

Acta Agraria Kaposváriensis



Acta Agraria Kaposváriensis

Az Acta Agraria Kaposváriensis évente két alkalommal megjelenő tudományos folyóirat, amely eredeti tudományos közleményeket, kutatási eredményeket, kritikai összefoglalókat, konferenciákról ismertetéseket és szerkesztőhöz küldött leveleket közöl a mezőgazdaság, elsősorban az állattenyésztés és az állati termék előállítás minden területéről.

Acta Agraria Kaposváriensis is a scientific journal published twice a year, containing original scientific reports, research results, critical résumés, conference reviews and letters to the editor related to topics within the field of agricultural science, particularly that of animal breeding science.

Főszerkesztő
Editor in chef

Dr. Csapó János D.Sc......egyetemi tanár

Szerkesztő
Editor

Dr. Kovách Gáborné.....tudományos segédmunkatárs

Szerkesztőbizottság
Editorial board

Dr. Babinszky László Ph.D......egyetemi tanár
Dr. Csató László C.Sc......egyetemi docens
Dr. Kalmár Sándor C.Sc......egyetemi docens
Dr. Lengyel Attila C.Sc......egyetemi docens
Dr. Stefler József C.Sc......egyetemi tanár
Dr. Sütő Zoltán..... egyetemi adjunktus
Dr. Szendrő Zsolt D.Sc......egyetemi tanár
Dr. Ureczky József..... egyetemi adjunktus
Vadászné Varnyú Anikó.....könyvtárigazgató
Dr. Zomborszky, Dr. Kovács Melinda C.Sc......egyetemi tanár

Volume 4 No 2 2000
ISSN 1418-1789

Acta Agraria Kaposváriensis



Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár



Szerkesztőség
Editorial office

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
H-7401 Kaposvár, P.O.Box. 16.
Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-320-175
e-mail: csapo@atk.kaposvar.pate.hu

Szerkesztő asszisztens
Editorial assistants
Barna Róbert
Stanics Judit

Kiadja és terjeszti a
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
Published and distributed by
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Éves előfizetési díj: 700 Ft + ÁFA *Annual subscription: Ft 700 + VAT*
Előfizethető a kiadónál vagy átutalással
Subscriptions may be made payable to the publishers or via account no.
MNB 10039007-01474572-00000000
Készült Nagy J. nyomdájában 400 pld.-ban
Printed at the Nagy J. press, 400 copies produced

Felelős kiadó
Responsible for publication
Dr. Paál Jenő C.Sc.
egyetemi tanár
university professor
dékán
Dean of Faculty

Kaposvár, 2000



A fajta és az élősúly hatása holstein-fríz és magyar tarka tehenek húsának zsírsav- és aminosav-összetételére, valamint a fehérje biológiai értékére

¹Holló G., ²Csapó J., ¹Tózsér J., ²Holló I., ¹Szücs E.

¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Gödöllő, H-2100 Páter K. u. 1.

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

21 magyar tarka és 17 holstein-fríz fajtájú szarvasmarha húsát elemeztük zsírsav-, ill. aminosav-összetételre, valamint a fehérje biológiai értékére. Megállapítottuk, hogy a telített, az egyszerűen és a többszörösen telítetlen zsírsavak egymáshoz viszonyított arányát a fajta és az élősúly a legtöbb zsírsav esetében nem befolyásolja szignifikánsan. Az élősúly növekedésével mindkét fajtában nőtt az egyszerűen telített zsírsavak aránya a marhahúsban. A hús aminosavösszetételét a fajta szignifikánsan nem befolyásolta, és az élősúlynak sem volt kimutatható hatása. A magyar tarka fajtájú egyedek húsának esszenciális aminosavtartalma és biológiai értéke gyakorlatilag azonos a holstein-fríz fajtáéval.

(Kulcsszavak: húsösszetétel, magyar tarka, holstein-fríz, aminosav-összetétel, biológiai érték)

ABSTRACT

Effects of the breed and the live weight on the fatty acid and amino acid content, and the biological value of the proteins of the Hungarian Simmental's and Holstein-Friesian's meat

G. ¹Holló, J. ²Csapó, J. ¹Tózsér, I. ²Holló, E. ¹Szücs

¹Szent István University, Faculty of Agricultural Sciences, Gödöllő, H-2100 Páter K. u. 1.

²University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

21 Hungarian Simmental and 17 Holstein-Friesian cattle's meat has been analysed in regard to the fatty acid and amino acid content, and also to the biological value of the protein. It was established that the proportion of the saturated, and the mono- and polyunsaturated fatty acids compared to each other is not significantly influenced by the breed and the live weight. By the increase of the live weight, examining both breed, the ratio of the monounsaturated fatty acids has increased in the meat. The amino acid content of the meat was not significantly influenced by the breed, and the live weight did not produce any demonstrated effects, either. The essential amino acid content and the biological value of the meat of the Hungarian Simmental are practically the same as of the Holstein-Friesian.

(Keywords: Meat composition, Hungarian Simmental, Holstein-Friesian, amino acid composition, biological value)

BEVEZETÉS

Az '50-es évek második felében kidolgozott lipid-elmélet (*Keys et al.*, 1957) szerint egyrészt az állati eredetű zsírok koleszterintartalma, másrészt kisebb telítetlen zsírsavtartalma tehető felelőssé az érlelmeszesedésért, a magas vérnyomásért, a gyakori agyvérzésért és a szívinfarktuszért (*Szakály*, 1995). Az alacsonyabb koleszterintartalmú táplálékkal és nagyobb mennyiségű egyszeresen és többszörösen is telítetlen zsírsavval a vérplazma koleszterinszintje mintegy 10%-kal csökkenthető. A vér koleszterinszintje és az érlelmeszesedés között az egyének nagy részében pozitív összefüggést állapítottak meg, és bár az elmúlt több mint 40 év alatt a kutatások bizonyították a plazma-koleszterinszint sokirányú befolyásoltságát, ennek ellenére ez az elmélet jelentős mértékben hozzájárult az állati eredetű zsíradékfogyasztás csökkenéséhez szinte az egész világon.

A koleszterin köztudottan létfontosságú az emberi szervezet számára, hisz nélkülözhetetlen a zsírok emésztéséhez szükséges epesavak, a szexuálhormonok, a mellékvese-kéreg hormonjai és a D-vitamin képzéséhez. A koleszterin beépül a sejtmembránba, védve a sejtet és a szervezetet a különböző külső behatásoktól. A szervezet napi koleszterinigénye 1000-2000 mg, melynek mintegy 80%-át a szervezet maga szintetizálja és csak mindössze 20%-a származik a táplálékból, a táplálék eredetű koleszterin egy része ugyanis a bélsárral emésztetlenül távozik az emberi szervezetből.

Az állati eredetű élelmiszerek közül az agyvelő 3000-5000 mg/100g, a tojás és a belsőségek 400-450 mg/100g, az állati zsírok, húsok és húskészítmények 80-100 mg/100g koleszterint tartalmaznak. Ebből következik az is, hogy hússal és állati eredetű zsírral a szervezet koleszterintartalmának csak töredékét tudjuk felvenni, szükségletünk nagyobb részét szervezetünk szintetizálja.

A koleszterinnel párhuzamosan az állati eredetű zsírok zsírsavösszetételét is felelőssé tették az előzőekben említett betegségek kialakulásáért. A telített zsírsavak nagy mennyiségéről ugyanazt mondják el, amit a koleszterinnel kapcsolatban említettünk, a telítetlen zsírsavakat nagy mennyiségben tartalmazó növényi olajokat pedig rendkívül előnyösnek tartják a szervezet egészségének megőrzésében. *Keys et al.* (1957) állítják, hogy optimális a zsírsavösszetétel akkor, ha az 1:1:1 arányban tartalmaz telített (SAFA), egyszeresen telítetlen (MUFA) és többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavakat. *Okuyama és Ikemoto* (1999) megállapították, hogy a különféle megbetegedések szempontjából nem a fogyasztott táplálék koleszterintartalma a lényeges, hanem inkább az n6/n3 PUFA aránya, melyet a lehető legalacsonyabb szinten kell tartani, és amely arányt a szarvasmarha takarmányozásával a takarmány n6 és n3 PUFA összetételének változtatásával jelentős mértékben lehet alakítani. *De Deckere et al.* (1998) szerint a tengeri halak n3 PUFA tartalma csökkenti a szívkoszorúér megbetegedéseket, és ez a csökkenés elérhető napi 200 mg n3 PUFA fogyasztással is. Vizsgálataik szerint a tengeri hal n3/n6 PUFA aránya nem befolyásolta lényegesen az említett betegséget.

Hazánkban a marhahús a kiegyensúlyozott táplálkozásban magas táplálkozásbiológiai értéke miatt fontos szerepet tölt be. A húsban lévő tápláló anyagok könnyen emészthetők, a benne lévő fehérje biológiai értéke magas, jelentős makro- és mikroelem forrás, és szinte az össze komponenséről elmondható a biológiailag kiváló hozzáférhetőség (*Bruce*, 1994). Az emberi táplálkozás szempontjából elsősorban a marhahús fehérje- és zsírtartalma érdemel különös figyelmet. Az egészségmegőrző táplálkozás kérdése az utóbbi évtizedekben hazánkban

is egyre inkább az érdeklődés homlokterébe került, melynek hatására a marhahús minőségével szemben támasztott fogyasztói igények is átalakultak. A fogyasztók előtérbe helyezték - az ízletesség rovására is - a zsírban szegény húsokat és azokat a zsírokat, amelyekben a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya nagyobb, hisz ezek szerepe - a korábbiakban ismertetettek szerint - a szív- és érrendszeri megbetegedések megelőzésében elsődlegesnek tűnik.

A marhahús emberi táplálkozásban betöltött rendkívül fontos szerepe miatt vizsgálataink céljaul tűztük ki a Magyarországon tenyésztett legjelentősebb tejelő szarvasmarhafajta, a holstein-fríz, valamint a magyar tarka húsának zsírsav összetétele, ezen belül a telített, az egyszeresen telítetlen és a többszörösen telítetlen zsírsavak mennyiségének és arányának meghatározását, a hús fehérjetartalmának és a fehérje aminosav összetételének, ill. biológiai értékének vizsgálatát. Kutatásainkkal adatokat szeretnénk szolgáltatni a marhahús összetételének jobb megértéséhez, az egészséges táplálkozásban betöltött szerepének növeléséhez.

A telítetlen zsírsavaknak fontos szerepük van az íz- és aromaanyagok kialakításában (*Leseigneur et al.*, 1991), ugyanakkor arányuk növekedésével csökken az izmokban lévő zsír oxidatív stabilitása, mely kedvez a romlási folyamatoknak (*Shahidi*, 1991). Számos tanulmány utal arra (*Perry et al.*, 1998), hogy a telítetlen és a telített zsírsavak arányát a takarmányozás jelentősen befolyásolja. *Mandell et al.* (1998) vizsgálatai szerint legelőn történő hizlalással lényegesen növelhető a többszörösen telítetlen zsírsavak mennyisége. *Malau-Aduli et al.* (1998) jersey és limousin fajtájú állatokkal végzett kísérletekben szignifikáns fajta-, ivar- és életkori hatást tapasztalt a telített és telítetlen zsírsavak mennyiségét illetően. Ugyancsak fajták közötti (hereford, limousin, piemonti) különbségeket mutattak ki *Rule et al.* (1999) a zsír zsírsavösszetételét illetően.

Huerta-Leidenz et al. (1996) hereford és brahman bikák zsírszövetének zsírsavösszetételét vizsgálva különböző életkorban a két fajta között csak a MUFA tekintetében tudtak szignifikáns különbséget megállapítani. Vizsgálataik szerint a hizlalás folyamán az életkor előrehaladtával a telített zsírsavak mennyisége 10%-kal csökkent, a MUFA jelentős, a PUFA pedig kisebb mértékben nőtt, és megváltozott a 18:2 és a 18:3 zsírsavak aránya is. *Kazala et al.* (1999) keresztezett wagyu marhák bordaközi izmának és hosszú hátizmának zsírsavösszetételét tanulmányozva nem találtak különbséget a MUFA/SAFA arányban. Megállapították, hogy az üszők izomszövete zsírjának olajsavtartalma magasabb, palmitinsavtartalma pedig alacsonyabb az azonos korú bikákénál. A mirisztinsav mennyisége mindkét izomnál a növekvő zsírtartalommal emelkedik, míg a linolsav esetében nem találtak ilyen összefüggést.

Az izmokban lévő fehérjék típusa változó, mely jelentősen befolyásolja az izom aminosav-összetételét. A fehérje táplálkozási értékét elsősorban az esszenciális aminosavak mennyisége és aránya határozza meg, amely függ a különböző szövetek fehérje-összetételétől, de változik a korrallal, az élősúllyal és befolyásolhatja a fajta is (*Piva és Guglielmetti*, 1978). A marhahús élvezeti értéke szempontjából sem közömbös a fehérjék aminosav-összetétele, ugyanis negatív összefüggést tapasztaltak (*Szűcs és mtsai.*, 1985) a hús arginin-, illetve hisztidintartalma, valamint annak ízletessége között. *Molnár és Molnár* (1981) különböző ivarú és életkorú magyar tarka szarvasmarhák eltérő izomcsoportjainak aminosav-összetételét vizsgálva szignifikáns különbségeket állapított meg a metionin, a lizin és az arginin tartalomban. A különböző izomcsoportok aminosav-összetétele is változik a korrallal, sőt az aminosav-összetételt befolyásolja az izom igénybevétele.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink során 21 magyar tarka és 17 holstein-fríz fajtájú tehenek húsának összetételét elemeztük. Az állatok átlagos élősúlya 529 kg volt, melyet kis súlyú (400-500 kg), illetve nagy súlyú (501-600 kg) kategóriába soroltunk. A vágás után a csontozáskor a jobboldali féltestből kivágtuk a 11-13. borda közti részt, és a homogenizálás után ebből a szeletből határoztuk meg a zsírtartalmat, ill. a fehérjetartalmat (Kjel-Foss gyors nitrogénelemzővel) a vonatkozó magyar szabvány szerint. A zsír zsírsavösszetételét Chrompack CP 9000 gázkromatográfval, az aminosavösszetételt pedig Labor MIM aminosavanalizátorral mértük. A zsírsavösszetétel meghatározásakor az ismeretlen mintára vonatkozó eredményeket a zsírsavmetilészetek relatív tömegszázalékára vonatkoztatva adtuk meg (Csapó és mtsai., 1995) az aminosavösszetétel meghatározása során a fehérjét 6 mólos sósavban 24 órán keresztül hidrolizáltuk, majd egy ezzel párhuzamos hidrolízist megelőzően a kéntartalmú aminosavakat perhangyasavas oxidációt követően is meghatároztuk oxidált formában (Csapó és mtsai., 1986). A fehérje biológiai értékét Morup és Olesen (1976) módszerével számítottuk ki, ahol a vonatkoztatási alap a burgonya és a tojásfehérje 2:1 arányú elegye volt.

A statisztikai értékelést SPSS 9.0 statisztikai programcsomaggal végeztük, az általános lineáris modell (GLM) 2×2 faktoriális elrendezésű III. Sum of square típusával, ahol a két fő hatáson kívül a fajta, a vágási és a súlykategória interakcióit is vizsgáltuk. Az egyik modellben a zsírsavösszetétel analízis során az egyes zsírsavakat, míg a másikban a zsírsavakat csoportosítva szerepeltettük aszerint, hogy egyszerűen vagy többszörösen telítetlen, telített, illetve az n3 vagy n6 zsírsavról van szó. Az aminosavak értékelése esetében három modellt állítottunk fel, melyek közül az egyik csak az esszenciális, a második csak a nem esszenciális, a harmadik pedig mind az esszenciális, mind a nem esszenciális aminosavakat, valamint azok biológiai értékét is tartalmazta.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Az 1. táblázat különböző fajtákból származó húsminták zsírsavösszetételét tartalmazza a 400-500 kg és az 501-600 kg közötti súlytartományban. A 2. táblázat a fajta, továbbá az élősúly hatását mutatja a zsírsavösszetételre. A 3. táblázatban az esszenciális, ill. nem esszenciális aminosavak mennyiségét, valamint a fehérje biológiai értékét foglaltuk össze, a 4. táblázatban pedig a fajta, ill. a testsúly hatását az aminosavösszetételre és a biológiai értékre.

Az első modellben sem a fajta, sem a súlykategória nem volt hatással a zsír zsírsavösszetételére. Az összvariancia kialakításában az arachinsav (20:0) és a linolénsav (18:3n3) vett részt a legnagyobb arányban ($R^2=0,213$, illetve $R^2=0,201$). A második modell esetében viszont szignifikáns hatása volt mind a fajtának, mind az élősúlynak. Az 1. táblázat adatait vizsgálva látható, hogy az egyszerűen telítetlen zsírsav, az olajsav, valamint a két telített zsírsav, a palmitinsav és a sztearinsav az összes zsírsav mennyiség 90%-át adja. A PUFA/SAFA aránya átlagosan 0,06, mely legkedvezőbbnek a kis súlyú magyar tarka csoportban mutatkozik. Az élősúly növekedésével mindkét fajtában nő az egyszerűen telítetlen zsírsavak aránya, mellyel párhuzamosan csökken a telített és telítetlen zsírsavak mennyisége. Ez utóbbiban csupán a nagy súlyú holstein-fríz kategóriában tapasztalható az n3 zsírsavakban növekedés. A 2. táblázat adatai szerint csak az arachinsavnál találtunk a fajták között, a linolénsavnál pedig az élősúlyban szignifikáns különbségeket.

1. táblázat

**Különböző súlyú és fajtájú tehenek húsának zsírsavösszetétele
(A zsírsav metilészterek relatív tömegszázalékában)**

Zsír-savak (1)	Magyar tarka (n=21) (2)				Holstein-fríz (n=17) (3)				N=38	
	400-500 kg		501-600 kg		400-500 kg		501-600 kg		Összesen (4)	
	átlag (5)	SE (6)	átlag	SE	átlag	SE	átlag	SE	átlag	SE
10:0	0.005	0.03	0.005	0.03	0.005	0.03	0.012	0.04	0.007	0.003
12:0	0.007	0.01	0.007	0.01	0.007	0.01	0.007	0.01	0.007	0.001
14:0	2.88	0.15	3.06	0.15	2.79	0.16	2.7	0.17	2.87	0.01
15:0	0.50	0.04	0.469	0.04	0.578	0.05	0.458	0.05	0.50	0.002
16:0	28.38	1.69	26.92	1.62	29.03	1.79	29.73	1.89	28.39	0.86
16:1	3.94	0.39	4.97	0.37	3.79	0.41	3.75	0.43	4.16	0.21
17:0	1.20	0.1	1.22	0.1	1.17	0.11	1.24	0.12	1.20	0.01
18:0	20.82	1.57	17.80	1.49	21.89	1.65	19.49	1.75	19.91	0.81
18:1	38.33	1.64	42.33	1.56	37.20	1.73	39.35	1.83	39.44	0.87
18:2 n6	2.16	0.12	1.95	0.11	1.96	0.13	1.97	0.13	2.01	0.01
20:0	0.25	0.03	0.15	0.03	0.24	0.03	0.19	0.03	0.20	0.002
20:1	0.15	0.03	0.14	0.03	0.15	0.04	0.19	0.04	0.15	0.002
18:3 n3	0.52	0.05	0.43	0.05	0.36	0.05	0.32	0.06	0.41	0.003
20:3 n6	0.21	0.03	0.19	0.03	0.19	0.04	0.20	0.04	0.20	0.002
20:4 n6	0.37	0.07	0.20	0.06	0.31	0.07	0.22	0.08	0.27	0.003
Telített zsírsavak (7)	54.15	1.92	49.73	1.83	55.81	2.03	54.01	2.15	53.23	1.02
Egyszeresen telítetlen zsírsavak (8)	42.42	1.90	47.43	1.81	41.14	2.00	43.28	2.13	43.75	1.02
Többszöröse n telítetlen zsírsavak (9)	3.26	0.18	2.77	0.17	2.82	0.19	2.72	0.20	2.90	0.01
Σ n6	2.74	0.19	2.34	0.18	2.46	0.20	2.40	0.22	2.49	0.01

Table 1: Fatty acid composition of rib samples in different breeds and weight. (Relative percentage of the fatty acids methyl esters)

Fatty acids(1), Hungarian Simmental(2), Holstein-Friesian(3), Total (4), Mean(5), Standard error of mean(6), Saturated fatty acids(7), Monounsaturated fatty acids(8), Polyunsaturated fatty acids(9)

Az aminosav eredmények értékelésére felállított 3 modell elemzéséből kitűnik, hogy az esszenciális aminosavakat tartalmazó első modellben a fő hatások közül a fajta hatása szignifikánsnak bizonyult, míg a másik két modellben sem a fajta, sem az élősúly hatása nem volt szignifikáns. A fajta×élősúly interakció egyik modellben sem volt kimutatható. Az esszenciális aminosavak közül a variancia kialakításában legnagyobb részt a treonin ($R^2=0,290$) és a valin ($R^2=0,287$) vett részt, vagyis az összvariancia közel 50%-át e két esszenciális aminosav adta. A nem esszenciális

aminosavak közül a glutaminsav ($R^2=0,326$), a glicin ($R^2=0,224$) és a szerin ($R^2=0,188$) szerepe jelentős az összvariancián belül. A 3. táblázat adatai szerint az esszenciális aminosavak mennyisége a magyar tarka fajta esetében mindkét súlykategóriában nagyobb, mint a holstein-fríz csoportban. A biológiai érték az összes egyedre figyelembe véve 74,89, ami rendkívül jól egyezik a szakirodalom szerinti 72-76 körüli értékkel (Hegedűs és mtsai., 1981; Ensminger et al., 1995) Figyelemreméltó, hogy a holstein-fríz szarvasmarhák nagyobb súlyú csoportjában (501-600 kg) a biológiai érték 79,19. A 4. táblázatban látható, hogy a két fajta húsnak aminosav-összetételét tekintve az esszenciális aminosavak közül a hisztidinnél, a treoninnál és a valinnál jelentkező szignifikáns különbség, a nem esszenciális aminosavakban pedig a glicin, a glutaminsav és a szerin esetében találtunk szignifikáns különbségeket. Az élősúly kategóriák között csupán a leucinnál volt szignifikáns eltérés, a két fő hatás interakcióját tekintve pedig a valin tért el szignifikánsan.

2. táblázat

A fajta és az élősúly hatása a zsírsavösszetételre

Zsírsavak (1)	Fajta (2)	Élősúly (3)	Fajta×élősúly
10:0	NS	NS	NS
12:0	NS	NS	NS
14:0	NS	NS	NS
15:0	NS	NS	NS
16:0	NS	NS	NS
16:1	NS	NS	NS
17:0	NS	NS	NS
18:0	NS	NS	NS
18:1	NS	NS	NS
18:2 n6	NS	NS	NS
20:0	NS	xx	NS
20:1	NS	NS	NS
18:3 n3	xx	NS	NS
20:3 n6	NS	NS	NS
20:4 n6	NS	NS	NS
Telített zsírsavak (4)	NS	NS	NS
Egyszeresen telítetlen zsírsavak (5)	NS	NS	NS
Többszörösen telítetlen zsírsavak (6)	NS	NS	NS
Σ n6	NS	NS	NS

NS=nem szignifikáns (*Not significant*)

xx= $P<0.01$

Table 2: Effects of breed and live weight on fatty acid composition

Fatty acids(1), Breed(2), Live weight(3), Saturated fatty acids(4), Monounsaturated fatty acids(5), Polyunsaturated fatty acids(6)

A marhahús zsírsav összetételét a sertés zsírjának zsírsavösszetételéhez hasonlítva (Csapó és mtsai., 1999; Hugo és mtsai., 1999) megállapítható, hogy az általunk vizsgált

marhahúsban a telített zsírsavak mennyisége minden zsírsavnál nagyobb, míg a sertészsír olajsav- és linolsavtartalma lényegesen nagyobb, mint a marhahúsé. A sertés musculus longissimus dorsi zsírsavösszetételét (Hernandez *et al.*, 1998) a marhahúséval összehasonlítva megállapítható, hogy a rostélyos telített zsírsavakban gazdagabb, olajsavtartalma közel azonos, míg a többszörösen telítetlen zsírsavak közül a sertéshús linolénsav tartalma hétszer, arachidonsav tartalma pedig tizenötöszer nagyobb a marhahúsénál. Összefoglalva tehát elmondható, hogy a marhahús telített zsírsavtartalma nagyobb, telítetlen zsírsavtartalma pedig kisebb, mint a sertészsír, illetve a sertéshúsé.

