összefüggés van. Nem volt azonban egyértelmű, hogy a táplálékkal bevitt koleszterin milyen mértékben járul hozzá a kórok kialakulásához. Mivel a tojás akár 220 mg koleszterint is tartalmaz, ezért egészségtelennek kiáltották ki, fogyasztása nagymértékben csökkent. 30 évvel később 40 év kutatómunkát összegezve McNamara (2000) mutatott rá, hogy az élelmiszerekkel bevitt koleszterin alacsony hányadának van csak köze a vérszérum koleszterin szintjéhez, továbbá a tojásfogyasztás csökkentése semmiféle változást nem mutat a keringéssel kapcsolatos megbetegedések kialakulásával kapcsolatban. Így 30 év kirekesztés után, sikerült „visszahozni” a tojást, mint közkedvelt élelmiszert. A tojásfogyasztás nem csak élettani okokból előnyös, hanem gazdasági szempontból is. A Kaposvári Egyetem és a Magyar Baromfi Termék Tanács közös munkája bizonyítja, hogy az ember számára a napi teljes értékű fehérjeellátáshoz, melynek mennyisége 50 gramm, a tojás a legoptimálisabb, mert az állati eredetű fehérjék közül a legolcsóbb. Ezen adatokat az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat

Egy felnőtt ember napi fehérje igényének fedezéséhez szükséges állati eredetű élelmiszerek mennyisége és ára (2012. 04. 21-i SPAR árakkal kalkulálva)

Élelmiszer	mennyiség	Ár (Ft)
Tojás (M-es méret)	7 db	321-384
Marha:		
comb (csont nélkül)	360 g	860-1130
fehér pecsenye* (cs. n.)	294 g	1099-1297
Sertés		
karaj (csont nélkül)	340 g	524
comb (csont nélkül)	370 g	422-477
Csirke		
mell (filé)	273 g	408-(611)**
pulyka		
mell (filé)	270 g	456
Tej (2,8%)	1,5 l	413-434

*: átlagos feh. tartalommal számolva

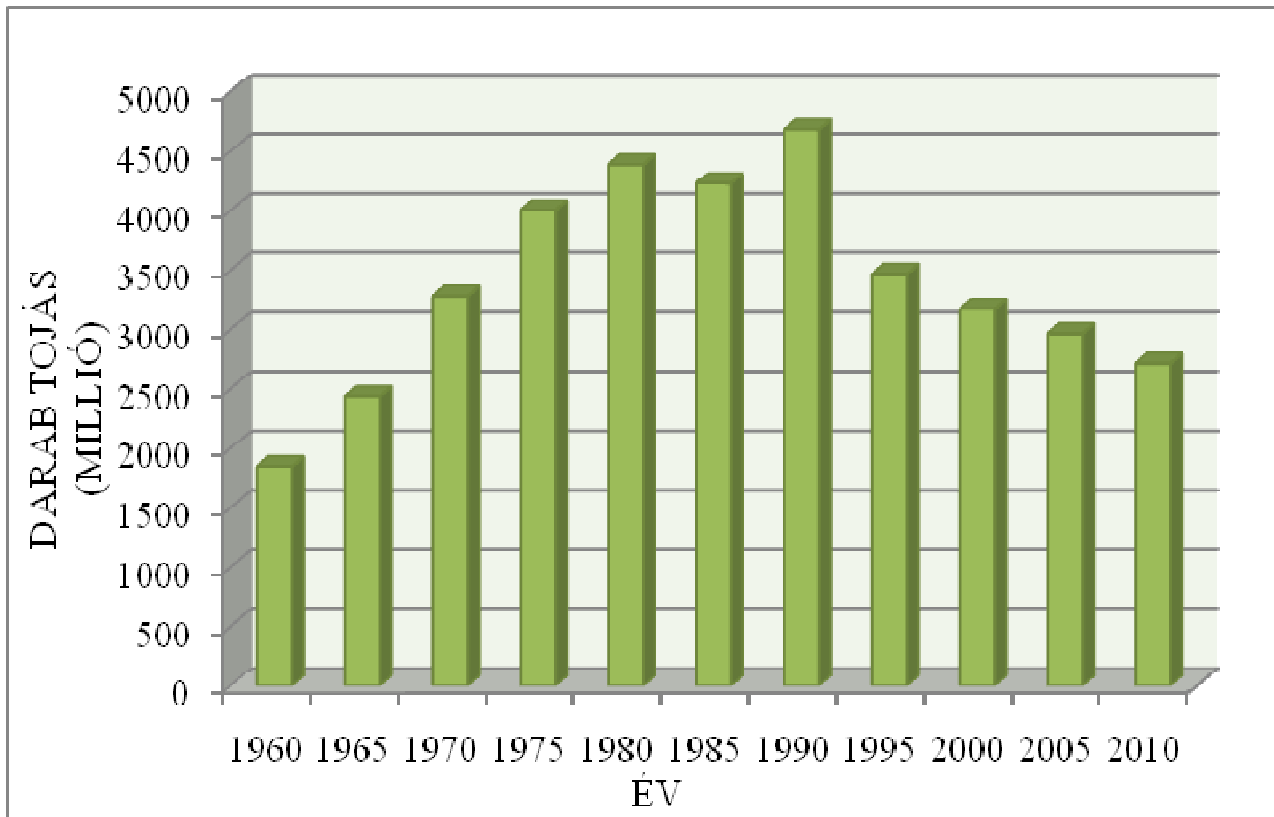
** : prémium termék

Forrás: Csapó J.- Horn P., Kaposvári Egyetem; Molnár Gy., BTT, (2012)
<http://www.magyarbaromfi.hu/show.php?pageid=0&pagetype=0&newsid=667>

Magyarországon az elmúlt 50 évet vizsgálva azt látjuk, hogy 1960 és 90 között a tojástermelés növekedett, majd az 1990-es évektől kezdődően visszaesést tapasztalhatunk (1. ábra), mely a 2010-es évig meg sem állt. A visszaesés mértéke nagyon jelentős, hiszen az 1990-ben elért 4500 milliós tojástermelés mintegy 2/3-ára esett vissza napjainkban. A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium kiadványa ezt a jelenséget a rendszerváltással járó átrendeződéssel és a piaci viszonyok változásából eredő versenyképességi gondokkal magyarázza.

1. ábra

Magyarország tojástermelése 1960 és 2010 között
(KSH, 2010)

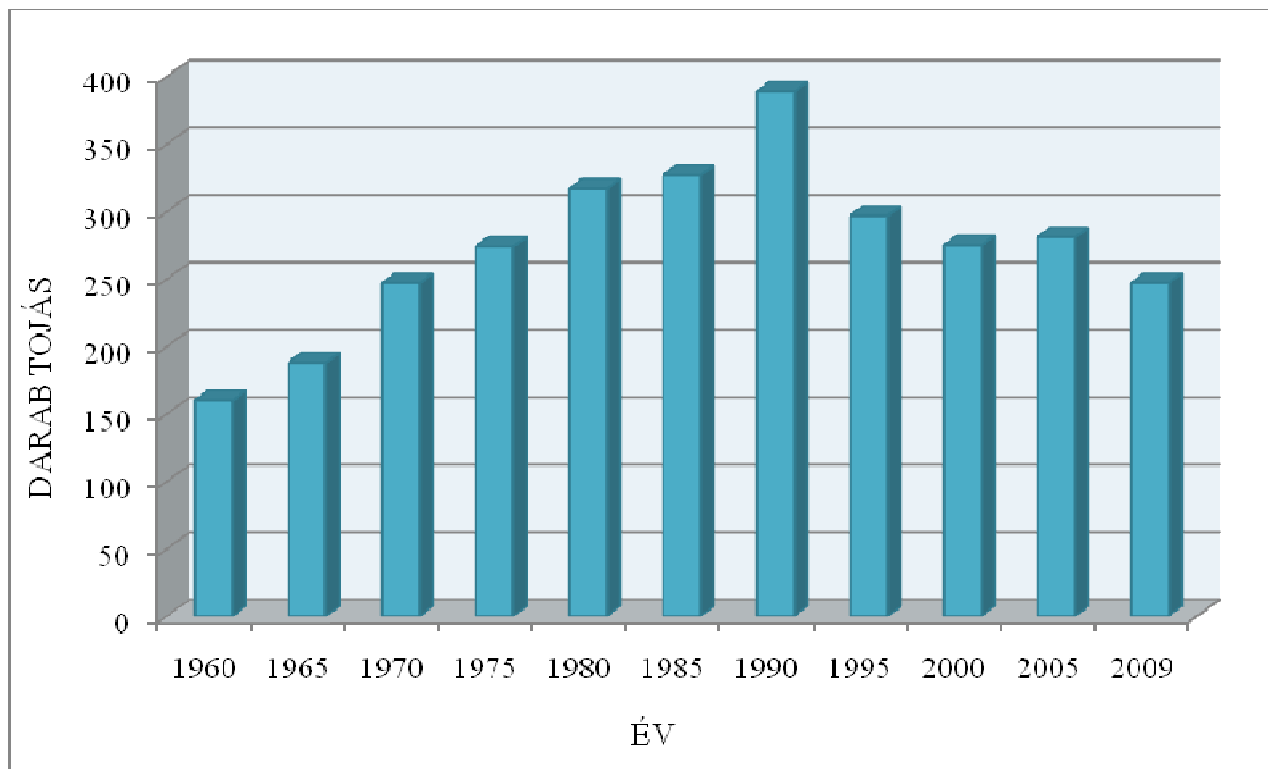


A tojásfogyasztás tekintetében ugyanezt a tendenciát figyelhetjük meg az 1960-as évektől a 2010-es évig terjedő időszakban (2. ábra). A jelenség kézenfekvő magyarázata, hogy a kínálat csökkenése a fogyasztás csökkentését vonta maga után.

2. ábra

A tojásfogyasztás alakulása Magyarországon (db/fő)

(KSH, 2010)

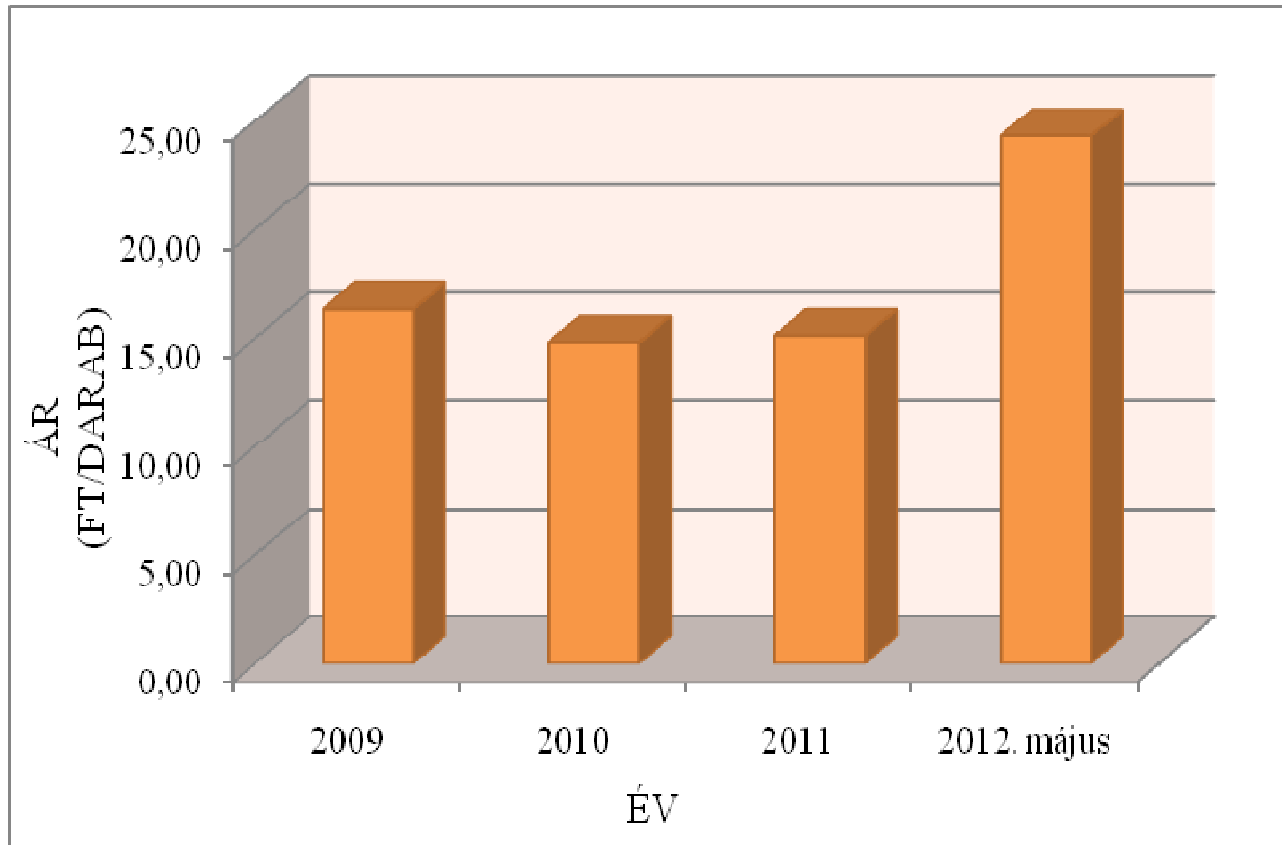


A KSH 2012-es júniusi jelentése szerint az elmúlt két évben (2010. jan. – 2012. jan. között) növekedett Magyarország tojótyúk állománya. 2012 év közepére azonban, ismét visszaesést tapasztalhatunk. Ennek oka nagyrészt a 2012. január elsejével hatályba lépett állatjóléti törvény (<http://www.agroinform.com/aktualis/Agroinform-Hirszolgalat-Dragul-a-tojas-kevesebb-lesz-a-tyuk/20110228-15509/>). Az 1999-ben elfogadott uniós állatjóléti törvény értelmében 2012-től a tojótyúkoknak minimum 750 cm² helyet kell biztosítani, továbbá ülő rudat, tojó fészket, alomfürdőt és körömkoptatót kell beszerezni. A változtatások a tojás árának alakulásában is meglátszanak. 2011-hez képest 2012 májusára 10 forinttal nőtt a tojás ára (3. ábra). A drágulás oka, hogy a tojótelepek átalakítása igen magas költséggel jár, továbbá az új technológiával kevesebb tojótyúkot lehet telepíteni ugyanakkora alapterületű istállóba, mint a régi technológiával lehetett.

3. ábra

Tojás árak alakulása 2009 – 2012. május között

(KSH, 2012)



2.2 Az tojástermeléshez használt genotípusok Magyarországon

A termelésre használt tojótyúkok két típusát különböztetjük meg: a fehér héjú és a barna héjú tojástermelőket. A fehér színű tojástermelő tyúkok kisebb testűek a barnahéjú tojástermelő tyúkoknál. A testsúlybeli különbség ellenére a két típus azonos tojástermelésre képes. A Bábólna Tetra két különböző típusú tojó hibridjét összehasonlítva megállapítható, hogy a barnahéjú tojástermelő Tetra-SL tojástermelésben (db tojás/év) ugyan nem előzi meg a nála 200-300 g-mal kisebb testtömegű fehérhéjú tojástermelő Tetra-Blancát, azonban tojástömeg tekintetében a termelés mindegyik periódusában 2-3 grammal nagyobb tojásokat termel.

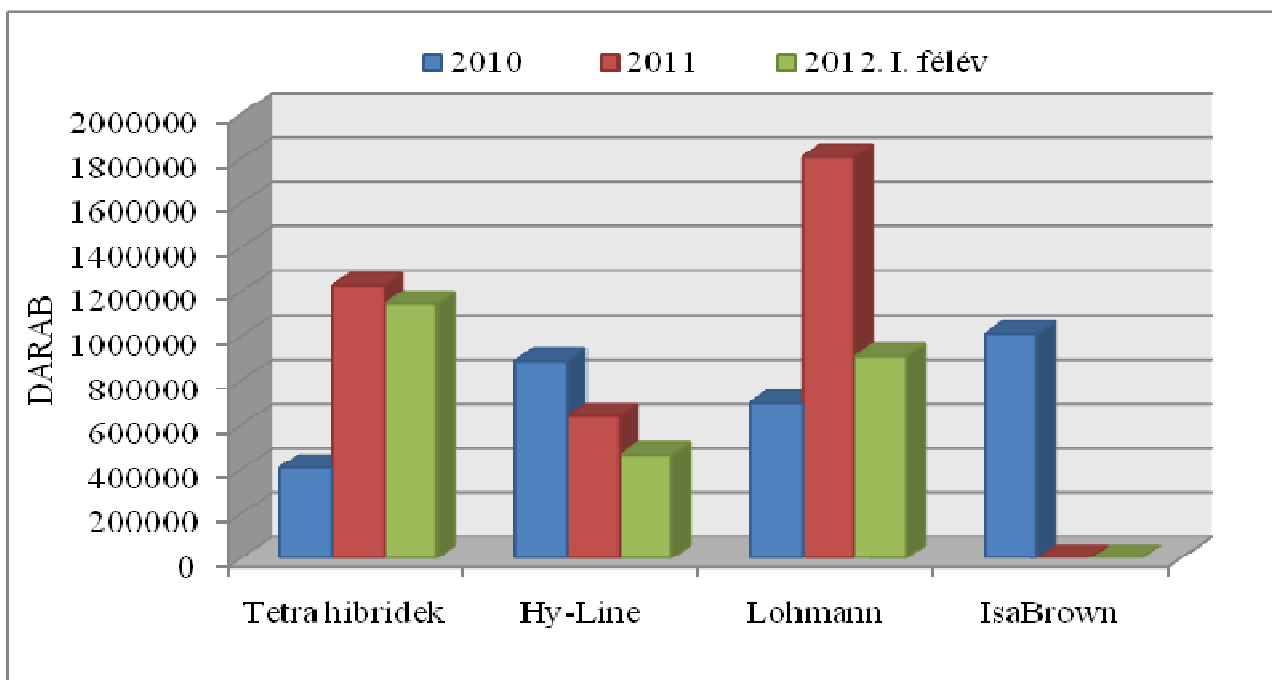
A magyar piac hagyományosan a barna héjú tojástermelőt preferálja, de a hazai tojótyúk állomány fajtankénti megoszlása folyamatosan változik. A Magyarországi Baromfi Termék Tanács Tojás Szövetségének mezőgazdasági titkárától kapott információkat a 4. ábra foglalja össze.

Megállapítható, hogy a 2010-ben még nagy számban telepített IsaBrown hibrid mára már gyakorlatilag eltűnt. A legnagyobb számban telepített hibrid 2011.-ben a Lohmann volt, melyet a következő évben a Tetra hibridek váltottak fel.

4. ábra

Magyarországon telepített főbb tojó hibridek 2010 és 2012 között

(Baromfi Termék Tanács – Tojás Szövetség, 2012)



2.3 A takarmányozás hatása a tojástermelésre

A tojás biológiai szempontból egy megnövekedett petesejt, melyet fehérje, héjhártya és héj vesz körül. Fehérje, aminosav és zsírtartalma genetikailag meghatározott, de takarmányozással lehet módosítani a tojáshéj vastagságát és szilárdságát, a tojássárgájának színét, a tojás súlyát és a telítetlen zsírsav, nyomelem és vitamin tartalmát (Gippert és mtsai. 2006).

A madarak energia- és fehérjeellátása meghatározza a termelési paramétereket. Elégtelen energia felvétel esetén a tojástermelés és a tojássúly csökken. Amennyiben magasabb a takarmány energiatartalma a kívánatosnál, a madarak elzsírosodnak. Az abdominális zsír mennyisége annyira megnőhet, hogy a petefészek működését akadályozza, így csökken a tojástermelés, de szélsőséges esetben megnő a mortalitás is (Tossenberger, 2012). Ha túlzottan alacsony a takarmány

fehérjetartalma, a tojás összetételében nem változik ugyan, de súlya jelentősen csökken. Pur és Samie (2007) kísérletében a takarmány fehérjetartalmának 15,1%-ról 13,1%-ra való csökkentése statisztikailag igazolható mértékben rontotta a tojótyúkok teljesítményét (2. táblázat). A takarmányfelvétel és az egy tucat tojás megtermeléséhez felhasznált takarmány kivételével gyakorlatilag az összes értékmérő (tojástermelés intenzitása, tojássúly, napi tojásmassza mennyisége, takarmányértékesítés) a takarmány fehérjetartalmának csökkentésével arányosan változott.

2. táblázat

Tojótyúkok teljesítménye különböző nyersfehérje-tartalmú keveréktakarmány etetése során

Forrás: Pur és Samie (2007)

Adatok	Nyersfehérje tartalom %				
	13,1	13,6	14,1	14,6	15,1
Tojástermelés intenzitása (%)	82,33 ^c	85,19 ^{bc}	86,40 ^{ab}	87,96 ^a	87,92 ^a
Tojástömeg (g)	54,26 ^c	54,36 ^{bc}	55,84 ^a	55,04 ^{abc}	55,71 ^{ab}
Tojás massa (g/tyúk)	45,24 ^b	46,33 ^b	48,25 ^a	48,47 ^a	49,01 ^a
Takarmány felvétel (g/tyúk)	101,25 ^{bc}	100,85 ^c	104,87 ^a	100,46 ^c	102,89 ^b
Fehérje felvétel (g/tyúk)	13,26 ^c	13,72 ^c	14,79 ^b	14,67 ^b	15,54 ^a
Takarmányértékesítés (1)	2,243 ^a	2,186 ^{ab}	2,180 ^{ab}	2,082 ^c	2,109 ^{bc}
Takarmányértékesítés (2)	1,426 ^{ab}	1,424 ^{ab}	1,458 ^a	1,372 ^b	1,406 ^{ab}

(1) takarmányfelvétel (kg) /tojásmassza (kg)

(2) takarmányfelvétel (kg) /12 tojás

^{a-c} az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek (P <0,01)

Az elégtelen fehérje- és energiaellátáson túl a takarmány linolsav tartalma is meghatározó a tojástermelés szempontjából. Csökken a tojások tömege és/vagy a szik tömege, ha a takarmány linolsav tartalma nem éri el az 1%-ot (NRC, 1994). Ez elkerülhető, ha a takarmány 50-60% kukoricát tartalmaz. A kukorica etetése azért is kedvező hatású, mert kriptoxantija és zeaxantija a vásárlók által preferált mély tónusú sárga színét eredményezi a tojássárgájának.