3. táblázat

**Különböző fajtájú és súlyú tehenek húsának
aminosav-összetétele és biológiai értéke**

Aminosav (1) g/100 g fehérje	Magyar tarka (2)				Holstein-fríz(3)				N=38	
	400-500 kg		501-600 kg		400-500 kg		501-600 kg		Összesen (4)	
	átlag(5)	SE (6)	átlag	SE	átlag	SE	átlag	SE	átlag	SE
Esszenciális aminosav (7)	47,2	0,39	46,8	0,3	46,7	0,4	46,2	0,4	46,7	0,20
Arginin	6,11	0,15	6,08	0,1	6,02	0,1	5,9	0,1	6,04	0,00
Fenilalanin	4,14	0,08	4,12	0,0	4,19	0,0	4,23	0,0	4,17	0,00
Hisztidin	4,24	0,11	4,12	0,1	3,92	0,1	3,96	0,1	4,07	0,00
Izoleucin	4,23	0,11	4,26	0,1	4,4	0,1	4,36	0,1	4,31	0,00
Leucin	8,22	0,10	8,16	0,1	8,34	0,1	7,99	0,1	8,18	0,00
Lizin	9,25	0,17	9,09	0,1	9,09	0,1	8,7	0,1	9,05	0,00
Metionin	1,65	0,15	1,68	0,1	1,73	0,1	1,44	0,1	1,63	0,00
Treonin	4,91	0,01	4,87	0,1	4,58	0,1	4,45	0,1	4,72	0,00
Valin	4,52	0,15	4,43	0,1	4,49	0,1	5,18	0,1	4,62	0,00
Nem esszenciális aminosav (8)	51,6	0,42	52,0	0,4	52,1	0,4	52,4	0,4	52,0	0,21
Alanin	6,64	0,27	6,19	0,2	6,92	0,2	6,91	0,3	6,63	0,14
Aszparaginsav	8,92	0,21	9,08	0,2	8,82	0,2	8,71	0,2	8,9	0,10
Cisztin	0,85	0,11	0,98	0,1	0,99	0,1	1,19	0,1	0,99	0,00
Glicin	5,65	0,31	6,18	0,3	6,62	0,3	7,03	0,3	6,32	0,17
Glutaminsav	16,8	0,22	17,0	0,2	16,4	0,2	15,8	0,2	16,6	0,13
Prolin	4,97	0,25	4,99	0,2	4,86	0,2	5,30	0,2	5,02	0,13
Szerin	4,05	0,09	4,07	0,1	3,77	0,1	3,83	0,1	3,94	0,00
Tirozin	3,77	0,10	3,51	0,1	3,70	0,1	3,65	0,1	3,65	0,00
Biológiai érték (9)	74,4	3,47	73,0	3,3	73,8	3,6	79,1	3,8	74,8	1,75

Table 3: Amino acid composition of rib samples in different breed and weight

Amino acids(1), Hungarian Simmental(2), Holstein-Friesian(3), Total(4), Mean(5), Standard error of mean(6), Essential amino acids(7), Nonessential amino acids(8), Biological value(9)

4. táblázat

A fajta és az élősúly hatása az aminosav-összetételre és a biológiai értékre

Aminosav (g/100 g fehérje)(1)	Fajta (2)	Élősúly (3)	Fajta×élősúly
Esszenciális aminosav (4)	NS	NS	NS
Arginin	NS	NS	NS
Fenilalanin	NS	NS	NS
Hisztidin	x	NS	NS
Izoleucin	NS	NS	NS
Leucin	NS	x	NS
Lizin	NS	NS	NS
Metionin	NS	NS	NS
Treonin	xxx	NS	NS
Valin	x	NS	x
Nem esszenciális aminosav (5)	NS	NS	NS
Alanin	NS	NS	NS
Aszparaginsav	NS	NS	NS
Cisztin	NS	NS	NS
Glicin	xx	NS	NS
Glutaminsav	xxx	NS	NS
Prolin	NS	NS	NS
Szerin	xx	NS	NS
Tirozin	NS	NS	NS
Biológiai érték (6)	NS	NS	NS

NS=nem szignifikáns (*Not significant*)

x=P<0.05 xx=P<0.01 xxx=P<0.001

Table 4: Effects of breed, live weight prior to amino acid composition and biological value

Amino acids(1), Breed(2), Live weight(3), Essential amino acids(4), Nonessential amino acids(5), Biological value(6)

KÖVETKEZTETÉSEK

A különböző fajták és súlykategóriák húsanak zsírsavösszetételét vizsgálva megállapítottuk, hogy a GLM modellel történő értékelés szerint a telített, az egyszeresen és a többszörösen telítetlen zsírsavak egymáshoz viszonyított arányát a fajta és az élősúly szignifikánsan a legtöbb esetben nem befolyásolja. Az élősúly növekedésével párhuzamosan nő az egyszeresen telítetlen zsírsavak aránya a marhahúsban. Vizsgálataink eredménye szerint a marhahús aminosavösszetételét a legtöbb aminosav esetében a fajta szignifikánsan nem befolyásolja, és az élősúlynak sincs kimutatható hatása. A magyar tarka fajtájú egyedek húsanak esszenciális aminosavtartalma és biológiai értéke gyakorlatilag alig különbözik a holstein-fríz fajtától.

IRODALOM

- Bruce, A. (1994). Opening lecture. 45th Annual meeting of the European Association for Animal Production, Edinburgh, Scotland, September 2-10.
- Csapó J., Húsvéth F., Csapó-Kiss Zs., Horn P., Házas Z., Varga-Visi É., Böcs K. (1999). Különböző fajtájú sertések zsírájának zsírsavösszetétele és koleszterintartalma. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 3. 1-14.
- Csapó J., Csapó-Kiss Zs., Tóth-Pósfai I. (1986). Optimization of hydrolysis at determination of amino acid content in food and feed products. *Acta Alimentaria*, 1. 3-21.
- Csapó J., Stefler J., Martin, T.G., Makrai S., Csapó-Kiss Zs. (1995). Composition of mares' colostrum of milk. Fat content, fatty acid composition and vitamin content. *International Dairy Journal*, 5. 393-402.
- De Dechere, E.A., Korver, O.M., Verscherren, P.M., Katan, M.B. (1998). Health aspects of fish and n3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin. *European Journal of Clinical Nutrition*, 52. 749-753.
- Ensminger, M.E., Ensminger, A.H., Conlande, J.E., Robson, J.R.K. (1995). The concise encyclopedia of food and nutrition. CRC Press LLC.
- Hegedűs M., Kralovánszky, U.P., Mátrai T. (1981). A takarmányfehérjék minősítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Hernández, P., Navarro, J.L., Toldrá, F. (1998). Lipid composition and lipolytic enzyme activities in porcine skeletal muscles with different oxidative pattern. *Meat Science*, 49. 1-10.
- Huerta-Leidenz, N.O., Cross, H.R., Savell, J.W., Lunt, D.K., Baker, J.F., Smith, S.B. (1996). Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from male calves at different stages of growth. *Journal of Animal Science*, 74. 1256-1264.
- Hugo, A., Osthoff, G., Jooste, P.J. (1999). Technological and chemical quality of pig adipose tissue: effect of backfat thickness. 45th ICOMST, 494-495.
- Kazala, E.C., Lozman, F.J., Mir, P.S., Laroche, A., Bailey, D.R.C., Weselake, R.J. (1999). Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred wagyu cattle. *Journal of Animal Science*, 77. 1717-1725.
- Keys, A., Anderson, J.T., Grande, F. (1957). Prediction of serumcholesterol responses of man to changes in fats in the diet. *Lancet*, 2. 959-966.
- Leseigneur, M.A., Candemer, G. (1991). Lipid composition of pork muscle as related to metabolic types of fibres. *Meat Science*, 29. 229-241.
- Malau-Aduli, A.E.O., Siebert, B.D., Bottema, C.D.K., Pitchford, W.S. (1998). Breed comparison of the fatty acid composition of muscle phospholipids in jersey in limousin cattle. *Journal of Animal Science*, 76. 766-773.
- Mandell, J.B., Buchanan-Smith, J.G., Campbell, C.P. (1998). Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in limousin cross steers when time on feed is controlled. *Journal of Animal Science*, 76. 2619-2630.
- Molnár J., Molnár A. (1981). Adatok a magyar tarka húsának aminosav összetételéhez. Élelmiszeripari Főiskola Tudományos Közlemények, 9. 63-68.
- Morup, K., Olesen, E.S. (1976). New method for prediction of protein value from essential amino acid pattern. *Nutr. Rep. Int.*, 13. 355-365.
- Nicastro, F. (1999). Aminoacid composition of longissimus thoracis from pigs of two genetic lines. 45th ICOMST, 414-415.

- Okuyama, H., Ikemoto, A. (1999). Needs to modify the fatty acid composition of meats for human health. 45th ICOMST, 638-640.
- Perry, D., Nicholls, P.J., Thompson, J.M. (1998). The effect of sire breed on the meeting point and fatty acid composition of subcutaneous fat in steers. J. of Animal Sci., 76. 87-95.
- Piva, G., Guglielmetti, D. (1978). Meat amino acid composition of calves and steers slaughtered between 200 kg and 500 kg live weight. In: De Boer H., Martin J.: Pattern of growth and development in cattle. Hague - Boston - London.
- Rule, D.C., Short, R.E., Grosz, M.D., MacNeil, M.D. (1999). Breed effects on cholesterol and fatty acids in longissimus muscle of hereford, limousin and pied montese F2 crossbred cattle az slanghtered. ASAS Annual Meeting, Indianapolis.
- Sarudo, C., Sierra, I., Olleta, J.L., Martin, L., Campo, M.M., Santolaria, P., Wood, J.D., Nute, G.R. (1998). Influence of weaning on carcass quality, fatty acid and composition and meat quality in intensive lamb production systems. Animal Science, 66. 175-187.
- Shahidi, F. (1991). Prevention of lipid oxidation in muscle foods by nitrite & nitrate-free composition. In: Lipidoxidation in food, American Chemical Society, Washington, 161-182.
- Szakály S. (1995). A vaj a lipid-elmélet szorításában. Tejgazdaság, 55. 12-21.
- Szűcs E., Votisky L., Csiba A., Ács I. (1985). Adatok a növendékbikák húsának aminosav összetételéhez és biológiai értékéhez. Húsipar, 24. 156-159.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Holló Gabriella

Szent István Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

*Szent István University, Faculty of Agricultural Science
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.*

Tel.: 36-28-420-200, Fax: 36-28-415-382



Genetic polymorphisms in Iranian native poultry breeds Part I. Blood groups and allele frequencies

S. Esmaeilkhanian, P. ¹Horn

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute, Karaj, P.O.Box 31585-1483 Iran

¹University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

ABSTRACT

Blood samples were collected from five indigenous Iranian chicken breeds maintained as genetic reserve: Naked Neck, Dashtyary, Lary, Marandy and Common breed. Three blood group systems and 5 alleles were typed. A2, A6, B4, B7 and D4. Allele B7 was the most frequent in all the breeds (ranging from 0,24 to 0,31) the frequency of A2 was ranging 0,14 to 0,33, A6 0,14 to 0,26, B4 0,18 to 0,24 and D4 0,08 to 0,16. Based on these blood group alleles the heterozygosity index of the Iranian breeds are high (ranging 0.77-0.80), compared to the native breeds typed in Nepal and Bangladesh. The possibility and the accuracy to distinguish randomly chosen chickens from one breed to the other based on blood group alleles is possible with an accuracy of PD>0.90.

(Keywords: blood groups, native chicken, genetic polymorphism)

ÖSSZEFOGLALÁS

Irán helyi baromfi fajtáinak genetikai polimorfizmusa

I. rész: Vércsoportok és allél frekvenciák

Esmaeilkhanian, S., ¹Horn P.

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute, Karaj, P.O.Box 31585-1483 Iran

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

5 helyi iráni genetikai tartalékként tenyésztett kopasznyakú, Dashtyary, Lary, Marandy és parlagi tyúkfajta vérmintáit gyűjtötték össze. 3 vércsoport rendszert és 5 allél frekvenciát írtak le (A2, A6, B4, B7 és D4). A B7-es allél fordult elő a vizsgált fajtákban leggyakrabban (0.24-0.31 között), az A2 gyakorisága 0.14-0.33, az A6-é 0.14-0.26, a B4-é 0.18-0.24, a D4-é pedig 0.08-0.16. A vércsoport allélekre alapozva az iráni fajták heterozigotizációs indexe magas (0.77-0.80) volt a nepáli és bangladesi helyi fajtákhoz viszonyítva. Annak lehetősége és pontossága, hogy egy fajtaból véletlenszerűen kiválasztott csirkék megkülönböztethetők legyenek egymástól a vércsoport allélek alapján PD>0.90.

(Kulcsszavak: vércsoport, helyi tyúkfajták, genetikai polimorfizmus)

INTRODUCTION

There are no informations known regarding blood group alleles and their frequencies in Iranian native chickens. About 34 million native chicken are reared in Iran. Because of the great importance of this rural poultry sector, a national genetic preservation program is in operation since 1981. Therefore it is needed to direct research efforts aimed at improving

our knowledge regarding the genetic properties of many indigenous breeds of great economic significance in a large number of developing countries among others to those of Iran. In this paper we present data on three blood group systems and their frequencies in five Iranian native breeds playing a predominant role in the rural economy of Iran providing a significant part of the population with eggs and poultry meat.

MATERIALS AND METHODS

The stocks

Blood samples were collected from five different indigenous Iranian chicken breeds Naked neck, Dashtyary, Lary, Marandy and Common breed reared in the Poultry Breeding Department of the Animal Science Research Institute of Iran. These breeds were maintained as a gene pool in this institute each population consisting of approximately 2000 hens and 200 cocks.

Determination of blood groups alleles

Blood was taken in citrated vacuum tubes directly from wing vein and centrifuged half an hour after sampling at 1500 rpm for ten minutes, to separate erythrocytes and serum. Erythrocytes were washed two times by sodium citrate solution (20g sodium citrate and 4.8 g sodium chloride to one liter distilled water) and stored in 4°C until used for blood typing. Test sera used for determination of different blood group antigen belonged to the A, B and D blood group systems. Sera were diluted properly as follows: A2 1:10, A6 1:20, B4 1:8, B7 1:8, D4 1:8. For dilution of sera, saline 0.85% of NaCl solution were used. The nomenclature of blood group alleles used was given by *Briles* (1964).

Heterozygosity index

The frequency of the blood group alleles were estimated by simple counting method since these alleles are co-dominants. Genetic variability in the population was determined by measuring the heterozygosity index (h) which was calculated by the following formula:

$$h = 1 - \sum q_i^2$$

where q_i is the frequency of the i th allele of the gene at one locus.

Blood groups can be also used as markers to detect the differences among individuals from each other with a probability depending on the number of polymorphic loci examined, and number of alleles in each of the loci, as well as the frequency of these alleles. The formula for distinguishing two individuals using polymorphic loci is

$$PD = 1 - (\sum p_i^4 + 4\sum p_i^2 p_j^2) \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

where PD is the probability of distinguishing one individual from another using only one polymorphic locus with n alleles. P_i and P_j are frequency of each gene at one locus.

RESULTS AND DISCUSSION

Allelic frequencies for different blood group systems tested are shown in *Table 1*. The number of animals sampled at random in each breed was representative of the breeds. The total number of the poultry populations investigated is approximately 2000 hens per breed, maintained in the genetic preservation program. According to methodological principles already 30 random samples per population would be regarded as appropriate but in our study's we took around 50 samples per population.

Allele B7 is the most frequent blood group allele in all the breeds tested. Its frequency was ranging from 0.24 to 0.31. The frequency of A2 was ranging from 0.14 to 0.23, A6 is ranging from 0.14 to 0.26, B4 from 0.18 to 0.24 and D4, from 0.08 to 0.16.

Our results which show B7 had higher frequency are in agreement with *Okada et al.* (1983) and also *Yamamoto et al.* (1992), who found in native chicken of Nepal and in the Jungle fowl and native breeds of Indonesia the allele A7 was the most frequent. *Okada and McDermid* (1969) proved that A7 antisera is identical with Af, latter symbol was used in the papers of *Okada et al.* (1983) and *Yamamoto et al.* (1992).

In Dashtyary, Lary, Marandy and Naked Neck the D4 allele had very low frequency, in the Common breed A2 had the lowest allele frequency. It is worthwhile to note that allele B7 was observed in homozygous state with high genotypic frequency. The assumption can not be excluded that there may be a relationship between B7 and the possible resistancy to some diseases and adaptability to harsh environmental conditions characteristic for Iranian native breeds. Further investigations are needed however in this direction. The heterozygosity index based on the three blood group systems studied is presented on *Table 2* for the Iranian native breeds tested.

Table 1

Frequency of blood group alleles in different breeds

Breeds(1)	Gene frequency(2)					
	n	A2	A6	B4	B7	D4
Dashtyary	50	0.140	0.260	0.240	0.280	0.080
Lary	35	0.228	0.142	0.228	0.314	0.085
Marandy	47	0.202	0.223	0.180	0.244	0.148
Naked-neck(3)	44	0.147	0.193	0.227	0.295	0.136
Common breed(4)	43	0.139	0.186	0.209	0.302	0.162

1. táblázat: A vércsoport allélek gyakorisága különböző fajtákban

Fajták(1), Génfrekvencia(2), Kopasznyakú(3), Parlagi(4)

Table 2

Heterozygosity index and the probability of distinguishing one individual from the other (PD)

Breeds(1)	Heterozygosity index(2)	PD(3)
Dashtyary	0.7704	0.9090
Lary	0.7690	0.9089
Marandy	0.7945	0.9248
Naked-neck(4)	0.7833	0.9189
Common breed(5)	0.7842	0.9194

2. táblázat: Az egyedek közötti heterozigotitás index és a megkülönböztethetőség valószínűsége (PD)

Fajták(1), Heterozigotitás index(2), Valószínűség(3), Kopasznyakú(4), Parlagi(5)

Overall it can be stated that the heterozygosity index for all Iranian breeds are high, there are small insignificant differences between them (ranging 0.7945 to 0.7690). It is of interest to note that based on the blood group alleles the heterozygosity index of the Iranian native breeds are higher than that of the native breeds of Nepal (Yamamoto *et al.*, 1992) and much higher compared to the Bangladesh native breeds (Okada *et al.*, 1988). In Nepal the range is 0.6481 to 0.4801 and in Bangladesh 0.529 to 0.353. The possibility and the accuracy to distinguish randomly chosen chickens from one breed from the other is possible, with high accuracy (PD>0.90) based on the blood group allele frequencies determined.

REFERENCES

- Briles, W.E. (1964). Current status of blood groups in domestic birds. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.*, 79. 371-391.
- Okada, I., McDermid, E.M. (1969). Some aspects of international comparison test for blood grouping of chickens. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 41. 319-325.
- Okada, I., Yoshizana, M., Tsutomu Hashigushi, M.A., Hasnath, M.O., Faruque, Majid, M.A. (1988). Gene constitution of indigenous chickens in Bangladesh. *Jap. Poultry Science*, 1. 15-26.
- Okada, I., Nishida, T., Hashaguchi, T., Ito, S.I. (1983). Blood group variations in native fowls in Indonesia. *Rep. Soc. Res. Native Livestock*, 10. 201-208.
- Yamamoto, Y., Okada, I., Maeda, Y., Tsunoda, K., Namikawa, T., Amano T., Shotaka, T., Nishida, T., Trajbhandary, H.B. (1992). Blood groups in Nepalese native chicken. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 62. 1-5.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Saeid Esmailkhanian

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute
P.O.Box 31585-1483 Karaj, Iran



Genetic polymorphisms in Iranian native poultry breeds Part II. Isoenzyme polymorphisms with special reference to alkaline phosphatase and esterase

S. Esmaeilkhanian, A.T. Yeganeh, R. Osfori, P. ¹Horn

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute, Karaj, P.O.Box 31585-1483 Iran

¹University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

ABSTRACT

Esterase and alkaline phosphatase polymorphisms were studied in five Iranian native chicken breeds maintained in genetic reserve: Naked Neck, Dashtyary, Lary, Marandy and Common breed. The frequency of esterase allele A is ranging from 0.50 to 0.19, that of allele B from 0.79 to 0.49 and C from 0.14 to 0.02 in the breeds studied. The genotypic frequencies of alkaline phosphatase AA ranged from 0.481 to 0.315 that of genotype aa from 0.648 till 0.519 for the breeds respectively. No electrophoretic band was found in the Dashtyary and Common breed. The gene frequencies of allele A ranged from 0.279-0.176 that of gene a ranged from 0.823-0.720. The heterozygosity index range for esterase was 0.579-0.344 and for alkaline phosphatase 0.599-0.480. The accuracy to distinguish chickens from one breed from the other taking random samples is low both for esterase loci PD 0.75 to 0.52 and alkaline phosphatase loci PD 0.67 to 0.62, for more accurate separation more polymorphic loci are needed to be typed.

(Keywords: alkaline phosphatase, esterase, genetic polymorphism, native chicken)

ÖSSZEFOGLALÁS

Irán helyi baromfi fajtáinak genetikai polimorfizmusa

II. rész: Izoenzim polimorfizmus különös tekintettel az alkalikus foszfatázra és észterázra

Esmaeilkhanian, S., Yeganeh T.A., Osfori, R., ¹Horn P.

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute, Karaj, P.O.Box 31585-1483 Iran

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

Az alkalikus foszfatáz és észteráz polimorfizmusát vizsgálták a következő 5 iráni helyi tyúk fajtában melyet genetikai tartalékként tenyésztettek: kopasznyakú, Dashtyary, Lary, Marandy és parlagi. Az észteráz A allél frekvenciája 0.50-0.19, a B-é 0.79-0.49, a C-é pedig 0.14-0.02 között változott a vizsgált állományokban. Az alkalikus foszfatáz AA genotípusos frekvenciája 0.481-0.315, az aa genotípusé pedig 0.648-0.519 a különböző fajtákban. Nem találtak elektroforézises sávot a Dashtyary és a parlagi állományokban. Az A allél génfrekvenciája 0.279-0.176, az a allélé 0.823-0.720 között alakult. Az észteráz heterozigotizációs indexe 0.579-0.344, az alkalikus foszfatázé pedig 0.599-0.480. A véletlenül kiválasztott mintákban az egyik fajtájú csirke másik fajtájútól történő megkülönböztethetőségének pontossága mind az észteráz locus PD (0.75-0.52), mind az

alkalikus foszfátáz locus PD (0.67-0.62) esetében alacsony, ezért több polimorfizmus locust kell beazonosítani.

(Kulcsszavak: alkalikus foszfátáz, észteráz, genetikai polimorfizmus, helyi tyúk fajták)

INTRODUCTION

There is lack of information regarding isoenzyme polymorphisms relevant to native indigenous breeds of great economic importance in developing countries except the paper published by *Okada et al.* (1988) referring to isoenzyme polymorphisms of the native chicken breeds of Bangladesh. In this paper we present data regarding alkaline phosphatase and esterase polymorphisms in five native chicken breeds of Iran constituting the majority of the 34 million indigenous chicken population of the country.

MATERIALS AND METHODS

Breeds used: Blood samples were collected from five different indigenous Iranian chicken breeds: Naked neck, Dashtyary, Lary, Marandy and Common breed reared in the Poultry Breeding Department of Animal Science Research Institute. These breeds were maintained as a gene pool in this institute. Determination of the isoenzyme: Blood was taken in citrated vacuum tubes directly from the wing vein and centrifuged within half an hour after sampling at 1500 rpm for ten minutes, to separate erythrocytes and serum. Separated serum samples were kept at -20°C until electrophoresis were performed.

Phenotyping of Esterase: plasma samples were analysed by horizontal polyacrylamide gel electrophoresis according to *Gahne et al.* (1977), *Kuryl et al.* (1986). The gel consisted of two parts. The concentration of acrylamid for the first part (staging gel) was 8% and for the second part (resolution gel) was 12% with the buffer of Tris-HCl and citric acid and boric acid to adjusted for pH=9. Staining solution contained 50 mg of α -naphtyle butyrate added with 50 mg Fast blue RR salt in 0.2 M Phosphate buffer (pH=7.4). To destain the gel, it was immersed in the 5% acetic acid solution.

Phenotyping of alkaline phosphatase: Horizontal polyacrylamid gel electrophoresis was used for separation of variant in alkaline phosphatase was according to *Washburn et al.* (1980), *Tamaki and Tanabe* (1970). Preparation of gel was the same as mentioned before with 5% concentration of acrylamide gel buffer consisted of Tris-HCl , 0.188M with pH=8.8. Electrode buffer contains 8 g NaOH added to 75 g boric acid diluted up to 3 lit. distilled water pH=8.2. Staining solution was solution A (β -naphtyle sodium phosphate 0.05%) and solution B (0.097 barbital buffer with pH=9.4 containing 0.02M $MgCl_2$ with naphthanyl diazo blue B 0.05%). Barbital buffer was made by mixing 974 cm³ of 0.1 M barbital sodium salt solution with 26 cm³ of 0.1 N HCl. The plasma was incubated for 60 minutes at 37°C with the substrate (solution A) and then with solution B as an inhibitor and dye coupler. For destaining the gel it was washed with distilled water and immersed in solution of 50% ethanol.

RESULTS AND DISCUSSION

Esterase

Data on esterase in all five breeds studied are summarised in *Table 1* and *2*. As shown in the tables frequency of allele A is ranging from 0.5 to 0.19, allele B from 0.79 to 0.45 and allele C from 0.14 to 0.02 in all the breeds. Therefore the most frequent allele is B

and the rarer allele is C. In Dashtyary breed the BB genotype was the most frequent with frequency of 0.65 while CC genotype was absent among the tested animals. In the Lary breed the maximum (0.39) and the minimum (0.02) genotypic frequencies were observed for AB and CC respectively. In the Marandy breed BB genotype had the maximum frequency while CC and AC had the minimum. In Naked neck the frequency of BB and BC genotypes were 0.42 and 0.015 respectively. In the Common breed BC and CC Genotype was not observed but AA with frequency of 0.34 was the most frequent genotype.

The gene production of esterase is controlled by three co-dominant alleles in an autosomal locus (*Hashigushi et al.*, 1968; *Okada and Sasaki*, 1970; *Okada*, 1973; *Grunder*, 1968). *Table 1* showed the frequency of different alleles in esterase system in the breeds under study. Allele B is predominant among breeds except Common breed in which allele A is predominant. These data are not in agreement with the data of *Grunder* (1971), who reported the B allele is infrequent among the egg strains. However in meat type strains the frequency of B allele was high as stated by *Kuryle et al.* (1986). Our observation for C allele that had the lowest frequency among breeds is in agreement with the result of *Grunder* (1971). *Okada* (1988) reported that C allele exists in only two out of ten native breeds in Bangladesh and the most frequent allele was B and its frequency ranged from 0.5 to 0.85.

Number of AA genotype in samples of Dashtyary and Marandy breeds were only 3 and 7 respectively, while it was more frequent in the other breeds tested. The CC genotype was not found in Dashtyary and Common breeds. Genotype BB was most frequent among Naked-neck and Marandy breeds. The frequency of AB genotype was also high in these two breeds. As these breeds are rather egg type, then our data are in agreement with those published by *Grunder and Merri* (1977) who performed tests on Ottawa Meat Control Stains and their crosses.

The BC genotype in Marandy and Lary has high frequency. *Grunder et al.* (1970) and *Kuryle et al.* (1986), showed that the esterase activity was highest in the BB genotype, intermediate in AA genotype and lowest in CC genotype. In our data the genotype BB was the most frequent. It can be said that in average the activity of esterase is high among the breeds tested.

Alkaline Phosphatase

Alkaline Phosphatase sources are in bacteria, fungi, green algae, plants protozoa, invertebrates and vertebrates. Alkaline phosphates act on orthophosphoric monoester and change it to alcohol and orthophosphate (*Gennady and Mancheko*, 1994). Inheritance of alkaline phosphates isozymes determined by a single autosomal dominant gene named as A which is allelic to a recessive gene responsible for the slow type named as a by *Tamaki and Tanabe*, (1970); *Law and Munro*, (1965) and *Wilcox*, (1966). Two different alleles which are controlling the variation of alkaline phosphatase in chicken breeds tested in this study are alkaline phosphatase A and a. Genotypic and allelic frequencies are presented in *Table 3*.

Allele frequencies as well as the frequencies of heterozygote and dominant homozygote types have been estimated on the basis of the Hardy-Weinberg formulae assuming the breeds are in equilibrium for the genes controlling this enzyme. *Table 3* shows that frequencies of a allele is higher than A. In some birds also no banding has been observed except in the Dashtyary breed. The genotypic frequency of aa is relatively high in all breeds.

Table 1

Frequency of Esterase genotype in Iranian chicken breeds

Breeds(1)	n	Genotype frequency(2)					
		AA	BB	CC	AB	AC	BC
Dashtyary	49	0.061	0.653	0.000	0.245	0.020	0.020
Lary	54	0.241	0.204	0.019	0.389	0.037	0.111
Marandy	62	0.113	0.323	0.032	0.306	0.032	0.194
Naked-neck	66	0.167	0.424	0.030	0.318	0.045	0.015
Common breed	67	0.343	0.328	0.000	0.269	0.060	0.000

1. táblázat: Iráni csirke fajták észteráz genotípusos frekvenciái

Fajták(1), Genotípusos frekvencia(2)

Table 2

Frequency of Esterase alleles in different breeds

Breeds(1)	n	Gene frequency(2)		
		A	B	C
Dashtyary	49	0.194	0.786	0.020
Lary	54	0.450	0.450	0.093
Marandy	62	0.282	0.573	0.145
Naked-neck	66	0.348	0.591	0.061
Common breed	67	0.507	0.463	0.030

2. táblázat: Az észteráz allélek frekvenciái különböző fajtákban

Fajták(1), Génfrekvencia(2)

Table 3

Genotype and gene frequencies of Alkaline Phosphates system in Iranian native breeds

Breeds(1)	n	Genotype frequency(2)			Gene frequency(3)	
		AA	aa	no band	A	a
Dashtyary	49	0.429	0.571	0.000	0.244	0.755
Lary	54	0.315	0.648	0.037	0.176	0.823
Marandy	62	0.387	0.597	0.016	0.227	0.772
Naked-neck	66	0.333	0.621	0.045	0.211	0.788
Common breed	77	0.481	0.519	0.000	0.279	0.720

Genotypic and gene frequencies were estimated on the basis of Hardy-Weinberg formula. (A genotípusos és génfrekvenciákat a Hardy-Weinberg képlet alapján számolták.)

3. táblázat: Az alkalikus foszfatáz rendszer genotípusos és génfrekvenciái az iráni fajtákban

Fajták(1), Genotípusos frekvencia(2) Génfrekvencia(3)

From the *Table 3* it can be seen that gene frequency for A allele is less than a allele among all the breeds. Allele A is ranging from 0.176 in Lary to 0.279 in Common breed. These ranges are similar to those reported by *Wilcox* (1966), who reported that the low frequency for A allele 0.3 for random bred control line of White Leghorn which was developed in Cornell University and, *Okada et al.* (1988) reported 0.072 to 0.225 for A allele in indigenous breeds of Bangladesh, but is not in agreement with observation of *Tamaki and Tanabe* (1970) according to whom allele frequency for A allele was 0.64 and for a allele is 0.36 for White Plymouth Rocks maintained at the National Institute of Animal Industry of Japan *Wilcox* (1966) found some birds in White Leghorns with no electrophoretic band. We also found some birds that showed no electrophoretic band.

Genotypic frequency of aa was ranging from 0.519 in Common breed to 0.648 in Lary to 0.52 in Common breed. The mean frequency was in agreement with the result of *Tamaki and Tanabe* (1970) who reported the frequency of 49.3 for aa genotype in White Plymouth Rock. Heterozygosity indexes based on alkaline phosphatase and esterase are shown in *Table 4*. This index for esterase locus is ranging from 0.579 in Lary to 0.344 in Dashtyary and for alkaline phosphatase 0.599 in Common breed to 0.480 in the Lary breed.

Table 4

Heterozygosity index and the probability of distinguishing one individual from the other (PD)

Breeds(3)	Heterozygosity index(1)		PD(2)	
	ESTERASE(4)	ALKALINE PHOSPHATASE(5)	ESTERASE	ALKALINE PHOSPHATASE
Dashtyary	0.3446	0.4898	0.5256	0.6197
Lary	0.5797	0.4808	0.7315	0.6472
Marandy	0.5714	0.4940	0.7469	0.6373
Naked-neck	0.5257	0.5030	0.6867	0.6672
Common breed	0.5275	0.5992	0.6656	0.6246

4. táblázat: Az egyed megkülönböztetésének (PD) heterozigotitás indexe és valószínűsége

Heterozigotitás index(1), Valószínűség(2), Fajták(3), Észteráz(4), Alkali foszfatáz(5)

The accuracy of distinguishing chickens of one breed from the other taking random samples is low for alkaline phosphatase and esterase (ranging from 0.7469 to 0.5256 in Esterase loci and 0.6672 to 0.6197 for alkaline phosphatase) respectively. For a more accurate separation additional polymorphic loci are needed to be typed.

REFERENCES

Gahne, B., Juneja, R.K., Grolmus, J. (1977). Horizontal polyacrylamide gradient gel electrophoresis for the simultaneous phenotyping of transferrin, post-transferrin, albumin and post-albumin in the blood plasma of cattle, *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 8. 127-137.

- Gennady, Mancheko, (1994). Handbook of detection of enzymes on electrophoretic gels, CRC press.
- Grunder, A.A. (1968). Inheritance of electrophoretic variants of serum esterase in domestic fowl. Can. J. Genet. Cytol., 10. 961-967.
- Grunder, A.A., Merritt, E.S. (1977). Esterase genotypes and performance traits in meat-type chickens. Can. J. Genet. Cytol., 19. 645-650.
- Grunder, A.A. (1971). A third allele of serum esterases in domestic fowl and the strain distribution of six phenotypes. Animal Blood groups and Biochemical Genetics, 2. 189-194.
- Grunder, A.A., Merritt, E.S., Kristjansson, F.K. (1970). Predictability of age to first egg from serum esterase activity level. Poultry Sci., 49. 769-774.
- Hashiguchi, T.M., Shihara, K., Maeda, Y., Taketomi Manjiro (1968). Genetic control of Erythrocyte Esterase isoenzyme (Es-8) in the chicken. Rep. Soc. Res. Native Livestock, 166-170.
- Kuryl, J., Juneja, R.K., Gahne, B. (1986). A fourth allele in the plasma esterase-1 (ES-1) system of the domestic fowl. Prace. Materialy Zootechniczne, 17. 89-94.
- Law, G.R.J., Munro, S.S. (1965). Inheritance of two Alkaline Phosphatase Variants in Fowl Plasma. Science, 149. 1518.
- Okada, I., Yoshizana Maeda, Tsutomu Hashigushi M.A. Hasnath M.O., Faruque, Majid M.A. (1988). Gene constitution of indigenous chickens in Bangladesh. Jap. Poultry Science, 1. 15-26.
- Okada, I., Shigeru, S. (1970). Genetic control of liver esterase forms in chickens. Animal Blood groups and Biochemical Genetics, 1. 181-188.
- Okada, I. (1973). An additional locus controlling liver esterases of chickens. Animal Blood groups and Biochemical Genetics, 4. 115-118.
- Tamaki, Y., Tanabe, Y. (1970). Genetic control of multiple molecular form of the Alkaline Phosphatase in chicken plasma. J. Genetics, 45. 798-804.
- Washburn, K.W., Madea, Y., Lanza, G.M. (1980). Protein polymorphism a random bred chicken population. Animal Blood groups and Biochemical Genetics, 11. 261-269.
- Wilcox, F.H. (1966). A recursively inherited electrophoretic variant of Alkaline Phosphatase in chicken serum. Genetics, 53. 799-805.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Saeid Esmailkhanian

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute
P.O.Box 31585-1483 Karaj, Iran



Genetic polymorphisms in Iranian native poultry breeds Part III. Albumin and transferrin polymorphisms

S. Esmaeilkhanian, S.A. Mirhady, R. Osfori, P. ¹Horn

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute, Karaj, P.O.Box 31585-1483 Iran

¹University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

ABSTRACT

Albumin and transferrin polymorphisms were studied in five Iranian native chicken breeds maintained in genetic reserve Dashtyary, Lary, Marandy, Naked neck and Common breed. The frequency of albumin allele A is very low or non-existent in the breeds ranging from 0.000 to 0.031, B allele is very frequent ranging 0.917 to 0.960 and the frequency of C allele ranges between 0.020 to 0.016. The frequencies of transferrin allele A vary between breeds from 0.016 to 0.075, B has a frequency range of 0.355 to 0.523 and C allele is characterised by frequencies from 0.522 to 0.629. The heterozygosity index for transferrin regarding all breeds lies within the range of 0.478 to 0.559 and for albumin 0.077 to 0.155. The accuracy to distinguish individual chickens taking random samples is very low for albumin $PD < 0.27$ in all breeds the accuracy is higher for transferrin $PD < 0.71$.

(Keywords: albumin, transferrin, genetic polymorphism, native chicken)

ÖSSZEFOGLALÁS

Irán helyi baromfi fajtáinak genetikai polimorfizmusa

III. rész: Albumin és transzferrin polimorfizmus

Esmaeilkhanian, S., Mirhady, S.A., Osfori, R., ¹Horn P.

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute, Karaj, P.O.Box 31585-1483 Iran

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

Az albumin és transzferrin polimorfizmusát vizsgálták a következő 5 iráni helyi tyúk fajtában, melyet genetikai tartalékként tenyésztettek: kopasznakú, Dashtyary, Lary, Marandy és parlagi. Az albumin A frekvenciája rendkívül alacsony vagy az allél egyáltalán nincs is jelen a vizsgált állományokban (0.000-0.031), a B allél nagyon gyakori (0.917-0.960), a C frekvenciája pedig 0.020-0.016 között van. A transzferrin A allél frekvenciája 0.016-0.075, a B-é 0.355-0.523, míg a C-é 0.522-0.629 a vizsgált fajtákban. A transzferrin heterozigotizációs indexe az értékelt fajtákra vonatkoztatva 0.478-0.559, az albuminé pedig 0.077-0.155 között változott. A véletlenszerűen kiválasztott mintákban a csirkék megkülönböztethetőségének pontossága az albumin esetében rendkívül alacsony ($PD < 0.27$), míg a transzferrinnél jóval magasabb ($PD < 0.71$).

(Kulcsszavak: albumin, transzferrin, genetikai polimorfizmus, helyi tyúkfajták)

INTRODUCTION

With the development of techniques for the characterisation of individual, populations, breeds and strains become applicable there arose the necessity to screen also native breeds of great economic importance. Polymorphism of the largest protein fraction in plasma of chicken is controlled by at least five autosomal codominant alleles (*Crawford, 1990; Hashigushi et al., 1981*). Albumin plays a major role in osmotic regulation and serves a transport function for fatty acids, trace elements, drugs and calcium, (*Stryer, 1995*). Iron is transported in the plasma by transferrin, a protein that binds two ferric ions, and stored in tissue molecules of ferritin (*Stryer, 1995*). Inheritance of serum transferrin are controlled by a single autosomal locus with three co-dominant alleles, (*Ogden et al., 1962; Crawford, 1990*).

MATERIALS AND METHODS

Breeds

Blood samples were collected from five different indigenous Iranian chicken breeds Naked neck, Dashtyary, Lary, Marandy and Common breed reared in the Poultry Breeding department of Animal Science Research Institute of Iran. These breeds were maintained as a gene pool in this institute. Blood was taken in citrated vacuum tubes directly from wing vein and centrifuged within half an hour after sampling at 1500 rpm for ten minutes, to separate erythrocytes and serum. Separated serum samples were kept at -20°C until electrophoresis were performed.

Phenotyping of albumin

Horizontal starch gel electrophoresis was used for phenotyping the albumin in the serum samples of Iranian chicken breeds. For preparation of the gel buffer 52 cm³ Stock solution A (10.5 g Citric acid diluted up to 1000 cm³ distilled water) were added to 36 cm³ stock solution B (230 g Tris-HCl diluted up to 1 lit distilled water). 180 cm³ of the mentioned buffer were used with 20 g hydrolysed starch for gel preparation. Electrode buffer consist of 10.5 g citric acid added to 92.75 g boric acid and 20 g NaOH, pH=8.65. For the staining of the gel after electrophoreses it cut along its thickness by the help of fine nylon wire and the upper layer removed and lower part immersed in protein staining dye such as amino black and then placed in 8% acetic acid and 40% methanol and 52% distilled water for destaining and fixation of the protein.

Phenotyping of transferrin

Horizontal polyacrilamid gel electrophoresis was used for phenotyping the transferrin in the serum samples. Gel was prepared as proposed by *Gahne et al. (1977)*. The working table is as follows (*Table 1*).

TEMED has been added in to the stock solutions B1 and B2 in the amount of 30 µl per 10 ml of the buffers. Two gel buffers used were B1 and B2. The first buffer prepared with tris-HCl 0.75M and H₂SO₄ 0.54M adjusted for pH=7.78. The second buffer, B2 which used for stacking gel consist of Tris-HCl 105M with H₂SO₄ 0.54M adjusted for pH=8.98. Electrode buffer contains 40 g Tris-HCl 0.2M and 20 g NaOH 0.1N adjusted for pH=9.3.

Table 1**Working table of polyacrylamide gel preparation**

No.	Acrylamide %(1)	A sol. ml	B ₁ sol. ml	B ₂ sol. ml	Distilled water ml(2)	C sol. ml	Gel height (cm)(3)
1	11.11	12.5	10	-	4	9.5	14
2	4	1.5	-	3	4.5	4	4
3	8	2	-	2	2	2	2

1. táblázat: A poliakrilamid gél előállítás munkamenete

Akrlamid(1), Desztillált víz(2), A gél hossza(3)

Staining procedures were performed when electrophoresis was completed after the albumin zone reached to 2-3 cm in the resolution gel. The gel was placed in solution containing 2 g of Commassie brilliant blue for 30 minutes. Then the gel was immersed in solution containing 20% methanol, 7% acetic acid for destaining and fixation of the proteins.

RESULTS AND DISCUSSION

Albumin

Three alleles namely A, B and C have been found during phenotyping of the samples. *Table 2 and 3* show genotypic and allelic frequencies of albumin in different breeds. Six genotypes were found from the combination of three alleles in this system. As it can be seen from the *Table 3* that allele A has lowest frequency, allele B is the most frequent allele and allele C is being intermediate in all breeds except in Dashtyary which C allele is relatively more frequent than allele A. In Naked neck and Common breed the frequencies of A allele is nil. BB genotype has highest frequency in Dashtyary breed while AA, AB and BC were relatively rare and the frequencies of CC and AC are nil. In Lary and Marandy breed, AA, CC and AC genotypes were absent but BB genotype showed the highest frequency. Genotypes AA and CC were absent also in Naked neck and Common breeds. Where genotypes AB and AC had not been found in these two breeds. BB genotype is the most frequent and BC has the lowest frequency.

Most of the birds were homozygote for BB genotype followed by BC and AB heterozygote. These result is in agreement with those published by *Okada et al.* (1988) screening native populations in Bangladesh. It is of interest to note that similar results were found in Leghorns, Rhode Island and Sussex strains by *Mc Indoe* and *Ogden et al.* in 1962.

Transferrin

In transferrin system three alleles have been observed. Allelic and genotypic frequencies of different transferrin variants in serum sample of Iranian indigenous chicken breeds are presented in *Tables 4 and 5*. The allele C is the most frequent allele which is followed by B and A allele respectively in different breeds. Genotypic frequencies of AA, BB and AC in Dashtyary and Lary are nil, while BC genotype has the highest frequency, but the genotypes CC and AB have smaller frequencies respectively after BB.

In Marandy and Naked neck genotypes AA and BB are absent. The frequency of BC is high in Marandy, in which the frequencies of CC, AB and AC are very small. In Naked neck the frequencies of CC, AC and AB genotypes are low. In Common breed AA genotype has not been observed in this study, but BC has been observed with highest frequency. CC, AC, AB and BB genotypes have been observed with small frequencies in the serum samples of this breed.

The AA and BB genotypes were absent in all breeds except in Common breed that BB genotype was observed in 4 birds. The most frequent genotype was BC followed by CC, AB and AC respectively. Data show that the most frequent allele was C among all breeds and A allele had lowest frequency. These results were not in agreement with the results of *Okada et al.* (1988), who reported that the most frequent allele in their study was B. He also stated that B allele was ranging from 0.85 to 0.5 in native chicken in Bangladesh. *Stratil* (1968) and *Ogden et al.* (1962) stated the frequency of B allele was highest in strains under their study (in *Stratil* study the strain was Light Sussex, White Cornish, White Leghorn, Partridge Leghorn and some of their crosses and *Ogden et al* screened the strains of White and Black Leghorns and also Rhode Island Red and Light Sussex).

Table 2

Genotype frequency in Albumin system

Breeds(1)	n	Genotype frequency(2)					
		AA	AB	BB	BC	CC	AC
Dashtyary	49	0.020	0.020	0.920	0.040	0.000	0.000
Lary	54	0.000	0.040	0.830	0.130	0.000	0.000
Marandy	62	0.000	0.020	0.920	0.060	0.000	0.000
Naked-neck	66	0.000	0.000	0.850	0.150	0.000	0.000
Common breed	67	0.000	0.000	0.090	0.100	0.000	0.000

2. táblázat: Az albumin rendszer genotípusos frekvenciái

Fajták(1), Genotípusos frekvencia(2)

Table 3

Frequency of Albumin alleles in different breeds

Breeds(1)	n	Gene frequency(2)		
		A	B	C
Dashtyary	49	0.031	0.949	0.020
Lary	54	0.019	0.917	0.065
Marandy	62	0.008	0.960	0.032
Naked-neck	66	0.000	0.924	0.076
Common breed	67	0.000	0.948	0.052

3. táblázat: A különböző fajták albumin alléljeinek frekvenciái

Fajták(1), Genotípusos frekvencia(2)

Table 4**Frequency of genotypes of the Transferrin system**

Breeds(1)	n	Genotype frequency(2)					
		AA	AB	BB	BC	CC	AC
Dashtyary	49	0.000	0.060	0.000	0.820	0.120	0.000
Lary	54	0.000	0.040	0.000	0.780	0.190	0.000
Marandy	62	0.000	0.020	0.000	0.690	0.270	0.020
Naked-neck	66	0.000	0.030	0.000	0.830	0.080	0.060
Common breed	67	0.000	0.060	0.030	0.690	0.130	0.090

4. táblázat: A transferrin rendszer genotípusos frekvenciái

Fajták(1), Genotípusos frekvencia(2)

Table 5**Frequency of Transferrin alleles in different breeds**

Breeds(1)	n	Gene frequency(2)		
		A	B	C
Dashtyary	49	0.031	0.439	0.531
Lary	54	0.019	0.407	0.574
Marandy	62	0.016	0.355	0.629
Naked-neck	66	0.045	0.432	0.523
Common breed	67	0.075	0.523	0.522

5. táblázat: A különböző fajták transferrin alléljeinek frekvenciái

Fajták(1), Genotípusos frekvencia(2)

Table 6**Heterozygosity index and the probability of distinguishing one individual from the other (PD)**

Breeds(3)	Heterozygosity index(1)		PD(2)	
	Albumin	Transferrin	Albumin	Transferrin
Dashtyary	0.095	0.525	0.184	0.665
Lary	0.155	0.504	0.278	0.644
Marandy	0.077	0.478	0.147	0.627
Naked-neck	0.150	0.538	0.250	0.683
Common breed	0.099	0.559	0.183	0.712

4. táblázat: Az egyed megkülönböztetésének (PD) heterozigotitás indexe és valószínűsége

Heterozigotitás index(1), Valószínűség(2), Fajták(3)

Heterozygosity index *Table 6* shows that in albumin system compare to transferrin the heterozygosity is much lower and it is ranging from 0.077 for Marandy to 0.155 in Lary. Transferrin system has more heterozygosity, ranging from 0.559 to 0.478. It shows that more or less in all breeds there is almost the same heterozygosity.

The accuracy of distinguishing chickens of one breed from other taking random samples is low for albumin and transferrin (ranging from 0.278 in Lary breed to 0.147 in Marandy breed and in transferrin it is ranging from 0.712 in the Common breed to 0.627 in Marandy breed) respectively. For a more accurate separation additional polymorphic loci are needed to be typed.

REFERENCES

- Crawford, R.D. (1990). Poultry breeding and genetics. Elsevier.
- Gahne, B., Juneja, R.K., Grolmus, J. (1977). Horizontal polyacrylamide gradient gel electrophoresis for the simultaneous phenotyping of transferrin, post-transferrin, albumin and post-albumin in the blood plasma of cattle. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 8. 127-137.
- Hashiguchi, T.M., Tsuney, O.T., Nishida, H. (1981). Higashiawatoko and Hiraoka, phylogenetic relationships determined by the blood protein types of fowls. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 52. 713-729.
- McIndoe, W.M. (1962). Occurrence of two plasma albumins in the domestic fowl. *Nature*, 195. 353-354.
- Ogden, A.L., Morton, Gilmour, D.G., McDermid, E.M. (1962). Inheritance variants in the transferrins and conalbumins of the chickens. *Nature*, 195. 1026-1028.
- Okada, I., Yoshizana, M., Tsutomu, H.M.A., Hasnath, M.O., Faruque, Majid, M.A. (1988). Gene constitution of indigenous chickens in Bangladesh. *Jap. Poultry Science*, 1. 15-26.
- Stratil, A. (1968). Transferrin and albumin loci in chickens. *Gallus Gallus L., Comp. Biochem. Physiol.*, 24. 113-121.
- Stryer, L. (1995). *Biochemistry*. Freeman W.H. and Company, New York, 734-739.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Saeid Esmaeilkhanian

Ministry of Jahade Sazandegi, Animal Science Research Institute
P.O.Box 31585-1483 Karaj, Iran



The effect of different levels of Acorn seeds (*Quercus branti*) on laying hens performance in first phase of egg production

A. ¹Saffarzadeh, L. ²Vincze, J. ³Csapó

¹Natural Resources & Animal Husbandry Research Center of Khoozestan, Ahwaz, P.O.Box 613 35- 3341 Iran

²University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agricultural Sciences Keszthely H-8361 Deák F. u.16.

³University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

ABSTRACT

The experiment was conducted over 12 weeks period with one hundred and sixty 24 weeks old white leghorn hens. Diets containing 0, 10, 20 and 30% acorn seeds of Quercus branti were given to caged laying hens in first phase of egg production (weeks 24-36). Egg weight, feed intake, mortality rate and body weight were not significantly affected by the treatments, but egg production rate, egg number, egg mass by $P<0.01$ and feed efficiency with $P<0.05$ were affected by the experimental diets. It could be concluded that treatment containing 30% acorn seeds significantly reduced egg production rate, egg number, egg mass, and feed efficiency in first phase of egg production (weeks 24-36). Acorn seeds could be used in the diet of laying hens in place of corn up to 20% with no serious adverse effects on performance.

(Keywords: laying hens, acorn seeds, *Quercus branti*, egg production rate, feed efficiency)

ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző mennyiségű makk (*Quercus branti*) hatása a tojótyúkok termelésére a tojástermelés első szakaszában

¹Saffarzadeh, A., ²Vincze L., ³Csapó J.

¹Natural Resources & Animal Husbandry Research Center of Khoozestan, Ahwaz, P.O.Box 613 35- 3341 Iran

²Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, 8361 Deák F. u. 16.

³Kaposvári Egyetem, Állattenyésztési Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

A kísérleteket 12 héten keresztül, 160, 24 hetes fehér leghorn tojótyúkkal végezték. A takarmány a Quercus branti fajtájú makkból 0, 10, 20 ill. 30%-ot tartalmazott ketrechen tartott tojótyúkoknál, a tojástermelés első fázisában (24-36. hét között). A tojás súlyát, a takarmány felvételt, az elhullási arányt és a testtömeget nem befolyásolta szignifikánsan a makk részaránya, ezzel szemben a tojástermelési arányra, a tojások számára, tömegére $P<0,01$, a takarmányértékesítésre pedig $P<0,05$ szinten volt hatással a kísérleti takarmányok fogyasztása. A 30% maktartalmú takarmány szignifikánsan csökkentette a tojástermelési arányt, a tojások számát, tömegét és a takarmányértékesítést a tojástermelés első szakaszában (24-36. hét). A makkot 20%-os arányig alkalmazni lehet tojótyúkok takarmányában minden káros következmény nélkül.