A megfelelő fehérjetartalom beállításakor érdemes figyelemmel lenni arra, hogy egyes, fehérjeforrásként használt takarmány összetevők nemkívánatos ízt kölcsönöznek a tojásnak. Ilyenek a halliszt és a repcedara. Ezért ezek arányát a keverékben korlátozni kell. Egyébként a tojók elégtelen fehérje ellátása Magyarországon általában nem szokott problémát okozni, mivel a hazai tojótápok fehérje tartalma bőségesen fedezi a madarak szükségletét. A gyakorlatban a tojástermelés szempontjából legkritikusabb az intenzív tojók számára a megfelelő Ca és P ellátás. E két elem a tojás héjának fő alkotórészeként, szabályozza a héj vastagságát és szilárdságát. Vizsgálatok igazolták azonban azt is, hogy a feleslegben adott többlet foszfor csökkenti a tojástermelést (Forgács, 2008). A szik jelentős mennyiségű zsírt tartalmaz (33%), melyet a madár, ha teheti, a takarmányból származó zsírsavakból épít be. Ezért takarmányozással nagymértékben lehet módosítani a tojás zsírsav-összetételét. A lenolaj kiegészítés például növeli az omega-3 zsírsavak mennyiségét és javítja a táplálkozás élettani szempontból fontos n3/n6 zsírsavak arányát (Pál, 2003).

A fent bemutatott példák is alátámasztják, hogy takarmányozással jelentősen befolyásolható a tojástermelés és a tojások minősége. Az intenzív állományok esetén különösen fontos, hogy a takarmányok minden szempontból fedezzék a madarak szükségletét. A szelekciós munka eredményeként a baromfi fajok és ezen belül a tojótyúkok genetikai előrehaladása olyan mértékű, hogy az a madarak táplálóanyag igényének folyamatos felülvizsgálatát igényli. A 3. táblázat a Hy-line hibrid példáján keresztül mutatja be a szelekciós munka eredményét.

A 12 év alatt elért + 15 db tojás oka, hogy a madarak egyre korábban érték el az 50%-os, majd a csúcstermelést, de nagyon fontos üzenete a táblázatnak az is, hogy 10-20%-kal csökkent az 1 kg tojásmassza előállításához felhasznált takarmánykeverék mennyisége. A mai modern, nagy tojástermelésre képes tojó hibridek a tenyésztő cégek tesztjei alapján képesek az évi 320-325 tojás előállítására (Bábolna Tetra, 2011), vagyis a termelési év teljes idejét rendkívül magas tojástermelési intenzitás jellemzi. A tojástermelő képesség növelése kétségtelenül a takarmány jobb konverziójának eredménye (Pur és Samie, 2007; Martinez és mtsai, 2005; Novak és mtsai, 2004). Feltételezhető azonban az is, hogy a nagy teljesítményre képes árutojás termelő tyúkok táplálóanyag szükséglete a genetikai potenciál növekedésének következtében ugyancsak megváltozott.

3. táblázat

A Hy-Line Brown középnehéz tojóhibrid technológiai paramétereinek változása 1993 és 2004 között

Paraméter	1993	1995	1998	2001	2004
Életkor az 50%-os tojástermelés elérésekor (nap)	153	151	149	146	145
Tojástermelés beóladott tyúkra a 60. élethétig (db)	238	240	246	251	253
Takarmányértékesítés (takarmány kg/tojás kilogramm)	2,20-2,50	2,20-2,50	2,11	2,06	1,96

Forrás: Hy-Line Management Guide 2000-2001, 2002-2005

Az elmúlt közel 30 év független nemzetközi és hazai táplálóanyag szükségleti ajánlásait a 4. táblázat foglalja össze. A táblázatban bemutatott adatokból kitűnik, hogy a genetikai előrehaladást a takarmány energia, fehérje és aminosav tartalmának változtatásával próbálták követni. Az elmúlt 10 évből azonban nincsenek független ajánlások a nagy termelésre képes genotípusok táplálóanyag, fehérje és aminosav szükségletéről, csupán kísérletes munkák eredményei alapján tudunk arra következtetni, hogy az egyes genotípusoknak milyen táplálóanyag igénye van a tojástermelés egyes szakaszaiban.

4. táblázat

Különböző ajánlások a tojótyúkok táplálóanyag szükségletére

	NRC, 1985	MTK, 1990	AWT, 2000	MTK, 2004
ME (MJ/kg)	12,1	11,3	11,9	12,1
Nyersfehérje (g/kg)	145	170	160	150
Lizin (%)	0,64	0,78	0,80	0,69
Metionin + cisztin (%)	0,55	0,67	0,71	0,58
Treonin (%)	0,45	0,52	0,52	0,47
Triptofán	n.a.	0,17	0,15	0,16
Kálcium	3,4	4	-	3,25
Foszfor (nem fitin)	0,32	0,6	-	0,25

A 5. táblázat a jelenleg vagy a közelmúltban a magyar piacon jelenlevő hibridek technológiai ajánlásaiban megadott, fázisonkénti javasolt táplálóanyag tartalmat mutatja be 110 g/nap takarmányfelvétel esetén. A Bábólna Tetra a fehérje és az aminosavak tekintetében a piacon lévő többi hibrid igényéhez képest alacsonynak tekinthető. A Lohmann és az ISA hibrideket forgalmazó cégek ajánlásai ugyanis 16,2-18,2% fehérje tartalmat javasolnak (Lohmann, 2010; ISA Brown, 2011, Bábólna Tetra 2011). Az ISA Brown esetében 2 fázisú takarmányozást alkalmaznak, mely azonban a klasszikus fázisos takarmányozással ellentétben egy rövid 1. fázisból áll a tojástermelés megindulásától (2% intenzitás) 28 hetes korig, majd a 2. fázis a 28. élethétől a tojástermelés végéig tart. A Lohmann a fázisokat a napi tojásmassza mennyiségéhez igazítja, így az 1. fázis a kb. 45. élethétig tart, amikor a napi tojásmassza súlya nagyobb, mint 57,5 g. A 2. fázisban 55,5 g tojásmassza/ madár termelést várnak el, a 3. fázist a 65. héttől számítják.

5. táblázat

Az Isa Brown, a Lohmann Brown Classic és a Bábólna Tetra hibridek takarmányainak javasolt fehérje és aminosav tartalma*

	ISA Brown (1)	Lohmann Brown Classic (2)	Bábólna Tetra (3)
Nyersfehérje %	18,2/17,4	17,8/16,7/16,2	17,5/16,5/16,0
Lizin %	0,87/0,82	0,79/0,75/0,71	0,85/0,80/0,75
Metionin + cisztin %	0,74/0,70	0,73/0,65/0,61	0,74/0,69/0,63
Treonin %	0,63/0,60	0,58/0,53/0,50	0,62/0,57/0,52
Triptofán %	0,20/0,189	0,19/0,18/0,17	0,21/0,20/0,189

*Az értékek 110 g/nap takarmányfelvétel esetén ajánlottak.

(1) Az ajánlás két fázist különböztet meg: 2%-os termeléstől 28 hetes korig/ 28 hetes kortól tojóidőszak végéig

(2) Az ajánlás 3 fázist különböztet meg: 29. héttől 45. hétig/ 46. héttől 65. hétig/ 65. héttől a tojóidőszak végéig

(3) Az ajánlás 3 fázist különböztet meg: 20. héttől a 35. hétig/36. héttől 60. hétig/ 60. héttől a tojóidőszak végéig

Forrás: Lohmann Management Guide, ISA Nutrition Management Guide, Bábólna Tetra 2011

A 6. táblázat adatai is azt igazolják, hogy a genotípusok fejlődésével a csúcstermelés időszakában a fehérje és az aminosav szükségleti értékekre tett javaslatok folyamatosan nőttek. Egy nemrégiben megjelent publikáció arról számol be, hogy a hazai gyakorlat is jellemzően 18% fehérjetartalmú keveréket használ a tojótyúkoknak (Tossenberger és mtsai, 2011). A rendelkezésre álló szakirodalmakat figyelembe véve úgy gondolom, hogy ez a magas (18%) fehérjetartalom pazarló és feleslegesen megrágítja a termelést, tekintettel arra, hogy az állattartás összköltségének 65-73%-át a takarmányozás teszi ki. A feleslegben adott fehérje a szervezetből kiürül, és az ürülékkel távozó jelentős mennyiségű N környezetvédelmi szempontból is rendkívül aggályos (Jávorski és mtsai, 2007). Számos vizsgálat bizonyítja ugyanis, hogy a takarmány fehérjetartalmát csökkenteni lehet akár 16% nyersfehérje tartalomra is (Pérez-Bonilla és mtsai, 2012)-, amennyiben a fehérje aminosav összetétele az ideális fehérjének megfelelő (Lemme, 2009; Bregendahl és mtsai, 2008, Roberts és mtsai, 2007).

6. táblázat

A csúcstermelés során javasolt táplálóanyag szükségleti értékek

Forrás	Életkor vagy aktuális termelés	Nyers-fehérje g/kg	Lys g/kg	Met g/kg	Met + cys g/kg	Thr g/kg	Trp g/kg	AMEn MJ/kg
ARC (1975)	90% -os intenzitás	n.a	7,50	3,5	4,7	3,6	1,7	n.a
NRC (1994)	90% -os intenzitás	147	6,7	2,9	5,7	4,6	1,6	11,9
GfE (1999)	60 g tojásmassza/nap	161	6,3	3,1	5,5	4,5	1,5	11,4
PAN (2005)	>85%-os intenzitás	165-175	8	3,5	6,8	5,4	1,6	11,5-11,7

Forrás: Jeroch et al, 2011

A tojótyúkok esetében az ideális fehérje összetételére vonatkozóan nincs egységes álláspont (7. táblázat). A kén tartalmú aminosavak lizinhez viszonyított optimális aránya az utóbbi években publikált eredmények szerint 88-94% közötti, a Trp/Lys arány 21-23%. A treonin esetében az adatok rendkívül nagy szórást mutatnak.

7. táblázat

Különböző ajánlások a tojótyúkok ideális fehérje összetételére

Aminosav (%)	NRC (1994)	JAIS et al. (1995)	GfE (1999)	LESSON&SUMMERS (2005)	ROSTAGNO (2005)	BREGENDHAL (2009)
Lys	100	100	100	100	100	100
Met	43	44	50	51	51	47
Met+Cys	84	n.a.	87	88	91	94
Thr	68	74	72	80	66	77
Try	23	16	23	21	23	22

Forrás: Jeroch et al, 2011

Keshavarz és mtsai. (2004) fehér tojást termelő hibridek vizsgálata során 13%-os nyersfehérje tartalmú keveréket etetve azt találták, hogy madarak teljesítménye nem volt rosszabb, mint a 16%-os nyersfehérje tartalmú takarmányt fogyasztó tojótyúkoké, amennyiben a diéták aminosav összetételét az 1994-es NRC ajánlás alapján biztosították. Arra azonban érdemes felhívni a figyelmet, hogy az említett kísérletben a madarak teljesítménye nem volt kimagasló: 80-85% tojástermelési intenzitás mellett a tojások átlagsúlya nem érte el a 60 g-ot. Pérez-Bonilla és mtsai. (2012) adatai alapján megállapítható, hogy a barna héjú tojást termelő tyúkok takarmánykeverékének nyersfehérje-tartalmát 18,5%-os tartalomról le lehet vinni 16,5%-ra a tojástermelés és a tojások súlyának csökkenése nélkül.

Az szakirodalomban fellelhető kísérletek legtöbb esetben a tojóidőszak egy rövidebb szakaszát vizsgálták, nem találtam olyan szakirodalmat, mely az 1 év alatt követte volna a tojótyúkok teljesítményét a fehérjeellátás függvényében.