(Kulcsszavak: tojótyúkok, makk, *Quercus branti*, tojástermelési arány takarmányértékesítés)

INTRODUCTION

Feed is the major item of cost in the production of poultry meat and eggs, and energy sources have the highest ratio, in poultry diets. The highest energy sources for poultry nutrition is cereal grains, which is in competition with human food. Finding new energy sources, which are not in competition with human food, is very important. Acorn, which is the fruit of oak trees and provides from the forest, is new and nonconventional energy source. Acorn contains considerable amounts of tannin and other anti-nutritional substances. Rations with above 25% acorn meal produced eggs with coloured yolks and low hatchability (Deboer *et al.*, 1988). Kaushal *et al.* (1971) reported that incorporation of oak kernels at 5 percent level didn't affect the growth rate of chicks during 10-59 days of age. Cicogena *et al.* (1972) reported the result of a trial on the possibility of substituting maize by rice germ meal, acorns and denatured sugar, in diets for broilers. Satisfactory technical and economic results have been obtained only with the 1/3 substitution of maize. The total substitution of maize by the mentioned mixture produced broilers meat with better taste, but provided worse results for all other performance (growth rate, feed conversion, dressing percentage and feeding cost). The aim of this study is to investigate effects of substituting corn with acorn on laying hens performance and egg quality characteristics.

MATERIALS AND METHODS

Birds, housing and experimental design

One hundred and sixty 24 weeks old white leghorn hens were housed in cages located in two open-sided sheds, in double deck stair step cages. The dimension of each cage was 40 cm length, 37 cm width and 44 cm height, and two birds were placed to each cage. The experiment was conducted in the experimental henhouse of animal science research station of Dezful in Khoozestan province in the Iran.

Twelve weeks old pullets all of the same breeder flock from a commercial leghorn breeder stock was provided and raised on deep litter floor until 18 weeks old. The length of lightening during rearing of pullet was 10 hours with 14 hours dark pauses. At 18th week of age the pullets were transferred to cages and were fed with immature leghorn-type chickens diets from 18 weeks old to first egg. The composition of pullet diet was formulated according the requirements (N.R.C. 1994), and is shown in *Table 1*.

The 24 weeks old laying hen were weighed and assigned to cages according to a randomized complete block design with four treatments and four replication in four independent separate blocks. Forty birds were randomly assigned to each treatment, and 10 laying hens were placed per replication or experimental unit, which include 5 cages and 2 laying hen were located in a cage.

The experiment was carried out over 12 weeks period, between 24 and 36 weeks of laying hens age, during first phase of egg production. The hens had access to feed and water adlibitum, and provided 17 hours lightening per day and 7 hours dark pauses. During the experimental period, the temperature of the henhouse was fluctuated between 16-24°C.

Diets

The composition of the experimental layer diet is shown in *Table 2*, and composition of premix is shown in *Table 3*. The control diet (TO) without acorn seeds, was based on

corn, soybean meal (44% protein) and fish meal (60% protein) as the principal sources of energy and protein, respectively. The experimental diets are following:

- *Treatment-0 (T0)*: as control treatment diet based on corn, extracted soybean meal, fish meal and other supplement (basal diet).
- *Treatment-1 (T1)*: The ingredients used for (T0)+10% acorn seeds.
- *Treatment-2 (T2)*: The ingredients used for (T0)+20% acorn seeds.
- *Treatment-3 (T3)*: The ingredients used for (T0)+30% acorn seeds.

Table 1

Composition of pullet diets in different ages

Ingredients & Composition (1)	12–18 week(2)	18 week to first egg (3)
Corn(4)	60	70
Soybean meal(5)	14	20
Fish meal(6)	3	4
Barley(7)	20	-
Oyster shell (8)	1.50	4.60
Dicalcium phosphate(9)	0.65	0.55
Salt(10)	0.35	0.35
Premix *	0.50	0.50
Calculated composition(11)		
MEN (Mj/kg)	12.27	12.15
Crude protein(12)	15.20	17.15
Ether extract(13)	3.03	3.20
Crude fiber(14)	3.42	2.97
Calcium(15)	0.80	2
Phosphorus(16)	0.30	0.33
Lysine(17)	0.74	0.90
Methionine(18)	0.28	0.31
Met+Cys(19)	0.54	0.59
Linoleic acid(20)	1.55	1.63

*The composition of Premix is shown in Table 3. (A premix összetétele a 3. táblázatban látható.)

1. táblázat: Különböző korú tojótyúk takarmányának összetétele

Összetétel, alkotórész(1), Hetek(2), 18 héttől az első tojásig(3), Kukorica(4), Szójaliszt(5), Halliszt(6), Árpa(7), Kagylóhéj(8), Kalcium-hidrogén-foszfát(9), Sól(10), Kalkulált összetétel(11), Nyers fehérje(12), Nyers zsír(13), Nyers rost(14), Kalcium(15), Foszfor(16), Lizin(17), Metionin(18), Metionin+cisztin(19), Linolsav(20)

Table 2

Composition of layer diets containing acorn seeds

Ingredients & Composition(1)	T0 Control diet(2)	T1 Acorn 10%(3)	T2 Acorn 20%(4)	T3 Acorn 30%(5)
Corn(6)	72	61	50	38.80
Soybean meal(7)	12.40	13.70	15	16.3
Fish meal(8)	4	4	4	4
Acorn(9)	-	10	20	30
Oyster shell (10)	6	4	3	3
Dicalcium phosphate(11)	0.20	0.20	0.20	0.20
Limestone(12)	5	6.30	7	7
Methionine(13)	0.06	0.08	0.10	0.12
Salt(14)	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix *	0.50	0.50	0.50	0.50
Calculated composition(15)				
MEN (MJ/kg)	11.75	11.75	11.75	11.75
Crude protein (16)	14.50	14.50	14.50	14.50
Ether extract(17)	3.21	3.57	3.94	4.29
Crude fiber(18)	2.46	2.50	2.70	2.80
Calcium(19)	3.16	3.16	3.18	3.19
Phosphorus(20)	0.24	0.24	0.24	0.24
Lysine(21)	0.70	0.72	0.75	0.77
Methionine(22)	0.32	0.33	0.34	0.35
Met+Cys(23)	0.56	0.56	0.56	0.56
Linoleic acid(24)	1.60	1.55	1.47	1.38

*The composition of premix is shown in Table 3. (A premix összetétele a 3. táblázatban látható.)

2. táblázat: A tojótyúk makktartalmú takarmányának összetétele

Összetétel, alkotórész(1), Kontroll diéta(2), 10% makktartalmú(3), 20% makktartalmú(4), 30% makktartalmú(5), Kukorica(6), Szójaliszt(7), Halliszt(8), Makk(9), Kágylóhéj(10), Kalcium-hidrogén-foszfát(11), Mész(12), Metionin(13), Só(14), Számított összetétel(15), Nyers fehérje(16), Nyers zsír(17), Nyers rost(18), Kalcium(19), Foszfor(20), Lizin(21), Metionin(22), Metionin+cisztin(23), Linolsav(24)

This acorn seeds was picked up from *Quercus branti* species which is famed Iranian oak or Zagrossian oak, and grow on Zgros mountain chains of Iran, in a area about 4 million hectares (Sabeti, 1994). In the all experimental diets containing acorn seeds was substituted with corn. The experimental diet were formulated according leghorn-type chicken requirements was noted in Nutrient Requirements of Poultry (N.R.C, 1994), and all diets were isocaloric and isonitrogenic.

The calculated nitrogen corrected apparent metabolisable energy (AMEn) content of the diets was 11.75 MJ/kg and crude protein was 145 g/kg. The ratio of energy to protein was 193.33 and the other nutrients content of the diets were balanced by this ratio. The experimental diets were ground and mixed weekly by a special miller and

mixer in the Animal Science Research Station of Dezful. Feed intake and remaining in feeder of each experimental unit were weighed weekly for determination feed consumption during week, every phases and finally whole period of experiment.

Table 3

Composition of vitamins and minerals premix *

Vitamin & Mineral(1)	Supplement(2)		Layer supplement(3)		Breeder supplement(4)	
Vitamin A	11000000	IU	10000000	IU	12000000	IU
Vitamin D ₃	1800000	IU	2500000	IU	2200000	IU
Vitamin E	18000	IU	10000	IU	25000	IU
Vitamin K ₃	2500	mg	2200	mg	3000	mg
Vitamin B ₁	1500	mg	1000	mg	2000	mg
Vitamin B ₂	6000	mg	4000	mg	6000	mg
Niacin	30000	mg	20000	mg	30000	mg
Vitamin B ₃	12000	mg	8000	mg	14000	mg
Vitamin B ₆	1500	mg	2000	mg	2000	mg
Vitamin B ₉	1000	mg	560	mg	800	mg
Vitamin B ₁₂	16	mg	15	mg	14	mg
Vitamin H ₂ (Biotin)	100	mg	150	mg	100	mg
Choline chloride	550000	mg	400000	mg	500000	mg
Antioxidant	10000	mg	10000	mg	10000	mg
Iron (Fe)	50000	mg	50000	mg	40000	mg
Zinc (Zn)	65000	mg	60000	mg	60000	mg
Selenium (Se)	200	mg	100	mg	100	mg
Cobalt (Co)	100	mg	100	mg	100	mg
Copper (Cu)	5000	mg	5000	mg	5000	mg
Manganese (Mn)	100000	mg	80000	mg	100000	mg
Iodine (I)	1000	mg	1000	mg	1000	mg

*Each 5 kg of premix containing Vitamins and Minerals is shown in table and is used per 1ton ration. (A táblázatban látható összetételű premixből 5 kg-t kevertek 1 t takarmányhoz.)

3. táblázat: A vitamin és az ásványi premix összetétele

Vitamin és ásványi anyag kiegészítés(1), Kiegészítő(2), Tojókiegészítő(3), Tenyészkiegészítő(4)

Measurement and analyses

Egg production in each replicate group was recorded daily and the feed consumption was measured at 7 day intervals. All eggs were collected from each 16 replicate groups once a week intervals were weighed, and the average egg weight, weighted for the total number of eggs laid in each replicated group during one week and summarized in a phase for treatment. Egg number was recorded daily for each replicate groups and summarized in a phases per hen. Individual body weights were recorded at the start and end of this phase and was summarized at the end of each phases per replication and treatments. Feed consumption was recorded weekly for each replicate groups and summarized per hen per day.

Egg production percentage or rate of laying was calculated by dividing sum of egg number to sum hen day. Egg mass per hen per day (g) was calculated by multiplying mean egg weight (g) and egg production rate. Feed efficiency was calculated by dividing feed intake per hen per day in gram to egg mass per hen per day in gram. Mortality rate was recorded daily of

dead hen and summarized for first phase of egg production. All data for different parameters were recorded daily, weekly and summarized for first phase of egg production.

Statistical analysis

The data was subjected to analysis of variance (Steel et al., 1980), and treatment means were compared by Duncan's multiple range test (Duncan, 1955). A statistical analysis of experimental results was made by the STATGRAPHICS (Statistical Graphics System), Version 5 and also Excel version 5 softwares.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The performance data between 24 and 36 week of age (first phase of egg production) is presented in Table 4. Rate of egg production significantly influenced by dietary treatments. Treatments (T0-T3), (T1-T3) had significant differences by $P<0.01$ and treatments (T2) by $P<0.05$.

Table 4

Effect of dietary levels of acorn seeds on the laying performance between 24 and 36 weeks of age

Treats (1)	Rations contain acorn(2)%	Egg laying rate(3)%	Egg number 84 days(4) $\pm$ SD	Egg weight (g)(5) $\pm$ SD	Egg mass (g)/h/d (6) $\pm$ SD	Feed intake (g)/h/d(7) $\pm$ SD	F.C.E. (g)/feed(g)(8) $\pm$ SD	Mortality rate%(9) $\pm$ SD	Body weight (kg) week 36(10) $\pm$ SD
T0	—	85.63 e $\pm$ 1	71.72 a $\pm$ 0.94	57.26 $\pm$ 0.53	49.10 e $\pm$ 0.45	110.62 $\pm$ 2.80	2.27 a $\pm$ 0.06	12.5 $\pm$ 4.79	1.64 $\pm$ 0.08
T1	10	86.58 e $\pm$ 1.49	72.63ae $\pm$ 1.28	57.58 $\pm$ 0.18	49.89 e $\pm$ 0.92	110.82 $\pm$ 1.08	2.23 a $\pm$ 0.06	7.5 $\pm$ 2.5	1.54 $\pm$ 0.06
T2	20	84.51 a $\pm$ 1.38	70.82 a $\pm$ 1.25	57.50 $\pm$ 0.49	48.65 e $\pm$ 0.78	112.36 $\pm$ 2.89	2.32 $\pm$ 0.04	7.5 $\pm$ 4.79	1.60 $\pm$ 0.04
T3	30	77.22bf $\pm$ 2.02	64.79bf $\pm$ 1.66	56.91 $\pm$ 0.42	43.98 f $\pm$ 1.20	108.57 $\pm$ 2.65	2.50 b $\pm$ 0.09	15 $\pm$ 6.46	1.49 $\pm$ 0.10
Mean $\pm$ SD	—	83.48 $\pm$ 0.76	70 $\pm$ 0.66	57.31 $\pm$ 0.21	47.90 $\pm$ 0.44	110.59 $\pm$ 1.23	2.33 $\pm$ 0.03	10.63 $\pm$ 2.42	1.57 $\pm$ 0.04
S.L	—	**	**	NS	**	NS	*	NS	NS

F.C.E.: Feed conversion efficiency; T: Treatment; SD: Standard deviation; SL: significant level; NS: not significant; SL: $*$ = $P<0.05$, $**$ = $P<0.1$. (F.C.E.: takarmány átalakítás hatékonysága, T: kezelés, SD: szórás, SL: szignifikancia szint, NS: nem szignifikáns); Significant differences between the data being in the same column: $P<0.05$: a-b; c-d. $P<0.01$: e-f. (Szignifikáns különbségek az ugyanazon oszlopba lévő adatok között.)

4. táblázat: A takarmány makktartalmának hatása tojótyúkuk teljesítményére 24 és 36 hetes életkor között

Kezelések(1), Makktartalom aránya(2), Tojás termelési arány(3), 84 nap alatti tojások száma(4), Tojások súlya(5), Tojásmassza tömege(6), Takarmány átalakítás hatékonysága(7), Takarmánybevitel(8), Elhullási arány (9), 36. hetes testtömeg(10)

Number of eggs per hen in 84 days was affected by dietary treatments. Treatments (T1-T3) by $P < 0.01$ and treatments (T0-T3), (T2-T3) with $P < 0.05$ were significantly affected by dietary treatments. Feed intake per hen per day, mean egg weight, mortality rate and body weight were not significantly $P > 0.05$ affected by the dietary treatments.

Egg mass per hen per day had significant differences by $P < 0.01$ between treatment (T0-T3), (T1-T3), (T2-T3). Feed [(g) feed intake/(g) egg mass], was shown significant differences by $P < 0.05$ between treatments (T0-T3) and (T1-T3). In the all cases rate of egg production, number of eggs per hen in 84 days, egg mass per hen per day and feed efficiency was significantly affected by the dietary treatments. Especially treatment-3 (T3) containing 30% acorn was shown the worse results. These result could be due to high level (30%) of acorn and because tannin content of acorn (4.7%) in treatment-3 (T3).

This results is in agreement with the reports of *Sell et al.* (1989), and *Rogler et al.* (1984), who reported the tannin cause poorer egg production, and reduced amino acid or nitrogen digestibility (*Rostagno et al.*, 1973b; *Elkin et al.*, 1978b; *Kirby et al.*, 1983), and also is in agreement with the reports of *Chang et al.*, 1964; *Connor et al.*, 1969; *Rostagno et al.*, 1973a; *Armstrong et al.*, 1973, 1974a,b; *Featherston et al.*, 1975; *Elkin et al.*, 1978a,b, *Price et al.*, 1978a, 1979; *Sell et al.*, 1983; *Rogler et al.*, 1984; *Garwood et al.*, 1987, who reported tannin reduced feed efficiency.

CONCLUSIONS

This investigation revealed for the first time that experimental diets containing different levels of dehulled acorn seeds were not shown significant effects on egg weight, feed intake, mortality rate, body weight, of laying hens, but egg production rate, egg number, egg mass and feed efficiency were affected significantly by experimental treatment diets in first phase of egg production (weeks 24-36). The significant differences due to the treatment containing 30% acorn. The results of this investigation confirm for the first time that in first phase of egg production (weeks 24-36) could be recommended using up to 20% dehulled acorn instead of corn in laying hens ration.

ACKNOWLEDGMENT

The author gratefully acknowledges to the Ministry of Jahade-Sazandagi of Islamic Republic of Iran that were made possible to perform this study by a grant of scholarship and as well as Pannon Agricultural University and also Natural Resources and Animal Science Research Center of Khoozestan province in the Iran that provide possibility for carrying out the experiment.

REFERENCES

- Armstrong, W.D., Rogler, J.C., Featherston, W.R. (1974b). Effect of tannin extraction on the performance of chicks fed bird resistant sorghum grain diets. *Poultry Sci.*, 53. 714-720.
- Armstrong, W.D., Featherston W.R., Rogler, J.C. (1974a). Effects of bird resistant sorghum grain and various commercial tannin on chick performance. *Poultry Sci.*, 53. 2137-2142.

- Armstrong, W.D., Featherston, W.R., Rogler, J.C. (1973). Influence of methionine and other dietary additions on the performance of chicks fed bird resistant sorghum grain diets. *Poultry Sci.*, 52. 1592-1599.
- Chang, S.I., Fuller, H.L. (1964). Effect of tannin content of grain sorghum on their feeding value for growing chicks. *Poultry Sci.*, 43. 30-36.
- Cicogena, M., Ciarrocchi, L., Pialors, S., Gardella, G., Lorenzo, C. (1972). Experiments on the possibility of replacing maize with rice germ, acorns and sucrose in mixtures for meat chickens. *Rivista-di-Zootecnica*, 4. 189-200.
- Connor, J.K., Hur, I.S., Burton, H.W., Fuelling, D.E. (1969). Some nutritional aspects of feeding sorghum grain of high tannin content to growing chic. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 9. 497-501.
- Deboer, F., Bickel, H. (1988). *Livestock feed resources and feed evaluation in Europe*. Copyright, 1988.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11. 1-42.
- Featherston, W.R., Rogler, J.C. (1975). Influence of tannin on the utilization of sorghum grain by rats and chicks. *Nutr. Rep. Int.*, II. 491-497.
- Elkin, R.G., Rogler, J.C., Featherston, W.R. (1978b). Influence of sorghum grain tannins on methionine utilization in chicks. *Poultry Sci.*, 57. 704-710.
- Elkin, R.G., Featherston, W.R., Rogler, J.C. (1978a). Investigations of leg abnormalities in chicks consuming high tannin sorghum grain diets. *Poultry Sci.*, 57. 757-762.
- Garwood, V.A., Rogler, J.C. (1987). Response of growth-selected Japanese quail lines to tannin levels in grain sorghum diets with suboptimal protein. *Poultry Sci.*, 66. 1095-1100.
- Kaushal, J.R., Gill, R.S., Negi, S.S. (1971). *Indian Vet. J.*, 48. 398.
- Kirby, L.K., Nelson, T.S., Johnson, Z.B., York, J.O. (1983). The effect of seed coat color of hybrid sorghum grain on the ability of chicks to digest dry matter and amino acids and to utilize energy. *Nutr. Rep. Int.*, 27. 831-836.
- National Research Council (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, Dc.
- Price, M.L., Butler, G., Rogler, J.C., Featherston, W.R. (1979). Overcoming the nutritionally harmful effects of tannin in sorghum grain by treatment with inexpensive chemicals. *J. Agric. Food Chem.*, 27. 441-445.
- Price, M.L., Butler, L.G., Featherston, W.R., Rogler, J.C. (1978a). Detoxification of high tannin sorghum grain. *Nutr. Rep. Int.*, 17. 229-236.
- Rogler, J.C., Sell, D.R. (1984). Effects of stage of maturity on the tannin content and nutritional quality of low and high tannin sorghum. *Nutr. Rep. Int.*, 29. 1281- 1287.
- Rostagno, H.S., Featherston, W.R., Rogler, J.C. (1973). Studies on the nutritional value of sorghum gain with varying tannin contents for chicks. 1. Growth. *Poultry Sci.*, 52. 765-772.
- Rostagno, H.S., Rogler, J.C., W.R.F. (1973b). Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. 2. Amino acid digestibility studies. *Poultry Sci.*, 52. 772 - 778.
- Sabeti, H. (1994). *Forest, Trees, and Shrubs of Iran*. 2nd edition. Printed by Iran University of Science and Technology Press. 514 - 579.
- Sell, D.R., Roger, J.C. (1983). Effects of sorghum grain tannins and dietary protein on the activity of liver UDP- glucuronyltransfer. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 174. 93-101.

- Sell, D.R., Roger, J.C. (1989). The effects of sorghum tannin and methionine level on the performance of laying hens maintain two temperature environments. Poultry Sci., 62. 2420-2428.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. (1980). Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Ali Saffarzadeh

Natural Resources & Animal Husbandry Research Center of Khoozestan
P.O.Box: 613 35-3341 Ahwaz, Iran



Influence of genotype, sex and age of chickens on metabolisable energy of poultry feeds

A. Yaghobfar¹, F. Boldaji², J. Csapó³

¹Animal Husbandry Research Institute, Karaj, P.O. Box 31585-1483, Iran

²University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agricultural Sciences, Keszthely, H-8361 Deák F. u. 16.

³University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

ABSTRACT

The influence of genotype, age and sex on apparent metabolisable energy (AME) and on nitrogen-corrected AME (AMEn) was studied using male and female chickens of two different genotypes (RIR and Cornish lines) at 4 and 8 weeks of age. The experiment was carried out for the purposes of better understanding the effect of age on dietary AME and AMEn of high protein-low energy (LEHP) and low protein-high energy (HELP) diets. These types of diets are used in the determination of the AMEn content of feed ingredients. The influence of age on metabolisable energy values obtained for the feed ingredients was not consistent; thus, AME and AMEn values obtained for corn were not significantly different ($P>0.05$) at 4 and 8 weeks of age, but with respect to fish meal significant difference ($P>0.05$) was ascertained between the ages in both genotypes. The AME and AMEn values calculated for corn at both ages were the same for both genotypes and both sexes. Also, the level of corn intake had no influence on metabolisable energy at these two ages. However, variation in fish meal intake and its metabolisable energy content was dependent on the growing period. AME and AMEn values obtained for the LEHP diet, but not for the HELP diet, increased significantly between 4 and 8 weeks of age, representing a significant interaction between age and experimental diet. The AME and AMEn were significantly lower at four weeks than at eight weeks of age for LEHP, in contrast with the HELP diet. (Keywords: metabolisable energy, sex, age, genotypes, feed ingredients)

ÖSSZEFOGLALÁS

Csirkék genotípusának, ivarának és korának hatása a baromfitakarmány hasznosítható energiájára

¹Yaghobfar, A., ²Boldaji, F., ³Csapó J.

¹Animal Husbandry Research Institute, Karaj, P.O. Box 31585-1483, Iran

²Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, 8361 Deák F. u. 16.

³Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

A genotípus, a kor továbbá az ivar hatását vizsgálták a látszólagos metabolizálható energiára (AME) s a nitrogénre korrigált AME-re (AMEn) 4, ill. 8 hetes korú, két genotípusú (RIR és Cornish vonal) csirkében. A kísérletek célja az volt, hogy adatokat kapjanak nagy fehérje- és kis energiatartalmú (LEHP), valamint kis fehérje- és nagy energiatartalmú (HELP), referenciatakarmanynak a metabolizálható energiára gyakorolt hatásáról. Az energia- és a fehérjetartalmat kukorica, ill. halliszt arányának változtatásával állították be. Megállapították, hogy az életkor hatása - ha az energiát kukoricával biztosították - nem szignifikáns az AME és az AMEn értékekre a 4 továbbá 8 hetes állatokban. Ezzel szemben a halliszt szignifikáns különbségeket

mutatott a különböző korú valamint genotípusú csirkékben. Megállapítható volt tehát, hogy a kukorica társított vizsgálatokban még nagyobb arányban sincs hatással a metabolizálható energiára e két korcsoportban. A halliszt metabolizálható energiatartalma viszont függ az életkortól és a növekedési periódustól. Ezért a LEHP takarmányra kapott AME és AMEn értékek 4-8 hét között szignifikánsan nőttek, szignifikáns interakciót mutatva a kor, ill. a takarmány között. A látszólagos metabolizálható energia és a nitrogénre korrigált metabolizálható energia a 4 hetes állatok esetében a HELP takarmány etetésekor szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a 8 hetes állatoké a LEHP takarmány esetében. (Kulcsszavak: metabolizálható energia, ivar, kor, genotípus, beltartalmi vizsgálat)

INTRODUCTION

The apparent metabolisable energy (AME) content values for feedstuffs are not always constant, and may vary even when a feedstuff is fed to birds of the same type. Digestibility of feed ingredients may also be dependent on the genotype, age and sex of the birds (Sibbald, 1975; Proudman et al., 1970; March, 1973; Vincze, 1979; Vincze et al., 1992; Dublec et al., 1997; Vincze et al., 1997). Genotype and sex influence the metabolisable energy and digestibility of feedstuffs (Sorensen and Chwalibog, 1983; Leenstra and Pit, 1987; Jorgensen and Sorensen, 1990), and may be attributable to variations in the endogenous energy losses relative to the excreta energy of feed origin. Slinger (1964) observed that differences in AME values measured with broiler chickens and laying hens might have been due to variations in genotype, sex and age. Sibbald and Slinger (1963a) and Spratt and Leeson (1987) found that White Leghorn chicks metabolised more dietary energy than did White Rock chicks. Sex exerted no influence on metabolisable energy (Zelenka, 1997; Adnan, 1981; Chwalibog et al., 1978; Scheele, 1979). Sibbald and Slinger (1963a) reported no differences between AME values measured with male and female chicks. The influence of age on digestibility coefficient has been observed not to be consistent (Ten Doeschate et al., 1993). It can be concluded that the manner in which age influences digestibility is still not entirely clear, but that such an influence does exist. The effect of age on the dietary nitrogen-corrected AME (AMEn) of high protein-low energy (LEHP) and low protein-high energy (HELP) diets used in the permutation of the AMEn content of grains when substituted for the entire diet (Bartov, 1995). However, Shires et al. (1980) also reported that the TME value of corn for chicks and roosters was affected by age. Bayley (1968) and Zelenka (1968) described variations with age in the AME values of feedstuffs. Carew (1972) and Fernandez (1996) reported age effect, in that the excretion of uric acid, ammonia and total N increases with age. Miski and Quazi (1981) found that FmE+UeE per unit body weight and size decrease with age, which would have the effect of increasing AME value. Knowing the degree of variability between two ages in the digestibility of a diet may help in isolating those dietary components that are more difficult to digest for the younger than the older chick. Potter et al. (1962) suggested that chicks fed fish meal diets converted the metabolisable energy to body energy more efficiently. Shires (1987); Askbrant (1990) and Yutste et al. (1991) also compared AME and TME bioassays for determining ME of feed ingredients for broilers. Hochstetler and Scott (1975) observed that the AMEn value of corn was not affected by the age of the bird. Sibbald et al. (1960) observed that the type of protein included in the basal diet may influence the energy availability of the test material, and that low-protein basal diets contained more ME than did those prepared with a high protein content. Slinger (1964), Leeson et al. (1974) and Ten Doeschate et al. (1993) noted that AME varies with strain and breed and with interaction due to different genotypes, sex and age. However Laurin (1985) suggested that the AME assay of greater precision used with birds fed ad libitum is the preferred assay, at least at an

early age. In the present study, metabolisable energy was determined using chromic oxide (Cr_2O_3) as an indicator. The accuracy of chromic oxide (an indicator technique) is more precise than the total collection method (Sibbald *et al.*, 1960; Olsson and Kihlen, 1948; Hill and Anderson, 1958; Sibbald and Slinger, 1963b; Aviniki and Vincze, 1989). Mollah and Bryden (1983) reported that AME values determined using a rapid bioassay technique with growing broilers were considerably higher than values determined using the conventional procedure with growing broilers. Sibbald (1978) observed that TME values for adult birds on the same diet were less variable than those for chicks. The objective of this study was to determine the effects of genotype, age and sex on the AME and AMEn values for corn and fish meal substituted into a reference diet by two bioassay methods.

MATERIALS AND METHODS

Experimental birds

The chickens used in this experiment were 96 males and 96 females of two genotypes: Rhode Island Red (RIR) (layer type) and Cornish (meat type). The chickens were fasted for 12 hr to empty their alimentary tract of feed residues. All the one-day-old-chicks were individually weighed and allotted to cages. The chickens were reared in cages with wire floors (2 chicks per cage); aluminium trays were placed on the floor in the first week. The environmental temperature was gradually lowered from 32°C at one day of age to 18°C at 6 weeks. During the rearing period the building was lit continuously and water and feed were provided *ad libitum*. All the chicks were fed the same starter diet (AMEn 3.16 kcal/g (13.23 kJ/g) and CP 23%) and the same finisher diet (AMEn 3.08 kcal/g (12.90 kJ/g) and CP 19.36%).

The experimental period

Two points in the chick feeding period were designed for the AME assay: 4 weeks and 8 weeks of age. During the experimental period fresh water and feed were constantly available to the chicks. Weight changes and feed consumption data for the trial periods were recorded. On the three days of the assay period the dropping trays were collected twice a day. Spilt feed and dropped feathers and scales were removed from the excreta samples collected on each tray, which were then immediately frozen. The frozen excreta samples were dried in an oven at 80°C for 48 hours. Then the dried samples were weighed and ground in preparation for chemical analysis.

Indicator method

Chromic oxide (Cr_2O_3) was used as an unabsorbable indicator. It was mixed into the experimental diet in a proportion of 0.3%. The ground experimental diets, feedstuffs and excreta samples were analysed for gross energy using a bomb calorimeter (Parr Instrument Company 1261), while the nitrogen content of the samples was determined by a Kjeltec Auto 1030 equipment. Dietary ME values were calculated according to the following equations.

ME=heat of combustion of ration (GE kcal/g)(kJ/g)–

$[(\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ in ration}/\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ in excreta}) \times \text{heat of combustion of excreta (GE kcal/g)(kJ/g)}]$.

N-corrected ME=

classical ME–8.73[gN of ration–(Cr_2O_3 in ration/ Cr_2O_3 in excreta)×g N of excreta)].

Calculation of ME of a test ingredient

ME per gramme substituted ingredient=

ME of test diet–(ME of reference diet×proportion of reference diet)/
proportion of test ingredient in the test diet.

Apparent digestibility of test diet(%)=

$$100-[100 \times (\% \text{ indicator in feed} / \% \text{ indicator in faeces}) \times (\% \text{ indicator in faeces} / \% \text{ indicator in feed})]$$

Apparent digestibility of test ingredient(%)=

$$[\% \text{ digestibility of test diet} - (\text{digestibility of reference diet} \times \text{fraction of nutrient in test diet})] / \text{proportion of nutrient from test feed in test diet.}$$

The experimental diets

The composition of the reference diets used in the experiments is shown in *Table 1*. One of the reference diets was used in each case and each sample of the corn and fish meal under study was incorporated into the appropriate reference diet. Corn was incorporated into the reference diet with low energy and high protein at a concentration of 40% or 80%, while the fish meal was incorporated at a level of 4% or 8% into the reference diet with high energy and low protein. The experimental diet was fed for a 4-day adaptation period followed by a 3-day collection period in which feed intake was recorded. The quantities of feed in the troughs were kept to a minimum to avoid wastage.

Table 1

Composition of reference diets (%)

FEED INGREDIENT(2)	Reference diet(1)	
	LEHP*	HELP*
Corn grain (3)	0	40.3
Barley grain (4)	23	5
Wheat grain (5)	23	20
Wheat bran (6)	0	13
Soybean meal 48% CP (7)	50.2	18
Fish meal (8)	0	0
Calcium phosphate (9)	1.4	1.4
Oyster shell (10)	1.4	1.3
Vit. supplement **	0.5	0.5
Mineral suppl.***	0.5	0.5
ANALYSED COMPOSITION		
MEn (kcal/g)(kJ/g)	2.96 (12,39)	3.01 (12,60)
Crude protein (%) (11)	30.51	17.67

*Reference: low energy-high protein (LEHP) (*alacsony energia- és magas fehérjetartalmú takarmány*) and high energy-low protein (HELP) (*magas energia és alacsony fehérjetartalmú takarmány*). **Supplied per kilogramme of diet (*a takarmány vitaminkiegészítése kilogrammonként*): vit. A, 4,400,000 IU; vit. D₃, 720,000 IU; vit. E 7,200 IU; vit. K₃, 1,000 IU; vit. B₁, 600 mg; vit. B₂, 2,400 mg; vit. B₃, 4,800 mg; vit. B₅, 12,000 mg; vit. B₆, 600 mg; vit. B₉, 400 mg; vit. B₁₂, 6.4 mg; choline chloride, 220,000 IU; vit. H₂, 40 mg, ***Supplied per kilogramme of diet (*a takarmány ásványi anyag kiegészítése kilogrammonként*): manganese, 40,000 mg; zinc, 26,000 mg; copper, 2,000 mg; iodine, 400 mg; cobalt, 40 mg; calcium, 181,000 mg; selenium, 40 mg.

1. táblázat: A kontroll takarmány összetétele

Kontroll takarmány(1), Összetevők(2), Kukorica(3), Árpa(4), Búza(5), Búzakorpa(6), 48%-os fehérje tartalmú szójaliszt(7), Halliszt(8), Kalcium-foszfát(9), Kágylóhéj(10), Nyersfehérje(11)

RESULTS AND DISCUSSION

The effects of age, sex and genotype (meat or laying type) on the apparent metabolisable energy (AME) and nitrogen-corrected AME (AMEn) of the test diets and the test ingredients are illustrated in *Table 2*. The metabolisable energy values for the test diet and the trial ingredients (corn and fish meal) were obtained by means of the indicator method, according to *Sibbald et al.* (1960). The significant differences for the two genotype and sexes were not similar; therefore, AME and AMEn obtained for the test diet (protein source) for males of the two genotype was not significantly different ($P>0.05$), while in females significant difference ($P<0.05$) was ascertained with respect to the metabolisable energy of the two source test diets. The results of the analysis of the test ingredients showed no significant difference ($P>0.05$) in males of the two genotypes regarding metabolisable energy values obtained for corn substituted at different levels, with the exception of fish meal level. There was a significant ($P<0.01$) interaction between AME and AMEn values obtained for the trial diets and the levels of trial ingredients. The metabolisable energy values of the reference diet and the test ingredients determined during the two periods are shown in *Table 3*. AME and AMEn were significantly ($P<0.05$) lower at 4 weeks than at 8 weeks of age for the LEHP diet, but AME and AMEn in the LEHP diet were significantly ($P<0.05$) higher at 4 weeks than at 8 weeks. As the data indicate, none of the apparent metabolisable energy and nitrogen-corrected AME values obtained for the test ingredients showed significant ($P>0.05$) difference between the two ages, while AME and AMEn for the test ingredient corn at levels of 40% and 80% were not significantly different ($P>0.05$) between the two ages. However, the fishmeal diet did not follow the same pattern. At a level of 4% the AME values proved significantly ($P<0.05$) different, while the AMEn values were not significantly different ($P>0.05$); at a level of 8% both AME and AMEn showed significant difference ($P<0.05$) between 4 and 8 weeks of age (*Table 3*). The AME and AMEn values obtained for the reference diets showed significantly different ($P<0.05$) effect of the two genotypes, but there was difference between the two genotypes in the AME and AMEn values obtained for both reference diets, with the exception of AMEn for LEHP reference diet. However, the AME and AMEn values for HELP were not significantly different ($P>0.05$) between the sexes but there was significantly different ($P<0.05$) for LEHP reference diet (*Table 4*).

Table 2

**Mean AME and AMEn values for the test diets
and the test ingredients with respect to different genotypes¹**

Genotype ² (1) Sex	Cornish		RIR	
	Male(2)	Female(3)	Male	Female
Test diet ³ (4)	AME, kcal/g (kJ/g)			
60% LEHP+40% corn	2.95±0.196 ^{fg} (12.35±0.82)	3.40±0.076 ^a (14.24±0.32)	3.189±0.043 ^{cd} (13.35±0.39)	3.237±0.092 ^{bc} (13.55±0.39)
20% LEHP+80% corn	3.36±0.044 ^{ab} (14.07±0.18)	3.35±0.035 ^{ab} (14.03±0.15)	3.04±0.144 ^{d^{ef}} (12.72±0.60)	3.47±0.04 ^{cd} (14.53±0.17)
96% HELP+4% fish meal	2.94±0.075 ^{fg} (12.31±0.31)	3.16±0.032 ^{cd} (13.23±0.13)	2.86±0.01 ^g (11.97±0.04)	2.98±0.107 ^{fg} (12.48±0.45)
92% HELP+8% fish meal	3.03±0.957 ^{def} (12.69±4.01)	3.12±0.085 ^{cd^f} (13.06±0.36)	3.02±0.243 ^{efg} (12.64±1.02)	2.77±0.074 ^g (11.60±0.31)

Continued. *A táblázat a következő oldalon folytatódik.*

Continued from previous page. Folytatás az előző oldalról.

Test ingredients(5)				
Corn 40%	2.74±0.44 ^{ef} (11.47±1.84)	3.77±0.22 ^d (15.78±0.92)	3.4±0.183 ^{de} (14.24±0.77)	3.66±0.399 ^{de} (15.32±1.67)
Corn 80%	3.43±0.063 ^{de} (14.36±0.26)	3.40±0.048 ^{de} (14.24±0.20)	3.04±0.168 ^{de} (12.73±0.70)	3.60±0.079 ^{de} (15.07±0.33)
Fish meal 4%	9.12±1.1 ^a (38.18±4.61)	5.68±0.159 ^c (23.78±0.67)	1.95±0.24 ^f (8.16±1.00)	5.91±1.85 ^{bc} (24.74±7.75)
Fish meal 8%	3.99±0.76 ^d (16.71±3.18)	3.94±0.756 ^d (16.50±3.17)	6.76±1.67 ^b (28.30±6.99)	2.09±0.36 ^f (8.75±1.51)
Test diet	AMEn, kcal/g (kJ/g)			
60% LEHP+40% corn	2.68±0.1 ^h (11.22±0.42)	3.19±0.069 ^b (13.36±0.29)	3.01±0.038 ^{cd} (12.60±0.16)	3.05±0.082 ^c (12.77±0.34)
20% HELP+80% corn	3.27±0.04 ^{ab} (13.69±0.17)	3.28±0.03 ^{ab} (13.73±0.13)	3.02±0.136 ^{cd} (12.64±0.57)	3.38±0.036 ^a (14.15±0.15)
96% LEHP+4% fish meal	2.82±0.068 ^{ab} (11.81±0.28)	3.01±0.029 ^{cd} (12.60±0.12)	2.74±0.009 ^{fgh} (11.47±0.04)	2.85±0.097 ^{efg} (11.93±0.41)
92% HELP+8% fish meal	2.87±0.051 ^{de} (12.02±0.21)	2.97±0.076 ^{cde} (12.43±0.32)	2.89±0.216 ^{ef} (12.10±0.90)	2.64±0.066 ^{gh} (11.05±0.28)
Test ingredients				
Corn 40%	2.80±0.39 ^d (11.72±1.63)	3.64±0.199 ^d (15.24±0.83)	3.36±0.16 ^d (14.07±0.67)	3.55±0.35 ^d (14.86±1.47)
Corn 80%	3.38±0.057 ^d (14.15±0.24)	3.38±0.043 ^d (14.15±0.18)	3.06±0.15 ^d (12.81±0.63)	3.55±0.069 ^d (14.86±0.29)
Fish meal 4%	8.32±1.147 ^a (34.83±4.80)	4.76±0.139 ^c (19.93±0.58)	1.76±0.502 ^e (7.37±2.10)	5.35±1.434 ^{bc} (22.40±6.00)
Fish meal 8%	3.64±0.497 ^d (15.24±2.08)	3.30±0.67 ^d (13.82±2.81)	6.00±1.38 ^b (25.12±5.78)	1.88±0.117 ^e (7.87±0.49)

^{a,b,c,d,e,f,g} Means within the same column with different letters differ significantly ($P < 0.05$). (A különböző betűvel jelölt értékek ugyanazon oszlopon belül szignifikánsan különböznek.), ¹ Value mean±standard error mean for two genotypes. (Átlag±az átlag standard hibája a két genotípusban.), ² Rhode Island Red (layer type) and Cornish (meat type) lines. (Rhode Island Red (tojó típus) és Cornish (hús típus) vonalak.), ³ LEHP=low energy and high protein (alacsony energia és magas fehérje), HELP=high-energy low protein (magas energia és alacsony fehérje).

2. táblázat: A különböző genotípusok által fogyasztott kísérleti tápok és összetevők átlagos AME valamint AMEn értékei

Genotípus(1), Hímivar(2), Nőivar(3), Kísérleti táp(4), Táp összetevők(5)

The effect of genotype, sex, test diet and test ingredient at different ages on the mean AME and AMEn values are shown in Table 5. As the data indicate, the AME and AMEn values obtained for the Cornish line at 4 weeks of age were 3.11 and 3.04 kcal/g (13.02, 12.73 kJ/g), and at 8 weeks 3.19 and 3.0 kcal/g (13.36, 12.6 kJ/g). For RIR the corresponding values were 2.94 and 2.83 kcal/g (12.31, 11.85 kJ/g) at 4 weeks and 3.13 and 2.98 kcal/g (13.10, 12.48 kJ/g) at 8 weeks, respectively. When these values were compared significant differences were ascertained between the two genotypes. However AME values at 4 week of age were generally lower than AME values at 8 weeks of age. Regarding sex of bird, the results obtained followed the same pattern as the values given in Table 5.

Table 3

Mean AME and AMEn values for the reference diets and levels of test ingredients at two ages for both genotypes¹

Age(1)	4 weeks		8 weeks	
	AME	AMEn	AME	AMEn
Reference diets²(2)	kcal/g, (kJ/g)			
LEHP	2.953±0.082 ^b (12.36±0.34)	2.713±0.07 ^b (11.36±0.29)	3.169±0.01 ^a (13.27±0.04)	2.898±0.012 ^a (12.13±0.05)
HELP	3.105±0.095 ^d (13.00±0.40)	2.98±0.048 ^c (12.48±0.20)	2.981±0.043 ^c (12.48±0.18)	2.877±0.037 ^b (12.05±0.16)
Level of test ingredient(3)				
Corn 40%	3.577±0.591 ^c (14.98±2.47)	3.51±0.0507 ^b (14.70±0.21)	3.215±0.168 ^c (13.46±0.70)	3.19±0.56 ^b (13.36±2.34)
Corn 80%	3.384±0.232 ^c (14.17±0.97)	3.36±0.203 ^b (14.07±0.85)	3.361±0.035 ^c (14.07±0.15)	3.34±0.032 ^b (13.99±0.13)
Fish meal 4%	5.34±2.12 ^b (22.36±8.88)	5.09±1.89 ^a (21.31±7.91)	6.00±1.69 ^a (25.12±7.08)	5.002±1.56 ^a (20.93±6.53)
Fish meal 8%	2.43±0.417 ^d (10.17±1.75)	2.38±0.357 ^c (9.96±1.50)	5.98±1.52 ^a (24.66±6.36)	5.05±1.38 ^a (21.14±5.78)

^{a,b,c,d}Means within the same column with different letters differ significantly (P<0.05),. ¹Value mean±standard error mean for two genotypes, ²LEHP=low energy and high protein; HELP=high-energy low protein (l. 2. táblázat).

3. táblázat: A kontroll és kísérleti tápok átlagos AME valamint AMEn értékei a két genotípus két korcsoportjában

Életkor(1), Kísérleti táp(2), Táp összetétel(3)

Table 4

The effect of genotype, age and sex on the AME and AMEn of the reference diets¹

Reference diet ³ (1)	LEHP	HELP	LEHP	HELP
Genotype²(2)	AME, kcal/g (kJ/g)		AMEn, kcal/g (kJ/g)	
Cornish	3.119±0.034 ^a (13.059±0.142)	3.162±0.08 ^a (13.239±0.335)	2.857±0.029 ^a (11.962±0.121)	2.987±0.09 ^a (12.506±0.377)
RIR	2.998±0.103 ^b (12.552±0.431)	2.975±0.029 ^b (12.456±0.121)	2.747±0.089 ^a (11.501±0.373)	2.877±0.025 ^b (12.045±0.105)
Sex(3)				
Male(4)	3.069±0.049 ^b (12.849±0.205)	3.081±0.105 ^a (12.900±0.440)	2.805±0.044b (11.744±0.184)	2.967±0.094 ^a (12.422±0.394)
Female(5)	3.049±0.108 ^a (12.766±0.452)	3.003±0.038 ^a (12.573±0.159)	2.835±0.050a (11.870±0.209)	2.897±0.032 ^a (12.129±0.134)

^{a,b}Means within the same column with different letters differ significantly (P<0.05), ¹Value mean±standard error mean for two genotypes, ²Rhode Island Red (layer type) and Cornish (meat type) lines, ³LEHP=low energy and high protein; HELP=high-energy low protein (l. 2. táblázat).

4. táblázat: A genetikai vonal és az ivar hatása a kontroll táp AME és AMEn tartalmára

Kísérleti táp(1), Genotípus(2), Ivar(3), Himivar(4), Nőivar(5)

With respect to the test diet, when corn was mixed with the reference diet at levels of 40 and 80%, the AME and AMEn values determined at 4 and 8 weeks of age showed no significant ($P>0.05$) difference. The AME and AMEn values measured for 40% corn at 4 weeks were 3.20 and 3.03 kcal/g (12.40, 12.69 kJ/g) and at 8 weeks 3.18 and 2.94 kcal/g (13.31, 12.31 kJ/g); for 80% corn values of 2.29 and 3.22 kcal/g (9.59, 13.48 kJ/g) at 4 weeks and 3.32 and 3.24 kcal/g (13.90, 13.57 kJ/g) at 8 weeks were determined, respectively. When fish meal was incorporated at levels of 4 and 8%, the values of AME and AMEn obtained showed statistically significant ($P<0.05$) difference. There was no significant effect of age on AME and AMEn values for corn, while for fish meal there was significant ($P<0.05$) difference by the effect of age. Thus, the AME values for fish meal at 4 weeks of age were lower than those obtained at 8 weeks of age. Corn gave different results to determined for fish meal, with the exception of AME at 8 weeks of age, in which corn and fish meal followed the different pattern (Table 5).

Table 5

The effects of genotype, sex on AME and AMEn values of test diets and test ingredients at 4 and 8 weeks of age¹

Age(1)	4 weeks		8 weeks	
Genotype ² (2)	AMEn kcal/g (kJ/g)	AME kcal/g (kJ/g)	AMEn kcal/g (kJ/g)	AME kcal/g (kJ/g)
Cornish	3.11±0.015 ^b (13.02±0.063)	3.04±0.013 ^a (12.73±0.054)	3.190±0.0075 ^a (13.356±0.031)	3.00±0.0054 ^b (12.56±0.02)
RIR	2.94±0.041 ^c (12.31±0.172)	2.83±0.04 ^c (11.85±0.17)	3.13±0.007 ^b (13.10±0.03)	2.98±0.0073 ^b (12.48±0.03)
Sex				
Male(3)	2.964±0.085 ^c (12.410±0.356)	2.916±0.08 ^c (12.209±0.335)	3.153±0.054 ^a (13.201±0.226)	2.98±0.052 ^b (12.48±0.22)
Female(4)	3.103±0.093 ^b (12.992±0.389)	2.954±0.088 ^b (12.368±0.368)	3.174±0.041 ^a (13.289±0.172)	3.016±0.045 ^a (12.627±0.188)
Test diet(5)				
Corn 40% + LEHP 60%	3.203±0.178 ^c (13.410±0.745)	3.03±0.149 ^{bc} (12.69±0.624)	3.187±0.052 ^c (13.343±0.218)	2.94±0.048 ^c (12.31±0.20)
Corn 80% + LEHP 20%	3.298±0.143 ^{ab} (13.808±0.599)	3.227±0.126 ^a (13.511±0.528)	3.322±0.022 ^a (13.909±0.092)	3.248±0.02 ^a (13.599±0.084)
Fish meal 4% + HELP 96%	2.876±0.059 ^e (12.041±0.247)	3.01±0.052 ^{bc} (12.60±0.22)	3.102±0.061 ^d (12.987±0.255)	2.944±0.055 ^c (12.326±0.230)
Fish meal 8% + HELP 92%	2.761±0.081 ^f (11.560±0.339)	2.64±0.067 ^d (11.05±0.28)	3.221±0.097 ^{bc} (13.486±0.406)	3.07±0.09 ^b (12.85±0.38)
Test ingredient(6)				
Corn	3.48±0.41 ^c (14.75±1.72)	3.43±0.35 ^c (14.36±1.47)	3.288±0.101 ^c (13.766±0.423)	3.259±0.044 ^c (13.645±0.184)
Fish meal	3.88±1.27 ^b (16.24±5.32)	3.73±1.12 ^b (15.62±4.69)	5.993±1.60 ^a (25.091±6.699)	5.02±1.47 ^a (21.02±6.15)

^{a,b,c,d,e,f} Means within the same column with different letters differ significantly ($P<0.05$), ¹Value mean±standard error mean for two genotypes, ²Rhode Island Red (layer type) and Cornish (meat type) genotypes (l. 2. táblázat).

5. táblázat: A genotípus, az ivar, a kísérleti tápok és összetevők hatása 4 valamint 8 hetes korban az AME továbbá az AMEn tartalomra

Életkor(1), Genotípus(2), Hímnem(3), Nőnem(4), Kísérleti táp(5), Táp összetétel(6)

The three-way interactions between trial ingredient of either sex and genotype were not significant ($P>0.05$) at both ages. Therefore, interaction between trial ingredient and genotype were significant different ($P<0.05$) at 4 and 8 weeks of age (Table 5).

On comparison of the values obtained it is interesting to note that the values for males were lower than those for females. It is generally accepted that nitrogen balance in birds is influenced by diet composition. The results of this experiment show that the variations in nitrogen balance observed were due to the LEHP and HELP dietary sources. Absolute nitrogen retention in RIR and Cornish genotype fed on a diet derived from the high protein reference diet, or with substitution in the reference diet of increasing proportions of the fish meal trial ingredient, as a source of protein, proved consistently greater than that in genotypes fed on diets derived from HELP, or with various proportions of corn as the source of energy. This was expected, as decrease in the protein content of the diet would tend to result in a decrease in absolute nitrogen retention. Whatever the cause, increased nitrogen retention was observed with increase in dietary protein and with increase in the proportion of fish meal in the Cornish line at both ages, but in the RIR line decreased nitrogen retention was ascertained at both ages with increased dietary protein or fish meal level. As the data show, nitrogen retention proved significantly ($P<0.05$) different in the two genotypes and sexes between the ages. Nitrogen retention appeared significantly ($P<0.05$) different between the two sexes of the meat type (Cornish line), but this situation was not the same for the layer type (RIR). However, the layer type showed significantly ($P<0.05$) increased nitrogen retention for both sexes between the two respective ages (Table 6).