2.4 Az irodalomból levonható következtetések

Az intenzív tojótyúkok optimális táplálóanyag, elsősorban fehérje és aminosav ellátása mind gazdasági, mind pedig környezetvédelmi szempontból rendkívül fontos. A tojótyúkok genetikai előrehaladásából származó előnyt csak a táplálóanyag szükségleti értékek folyamatos felülvizsgálatával lehet realizálni. Néhány közelmúltban végzett kísérlet eredményének ismeretében úgy tűnik, hogy a jelenlegi ajánlások túlzottan magas fehérjetartalmat javasolnak, és hogy a keveréktakarmányok fehérjetartalmát az intenzív tojó hibrideknél is csökkenteni lehetne a tojástermelés romlása nélkül.

3. CÉLKITŰZÉS

Jelen kísérletben azt vizsgáltuk, hogy miként változik a tojótyúkok teljesítménye a keveréktakarmányok különböző fehérje és aminosav tartalma mellett egy éves (48 hét) tojástermelési ciklus alatt, valamint, hogy a fehérje és aminosav ellátás azonos módon befolyásolja-e a különböző genotípusok tojástermelését.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok során összesen 240 madarat, 120 Harco és 120 Tetra-SL tyúkot állítottunk kísérletbe, mindkét középnehéz testű, kitűnő tojástermelés és tojásmínőség jellemzi. A Tetra-SL tojótyúkot a technológia szerint valamivel nagyobb intenzitás elérésére képes mint a Harco, azonban a Harco-t nagyobb tojástömeg és magasabb takarmányfelvétel jellemzi, mint a Tetra-SL-t. A madarakat anyagcsere ketrecben hármával helyeztük el. A fényprogram a tenyésztő cég által megadott technológia szerinti volt. A madarak a beolazáskor átlagosan 20 hetesek voltak, a dolgozatomban a tojástermelés 48 hetes periódusát dolgoztam fel.

Az alábbi takarmányozási kezeléseket alakítottuk ki: A-kezelésben 180 g fehérje, 9,5 g Lys, 8,9 g M+C, a B-kezelésben 170 g fehérje, 8,8 g Lys, 7,8 g M+C, a C-kezelésben 160 g fehérje, 8,8 g Lys, 7,5 g M+C, a D-kezelésben 160 g fehérje, 8,2 g Lys és 7,3 g M+C volt 1 kg takarmányban. A keverékek azonos energia (11,2 MJ AMEn/kg), Ca (38,5 g/kg) és P tartalmúak (4,9 g/kg) voltak. A kísérleti takarmányok összetételét és táplálóanyag tartalmát az 8. és 9. táblázat mutatja be.

A madarak testtömegét havonta, a takarmányfogyasztást hetente, a tojások ketrecenkénti súlyát naponta, grammnyi pontossággal mértük. A madarak teljesítményét negyedévente és a teljes évre az alábbi értékmérőkkel jellemeztük: átlagos napi takarmányfelvétel (g/nap/madár), tojásmassza tömege (g/madár/időszak), takarmányértékesítés (kg takarmány/kg tojásmassza), tojásszám (db/madár/időszak), tojás tömeg (g/tojás), tojástermelés intenzitása. A kísérleti kezeléseket alkalmat adtak arra, hogy meghatározzuk a takarmányfehérje értékesülését különböző fehérje ellátás mellett, a két genotípusnál. A fehérjeértékesülést a fehérjefelvétel (g)/ tojásmassza (kg) hányadosával definiáltuk.

A eredmények értékelése során a kezeléseket és a genotípus hatását a tojástermelésre negyedéves termelési periódusokban illetve a 48 hét átlagában elemeztük kéttényezős variancia analízissel. Amennyiben nem találtunk szignifikáns interakció hatást, úgy azt a modellből kivettük. Az átlagok közötti statisztikai különbségeket LSD-teszttel ellenőriztük (SAS, 2004).

Az adatok lehetőséget adtak arra, hogy az értékmérő tulajdonságok változását havonta kövessük. A kísérleti idő hatását az értékmérőkre egytényezős variancia analízissel vizsgáltuk, az alábbi módon. Ahol a varianciaanalízis nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget a takarmányozási kezeléseket vagy a genotípusok között, ott az időtrendet összevont csoportokkal (takarmányozási kezeléseket vagy a genotípusok összevonásával) végeztük.

A tojássúly esetében egymintás T-próbával ellenőriztük a 63g feletti súlyú tojások küszöbértéktől (63g) való távolságának statisztikai megbízhatóságát ($P < 0,05$).

8. táblázat

A kísérleti takarmányok összetétele (g/kg)

	KEZELÉSEK			
	A	B	C	D
Kukorica	554,12	599,20	630,60	629,70
Szója (NF: 47,3 %)	317,00	284,00	252,00	256,00
Növényi olaj	12,00	4,00	2,00	1,00
MCP	14,50	7,50	8,00	8,00
Takarmánymész	91,00	94,00	94,00	94,00
NaCl	3,88	3,88	4,00	4,00
Lizin-HCl	0,00	0,00	1,00	0,10
DL-Metionin	3,30	2,40	2,70	2,20
L-Treonin	0,20	0,00	0,50	0,00
L-triptofán	0,00	0,00	0,20	0,00
Premix*	5,00	5,00	5,00	5,00
Összesen	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

* A premix összetétele: Szárazanyag 88%, Kalcium 4,77%, Nyershamu 57.00%, A vitamin (E672) 1.600.800.00 NE/kg, D3 vitamin (E671) 370.000.00 NE/kg, E vitamin (alfa-tokoferol, E307) 9700 mg/kg, K vitamin 990.00 mg/kg, Réz (rézszulfát – pentahidrát, E4) 1.100.00 mg/kg, Szelén 40.00 mg/kg

9. táblázat

A kísérleti takarmányok táplálóanyag tartalma (g/kg)

	KEZELÉSEK			
	A	B	C	D
Szárazanyag	812,3	807,2	806,1	805,9
AMEn (MJ/kg)	11,5	11,5	11,5	11,5
Nyersfehérje	182,4	170,4	160,3	160,1
Lizin	9,5	8,8	8,8	8,2
Met+Cys	8,9	7,8	7,5	7,3
Treonin	7,5	6,9	6,8	6,4
Triptofán	2,3	2,1	2,1	2,0
Ca	38,4	38,5	38,5	38,5
P (összes)	6,5	4,9	4,9	5,0
P (nem fitin)	3,9	2,5	2,5	2,5
Na	1,6	1,6	1,6	1,6

5. EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉS

5.1 A takarmány fehérje és aminosav tartalmának hatása a különböző genotípusú tojók teljesítményére

A genotípus x takarmánykezelés interakció nem volt szignifikáns hatású egyik vizsgált paraméter esetében sem, ezért az adatokat a takarmánykezelések és genotípusok átlagában mutatom be (10., 11., 12. táblázat).

Az 1. és 3. negyedévben a tojástömeg tekintetében az „A” kezeléshez képest a „C” és „D” kezelésekben statisztikailag igazolható különbséget mutattunk ki (10. táblázat), de a tojások tömege az alacsonyabb nyersfehérje-tartalom mellett sem csökkent a piac által preferált „M”-es méretű, 63 g-os tojástömeg alá. Genotípusok között szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk, az 1. és a 3. negyedévben a Tetra-SL javára tendenciózus különbség mutatkozott. A tojástömeg az életkor előrehaladtával folyamatos növekedést mutat, mely a tojótyúk élettani sajátosságaiból következik. Mivel a genotípusnak nem volt lényeges hatása a tojástömegre, ezért az időtrend vizsgálata során az adatokat csak a takarmányok fehérje és aminosav tartalma alapján különítettük el (5. ábra). A tojások súlya a tojástermelés első 3 hónapjában mintegy 5 g-mal nőtt ($P < 0,05$). A tojások méretének növekedése gyakorlatilag a kísérlet 8. hónapjáig statisztikailag igazolható volt, ekkor elérte a maximális súlyt, mely az „A” kezelésben 67 g, a többi a „B” kezelésben 66g, a „C” és „D” kezelésekben 65 g volt. A nagy fehérje ellátás hatására (A és B kezelések) a tojások súlya már 6. hónaptól, míg a 16% nyersfehérje tartalmú takarmány esetén csupán a 8. hónaptól volt statisztikailag igazolhatóan nagyobb 63g-nál. A 63 g feletti tojásokért a piac nem hajlandó többet fizetni, sőt a nagy tojások szállítási vesztesége komoly problémát jelent. Ezért az M-es méret (53-63 g) feletti tojások termelése nem cél.

10. táblázat

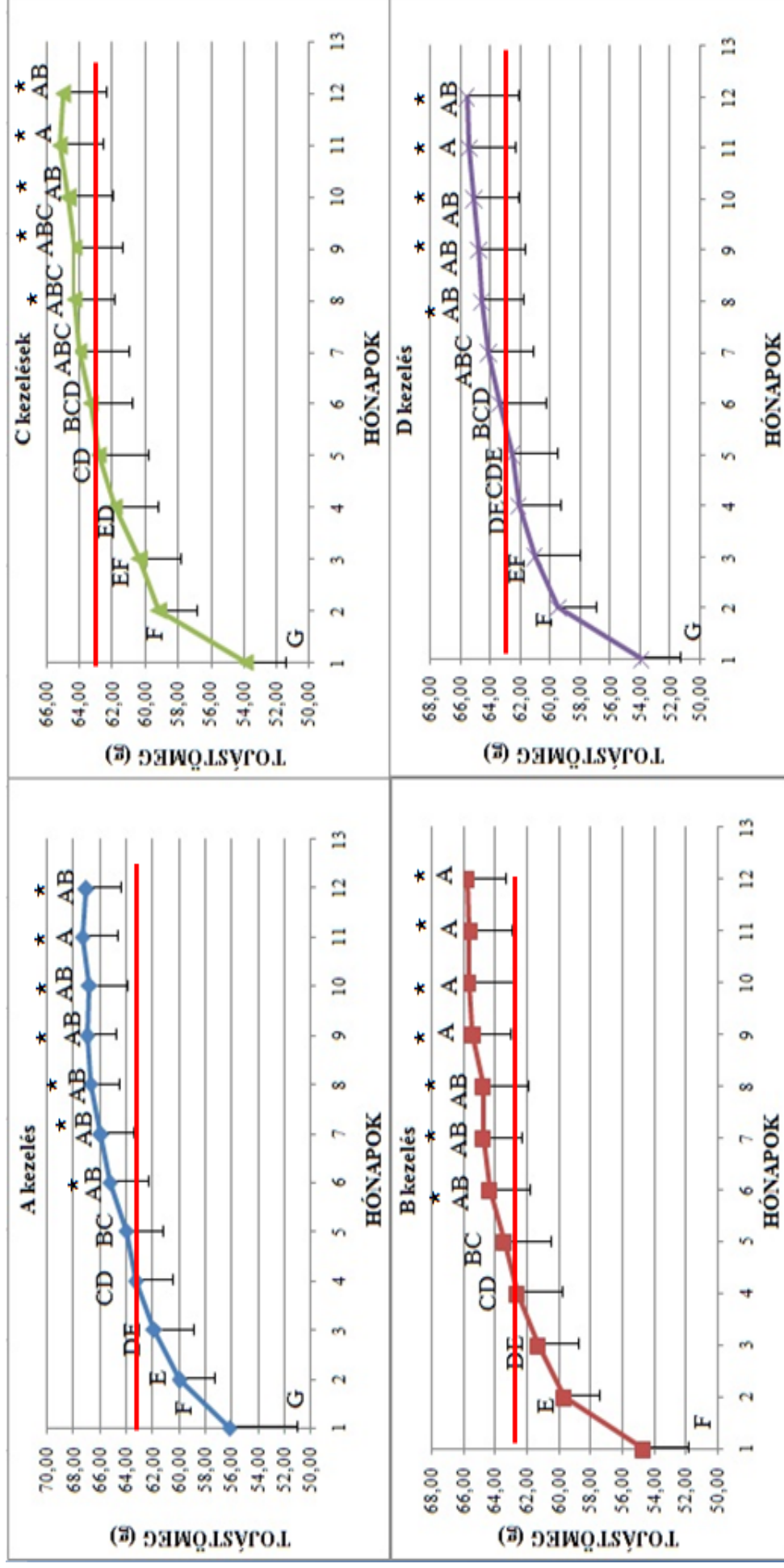
A takarmány fehérje- és aminosav-tartalmának hatása a különböző genotípusú tojók tojástömegére (g) és a tojástermelés intenzitására (%)