Table 6

Mean effect of genotype and sex at different ages on nitrogen balance¹

Age(1)	4 week		8 week	
Genotype ² (2)	RN%		RN%	
Cornish, male	1.6±0.16 ^c	73.41±2.5 ^{cd}	0.89±0.11 ^d	74.47±0.95 ^{bc}
Cornish, female	1.73±0.2 ^c	77.54±3.34 ^a	0.9±0.08 ^d	78.11±2.2 ^a
RIR, male	4.07±58 ^a	71.07±3.4 ^d	2.3±0.47 ^b	78.85±1.53 ^a
RIR, female	4.0±0.54 ^a	70.58±3.74 ^d	1.88±0.28 ^c	76.7±2.24 ^{ab}

^{a,b,c,d}Means within the same column with different letters differ significantly ($P<0.05$),

¹Value mean±standard error mean for two genotypes, ²Rhode Island Red (layer type) and Cornish (meat type) lines (l. 2. táblázat).

6. táblázat: A genetikai vonal és az ivar átlagos hatása a nitrogénmérlegre különböző életkorban

Életkor(1), Genotípus(2)

CONCLUSIONS

Genotype

The results of this study indicate that the differences found between the two genotypes were in agreement with the results of Sorensen and Chwalibog (1983), Leenstra and Pit (1987) and Jorgenson and Sorensen (1990), who reported influence of genotype on digestion. Accordingly, the metabolisable energy and nitrogen-corrected AME values determined in

this experiment were significantly different ($P < 0.05$) at 4 and 8 weeks of age. Similar results regarding the difference in metabolisable energy and nitrogen digestibility related to genotype to have been described by *Leenstra and Pit* (1987). The AME and AMEn of the reference diet were significantly different with two genotypes (Cornish and RIR), with the exception of the AMEn of LEHP. These findings are in agreement with those of *Sibbald et al.* (1960), suggesting that the type of protein incorporated into the basal diet might have influenced the availability of energy in the trial material. Therefore, the feeds prepared from the low protein basal diet contained more ME than did those prepared from the high protein basal diet. *Proudman et al.* (1970) and *March and Biely* (1971) also reported differences in energy utilisation between different strains of chicks, but *Washburn et al.* (1975) and *Sibbald* (1976) found no differences between meat and egg type hens. In this experiment, apparent metabolisable energy and nitrogen-corrected AME were significantly lower at four weeks than at eight weeks of age with the LEHP diet, but the AME and AMEn of the HELP diet were not similar. *Sibbald and Slinger* (1963) found that values determined for AME for White Leghorn chicks were higher for both high- and low-energy diets than the corresponding values determined for White Rock chicks. In this experiment the apparent metabolisable energy and AMEn values obtained with the test diet containing corn were not significantly different at the two ages, but with fish meal as the protein source there was significant difference between the values determined at the different ages. *Potter et al.* (1962) stated that metabolisable energy values for fish meal diets were from 2 to 7 per cent lower than those for a basal diet. He suggested that chicks fed fish meal diets converted the metabolisable energy into body energy more efficiently. According to *Sibbald et al.* (1960) the metabolisable energy values varied when corn was combined with different basal diets. It was found that a broiler strain converted 20% more dietary AME to PE than did layer strains of chickens. *Ten Doeschate et al.* (1993) reported that dry matter and nitrogen digestibility were related to food intake in the same way as was found for the genotype effect. *Slinger* (1964) stated in several reports that bioavailable energy values vary according to the type of bird used: for chickens higher AME values were obtained with high-energy diets and lower AME values with low energy diets.

Sex

The effect of sex on ME values for the test diets and test ingredients showed significant difference. These results contrast with those obtained by *Chwalibog et al.* (1978) and those of *Sibbald and Slinger* (1963). They found no differences among AME values determined for female chicks. However, in this experiment significant differences observed in metabolisable energy values were related to sex and age. So the lower values determined for the males than for the females at both ages confirmed the results obtained by *Ten Doeschate et al.* (1993). Thus, sex influences digestibility coefficients, and both metabolisability and nitrogen digestibility proved slightly better in the female broiler chickens. It could be assumed that this higher digestibility was related to higher feed conversion ratio. These data are in agreement with those of *Sibbald and Price* (1975). They suggested that differences in AME values measured for broiler chickens and laying hens might be due to genotype, sex and age. However *Zelenka* (1997) reported that the effect of sex on AMEn values was not significant.

Age

The results of this experiment show agreement with those of *Sibbald and Price* (1975), who suggested that some of the differences in AME values associated with age, strain and species may be attributable to variations in FmE+UeE losses relative to excreta energy

losses of feed origin. However, Bayley (1968), Zelenka (1968) and Lodhi *et al.* (1969) reported that AME values of feedstuffs have also been shown to vary with the age of birds. In this study age had a marked influence on the utilisation of the metabolisable energy of the level of trial ingredient incorporated (fish meal at 4% and 8%). Hochstetler and Scott (1975) reported that AMEn values for corn were not affected by the age of the bird. In contrast, Shires (1987) reported that TME values for corn with respect to chicks and roosters were affected by difference in age. Apparent metabolisable energy and AMEn value varied with age in the case of both the LEHP and the HELP diet. Thus, AME and AMEn values for the LEHP diet increased between 4 and 8 weeks of age, but those for the HELP diet showed a decrease. As stated by Laurin (1985), the AME assay of greater precision used with birds fed *ad libitum* is the preferred assay, at least at an early age. It is interesting that the AME and AMEn values obtained for the different genotypes and sexes at 8 weeks of age were significantly ($P < 0.05$) higher than those determined at 4 weeks (Table 5). These data are in agreement with those, who reported consistent differences in AME values determined from excreta samples from young (7 d.) and older (21 d.) broilers. Knowing the degree of variability between two ages in the digestibility of a diet may help in isolating those dietary components that are more difficult to digest for the younger than the older chick. Different responses due to age may be due to an immature gut (e.g. capacity), an immature endogenous enzyme system, or an immature population of microorganisms in the gut. Ten Doeschate *et al.* (1993) described the influence of age on digestibility coefficients as not consistent. They reported that female birds showed digestibility coefficients which were, in general, 3% higher than those of male chickens. This report also confirms the results obtained in this experiment (Table 5). It can be concluded that it is still not entirely clear how age influences digestibility, but that influence of age on digestibility does exist. Accordingly, the AME and AMEn values determined at 8 weeks of age were higher than those obtained at 4 weeks. Neither age showed significant ($P > 0.05$) differences in the AME and AMEn values for the low (40%) and high (80%) corn levels when these were incorporated into the reference diet. However, when fish meal was incorporated into the reference diet with high energy-low protein a significant decrease in values were observed (Table 5). These results are in agreement with those reported by Bartov (1995). It is interesting to note that he also used HELP and LEHP diets in determining AMEn content of grain. He found that during three age periods chicks consumed less LEHP diet than those fed on the HELP diet, and that the AMEn of the LEHP diet at 22 days of age was lower than that from 11 to 17 days. Therefore, there was an interaction between age and diet: age led to a decrease in dietary AMEn mainly through its effect of reducing the utilisation of the energy from a LEHP diet. The AME and AMEn values obtained for the trial ingredients in this experiment increased by the effect of levels of corn and fish meal incorporated into the reference diets. In fact, the influence of age on metabolisable energy was slightly reduced in the case of corn, but with fish meal there was an increase at 8 weeks. These data show agreement with those of Sibbald and Slinger (1962). He found that cereal grains had no direct influence on protein level or on energy availability. In another study Scheele (1979) found values determined with adult cocks to be higher than those measured in chickens.

RN

The nitrogen retention data for the two genotypes were lower in the case of the low protein diet than with the high protein diet (Table 6). In a contrasting report Bartov (1995) suggested that nitrogen retention in birds fed a LEHP diet was consistently lower than that in those fed a HELP diet. In this study effect of age on nitrogen

retention was ascertained only with the LEHP diet. Therefore, at an early age, chicks fed on a LEHP diet will consume less food than those fed on a HELP diet. So, the possibility that the effect of age in reducing the AMEn of LEHP diets might also be related to an interaction effect between age and diet. Therefore, RN of a protein source (fish meal) mixed with a reference diet in two proportions would be greater than that of an energy source or trial ingredient (such as corn). It was also showed that ME values for individual feedstuffs can be related to their chemical composition. The results of this experiment indicate that ingredient level affects nitrogen retention. As the data show, with increasing dietary protein or fish meal, nitrogen retention decreased in the RIR line (laying type), but not in the Cornish line (meat type). Overall review indicates that RN was lower at 4 weeks of age than at 8 weeks for both sexes in this experiment. However, *Laurin* (1985) found a higher nitrogen correction factor at 1 week of age, since broilers retain more nitrogen at earlier age. *Fernandez* (1996) stated that the excretion of uric acid, ammonia and total N increases with age. In this study nitrogen retention in the two genotypes increased significantly between 4 and 8 weeks of age. These data are in agreement with those obtained by *Sorensen and Chwalibog* (1983), who reported that there was no difference in nitrogen retention between two lines. However, *Polin and Hussein* (1982) also reported an increase in retention nitrogen from 1 to 3 weeks of age. As can be seen in *Table 6*, the percentage of nitrogen retention increased between 4 and 8 weeks of age. This increase was higher in the RIR line than in the Cornish line. These data conform to those, who showed that over the normal age span of broiler chickens the percentage of nitrogen retained is between 35 and 39%. In addition, *Summers et al.* (1964) found that the percentage of dietary nitrogen retained by chicks fed diets containing from 10 to 26% protein varied between 36 and 53%.

Interaction

The interaction observed in this experiment between genotypes, sex, age and diet are as follows.

- There was significant interaction between test diet and test ingredients (corn and fish meal).
- There was interaction between sex and genotype.
- Significant difference of interaction between sex, age, reference diet and test ingredient for AME and nitrogen-corrected AME was determined. These data confirm the findings of *Ten Doeschate et al.* (1993). Under the condition of this experiment it was found that with respect to metabolisability of energy interactions between genotype and sex and between genotype and age did exist. In addition it was also observed that in females interaction affecting energy metabolisability between genotype and sex and between genotype and age only corresponded to digestibility measurements. More research is required for the purpose of determining AME and AMEn values for every feedstuffs.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Animal Husbandry Research Institute of Jahad-e-Sazandegi in Iran. The authors are grateful to the Animal Husbandry Research Institute of Karaj, for providing stock of the genotypes, for performing chemical analysis and for suggestions in the planning of this research. The authors wish to thank the Pannon University of Agriculture, Faculty of Animal Science in Hungary.

REFERENCES

- Adnan, M.A. (1981). Influence of age and sex of growing broiler chicks and body weight of roosters on their endogenous and metabolic energy losses. *Poultry Sci.*, 60. 781-785.
- Askbrant, S. (1990). A study on effects of bird age, protein retained, level of feed intake and endogenous excretions on dietary energy metabolised. *Uni. of Agri. Sci.*, 65. 2281-2291.
- Aviniki, O., Vincze L. (1989). Raw vs. steam-flaked soyabeans in diets for young chickens. *Arch. Anim. Nutr.*, 39. 105-109.
- Bartov, I. (1995). Differential effect of age on metabolisable energy content of high protein-low energy and low protein - high energy diets in young broiler chicks. 36. 631-643.
- Bayley, H.S. (1968). Effect of heat-treatment on the metabolisable energy value of wheat germ meal and other wheat milling by-products. *Cereal Chem.*, 45. 557-563.
- Boldaji, F. (1981). True metabolisable energy value of corn and different varieties of wheat and barley using normal and dwarf Single Comb White Leghorn roosters. *Poultry Sci.*, 60. 225-227.
- Carew, L.B. (1972). Fat absorption by the very young chick. *Poultry Sci.*, 51. 738-742.
- Chwalibog, A., Heckel, S., Thorbek, G. (1978). Protein and energy metabolism in growing broiler in relation to sex and feeding level. *Zeitschrift für Tierphy. Tier. und Futter.*, 42. 87-99.
- Dublecz K., Vincze L., Szűts G., Wagner L., Jakab E., Pál L. (1997). Módszertani összehasonlító vizsgálat baromfi keveréktakarmányok metabolizálható energiatartalmának meghatározására. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 46. 145-154.
- Fernandez, F.I. (1996). The use of the excretion of nitrogen compounds as an indirect index of the adequacy of dietary protein in chickens. *Anim. Sci.*, 63. 307-314.
- Hill, F.W., Anderson, D.L. (1958). Comparison of metabolisable energy and productive energy determinations with growing chicks. *J. Nutr.*, 64. 587-603.
- Hochstetler, H.W., Scott, M.L. (1975). Metabolisable energy determinations with adult chickens. *Cornell Nutr. Conf.*, 81-86.
- Jorgensen, H., Sorensen, P. (1990). Protein and energy metabolism in broiler chickens selected for either body weight gain or feed efficiency. *British Poultry Sci.*, 31. 517-524.
- Laurin, D.E., (1985). Methods of measuring energy utilisation in broiler: Effect of genotype and presence of supplemental dietary fat. *Poltry Sci.*, 64. 969-978.
- Leenstra, F.R., Pit, R. (1987). Fat deposition in a broiler sire strain. 2. Comparisons among lines selected for less abdominal fat, lower feed conversion ratio and higher body weight after restricted and *ad libitum* feeding. *Poultry Sci.*, 66. 193-202.
- Leeson, S.K., Boorman, N., Lewis, D., Shrimpton, D.H. (1974). Metabolisable energy studies with turkeys: metabolisable energy of dietary ingredients. *Brit. Poultry Sci.*, 15. 183-189.
- Lodhi, G.N., Renner, R., Clandinin (1969). Studies on the metabolisable energy of rapeseed meal for growing chicks and laying hens. *Poultry Sci.*, 48. 964-970.
- March, B.E., Biely, J. (1971). Factors affecting the response of chicks to diets of different protein value: breed and age. *Poultry Sci.*, 50. 1036-1040.
- March, B.E. (1973). Variation in estimates of the metabolisable energy value of rapeseed meal determined with chickens of different ages. *Poultry Sci.*, 52. 614-618.

- Miski, A.M.A., Quazi, S. (1981). Influence ages and sex of growing broiler chicks and body weight of roosters on their endogenous and metabolic energy losses. *Poultry Sci.*, 60. 781-785.
- Mollah, Y., Bryden, W.R. (1983). Studies on low metabolisable energy wheat for poultry using conventional and rapid assay procedures and the effects of processing. *British Poultry Sci.*, 24. 81-89.
- Olsson, N., Kihlen, G. (1948). Edin's indicator method in digestibility experiments on poultry. *VIIIth World Poultry Cong.*, 225-232.
- Polin, D., Hussein, T.H. (1982). The effect of bile acid on lipid and nitrogen retention, carcass composition, and dietary metabolisable energy in very young chicks. *Poultry Sci.*, 61. 1697-1707.
- Potter, L.M., Pudalkiewicz, W.J., Webster, L.D. (1962). Metabolisable energy and digestibility evaluation of fish meal for chickens. *Poultry Sci.*, 41. 1745-1752.
- Proudman, J.A., Mallen, W.J., Anderson, D.L. (1970). Utilisation of feed in fast- and slow-growing lines of chickens. *Poultry Sci.*, 49. 961-972.
- Scheele, C.W. (1979). 2nd European symposium on poultry nutrition. Netherlands.
- Shires, A. (1987). Rate of passage of corn-canola meal and corn-soybean meal diets through the gastrointestinal tract of broiler and White Leghorn chickens. *Poultry Sci.*, 66. 289-298.
- Shires, A., Robblee, A.R., Hardin, R.T., Clandinin, D.R. (1980). Effect of the age of chickens on the true metabolisable energy values of feed ingredients. *Poultry Sci.*, 59. 396-403.
- Sibbald, I.R., Slinger, S.J., Summer, J.D. (1960). Factor affecting the metabolisable energy content of poultry feeds. *Poultry Sci.*, 39. 544-556.
- Sibbald, I.R., Slinger, S.J. (1962). Factors affecting the metabolisable content of poultry feed. 10. A study of the effect of level of dietary inclusion on the metabolisable energy value of several high protein feedingstuffs. *Poultry Sci.*, 41. 1282-1289.
- Sibbald, I.R., Slinger, S.J. (1963a). The effects of breed, sex, and arsenical and nutrient density on the utilisation of dietary energy. *Poultry Sci.*, 42. 1325-1332.
- Sibbald, I.R., Slinger, S.J. (1963b). A biological assay for metabolisable energy in poultry feeds ingredients together with findings that demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poultry Sci.*, 42. 313-325.
- Sibbald, I.R. (1975). The true metabolisable energy value of several feedingstuffs measured with rooster, laying hens, turkeys and broiler hens. *Poultry Sci.*, 55. 1459-1463.
- Sibbald, I.R., Price, K. (1975). Variation in the metabolisable energy values of diets and dietary components fed to adult roosters. *Poultry Sci.*, 54. 448-456.
- Sibbald, I.R. (1976). A bioassay for true metabolisable energy in feedstuffs. *Poultry Sci.*, 54. 1990-1997.
- Sibbald, I.R. (1978). The effect of the age of the assay bird on the true metabolisable energy values of feedingstuffs. *Poultry Sci.*, 57. 1008-1012.
- Slinger, S.J. (1964). The relative abilities of two breeds of chickens and two varieties of turkeys to metabolise dietary energy and dietary nitrogen. *Poultry Sci.*, 43. 329-333.
- Sorensen, P.A., Chwalibog, A. (1983). Protein and energy metabolism in two lines of chickens selected for growth on high or low protein diets. *British Poultry Sci.*, 24. 237-250.
- Spratt, R.S., Leeson, S. (1987). Determination of metabolisable energy of various diet using leghorn, dwarf, and regular broiler breeder hen. *Poultry Sci.*, 66. 314-317.

- Summers, J.D., Slinger, S.J., Sibbald, I.R. (1964). Influence of protein and energy on growth and protein utilisation in the growing chicken. *J. Nutr.*, 82. 463-468.
- Ten Doeschate, R.A.H.M., Scheele, C.W., Schreurs, V.V.A.M., Van Der Klis, J.D. (1993). Digestibility studies in broiler chickens: Influence of genotype, age, sex and method of determination. *British Poultry Sci.*, 34. 131-146.
- Vincze L. (1979). A brojlercsirke takarmányfehérjéjének értékét befolyásoló tényezők. *Agrártudományi Közlemények*, 38. 393-398.
- Vincze L., Dublec K., Jakab E., Szűts G., Wágner L. (1992). Composition of the metabolisable energy and digestibility of the nutrients in compound feeds and raw materials determined two and six week old growing chicks. *World's Poultry Congress*, 3. 463-465.
- Vincze L., Szűts G., Jakab E., Wágner L., Dublec K. (1997). A brojlerek vágási minőségét befolyásoló takarmányozási tényezők. II. Nemzetközi Baromfitenyésztési Szimpózium, 31-40.
- Vincze L. (szerk) (1999). *A baromfitakarmányok energia és fehérjeértékelése*. Kiad.: Keszthelyi Akadémiai Alapítvány. 183.
- Washburn, K.W., Guill, R.A., Edwards, H.M. (1975). Influence of genetic differences in feed efficiency of young chickens on derivation of metabolisable energy from the diet and nitrogen retention. *J. Nutr.*, 105. 726-732.
- Yutste, P., Longstaff, M.A., McNab, J.M. (1991). The digestibility of semi-purified starches from wheat, cassava, pea, bean and potato by adult cockerels and young chicks. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 35. 289-300.
- Zelenka, J. (1997). Effects of sex, age and food intake upon metabolisable energy value in broiler chickens. *British Poultry Sci.*, 38. 281-284.
- Zelenka, J. (1968). Influence of the age of chicken on the metabolisable energy value of poultry diets. *British Poultry Sci.*, 9. 135-142.

Corresponding author (*levelzési cím*):

Akbar Yaghobfar

Animal Husbandry Research Institute

P.O.Box: 31585-1483 Karaj, Iran



The significance of ear mange (*Psoroptes cuniculi*) infestation level in does and their offspring

T. Donkó

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

ABSTRACT

*This experiment was performed with a Pannon White rabbit stock based on 200 does and their young, over a period of approximately three years. A close ($r=0.86$) correlation was ascertained between the degree of infection of ear mange (*Psoroptes cuniculi*) in the does and that in their offspring prior to weaning. After three and four months treatment of the breeding does with ivermectin injection at 200 µg per kg b.w. on two occasions, 7 to 10 days apart, a significant increase in the degree of detectable infection in the five-week-old progeny was observed. Treatment of the breeding does on five occasions resulted in a significant decrease in the degree of infection in the 5-week-old progeny within the stock. The degree of infection among the offspring of a doe is primarily dependent on her own condition with respect to infection. However, the practical implication of the findings made is that, on the basis of the above epidemiological data, protective treatment against ear mange should be based on treatment of does, to ensure effectiveness of the treatment at farm level together with the economic advantages attainable (i.e., treating only does but within a strictly controlled veterinary programme) Treating does three times per year with ivermectin injection at 200 µg per kg b.w. on two occasions, 7 to 10 days apart, appears to be an effective alternative for the purpose of controlling ear mange at farm level.*
(Keywords: rabbit, *Psoroptes cuniculi*, epidemiology, ivermectin)

ÖSSZEFOGLALÁS

A nyúl fülruhösség (*Psoroptes cuniculi*) fertőzöttségi szintjének vizsgálata anyanyulakban és utódaikban

Donkó T.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

*A kísérleteket 200 Pannon fehér anyával és szaporulatával dolgozó nyúltelepen végeztük, mintegy három éves periódusban. Az anyák és választás előtti utódaik fülruhösségének (*Psoroptes cuniculi*) fertőzöttségi szintje között szoros ($r=0.86$) összefüggést tapasztaltunk. A tenyészállatok ivermectin injekciós kezelését követően kettő, három és négy hónappal vizsgálva szignifikánsan nőtt a kimutatható fertőzöttség az öthetes korú növényedékekben. A tenyésznyulak ötszöri kezelése szignifikánsan csökkentette az 5 hetes növényedékek fertőzöttségi szintjét az állományban. Az utódok fertőzöttsége elsősorban az anyanyulak fertőzöttségi állapotától függ. A megállapítás gyakorlati eredménye pedig az, hogy a fülruhösség elleni védekezést a fenti járványtani adatok alapján az anyák kezelésére kell*

alapozni. Az így elvégzett – következetesen végrehajtott, programszerű - kezelések igen gazdaságos állomány szintű tünetmentességet biztosítanak. Az általunk ajánlott módszer: a tenyésznnyulak kezelése 200µg/ttkg ivermectin tartalmú injekcióval, 7-10 napos időközzel kétszer ismételve, évi 3 alkalommal.

(Kulcsszavak: nyúl, *Psoroptes cuniculi*, járványtan, ivermectin)

INTRODUCTION

The ear mange (*Psoroptes cuniculi*), is a long-recognised one by Delafond (1859), cit Arlian et al., 1981 and its development cycle, its virulence and the conditions required for its survival in the environment have been investigated thoroughly (Arlian et al., 1981); however, in the international literature the authors have come across no data relating to its epidemiological properties within rabbit stocks. Therefore the authors considered it justified to perform a study on ear mange within a rabbit population from the aspect of epidemiology, with particular respect to the relation between the degree of infection in does and that developing among their offspring.

MATERIALS AND METHODS

This experiment was performed with a Pannon White rabbit stock based on 200 does and their young, over a period of approximately three years.

In examining naturally occurring cases of ear mange the presence of the ear mange pathogen (*Psoroptes cuniculi*) was ascertained by means of a microscope from scab scrapings taken from the ears of the rabbits; the severity of infection was then assessed from the size of these lesions by direct examination of the ear with an otoscope. A scale of 0 to 10 was used for the purpose of establishing this, 0 representing a clear ear and 10 a severe degree of infection visible on 100% of the surface of the external auditory canal. The relation referred to in the title was investigated under three experimental arrangements, performed under farm conditions.

- The degree of infection present in the does (n=32) and in their own offspring (n=206) was examined at weaning, when the young rabbits were 5 weeks old.
- Two, three and four months subsequent to the administration of the treatment to the breeding does (200 µg per kg b.w. ivermectin inj. s.c. Cevamec inj. (Ceva-Phylaxia, Budapest)) the degree of infection in the weaned rabbits was monitored.
- In the second part of the experiment the symptoms of ear mange were eradicated in the infected does. This programmed treatment consisted of 200 µg per kg b.w. ivermectin injection s.c. (Cevamec inj. (Ceva-Phylaxia, Budapest) given twice with an interval of 7 to 10 days. The treatment was repeated every 4 months, on five occasions in total. Two months after both the first and the final treatment the degree of infection in the five-week-old progeny was assessed.

The SPSS 7.5 programme was used for the statistical analysis procedure (analysis of variance).

RESULTS

A close ($r=0.86$) correlation was ascertained between the degree of infection in the does and that in their offspring prior to weaning (Donkó, 1999).

On examination two, three and four months after the treatment was administered to the breeding does a significant increase in the degree of detectable infection in the five-week-old progeny was observed (Table 1).