	KEZELÉSEK				GENOTÍPUSOK		RMSE
	A	B	C	D	HARCO	SL	
Tojás tömeg (g)							
1. negyedév	60,5 ^a	59,1 ^{ab}	58,1 ^b	58,4 ^b	58,4	†59,6	2,87
2. negyedév	64,3	63,5	62,8	62,9	63,1	63,6	2,76
3. negyedév	66,6 ^a	65,4 ^{ab}	64,1 ^b	64,5 ^b	65,1 [†]	†65,2	2,84
4. negyedév	67,1 ^a	65,7 ^{ab}	65,0 ^b	65,7 ^{ab}	65,6	66,2	2,82
Egész év	64,6 ^a	63,3 ^{ab}	62,4 ^b	62,8 ^b	63,0	63,6	2,57
Tojástermelés intenzitása (%)							
1. negyedév	91,6	92,4	92,1	91,1	92,3	91,2	0,04
2. negyedév	93,2	94,1	94,1	94,1	92,5 ^y	95,1 ^x	0,02
3. negyedév	88,4	90,2	90,1	91,0	88,3 ^y	91,3 ^x	0,05
4. negyedév	84,4	86,4	86,5	87,3	85,4 [†]	†87,6	0,07
Egész év	89,5	91,1	90,0	91,0	89,5 ^y	91,2 ^x	0,03

^{a,b,c} takarmányozási kezelések közötti eltérések (P<0,05); ^{x,y} genotípusok közötti eltérések (P<0,05); † genotípusok közötti eltérések (P<0,10);

5. ábra

A tojástömeg (g) változása a kísérlet során a különböző takarmányozási kezelésekben



A-B-C-D-E-F-G Az azonos betűvel jelzett értékek szignifikánsan nem különbözők (P<0,05), *63 g-tól szignifikánsan különböző értékek (P<0,05)

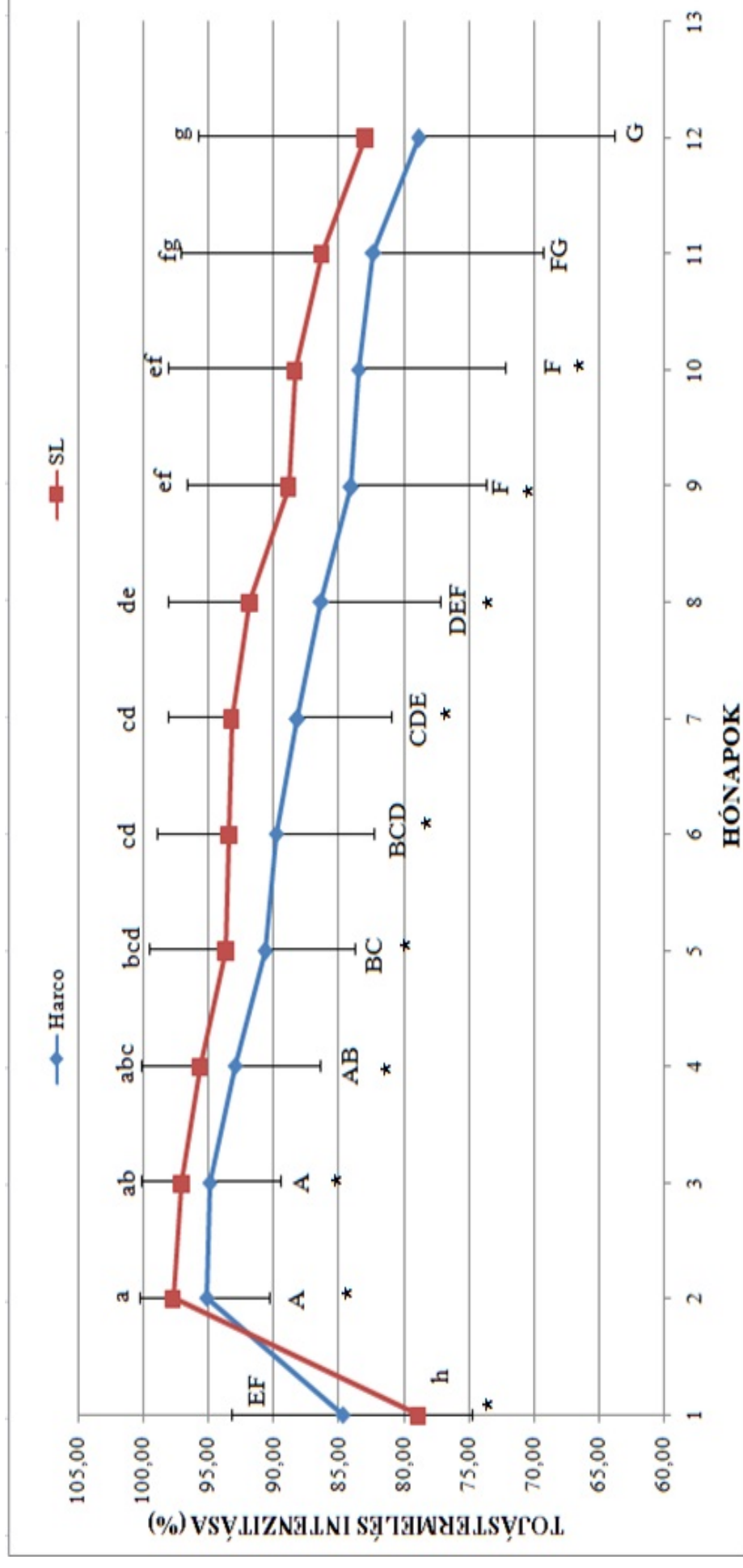
A termelés intenzitására a takarmánykeverék fehérje-tartalma nem volt hatással ($P>0,10$; 10. táblázat). A genotípusok között a csúcstermelésben (2. és 3. negyedév) szignifikáns, a 4. negyedévben tendenciózus különbség mutatkozott. A Tetra-SL konzekvensen 2-3 %-kal nagyobb intenzitást produkált, így ez a különbség az egész év átlagában is megmutatkozik.

Adataink megegyeznek más kutatók vizsgálatainak eredményeivel (Bunchasak és mtsai, 2005). Bunchasak és mtsai (2005) is azt tapasztalták, hogy a takarmány csökkenő fehérje tartalma (18-14% között) nem befolyásolta a tojástermelés intenzitását, de a megtermelt tojások tömege csökkent. Középnéhez genotípusokkal (*Lohmann Brown*) végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a takarmányok nyersfehérje-tartalma csökkenthető akár 16%-ra is a tojástermelés intenzitásának romlása nélkül, amennyiben a madarak aminosav-igényét pontosan kielégítjük (Pérez-Bonilla és mtsai, 2012). A tojástermelés 2. felében a nagy fehérjetartalmú keverék etetése semmi képen nem jó, mert a tojások túlságosan nagyok lesznek, mely a tojáshéj elvékonyodásához, a hajszáltrepedt vagy törött tojások számának növekedéséhez vezet.

Mivel a genotípusnak statisztikailag igazolt hatása volt a tojástermelés intenzitására, ezért az időtrend felállítása során az adatokat genotípusok szerint külön vizsgáltuk (6. ábra). Adataink szerint a tojástermelés intenzitása a második hónapban éri el a csúcst. Megfigyelhető hogy az első hónap kivételével a Tetra-SL minden hónapban 2-5%-os többlet intenzitást mutatott. Míg a Harco esetében a 85% feletti tojástermelés a 8. hónapig tartott, addig a Tetra SL termelése csak a 12. termelési hónapban csökkent 85% alá. Az egyes genotípusok termelésének egyöntetűsége 7. hónapig megfelelő volt (CV 10% alatt), ez után azonban a Harco madarak termelése egyre nagyobb varianciát mutatott. A Harco tojók tojástermelései intenzitása a 8. hónapban 10,5% volt, mely a 12. hónapra mintegy kétszeresére emelkedett (19,1%). A Tetra SL homogenitása csak a 10. termelési hónapban lépte át a 10%-os szórásértéket, a 10., 11. és 12. hónapban 11,0%, 12,6% és 15,6% volt.

6. ábra

A tojástermelés intenzitásának változása (%) a kísérlet során



A hónapok közötti eltéréseket a Tetra-SL esetében a-b-c-d-e-f-g, a Harco esetében A-B-C-D-E-F-G betűk jelzik ($P < 0,05$), a * a genotípusok közötti eltéréseket jelöli ($P < 0,05$)

A vizsgált időszakokban a különböző kezelések madarainak takarmányfelvétele azonos volt ($P>0,05$; 11. táblázat). Az első negyedévben 109 g, a másodikban 114 g, a harmadikban 119 g, a negyedik negyedévben 122 g volt az átlagos napi takarmányfelvétel. Genotípusok között csak az 1. negyedévben találtunk tendenciózus különbséget, a Harco 2,4 g-mal több takarmány vett fel naponta, mint a Tetra SL. A madarak takarmány felvétele (8. ábra) megegyezik a tenyésztő cég által kiadott technológiával (Bábolna Tetra, 2011). Adataink megegyeznek Perez-Bbonilla és mtsai. (2012) eredményeivel, akik a takarmány fehérjetartalmát 18,5%-ról 16,5%-ra csökkentve nem találtak statisztikailag igazolható különbséget a tojók takarmányértékesítésére, az egységesen 2,0 kg/kg volt. Pur és Samie (2007) adatai azonban arra hívják fel a figyelmet, hogy amennyiben a keverékek fehérje tartalma túl alacsony (15,1%-ról 13,1%-ra csökkentett fehérje tartalom), akkor az 1 kg tojásmassza előállításához több takarmányt fogyaszt a madár.

Takarmányértékesítésben sem volt különbség a takarmánykezelések között (11. táblázat). A Tetra SL takarmányértékesítése az 1. a 2. és a 3. negyedévben jobb volt a Harconál mért értékhez képest. Az termelés egészét vizsgálva is ugyan ez az eredmény állapítható meg. A takarmányértékesítés és a takarmányfelvétel változását a 12 hónap alatt a genotípusok átlagában mutatjuk (7-8. ábra). A takarmányértékesítés ábrája, tulajdonképpen tökéletes tükörképe a tojástermelési intenzitás ábrának, tehát ahogy a termelés intenzitása csökken, úgy romlik a takarmányértékesítés.