Table 1

**Changes in the degree of infection in the five-week-old offspring
subsequent to single treatment of the does (in scores of 0-10)**

Time after treatment of does (1)	n	Mean(2)	SD(3)
2 months (2. hónap)	148	1,17 ^a	1,36
3 months (3. hónap)	172	1,79 ^b	1,74
4 months (4. hónap)	136	2,67 ^c	1,75

a, b, c: means with different superscripts differ significantly from each other ($P < 0.05$),
(a, b, c: az eltérő betűvel jelzett átlagok szignifikánsan eltérnek egymástól ($P < 0,05$))

1. táblázat: Az öthetes életkorú növendékek fertőzöttségének változása az anyák egyszeri kezelését követően (0-10-es skálán)

Anyák kezelésétől eltelt idő(1), Átlag(2), Szórás(3)

Treatment of the breeding does on five occasions resulted in a significant decrease in the degree of infection in the 5-week-old progeny within the stock (Table 2).

Table 2

**Changes in the degree of infection in the five-week-old offspring
subsequent to programmed treatment of the does (in scores of 0-10)**

	n	Mean(3)	SD(4)
After 1 st treatment (1)	148	1,17 ^a	1,36
After 5 th treatment(2)	152	0,41 ^b	1,04

a, b: means with different superscripts differ significantly from each other ($P < 0.05$) (a, b: az eltérő betűvel jelzett átlagok szignifikánsan eltérnek egymástól ($P < 0,05$))

2. táblázat: Az öthetes életkorú növendékek fertőzöttségének változása az anyák programszerű kezelését követően (0-10-es skálán)

1. kezelés után(1), 5. kezelés után(2), Átlag(3), Szórás(4)

CONCLUSIONS

The three different approaches led to the same conclusion: that the degree of infection among the offspring of a doe is primarily dependent on her own condition with respect to infection. However, the practical implication of the findings made is that, on the basis of the above epidemiological data, protective treatment against ear mange should be based on treatment of does, to ensure effectiveness of the treatment at farm level together with the economic advantages attainable (i.e., treating only does but within a

strictly controlled veterinary programme. Treating does with ivermectin injection at 200 µg per kg b.w. on two occasions, 7 to 10 days apart, appears to be an effective alternative for the purpose of controlling ear mange at farm level.

REFERENCES

- Arlian, L.G., Kaiser, S., Estes, S.A., Kummel, B. (1981). Infestivity of *Psoroptes cuniculi* in rabbits, *Am. J. Vet. Res.*, 10. 1782-1784.
- Donkó T. (1999). Comparative study of rabbit ear mange treatment and epizootic aspects in medicinal prevention. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 1. 41-49.
- SPSS® FOR WINDOWS™ (1996). Version 7.5, Copyright SPSS Inc.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Tamás Donkó

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf.16.
Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-320-175
e-mail: tdonko@atk.kaposvar.pate.hu



A fényperiódus és a melatonin szerepe emlősök szezonális bioritmusában (irodalmi áttekintés)

Lanszki J.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kisállattenyésztési Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Természetes fotoperiódusban termelő számos háziállat (szőr-, gyapjú- és prémtermelő fajok, ill. fajták) szaporodása és szőrfejlődése periódikusan váltakozik. Megfelelő módon alkalmazott fényprogrammal, ill. melatoninkezeléssel ezeknek a fajoknak a termelése kevésbé függ a külső körülményektől. Nemcsak a fajlagos állati termék mennyisége (pl. gyapjú) növelhető, hanem lecsökkenthető a nevelési idő (prémésállatok), miközben a minőségi tulajdonságok nem romlanak. Ezen eljárások alkalmazásának fontos területe lehet a jövőben (nemesítési szempontból is) a mesterséges termékenyítés (pl. prémésállatoknál). A melatoninkezelések során kapott eredmények jól hasznosíthatók a biostimulációs eljárások kidolgozásához. (Kulcsszavak: fotoperiódus, melatonin, szaporodás, szőrfejlődés, gyapjú)

ABSTRACT

The role of photoperiod and melatonin in seasonal biorhythms of mammals (a review)

J. Lanszki

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

There are periodic variations in the reproduction and moulting (hair development) of a number of domestic animal species (species and breeds producing hair fibre, wool fibre or fur) living under conditions of natural lighting. Production in these species can be made less dependent on external conditions by the appropriate application of a lighting programme or melatonin treatment. Not only is it possible to increase the specific yield of the animal product in question (e.g. wool); a reduction in the length of the rearing period can also be achieved (in the case of fur-bearing species) without any accompanying deterioration in the quality traits. An area within the application of such procedures which in future may prove significant, also from the aspect of genetic breed improvement, is artificial insemination (e.g. in the fur-bearing species). The results which have been obtained in the application of melatonin treatment can be put to good use in the development of biostimulation procedures. (Keywords: photoperiod, melatonin, reproduction, moulting, wool)

BEVEZETÉS

Az evolúció során az élőlények fényérzékenysége együtt fejlődött a fotoperiódusra adott válaszreakciókkal. Az emlősök azon életfolyamatai, melyek szabályos hullámmás szerinti

zajlanak: a bioritmusok. Az életfolyamatok ritmikus jellege az aktív és nyugalmi időszakok váltakozása teszi lehetővé, hogy az állatok folyamatosan hozzászokjanak - az alkalmazkodási tartományon belül - a külső, pl. a klimatikus tényezők éves ciklikus változásaihoz. Enélkül a mérsékelt és a hideg égővi fajok az átteleléshez nem lennének képesek ősssel jelentős zsírkészletet felhalmozni testükben, vagy dús, téli szőrzetet növesztetni (Valtonen, 1987; Valtonen et al., 1987). Fontos az utódok világra hozatalának időzítése is, ugyanis csak a táplálékban gazdag időszakban lehet sikeres a felnevelés. Különösen a mérsékelt- és a hideg égővi fajok számára fontos ezeknek a létfontosságú folyamatoknak a fotoperiódussal való szinkronba hozása. A neuroendokrin rendszer koordináló tevékenységében vesz részt a tobozmirigy hormonja, a melatonin.

Az irodalmi feldolgozás első részében a tobozmirigy és a melatonin megismerésének története, illetve kutatásának előzményei, majd a tobozmirigy felépítése, valamint a fotoperiódus-melatonin szerepköre, és az alkalmazási lehetőségek következnek. A cél az állattenyésztésben hasznosítható ismeretek összegyűjtése volt, de a vadon élő fajokkal kapcsolatos, valamint a humán vonatkozású kiegészítések is érdeklődésre tarthatnak számot.

A tobozmirigy-kutatás történeti áttekintése

A mintegy 2000 éve felfedezett tobozmirigy az elmúlt évszázadokban misztikus szereppel ruházta fel az ember, „harmadik szemnek”, a „lélek helyének” tartották (Quay, 1986; Arendt, 1995). A legrégebb - inkább filozófiai tartalmú, a „spiritus animalis” létezését valló - tanulmány (Galen, i.sz. 130-200) egy korábban élt filozófusra (Herophilus, i.e. 325-280) hivatkozik. A legismertebb elméletet 1662-ben a francia filozófus, Descartes alkotta meg. Szerinte a tobozmirigy ellenőrzi az áramlást a „lélektől” a mozgató idegekig és ez befolyásolja a test működését, a tobozmirigy ingere a retinán keresztül bemenő látható jel. Ez utóbbi megállapítása figyelemre méltó éleslátásra vall és gyakorlatilag a mai napig igaznak bizonyult (Arendt, 1995).

Tudományosan megalapozott vizsgálatok azonban mindössze száz évvel ezelőtt kezdődtek meg. A XIX. század végén Ahlborn alacsonyabbrendű gerincesek tobozmirigyének szerkezetét tanulmányozta. A XX. század elején Studnicka foglalkozott a tobozmirigy evolúció-történetével. Fontosabb megállapításai közé tartozik, hogy az alacsonyabbrendű gerincesek fényérzékeny szerve vált a törzsfjlődés során az emlősök belső elválasztású funkcióval rendelkező tobozmirigyévé. A melatonin hormont 1958-ban Aaron Lerner fedezte fel és nevezte el, mikor kétéltűek melanoforáinak (színváltoztatásért felelős pigmentált bőrsejtek) működését kiváltó okot keresett a tobozmirigyben (Arendt, 1995). A vadon élő madarakon végzett, fotoperiódussal összefüggő ökofiziológiai vizsgálatok eredményeit a baromfi élettani kutatásokban, a fényprogramok kidolgozása során eredményesen hasznosították (Péczely, 1987). A fotoperiódus és a szőrzetváltás közötti összefüggést már az 1930-as években (Bissonnette, 1935) bizonyították nyércben és prémgörényben (Valtonen, 1987). Az 1950-es években részletesen foglalkoztak merinó juhok gyapjúfejlődésével (Hardy és Lyne, 1956; Lyne, 1957). Az 1960-as évektől kezdve a melatonin szerepét, az epifizissel való összefüggését is tanulmányozták például hermelinben (Rust és Meyer, 1969), aranyhörcsögben (Hoffmann, 1973), nyércben (Allain és Rougeot, 1980) és nyúlban (Boyd, 1985).

A tobozmirigy kutatás mára interdiszciplináris területté vált (Arendt, 1995), napjainkban az élettan szinte minden ágában - a molekuláris biológiától a pszichológiáig - foglalkoznak a fotoperiódus-hipotalamusz-tobozmirigy-melatonin szerepkörének

vizsgálatával. Ezen rendszer működésének elsődleges jellemzője a biológiai ritmusok, azaz az életfolyamatok szabályos (napi, éves) hullámszámának összhangba hozása, a biológiai óra funkció. Az endogén ritmusadás öröklött, fajra jellemző. A melatonin hormon termelésének ritmusa befolyásolja az időszakosság/szakaszosság terjedelmét, mintegy belső naptárnak tekinthető az életfunkciók évszakos és éves változásaihoz, illetve belső óra a napi életfolyamatokhoz. Az elsődleges exogén ritmusadón, a fotoperióduson, azaz a világos órák időtartamának évszaktól függő változásán kívül azonban ismertek másodlagos ritmusadók is, mint pl. a hőmérséklet, a táplálékbőség, a csapadék, az ár-ápanya és az élőlények egymásra gyakorolt hatása (embernél igen jelentősek a szociális kapcsolatok is), melyek befolyásolhatják a biológiai ritmust (Arendt, 1995). Távolról sem ismert az összes hatásmechanizmus.

AZ IDŐMÉRÉS

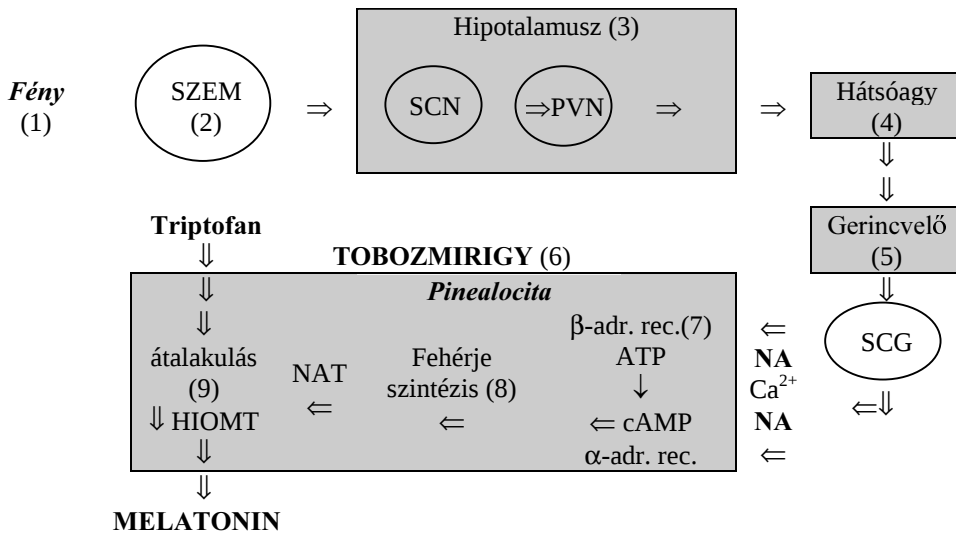
A *tobozmirigy (epiphysis cerebri)* a köztiagyban található páratlan szerv. Nagymértékű változatosság figyelhető meg méret, alak és elhelyezkedés tekintetében az egyes fajok között. Az ember tobozmirigye valóban hasonlít a fenyőtobozra, innen az elnevezése. Az emlősök tobozmirigye belső elválasztású mirigy, azonban a halaké és kételtűkéé a koponya bőréhez közel helyeződik és így közvetlen fényérzékelésre képes, a hüllőké és madaraké pedig kevert funkcióval: fényérzékeléssel és belső elválasztással is rendelkezik. A tobozmirigy súlya pozitív korrelációban áll a testsúllyal, pl. patkányé 0,9-1,56 mg, felnőtt emberé 100-150 mg, de súlyát és működését nemcsak a faj, hanem az életkor, az élettani állapot is befolyásolja. A sarkvidéken élő fajoknak nagyobb a tobozmirigyük mivel a naphossz jelentősen különbözik évszakonként. A mikroszkópi szerkezete is változik napi-, éves ritmus szerint. A tobozmirigy fő sejtjes összetevője a *pinealocita*, melynek mérete jól tükrözi a melatonin szekréció szintjét. Ezen sejtek citoplazmája több szabad riboszómát, valamint kevesebb endoplazmás retikulumot tartalmaz sötét időszakban (Rouvet, 1982, cit. Sundqvist et al., 1989). Melatonin képződik még a retina szemcse-sejtrétegében, a belekben és a vérlemezkékben, ezek szerepe azonban elenyésző a tobozmirigyéhez képest (Arendt, 1995).

A *melatonin (N-acetil-5-methoxitriptamin, rövidítése: MEL)* szintézisének első lépcsőfoka a táplálékból származó triptofan, mely *5-hidroxitriptofan* → szerotonin (*5-hidroxitriptamin*) → *N-acetilszerotonin* átalakulásának útján, közvetítő enzimek (N-acetiltranszferáz, hidroxindol-o-metiltranszferáz) révén jön létre és jut a vérbe.

A tobozmirigy a szem ideghártyájának közvetítésével, a fény érzékelése révén kap idegi impulzusokat, majd ezt alakítja át belső jelekké, ennek megfelelően termeli a MEL hormont *cirkadiális* (megközelítően napi) és *cirkannuális* (megközelítően éves) ritmus szerint. A fényimpulzus azonban nem a központi látópályákon, hanem a retino-hipotalamikus pályán keresztül hat. Ennek a ma valószínűnek tartott neuroendokrin útvonala: a fényperiódusból származó információ a szem retina sejtjeiből elektromos impulzusként továbbjut és stimulálja a *hipotalamusz* elülső részében található alvás-ébrenlét-, ill. hőmérséklet központot (SCN). A kimenő jel az oxitocint termelő magvakhoz (PVN), majd a hátsó nyaki idegdúcra át a tobozmirigyhez jut (1. ábra). Emlősökben a fő neurotranszmitter a noradrenalin (NA), de a tobozmirigy adrenerg receptor típusa fajtól függően eltérő. Az NA stimulálja a MEL szekréciót (ugyanakkor inhibitor pl. a baromfinál). A cAMP segíti az N-acetiltranszferáz (NAT) stabilizálását, meggátolja inaktiválását. A NAT szintje a MEL-hez hasonlóan éjszaka (sötétben) rendkívül gyorsan megemelkedik, ill. világosban lecsökken. A gyors működésváltás mechanizmusa még nem ismert pontosan (Arendt, 1995).

1. ábra

A melatonin-szintézist irányító mechanizmusok (Arendt, 1995 alapján)



SCN=alvás-ébrenlét, hőmérséklet központ (*suprachiasmatic nucleus*); PVN=oxitocin termelő magvak (*paraventricular nucleus*); SCG=hátsó nyaki idegdúc (*superior cervical ganglion*); NA=noradrenalin; NAT=N-acetiltranszferáz (*N-acetyltransferase*); HIOMT=hidroxi-indol-O-metiltranszferáz (*hydroxyindole-O-methyltransferase*)

Figure 1: Major control mechanisms in melatonin synthesis

Light(1), Eye(2), Hypothalamus(3), Hindbrain(4), Spinal cord(5), Pineal gland(6), Adrenergic (α or β) receptors(7), Protein synthesis(8), Transformation(9)

Az SCN az optikus köteg fölött található páros struktúra, az emlősökben *biológiai órának* tekinthető, mely összehangolja a járulékos ritmusadók rendszerét, melyben a MEL mintegy időmérőként szerepel (Arendt, 1995). Az SCN a külső környezet változásától nagymértékben függetlenül működő *pacemaker*. Néhány madárfajban és az alacsonyabbrendű gerincesekben a tobozmirigy rendelkezik biológiai óra funkcióval. Nappal, vagyis a világos órákban a vér és a tobozmirigy MEL koncentrációja alacsony, mert a fény elnyomja szintézisét. A juhban kevesebb, mint 1 lux fény is elegendő ehhez (Ravault és Thimonier, 1988; Arendt és Ravault, 1988). A sötétedés beállta után, a MEL mennyisége gyorsan megnő és egész éjszaka magas szinten marad (ezért a melatonint a "sötétség" hormonjának is nevezik).

A tobozmirigy pinealocitái nagyszámú α - és β - receptort tartalmaznak, melyek működése noradrenalin hatására (paraszimpatikus beidegzés) fokozódik. Ezeken kívül még számos egyéb neuroreceptor és hormonreceptor is található bennük. A receptorok érzékenysége napközben gyors ütemben változik, pl. a β - receptorok 8-10-szer érzékenyebbek a világos időszak végén, mint sötétben. Már évtizedekkel ezelőtt összefüggést fedeztek fel a tobozmirigy szerotonin és MEL elválasztása, valamint a napszaki ritmus között. Szerotonin elválasztása a pinealocitából α -adrenerg működés esetében lehetséges (Arendt, 1995). Ezen kívül a vérplazma prolaktin-, LH-, FSH- szintje és a

tobozmirigy MEL termelése között is szoros összefüggés mutatható ki (Quay, 1972; Martinet és Allain, 1985; Quay, 1986; Smith et al., 1987; Arendt, 1995). Természetes megvilágítás esetén nyár végén és ősszel egyre hosszabbá és erőteljesebbé válnak az éjszakai melatonin jelek, ezáltal a MEL mintegy *belső naptár*nak is tekinthető (Arendt, 1995). Szabályozza a mérsékelt és hideg égövi emlősállatok téli és nyári szőrtakarójának évenként megismétlődő kialakulását, a vedlést, a monoösztroszos fajok szaporodását. A MEL önmaga nem pro- vagy anti-gonadotrop hormon, hanem a szaporodási időszakot a megfelelő évszakkal hozza szinkronba (Morgan, 1991; Arendt, 1995), azaz ritmusos termelődésével, *neurotranszmitter* funkciót tölt be és a neuroendokrin mechanizmusok ritmikus jellegét befolyásolja. A biológiai ritmusok lehetnek naposak, holdhónap szerintiek, vagy évesek, valamint külsőleg meghatározottak, vagy belsőleg kiváltottak, de leggyakrabban a kettő kombinációja fordul elő. Az évszakai ritmusok a napszakos változások fáziseltolódásainak következtében jönnek létre. Konstans körülmények között (pl. azonos megvilágítás időtartam és fényintenzitás, azaz "időutasítás" hiánya esetében) is fennmarad a cirkadián, ill. cirkannuális ritmus, de már nincs kapcsolatban az elsődleges ritmusadóval. Ez az ún. *free running* jelenség, vagyis spontán ritmus kialakulása, melyet az endogén (belső, öröklött) ritmusadó okoz. Az embernél például a spontán napi ritmus 22 és 26 óra között változhat, általában 25 órára tolódik ki. Az exogén MEL átjutva a placentán, befolyásolja a magzat születés utáni ivari fejlődését, azonban a maternális MEL valószínűleg nem elégséges a magzat "programozására" (Arendt, 1995).

A tobozmirigyben a melatoninon kívül számos ismert és még nem ismert funkcióval rendelkező fehérje, ill. fehérje hormon található. Nem tisztázott az LHRH (luteinizáló hormont ürítető hormon), TRH (thyrotrop ürítető hormon), PIF (prolaktin ürítető faktor), PRH (prolaktin ürítető hormon), MSH (melanocita stimuláló hormon), ACTH (adenokortikotrop hormon), PRL (prolaktin), oxitocin hormonok jelenlétének oka a tobozmirigyben (Ruckebush, 1991; Stankov et al., 1991; Bonnefond et al., 1993; Arendt, 1995; Williams et al., 1995). A tobozmirigy, a vér melatonin szintjén keresztül feltételezhetően *feed back* hatást gyakorol az SCN és a retina szintjén (ahol kis mennyiségben MEL termelés folyik), valamint a hipofízis-nyélben, ugyanis ezeken a helyeken található MEL-receptorok (Morgan, 1991; Arendt, 1995; Lincoln, 1998). A visszacsatolás módja pontosan nem ismert. A növekvő MEL szint feltételezhetően nemcsak az SCN-re van negatív hatással, hanem a gonadotropin ürítető hormon (GnRH) receptorok csökkenésére is (*down-regulation*) (Morgan, 1991). A tipikus rövidnappalos időszakban szaporodó juh, illetve a hosszúnappalos nyérc esetében a tavasz végi-nyári PRL koncentráció a vérben 10-20-szorosa a télinek (Arendt, 1995). A PRL hormon szintje - a MEL szinttel éppen ellentétesen - az egyre hosszabbodó nappalokkal emelkedik (Pelletier, 1973; Ravault, 1976; Martinet et al., 1982; Martinet et al., 1983; Lincoln, 1998), ezért a "nyár" hormonjának is nevezik. A MEL-kezelés a szérumban PRL szintjét csökkenti (Allain et al., 1981; Rose et al., 1985; Rose et al., 1987).

A MEL lebontását főként a máj végzi, felezési ideje kb. 1 óra (Berthelot et al., 1961), peptidhormonról lévén szó, nem halmozódik fel a kezelt állatok szervezetében (Korhonen et al., 1997). A lebontás a májon kívül a vesében is zajlik.

A MEL-termelés szintje nemcsak a pinealocita aktivitás alapján (Arendt, 1995), hanem *in vivo* módszerekkel vérből közvetlenül (pl. Lincoln és Ebling, 1985; Smith et al., 1987; Valtonen et al., 1992; 1995; Xiao et al., 1996), illetve vizeletből (Ruckebush, 1991; Valtonen et al., 1992) metabolitok (pl. 6-sulfatoxymelatonin) útján is mérhető.

A mai ismeretek szerint a tobozmirigy a felsoroltakon kívül még számos életműködés évszakai szabályozásában vesz részt, így a testsúly és kondíció változásában, a pajzsmirigy

működésében, a szaporodásban, a hőszabályozásban, az agancsváltásban (Boissin-Agasse et al., 1982; Martinet és Allain, 1985; Smith et al., 1985; Sundqvist et al., 1989; Martinet et al., 1992a; Martinet et al., 1992b; Arendt, 1995; Lincoln, 1998).

A FOTOPERIÓDUS ÉS A MELATONIN HATÁSA A SZAPORODÁSRA

A szaporodási időszak meghosszabbítása, a prémváltás korábbi időpontra hozatala, vagy éppen késleltetése érdekében mesterséges "fényprogram" is alkalmazható. A *biostimulációs módszerek* közé tartozó fényprogram egyes fajok, ill. hasznosítási típusok esetében alkalmazható (pl. tojótyúk, húsnyúl), míg a juhokban, valamint a húsevőkben költséges megoldás lenne (Travis és Pilbeam, 1980; Smith et al., 1987). Ezért ehelyett szintetikus melatonin készítményeket (olajos injekciót, implantátumot, takarmánnyal adagolható készítményt) fejlesztettek ki. Ezek szervezetbe juttatása fajonként is eltérő módon és dózisban, egyszeri (lassan felszívódó készítmények), vagy többszöri alkalommal (pl. naponként) történhet.

Laborállatok

Laboratóriumi körülmények között tartott *rágcsálókat* - elsősorban szibériai hörcsögöket - gyakran alkalmaznak modell állatként kísérletekben. Ezeknél a tobozmirigy kiiktatás (műtéti úton, a felső nyaki idegdúc átvágásával végezhető) meggátolja a rövidülő nappalok hatását, azaz az ivarszervek működésének hanyatlását és a vele járó endokrin változásokat. Ha azonban a hörcsögöket hosszú ideig tartják rövidnappalos (L<12.5 óra) körülmények között a herék spontán módon ismét fejlődésnek indulnak (Arendt, 1995). Természetes megvilágításban egyébként a herék újbóli fejlődését a tavaszi növekvő nappalhossz váltja ki (Herbert 1981, cit. Arendt, 1995). Gunduz és Stetson (1994) a hosszúnappalos (16L:8D) megvilágításban (L=világos (light) órák; D=sötét (dark) órák) született hímivarú hörcsögöket 15 napos korban két csoportra osztották. A kísérlet kezdetekor az egyik csoport maradt a hosszúnappalos, a másik a rövidnappalos (8L:16D) megvilágításban. Tobozmirigy kiiktatást, illetve MEL-kezelést (infúzió 50 ng/óra MEL) végeztek. Azt tapasztalták, hogy a herék fejlődése gátolt volt az implantált állatoknál, függetlenül attól, hogy az *epifízist* kiiktatták, vagy sem. A 15 napos korukig rövidnappalos megvilágításban (8L:16D) tartott hím hörcsögöket áthelyezték hosszúnappalos megvilágításba (16L:8D), majd az előzőhöz hasonlóan kezelték őket. Megfigyelésük szerint a MEL-kezelés, az epifízis kiiktatás és a hosszúnappalos körülmények együttesen lassítják a here fejlődését. Az eredményekből azt a következtetést vonták le, hogy az ivarérettség előtt végzett MEL-kezelés, a megvilágítás időtartalmától függetlenül, gátolta a hörcsögök herefejlődését. Más vizsgálatokban is hasonló eredményt kaptak délutáni órákban végzett MEL-kezelés esetén, vagyis a hím hörcsögök heréinek fejlettsége, illetve mérete kisebb volt mint a kezeltetlen kontroll egyedekben (Creighton és Rudeen, 1989; Steger és Primel, 1990), ugyanakkor a testsúlyban nem mutatkozott lényeges különbség.