11. táblázat

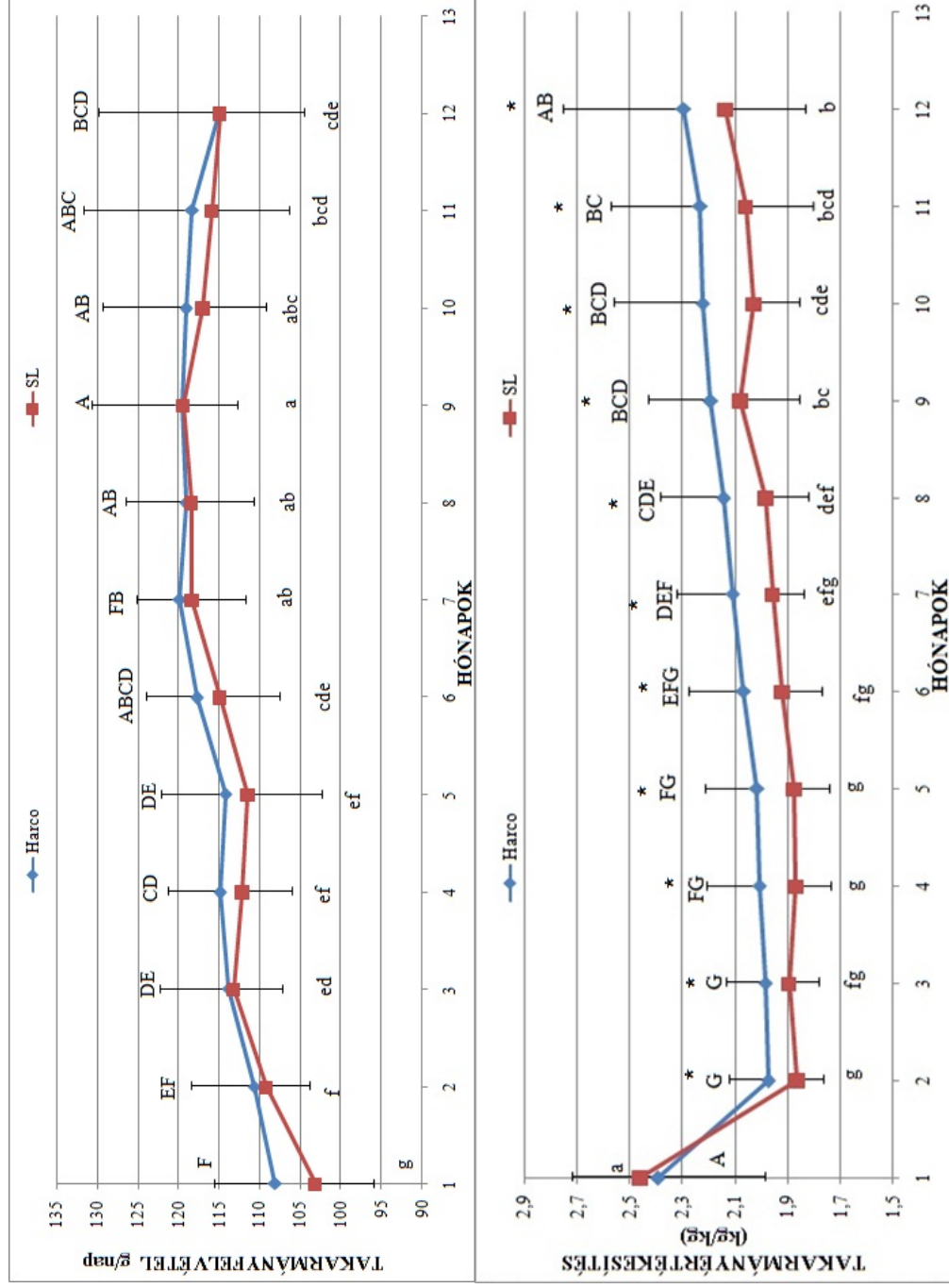
A takarmány fehérje- és aminosav-tartalmának hatása a különböző genotípusú tojók takarmányfelvételére (g/nap) és takarmányértékesítésére (g/g)

		KEZELÉSEK				GENOTÍPUSOK		RMSE
		A	B	C	D	HARCO	SL	
Takarmány felvétel (g/nap)	1. negyedév	110,2	109,2	110,0	109,4	110,9 [†]	†108,5	6,28
	2. negyedév	114,9	114,9	114,2	114,5	115,6	113,5	6,11
	3. negyedév	117,0	117,7	119,7	118,6	119,3	117,2	6,32
	4. negyedév	123,3	121,0	119,1	120,1	121,3	120,5	9,45
	Egész év	116,1	115,6	115,7	115,6	116,8	114,8	5,57
Takarmányértékesítés (kg/kg)	1. negyedév	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1 ^y	2,0 ^x	0,12
	2. negyedév	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0 ^y	1,9 ^x	0,10
	3. negyedév	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1 ^y	2,0 ^x	0,14
	4. negyedév	2,2	2,2	2,1	2,1	2,2 [†]	†2,1	0,24
	Egész év	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1 ^y	2,0 ^x	0,10

^{a,b,c} takarmányozási kezelések közötti eltérések (P<0,05); ^{x,y} genotípusok közötti eltérések (P<0,05); [†] genotípusok közötti eltérések (P<0,10);

7-8. ábra

A takarmányfelvétel és takarmányértékesítés (kg/kg) változása a kísérlet során



A hónapok közötti eltéréseket a Tetra-SL esetében a-b-c-d-e-f-g, a Harco esetében A-B-C-D-E-F-G betűk jelzik ($P < 0,05$), a * a genotípusok közötti eltéréseket jelöli ($P < 0,05$)

5.2 A takarmány fehérje- és aminosav tartalmának hatása a takarmányfehérje értékesülésére különböző genotípusú tojók esetében

A kísérleti kezelések hatását a tojásmassza mennyiségére, a madarak fehérjefelvételére és az ezek alapján számolható fehérje értékesülésre a 12. táblázat tartalmazza. A tojásmassza mennyiségét a takarmány nyersfehérje-tartalma nem befolyásolta, azonban a Tetra-SL több tojás massa előállítására volt képes, mint a Harco, a csúcstermelés (2. és 3. negyedév) során, ez az egész éves átlagában is megjelent ($P < 0,05$). A különbség madaranként 700 g/negyedév többletet jelentett. A kísérleti felépítésnek és az azonos takarmányfelvételnek köszönhetően a madarak fehérjefelvétele statisztikailag igazolhatóan csökkent a keverékek nyersfehérje-tartalmával arányosan ($P < 0,05$). A tojássúlyban mérhető különbségek a termelt tojásmassza mennyiségében nem tükröződnek. Adataink azt mutatják, hogy alacsonyabb (16%) nyersfehérje-tartalom mellett is képes a két vizsgált genotípus a genetikai képességeit maximálisan kihasználni, továbbá ugyanazon mennyiségű tojásmasszát kevesebb fehérjéből (18 vs. 16%) is képes előállítani a madár. Mivel a fehérje általában a takarmány táplálóanyagai közül a legdrágább, ezért az általunk számolt fehérje értékesülés gazdasági szempontból rendkívül fontos mérőszám. A fehérje értékesülés az 1. negyedévben és a teljes termelési ciklus tekintetében is a fehérjeellátás függvényében statisztikailag igazolható mértékben változott szinte kezelésről kezelésre. A legjobb értéket a 16%-os fehérje tartalmú „D” kezelésben mértük. A 2. és 4. negyedévben az „A” kezelés szignifikánsan rosszabb fehérjeértékesülést mutatott, mint a „B”, „C” és „D” kezelés, amelyek között statisztikailag igazolható különbséget nem találtunk. A vizsgált időszakokban mindvégig az alacsonyabb nyersfehérje-tartalmú, csökkentett aminosav-összetétellel bíró keverékek etetésekor érték el a tojók a legjobb fehérje értékesülést. Adataink azt mutatják tehát, hogy a 18%-os nyersfehérje-tartalom túlzó, hiszen a felvett, de a tojásba be nem épített fehérje biztosan kiürül a madár szervezetéből.

A genotípusok összehasonlításában a 3. negyedévben és az egészéves termelés átlagában tudtuk igazolni a Tetra SL jobb fehérje értékesülését. Az éves tojástermelés alatt a Harco 15 g-mal több fehérjét használt fel 1 kg tojásmassza előállításához, mint a Tetra SL. Szembetűnő az is, hogy a Harco esetében a fehérje értékesülés jelentősen, mintegy 13%-kal romlott a csúcstermelésben mért értékhez képest a tojástermelés végére. A Tetra-SL tyúkok esetében a legjobb és leggyengébb fehérje értékesülés közti különbség ennél lényegesen kevesebb, csupán 8%.

Mivel a kezelések (genotípus és fehérje/aminosav tartalom) a fehérjeértékesülést statisztikailag igazolhatóan befolyásolták, ezért ezen értékmérő esetében a 8 kezelés átlagát az idő függvényében külön-külön mutatjuk be (10. ábra). A mindkét genotípus esetében szembetűnő, hogy a csúcstermelést elérve jelentősen javul a tojástermelés hatékonysága, mely azután a nagy

fehérjetartalmú takarmányok esetében (Harco esetében a 18% fehérjetartalmú takarmányt etetve, a Tetra-SL esetében a 17% fehérjetartalmú takarmányt etetve) a 8. hónap után statisztikailag igazolható mértékben romlott. A többi kezelés esetében a hatékonyság gyakorlatilag csak a 11. hónap után romlott csak. Felmerül a kérdés, hogy vajon ebben az időszakban érdemes-e tovább csökkenteni a takarmányok fehérje tartalmát, vagy a fehérje értékesülésének hatékonyságában bekövetkező csökkenés biológiai törvényszerűség.

12. táblázat

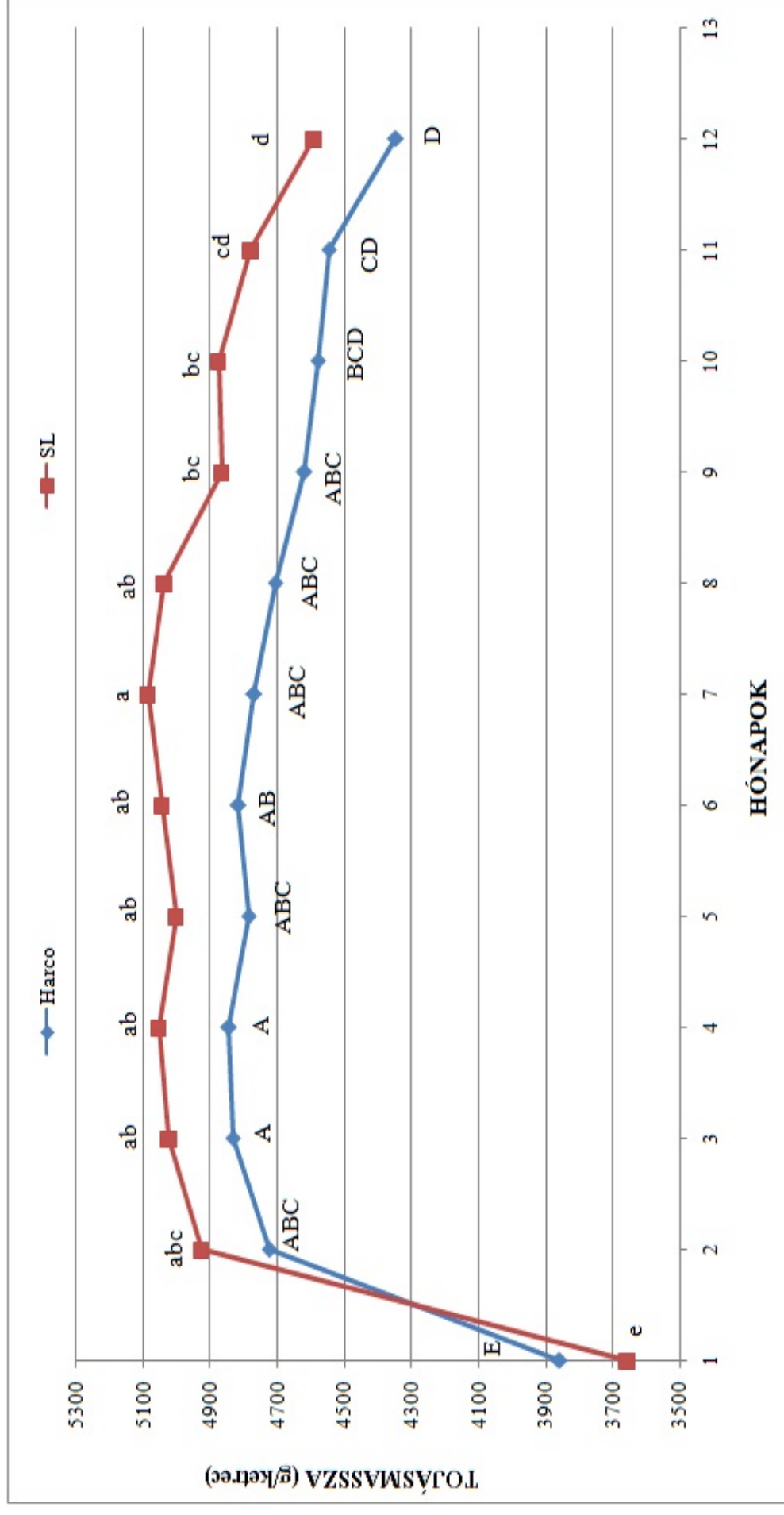
A takarmány fehérje- és aminosav-tartalmának hatása a különböző genotípusú tojók tojásmasszájára (g/ketrec), fehérje felvételére (g/nap) és fehérje értékesítésére (g fehérje felvétel/ kg tojásmassza)

	KEZELÉSEK				GENOTÍPUSOK		RMSE
	A	B	C	D	HARCO	SL	
Tojásmassza (g/nap/ketrec)							
1. negyedév	13971,2	13760,5	13414,4	13387,4	13568,7	13687,9	1090,86
2. negyedév	15087,1	15014,7	14520,2	14874,7	14623,8 ^y	15099,4 ^x	1119,66
3. negyedév	14846,8	14847,5	14182,9	14601,2	14233,0 ^y	14991,0 ^x	1285,39
4. negyedév	13915,3	13996,5	13831,3	14164,0	13660,0†	†14287,3	1948,84
Egész év	57820,4	57619,2	55948,7	57000,0	56085,4 ^y	58065,4 ^x	4514,05
Fehérje felvétel (g/nap/madár)							
1. negyedév	1688,3 ^a	1609,6 ^a	1511,4 ^b	1504,7 ^b	1567,6	1586,4	114,44
2. negyedév	1760,2 ^a	1656,1 ^a	1573,2 ^b	1579,0 ^b	1634,1	1647,0	120,83
3. negyedév	1792,4 ^a	1711,1 ^a	1613,4 ^b	1593,4 ^b	1682,5	1670,0	134,54
4. negyedév	1889,1 ^a	1692,7 ^b	1577,4 ^c	1588,3 ^c	1708,9	1660,4	159,50
Egész év	7130,0 ^a	6669,5 ^b	6275,5 ^c	6265,2 ^c	6593,1	6563,6	473,37
Fehérje értékesülés (g/kg/madár)							
1. negyedév	364,2 ^a	352,2 ^{ab}	338,7 ^{bc}	337,5 ^c	347,1	348,6	22,5
2. negyedév	350,7 ^a	331,1 ^b	327,0 ^b	319,2 ^b	336,3	327,9	24,0
3. negyedév	363,3 ^a	346,8 ^{ab}	345,6 ^{ab}	330,0 ^b	357,6 ^y	334,8 ^x	33,9
4. negyedév	415,2 ^a	368,4 ^b	349,5 ^b	344,1 ^b	382,2†	†355,5	66,0
Egész év	370,5 ^a	348,3 ^b	339,3 ^{bc}	330,6 ^c	354,3 ^y	339,6 ^x	24,3

^{a,b,c} takarmányozási kezelések közötti eltérések (P<0,05); ^{x,y} genotípusok közötti eltérések (P<0,05); †genotípusok közötti eltérések (P<0,10);

9. ábra

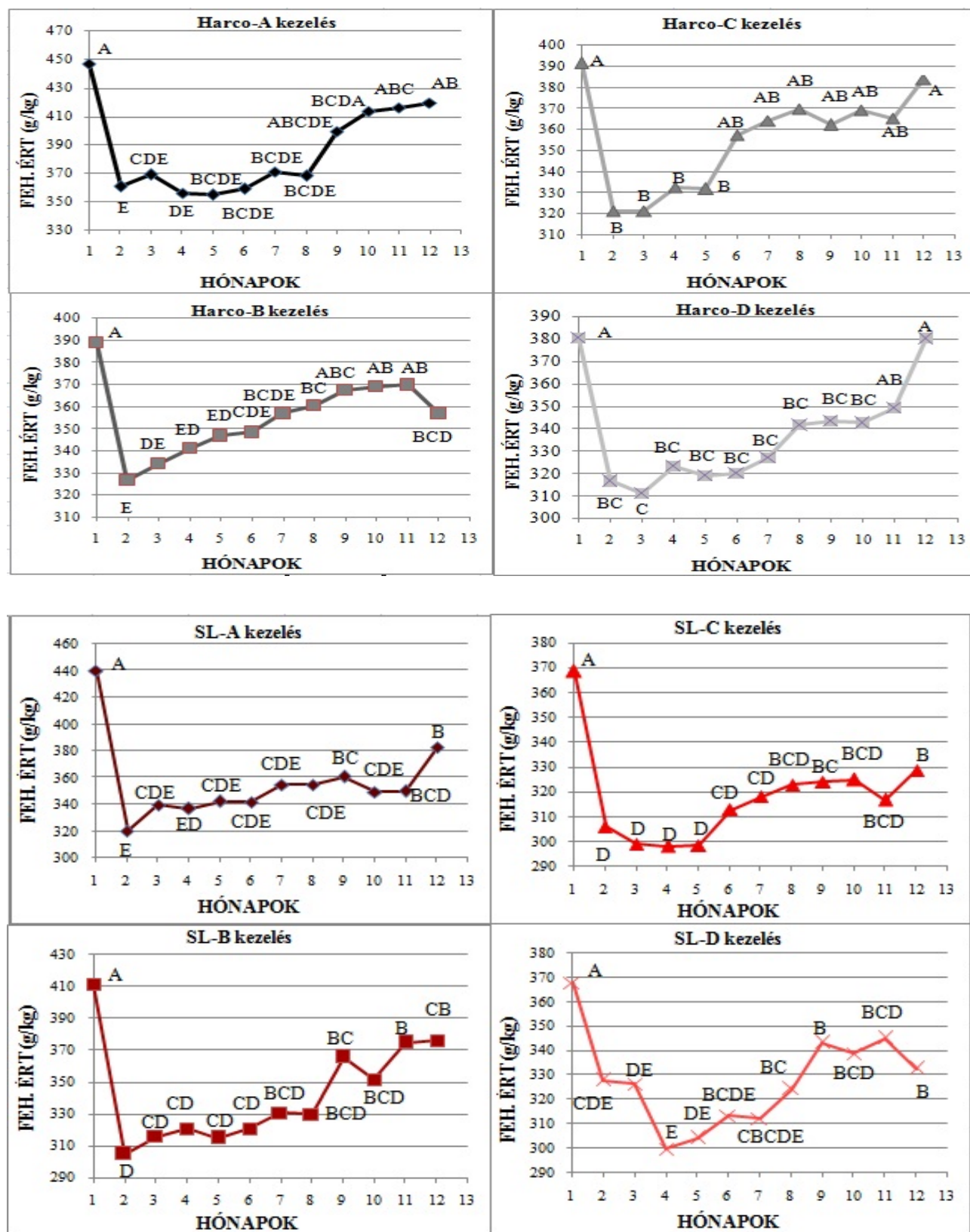
A tojásmassza mennyiségének (g/ketrec) változása a kísérlet során



A hónapok közötti eltéréseket a Tetra-SL esetében a-b-c-d-e-f-g, a Harco esetében A-B-C-D-E-F-G betűk jelzik (P < 0,05)

10. ábra

A Harco és Tetra SL tyúkok fehérje értékesülésének (fehérje felvétel g/tojásmassza kg) változása a kísérlet során



A hónapok közötti eltéréseket a(z) A-B-C-D-E-F-G betűk jelzik ($P < 0,05$)

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- A madarak a termelés első negyed évében 17% fehérje tartalmú keverék esetén (8,8 g/kg Lys, 7,8 g/kg Met+Cys és 6,9 g/kg Thr) is képesek olyan súlyú tojások termelésére, mint 18% fehérjetartalmú takarmány esetén.
- A csúcstermelést elérve a fehérje tartalom 16%-ra, az aminosavak mennyisége 8,2g/kg Lys, 7,3 g/kg Met+Cys és 6,4 g/kg értékig csökkenthető a termelési eredmények romlása nélkül.
- Nagy fehérjetartalmú (17-18%) keverék etetése esetén már a 6. hónaptól, míg alacsonyabb (16%) fehérjetartalmú takarmány csak a 8. hónaptól eredményezi a piac által nem preferált tojástömeget.
- Megfelelő aminosav összetételű, csökkentett fehérjetartalmú takarmánnyal gazdaságosabb termelés érhető el.
- A Tetra-SL tojó hibrid, az összes vizsgált paraméterben jobb eredményeket mutatott, mint a Harco, ezért az intenzív, magas állomány létszámú tojótelepek számára elsősorban a Tetra-SL hibrid javasolható.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A tojótyúkok optimális fehérjeellátása mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból rendkívül fontos. A nagy teljesítményre képes genotípusok táplálóanyag, fehérje és aminosav szükségletéről azonban nem állnak rendelkezésre független nemzetközi vagy hazai ajánlások az elmúlt 10 évből. Ezért jelen kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy miként változik a tojótyúkok teljesítménye a keveréktakarmányok különböző fehérje és aminosav tartalma mellett egy éves tojástermelési ciklus alatt, valamint hogy a fehérje és aminosav ellátás azonos módon befolyásolja-e a különböző genotípusok tojástermelését. A vizsgálatok során összesen 240 madarat: 120 Harco és 120 Tetra SL tyúkot állítottunk kísérletbe. Az alábbi kezeléseket alakítottuk ki: A-kezelésben 180 g fehérje, 9,5 g Lys, 8,9 g M+C, a B-kezelésben 170 g fehérje, 8,8 g Lys, 7,8 g M+C, a C-kezelésben 160 g fehérje, 8,8 g Lys, 7,5 g M+C, a D-kezelésben 160 g fehérje, 8,2 g Lys és 7,3 g M+C volt 1 kg takarmányban. A takarmánykeverékek azonos energia tartalmúak (11,5 MJ AMEn/kg) voltak. A takarmány felvételt hetente mértük, a megtermelt tojásokat naponta gyűjtöttük. Adatainkat kéttényezős varianciaanalízissel elemeztük, az egyes értékmérők havonkénti összehasonlítására időtrendet állítottunk fel.

A két vizsgált genotípus a kísérleti kezelésekre azonos módon reagált. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a madarak a termelés első negyed évében 17% fehérje tartalmú keverék esetén (8,8 g/kg Lys, 7,8 g/kg Met+Cys és 6,9 g/kg Thr) is képesek olyan súlyú tojások termelésére, mint 18% fehérjetartalmú takarmány esetén. A csúcstermelést elérve a fehérje tartalom 16%-ra, az aminosavak mennyisége 8,2g/kg Lys, 7,3 g/kg Met+Cys és 6,4 g/kg értékig csökkenthető a termelési eredmények romlása nélkül. Nagy fehérjetartalmú (17-18%) keverék etetése esetén már a 6. hónaptól, míg alacsonyabb (16%) fehérjetartalmú takarmány csak a 8. hónaptól eredményezi a piac által nem preferált tojástömeget. Adataink azt mutatják, hogy megfelelő aminosav összetételű, csökkentett fehérjetartalmú takarmánnyal gazdaságosabb termelés érhető el, mivel 16%-os fehérjetartalmú keverék esetén az 1 kg tojásmassza előállításához felhasznált fehérje mennyisége jelentősen csökken. A genotípusok összehasonlítása során megállapítottuk, hogy a Tetra-SL tojó hibrid az összes vizsgált paraméterben jobb eredményt mutatott, mint a Harco, ezért az intenzív, magas állomány létszámú tojótelepek számára elsősorban a Tetra-SL hibrid javasolható.

8. SUMMARY

The optimal protein and amino acid supply of laying hen is critical both from economic and environmental point of view. However, very few independent international or national recommendations from the last 10 years can be found on the nutritional, protein and amino acid needs of the high performance genotypes. Therefore the aim of our trial was to study the effect of different dietary protein and amino acid level on the performance of laying hens during 48 week long egg production cycle, and whether different genotypes respond to protein and amino acid supply in a different way. In the course of the trial 240 layers were used, 120 Harco and 120 Tetra SL. The following dietary treatments were set up: treatment A with 180 g protein, 9.5 g Lys, 8.9 g M+C, treatment B 170 g protein, 8.8 g Lys, 7.8 g M+C, treatment C 160 g protein, 8.8 g Lys, 7.5 g M+C, and treatment D 160 g protein, 8.2 g Lys and 73 g M+C per kg of feed. The experimental feeds were isocaloric (11.5 MJ/kg). The feed intake was recorded weekly, the eggs were collected daily. Two-way-ANOVA was used in statistics, and the performance traits were analyzed by time trend.

There was no significant genotype dietary treatment interaction in any of traits. Based on our results, it can be concluded that in the first quarter of the laying period hens can produce the same weight of eggs if fed diet with 17% of dietary protein (8.8 g/kg Lys, 7.8 g/kg M+C) compared to 18% of dietary protein feeds. By reaching the production peak the dietary protein can be reduced to 16% with 8.2 g/kg Lys and 73 g/kg M+C without detrimental effect on production level. High dietary protein (17-18%) feeds resulted in non preferable big eggs from the 6th month of laying, while in course of low protein (16%) feeds the big size eggs are produced only from the 8th month. Our data show that with optimal amino acid and reduced protein content feeds the egg production is more economic, considering that by feeding 16% protein feed the protein needed for 1 kg of egg mass is reduced. Comparing the genotypes it can be stated that the Tetra SL hybrid showed better production in all measured parameters than Harco, therefore Tetra SL is recommended for intensive laying farms.

9. IRODALOMJEGYZÉK

Agroinform.hu: Drágul a tojás, kevesebb lesz a tyúk. (2011) [Online] [2012.10.24]

<http://www.agroinform.com/aktualis/Agroinform-Hirszolgalat-Dragul-a-tojas-kevesebb-lesz-a-tyuk/20110228-15509/>

Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung (AWT) (2000) Aminosäuren in der Tierernährung, Agrimedia Verlag, Bergen/Dumme, 59 pp.

Bunchasak C.; Poosuwan K.; Nukraew R.; (2005). Effect of Dietary Protein on Egg Production and Immunity Responses of Laying Hens During Peak Production Period. *International Journal of Poultry Science* 4 (9): 701-708,

Bregendahl, K., Roberts, S., Kerr, B., Hoehler, D., (2008). Ideal Amino Acid Profile for 28-to-34-Week-Old Laying Hens, *Iowa State University Animal Industry Report* 2008.

Bregendahl, K., Roberts, S.A., Kerr, B., Hoehler, D. (2008). Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cysteine, threonine, tryptophan and valine relative to lysine for white Leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. *Poultry Science*. 87. 744-758.

Csapó J.- Horn P., Kaposvári Egyetem; Molnár Gy., BTT, (2012): Az ember napi teljes értékű optimális fehérje ellátásához (50 g) szükséges állati eredetű élelmiszerek mennyisége és ára [Online] [2012.10.24]
<http://www.magyarbaromfi.hu/show.php?pageid=0&pagetype=0&newsid=667>

Forgács Barnabás: A foszfor ellátás aktuális kérdései. *Takarmányozás*, 2008. 11. évf. 3-4 sz. p. 9 – 15.

Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium kiadványa: A Magyar mezőgazdaság és élelmiszeripar számokban (2006).

Gippert, T., Körösiné Molnár A. (2006). A baromfi takarmányozása intenzív- és szabad tartásban. *Gazda Kiadó*, Budapest

Heinz J., Recommendation for energy and nutrients of layers: a critical review. *Lohmann Information* 2011 46. évf. 2. sz. p. 61 – 72.

- Hy-Line Commercial Management Guide, 2000-2001 (2001). *Hy-Line International*, West Des Moines, Iowa, USA.
- Hy-Line Variety W-98 Commercial Management Guide 2002-2003 (2003). *Hy-Line International*, West Des Moines, Iowa, USA.
- Hy-Line Variety Commercial Management Guide, 2002-2004 (2004). *Hy-Line International*, West Des Moines, Iowa, USA
- ISA Brown. (2011). Nutrition Management Guide. *Institut de Selection Animale*, B.V, Boxmeer, the Netherlands.
- Jávor A., Kukovics S., Kiss Zs., Kovács A., Kozák J., Gulyás L., Pászthy Gy. és Tóth T. (2007). *Állattenyésztés*. Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar **1**: 18-19.
- K. Keshavarz, R. E. Austic The Use of Low-Protein, Low-Phosphorus, Amino Acid- and Phytase-Supplemented Diets on Laying Hen Performance and Nitrogen and Phosphorus Excretion 2004 *Poultry Science* 83:75–83
- Kerepesi Katalin: Az új ketrecekkel olcsóbb a termelés. *Kistermelők lapja* 2012. 56.évf. 3. sz. p. 18-19.
- Központi Statisztikai Hivatal, Budapest: Statisztikai évkönyv 2010.
- Lemme, A., (2009). Amino Acid Recommendations for laying hens, *Lohmann Information* vol. **44**: 21-32.
- Légrády Péter: Tojás, táplálkozás, egészség. *Maecenas Könyvkiadó* Budapest, 2001, p. 11-19
- Lohmann. 2010. Management Guide for Lohmann Brown-Classic. *Lohmann Tierzucht GmbH*, Cuxhaven, Germany
- Martinez, F.M., Diaz Cruz, A., Lecumberri, J., Gonzalez, E., (2005). Necesidades de lysina y aminoacidos azufrados digestibles en gallinas Leghorn Blancas. *Vet. Mex.* **36(2)**:135-145
- McNamara DJ. The impact of egg limitations on coronary heart disease risk: do the numbers add up? *J Am Coll Nutr.* 2000;19:540S-548S.
- Mohammad Pur, A., Samie, A., (2007). Sulfur Amino Acids requirements of laying hens in low protein diets, *16th European Symposium on Poultry Nutrition*, Strasbourg

MTK (1990). Magyar Takarmánykódex, 1990. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest.

MTK (2004). Magyar Takarmánykódex, 2004. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest.

Novak, C., Yakout, H., Scheidelet, S.,(2004) The combined effects of dietary lysine and total sulphur amino acid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. *Poultry Science* **83**: 977-984

National Research Council, 1985. Nutrient Requirements of Poultry. *National Academy Press*, Washington, D. C.

National Research Council, 1994. Nutrient Requirements of Poultry. *National Academy Press*, Washington, D. C.

Pál László. (2003). Az étkezési tojás zsírsavösszetételének és oxidatív stabilitásának befolyásolása takarmányozással. *PhD értekezés*. Veszprémi Egyetem. Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar. Állattudományi intézet. Állatélettani és takarmányozási Tanszék. Keszthely, 2003

Pérez-Bonilla, A., Jabbour, C., Frikha, M., Mirzaie, S., Garcia, J. and Mateos, G. G., (2012) Effect of crude protein and fat content of diet on productive performance and egg quality traits of brown egg-laying hens with different initial body weight. *Poultry Science* **91**: 1400–1405

Roberts, S., Kerr, B., Bregendahl, K., (2007) The ideal amino acid profile for 28 to 34-week-old laying hens (http://www.iowaegg.org/uploads/File/135810_Ideal_AA_for_layers_Feb_07.pdf;2012.04.17.)

SAS (2004). SAS User's Guide:Statistics Inst.,Inc.Cary NC.

Szilvássy Zoltán: A tojás: az ideális funkcionális élelmiszer [Online][2012.10.24]

http://www.jomagyarbaromfi.hu/inner_hirek_51.html

Szovátay Adrienn: A hazai tojástermelés fejlődése agártörténeti szemmel. *A baromfi* 2004. 7. évf. 2. sz. p. 14-17.

Tetra SL, Harco, Blanca tojóhibrid nevelési és tojástermelési technológia, (2011), http://www.babolnatetra.com/pdfek/tetra_sl_technologia.pdf, 2012.04.18)

Tossenberger J., Halas V., Tóthi R., Horák A., Tenke J., Tischler A.: Tartalékok és lehetőségek a tojótyúkok költséghatékony takarmányozásában-. *Acta Agraria Kaposváriensis* 2011, Kaposvár p.1 - 11.

Tossenberger János Tendenciák a tojótyúk takarmányozásban (2012) *XXIII. Nemzetközi Tetra Konferencia*

Tyúk tartástechnológia [Online] [2012.10.24] <http://www.agr.unideb.hu/animaldb/baromfi/tyuk/technol.htm>

Zoltán Péter: Baromfihús – és tojástermelők kézikönyve. Budapest: *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Kft.* 1997. ISBN 963 356 209 0

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Tossenberger János tanszékvezető Úrnak, hogy lehetőséget biztosított arra, hogy részt vehessek a Takarmányozási Tanszéken folyó kutatásokban. Köszönettel tartozom téma vezetőimnek, Dr. Halas Veronikának, Tischler Annamáriának és Horák András Péternek, továbbá a Takarmányozási Tanszék munkatársainak, akik segítségemre voltak a kísérlet megtervezésében, kivitelezésében, valamint dolgozatom elkészítésében.