A megvilágítás hossza hatással van az ivarérettségre. Fiatal szibériai hörcsögöket hosszú megvilágításban (14L:10D) elhelyezve a herék fejlődése felgyorsul. MEL-kezelés esetén viszont patkányok, hörcsögök ivarérettsége késleltetett, csökken a petefészkek súlya és romlik az ivarzók aránya (Ruckebush, 1991).

Juhok és kecskék

A mérsékelt övön tenyésztett juhok reprodukciós aktivitása a fotoperiódus által szabályozott évszakos ingadozást mutat (Allain et al., 1994; Malpoux et al., 1994).

Természetes fényviszonyok között az ellések tél végén és tavasszal zajlanak. Szezonális jellegük összefügg mindkét nem ivari aktivitásának változásával. A hímekben a sperma mennyisége és minősége jelentős éven belüli ingadozást mutat (Ortavant *et al.*, 1985), például az Ile-de-France juhok napi spermatermelése ősszel négyszerese a tavaszinak (Dacheux *et al.*, 1981). A nőivarban a ciklikus ovulációs aktivitás teljes hiánya figyelhető meg tavasszal és nyáron (Karsch *et al.*, 1984). Az éjszakai MEL-szekréció hossza jól tükrözi az éjszaka hosszúságát és szabályozza a hipotalamusz LHRH szekrécióját. Juhban és kecskében a MEL hosszú ideig való jelenléte - a rövid nappalos időszak - serkenti az LHRH elválasztást, mely LH kiáramlást idéz elő a hipofízisben és ez okozza a nőivarban az ovuláció alternáló jelenlétét, ill. hiányát, hímivarban pedig az ingadozó spermatermelést (Malpaux *et al.*, 1994). Számos kísérletben bizonyították, hogy a juhok és kecskék szezonális szaporodásáért felelős legfőbb környezeti tényező a fotoperiódus. A reprodukciós aktivitás a megvilágítás időszakosságával, például 90 napos állandó hosszú (16L:8D), vagy rövidnappal (8L:16D) biztosításával befolyásolható. Rövidnappalos megvilágítás esetében az ovulációs aktivitás 40-50 nappal, a herefejlődés 30-40 nappal később jelentkezik (Karsch *et al.*, 1984; D'Occhio *et al.*, 1984). A hosszúnappalos megvilágítás viszont mindkét ivarban gátló hatással járt a szaporodásra. Természetes megvilágításban (2. ábra) a növekvő nappalhossz gátló hatású (-), azonban belső folyamatot (~) szinkronizál, melynek eredményeképp feltétlenül ivarilag aktív állapot jön létre a nyári napfordulót követően. A nappalhosszban bekövetkező váltás hatására az ivarzásmentes állapotot az ivari aktivitás időszaka követi. A csökkenő megvilágítás stimuláló (+/~) hatással van az ivarzásra (Malpaux *et al.*, 1989).

2. ábra

A juhok szezonális szaporodásának szabályozását szemléltető modell (Malpaux *et al.*, 1989 alapján)

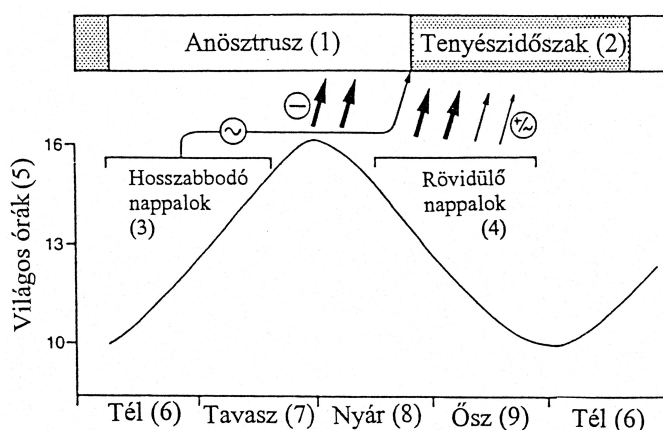


Figure 2: Model for the temporal regulation of breeding seasons in ewes

Anestrus(1), Breeding season(2), Lengthening photoperiod(3), Shortening photoperiod(4), Photoperiod(5), Winter(6), Spring(7), Summer(8), Autumn(9), Rhythm(~), Inhibiting(-), Synchronizing or stimulating effects(+/-)

A juhok szaporodása azonban nemcsak a megvilágítás szabályozásával, hanem MEL-adagolással is befolyásolható. Ellentétben a laborállatokkal és a lóval (Ruckebush, 1991) kezelés hatására az ivaréres felgyorsul. Ha juhoknak 60 napig, naponta MEL-t adagolunk az ivarzás előbbre hozható (Morgan, 1991). Fernandez és Villages (1992) kosokba implantált 30-30 mg MEL-t október végén (kezelt csoport). A másik csoport nem kapott kezelést (kontroll). Azt tapasztalták, hogy nem tért el jelentősen a kezelt és a kezeletlen egyedek ejakulátum mennyisége, a spermiumok minősége, a herék nagysága és a libidó sem. Egyedül nyár elején, a kezelt állatok ondósejtjeinek számában mutatkozott kismértékű növekedés, a kontrollhoz viszonyítva. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy Uruguay földrajzi szélességében a MEL-kezelés nem befolyásolja a kosok termékenységet. Hanif és Williams (1988) a fény- és a MEL-kezelés hatását vizsgálta egyéves suffolk kosok reprodukciós tulajdonságaiban. Azt tapasztalták, hogy az először hosszúnappalos (18L:6D), majd rövidnappalos (9L:15D) megvilágításban tartott, valamint a kísérlet első időszakában hosszúnappalos, a második időszakában természetes megvilágításban elhelyezett és MEL-kezelt egyedek felülmúlták a kontroll juhok ejakulátum mennyiségét és az élő spermiumok számát. Ezen kívül ezeknél később kezdődött meg a herék visszafejlődése, valamint nagyobb volt a motilitási érték is. A szerzők (Hanif és Williams, 1991) folytatták előző kísérletüket, amelyben a hereátmérőt, a szexuális viselkedést és az ondósejtek minőségi tulajdonságait vizsgálták. Eredményeik szerint a kezelt juhok a szaporodóképességük csúcsát lényegesen előbb érték el mint a kontroll egyedek. Megállapították, hogy a MEL-kezelést úgy lehet tekinteni, mint fénykezelést, amely alkalmas a kosok tenyészidőszakon kívüli előkészítésére. Harris et al. (1989) Romney juhokat kezeltek melatoninnal. Vizsgálatuk szerint a kezelt kosok heréi szignifikánsan nagyobbak voltak a kísérlet időszakában, viszont kisebbek a következő szezonban.

A MEL-kezelés alkalmazása hátrányos lehet, például a tejtermelő háziállat fajtákban (Arendt, 1995).

Üreginyúl és házinyúl

Juhokhoz és kecskékhöz hasonlóan (Malpaux et al., 1994) a nyulak termékenysége is szezonálisan eltérő, viszont a szarvasmarhában és a sertésben (Courot, 1980), valamint a csincsillában (Lanszki et al., 1998) az évszakos különbség kevésbé kifejezett.

A vadon élő üregi nyúl (*Oryctolagus cuniculus*) szaporodása jellemző szezonális mintázatot mutat (McNitt, 1992). A baknyulak tavasszal a legaktívabbak, a legtöbb fialás február és augusztus közé esik, a csúcs májusban van (Boyd, 1986), bár Boyd és Myhill (1987) Angliában egész évben talált aktív spermiogenezissel rendelkező egyedeket. A nyulakban tehát legkedvezőbb termékenység a nyári napforduló előtt, a hosszabbodó nappalok időszakában érhető el.

Házinyúlban (Battaglini és Costantini, 1983; Hu et al., 1983; Hsu et al., 1988; Battaglini et al., 1992) a hímivar termékenysége nyár végén, ősz elején a leggyengébb. Theau-Clement et al. (1995) 8L:16D, illetve 16L:8D fotoperiódusban tartott baknyulak termelését 13 hetes időtartamban összehasonlítva megállapították, hogy a rövidnappalos megvilágításban tartott nyulak aktívabbak voltak, és a kísérlet végén nagyobb térfogatú volt a heréjük. A kvantitatív (sperma volumen) és a kvalitatív sperma tulajdonságokban (motilitás, élő spermiumok száma) azonban alulmaradtak a 16 órás megvilágításban tartottakkal szemben. Vizsgálatok szerint a reprodukciós állapottal szoros összefüggésben álló here mérete és annak változása nemcsak a fényperiódussal (Boyd, 1985, 1986), hanem melatoninkezeléssel is befolyásolható (Boyd, 1985). A fényperiódus változására a hipotalamusz által adott GnRH válasz jellegzetes (Boyd, 1987; Lin és Ramirez, 1988), a

hormon szintje éjszaka magas és az évszaktól függ akkor is, ha 12L:12D fotoperiódust alkalmaznak (Lin és Ramirez, 1988).

Walter et al. (1968) vizsgálata szerint az egész évben 16 órás megvilágításban tartott nőivarú nyulakban csökkent a szaporodási problémák előfordulása. A fényperiódus drasztikus megváltoztatására irányuló biostimulációs módszerrel Theau-Clement et al. (1990) lényegesen javították a fedeztethetőségen. A termékenyítés előtti 8 napig 8 órás megvilágítást alkalmaztak, majd hirtelen emelték a világos időszakot 16 óra/nap-ra. Theau-Clement et al. (1990), Maertens és Luzi (1995), valamint Mirabito et al. (1994) vizsgálatához hasonlóan a termékenységekben nem kaptak lényeges különbséget. Feltételezhetően a világítási program negatív hatással lehet az anyák tejtermelő képességére és/vagy a fiókák táplálkozási szokásaira.

Uzcategni és Johnston (1992) vizsgálatai szerint a rex nyulaknak legalább 14 órás megvilágításra van szükségük ahhoz, hogy a szaporodásuk fennmaradjon. Emellett a világítás periodikus megszakítása is jól alkalmazható (Uzcategni és Johnston, 1992; Arveux és Troisloches, 1994).

Angóra baknyulakban 12 hetes folyamatos igénybevétel mellett, a legkedvezőtlenebb reprodukciós időszakban, a nyári napforduló után végzett MEL-kezelés esetén nem csökkent az ugrókészség, valamint a sperma volumene és koncentrációja sem, viszont javult a spermiumok motilitása a kontroll nyulakhoz viszonyítva (Lanszki et al., 1996).

Húsevő prémesállatok

A legtöbb húsevő prémesállat, valamint vadon élő ragadozó tipikus szezonálisan szaporodó faj. Ezeknél a herék mérete és az ivarsejt képződés határozott éves periodicitást mutat. A hímivari működés csúcsa (maximális heresúly és térfogat) a téli napforduló utáni időszakra tehető (Lloyd és Englund, 1973), amikor is a nappalok fokozatosan elkezdnek hosszabbodni. Ivarilag aktív február végén-márciusban a kanadai nyérc (továbbiakban: nyérc) (*Mustela vison*), március-májusban a sarki róka (*Alopex lagopus*), január-márciusban az ezüstróka (*Vulpes vulpes*), február-márciusban a nyestkutya (*Nyctereutes procionoides*), februártól augusztus végéig a közönséges görény (*Mustela putorius*) és a mezei görény (*Mustela eversmanni*). Az év többi részében ezek a fajok nem szaporodóképesek (Duby és Travis, 1972; Boissin-Agasse et al., 1982; Mead et al., 1990), szaporodásuk szabályozását tekintve ezek ún. rövidnappalos fajok. A nyérc esetében a tavaszi szőrzetváltás akkor kezdődik, amikor a herék visszafejlődnek, valamint a vér PRL szintje megemelkedik (Valtonen, 1987; Valtonen et al., 1987; Martinet et al., 1992b; Allain et al., 1994). A herék fejlődése csak az őszi szőrzetváltás befejezésével, novemberben kezdődik. (Allain et al., 1981, Martinet et al., 1983, Martinet et al., 1984). A kanadai nyérc, valamint a vadon élő nyest és nyuszt vemhességének időtartama, ill. a zigóták beágyazódásának időpontja is fotoperiódus függő.

A MEL-kezelésnek a rókák mesterséges termékenyítésében van jelentősége, ugyanis a rövid tenyészidőszak meghosszabbítható. A MEL-kezelt róka hímek spermatogenezise akár egész nyáron megmaradhat (Smith et al., 1987), korábbi időpontra hozható (Connor, 1988; Forsberg és Madey, 1990; Forsberg et al., 1990), vagy egy hónappal későbbre tolható (Parkanyi et al., 1993). A rókák szaporodása fényprogrammal is befolyásolható, rövidnappal (5L:12D) alkalmazásával 1 hónappal korábban hozható a szukák ivarzása (Christiansen, 1988), azonban fényprogram által elért korai fedeztetésnél egyesek kölyöknevelési problémákat figyeltek meg (Kravtsov, 1988).

Nyérceben a fedeztetési időszak előtt alkalmazott hosszabb megvilágítás rövidebb vemhességi időszakot eredményez (embrionális diapauza időtartama rövidül), ami kedvezőbb szaporulati eredménnyel jár (Aarstrand, 1990). A nyári MEL-kezelés hatására a nyérckanok heréiben már decemberben érett spermiumok fordulnak elő (Allain et al., 1984; Valtonen et al., 1987), a nőtényekben viszont késlelteti a tüszőérést és az ivarzást (Valtonen et al., 1987). Ivarilag nem aktív nyércek májusi MEL-kezelésével Rapoport et al. (1991) október közepére mindkét ivarban érett ivarsejtek jelenlétét, párzást és több esetben fialást értek el.

A hosszú életű fajok pl. a görények tobozmirigyének kiiktatásakor (hátsó nyaki idegdúc átvágásával) a szaporodásuk normális éves ciklikussága megszűnik, aszinkronná válik (Lincoln 1979, cit. Arendt, 1995), a hímek here térfogata és a vér tesztoszteron szintje egész évben hasonló marad (Boissin-Agasse et al., 1988).

A SZŐRNÖVEKEDÉS ÉS -FEJLŐDÉS BIOLÓGIÁJA

A szőrszálak kémiai összetétele (Hynd, 1999) és a szőrzet szerkezete az év során periodikusan változik, ezért képesek alkalmazkodni az emlősök a szőrtakarójuk révén az évszakos változásokhoz (Valtonen et al., 1987; Valtonen, 1987; Allain et al., 1994). A szőrzet jellemzően két fő szőrtípusból áll, egyrészt a hosszabb és durvább fedőszőrzetből, mely mechanikai védelmet biztosít, valamint támasztja a pehelyszőrzetet, másrészt a finomabb pehely-, vagy más néven aljszőrzetből, mely hőszigetelő szerepet tölt be (Nes et al., 1984; Joergensen, 1985; Blomstedt, 1989). A fedőszőrök az elsődleges (primer) szőrtüszőkből fejlődnek, a pehelyszőrök pedig a másodlagos (szekunder) tüszőkből (Hardy és Lyne, 1956). A fedőszőrök a pehelyszőrök előtt fejlődnek (Blomstedt, 1989). A másodlagos tüszőknek további két típusa van, ezek száma az évszakokhoz igazodva változik (Rougeot et al., 1984). Az egyes emlős fajok között eltérések tapasztalhatók a szőrnövekedésben. Gyakorlati szempontból a legérdekesebb példák a szőr-, gyapjú- és prémtermelésre szelektált fajokban, illetve fajtakban találhatók.

A szőrszálak növekedésének ésérésének különböző szakaszai vannak. Aktív (anagén) fázisban növekednek a szőrszálak, ennek időtartama közel állandó (Allain et al., 1994; Blomstedt, 1989), a nyugalmi fázis hosszát pedig a külső környezeti tényezők befolyásolják (Valtonen, 1987). A szőrtüsző mélysége azérés során fokozatosan csökken, a növekedési fázis során a bőrfelszín közelébe emelkedik (Fukanaga et al., 1991). A növekedés végén (katagén, vagy regressziós fázis) a szőrszálak tápanyag és pigment ellátása megszűnik, a prém érett állapotba kerül, ekkor téphető pl. az angóryanulak gyapja (Rougeot és Thébault, 1983). A nyugalmi (telogén) fázis végén, az újabb anagén fázis elején kezdődik a szőrzet váltása, a vedlés. Ennek során az előregedett szőrszál leválik a szőrszemölcsről, az új szőrszál kilöki a régít (Valtonen, 1987).

Az évszakos szőrfejlődés endokrin szabályozása összetett. A különböző környezeti tényezőkre (pl. nappalhossz, hőmérséklet) adott válasz a szőrtüszők működésében számos - gyakran szinergizmussal is együtt járó - hormon hatására jön létre.

Az emlősök életritmusának egyik legjelentősebb folyamatát, a szőrtüsző működését és az azt befolyásoló tényezőket szemlélteti a 3. ábra. A prém aktív növekedési fázisában szükség van a tiroxin hormon fokozott elválasztására (Valtonen, 1987). Ivarzás alatt nem zajlik prémváltás, a nemi hormonok gátló hatást fejtenek ki a szőr növekedésére. A prolaktin szekréciója határozott ingadozást mutat (Pelletier, 1973; Ravault, 1976; Martinet

et al., 1982, 1983), melyet nemcsak a fényperiódus, hanem a hőmérséklet is befolyásol. A glükokortikoidok szintje megemelkedik a vérben a prémváltás kezdetén, de a szőrnövekedési fázis során ismét csökken. A melanocita stimuláló hormon (MSH) koncentrációja nő a vérben a prémváltás alatt (Valtonen, 1987). Nem ismert pontosan a MEL hatásmechanizmusa a szőrtüszők szabályozásában (ezt jelzi a 3. ábrán a szaggatott vonal) Allain és Rougeot (1980), Valtonen (1987), Gebbie *et al.* (1994), Lincoln (1998). A “kettős hatásútvonal” elmélet szerint (Lincoln, 1998) a MEL jelek a szőrtüszők működtetésének útvonalán a hipofízis PRL szekréciójára hatnak, míg a másik útvonalon a gonádokra, a hipotalamusz (GnRH elválasztás) - hipofízis (FSH elválasztás) rendszeren keresztül.

3. ábra

**A szőrzetváltás ciklusát befolyásoló tényezők
(Gebbie *et al.*, 1994 alapján)**

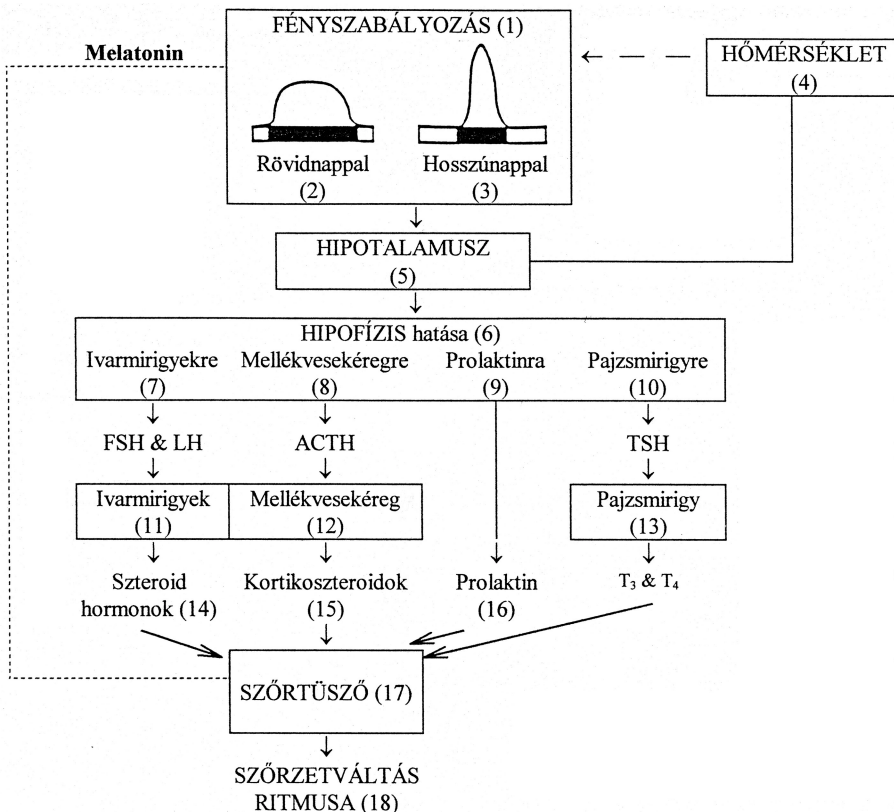


Figure 3: Factors implicated in the control of coat moulting cycles

Photoperiodic regulation(1), Short days(2), Long days(3), Temperature(4), Hypothalamus(5), Pituitary gland(6), Gonadotrophs(7), Corticotrophs(8), Lactotrophs(9), Thyrotrophs(10), Gonads(11), Adrenal gland(12), Thyroid gland(13), Steroid hormones(14), Corticosteroids(15), Prolactin(16), Hair follicle(17), Coat moulting cycles(18)

Gyapjú és szőrtermelő fajok ill. fajták

Angórányúlban a különböző típusú gyapjúsálak növekedése 12-20 hétig tart (Allain *et al.*, 1994). A gyapjú növekedése folyamatos, de nem egyenletes, a növekedési ütem a szálhossz növekedésével fokozatosan lassul (Rochambeau, 1988; Rochambeau és Thébault, 1990). Külső behatás (gyapjúeltávolítás) nélkül tavaszi és őszi szőrzetváltás (szabályos vedlés) lenne megfigyelhető. Termelő angórányúl állományokban azonban a gyapjúeltávolítást meghatározott időközönként, a francia típusnál 100-110 naponkénti tépéssel, a német típusnál 80-85 naponkénti nyírással végzik. Ennek ellenére mindkét eltávolítási mód alkalmazásakor az angórányulak gyapjútermelésében évszakos ingadozás tapasztalható. A gyapjútermelés ugyanis a fotoperiódussal függ össze (Allain *et al.*, 1994). Számos tényező, pl. az évszak (a hőmérséklet és a nappalok hosszának változása), az ivar, a testsúly (testfelület), a gyapjúeltávolítás módja (nyírás/tépés/fésülés) (Thébault, 1994) és gyakorisága, az életkor (nyírás/tépés sorszáma), a típus (német, francia stb) befolyásolja (Rochambeau és Thébault, 1990). A nyári gyapjútermelés a legkevesebb (Rougeot és Thébault, 1983; Scholaut, 1987; Allain és Thébault, 1988; Rougeot és Thébault, 1989; Rochambeau és Thébault, 1990; Thébault és Vrillon, 1994). Az évszakok közötti eltérés akár 50% is lehet, a legtöbb gyapjút télen és ősszel termelik az angórányulak. Vannak ún. „nyugalmi stádiumban” levő szórtüszők is. Az ilyen inaktív szórtüszők aránya tavasszal 12%, nyáron 28% (Rougeot és Thébault, 1983; Rochambeau és Thébault, 1990). Angórányulak tavaszi MEL-kezelésével megelőzhető a gyapjútermelés nyári csökkenése. Hasonló gyapjúhossz és szórtüsző-csoportonkénti szőrszál szám érhető el, mint kezelés nélkül, ősszel (Rougeot *et al.*, 1986; Allain és Thébault, 1988). Francia típusú, tépett angórányulakon 10-15%-kal nőtt (Allain és Thébault, 1988) a termelt gyapjú mennyisége a kontrollhoz viszonyítva. Megközelítően azonos gyapjútermelésbeli különbség és nagyobb mértékű szőrfejlődési ciklusra gyakorolt hatás figyelhető meg más vizsgálatban, tavaszi MEL-kezelés esetén. Nyári, és különösen az őszi kezelés eredménye lényegesen kisebb volt (Lanszki *et al.*, 1997, 2000c, 2000d).

Kecskében és juhban a szőrnövekedési mintázat széles skálán mozog. A kettős elemiszál összetételű (kevertgyapjas: fedőszőr + pehelyszőr) Soay juh és kasmír kecske szőrzetváltása tavasszal kifejezetten jól látható, ősszel kevésbé. Ugyanakkor az egyszeres elemiszál összetételű (csak pehelyszál) merinó juh és angóra kecske szőrnövekedése folyamatos. A kettős elemiszál összetételű fajtáknál tavasszal az elsődleges tüszőkből távozó szőrszálak helyett újak fejlődnek, így ezek fedik az állat testét, de a szekunder tüszőkből távozó gyapjúsálakat csak 1-3 hónappal később váltja fel újabb (Allain *et al.*, 1994). Pehelyszál termelésre évszakos mintázat jellemző. Soay juhban (Ryder, 1978), ill. kasmír kecskében (McDonald *et al.*, 1987) a termelés a nyári napforduló körül kezdődik és a téli napforduló körül szűnik meg. Jellemzőes járulékos ciklus figyelhető meg a kasmír kecskében tavasszal (Nixon *et al.*, 1991). A növekedési ciklus végén a pehelyszál hossza hasonló, vagy még hosszabb is, mint a fedőszőrké. Kettős elemiszál összetétel jellemző az angórányúlra, a kasmír kecskére és a legtöbb prémesállatra (Allain *et al.*, 1994). Ezen fajoknak, illetve fajtáknak a szőrnövekedését is a fotoperiódus szabályozza (Rougeot, 1961; Rougeot *et al.*, 1984; Teh *et al.*, 1992).

A csak pehelyszálat termelő fajtákban (pl. angóra kecske, modern merinó juh fajták) a szőrszálak növekedése folyamatos (Allain *et al.*, 1994), ennek ellenére a legtöbb fajta évszakos szőrnövekedési ciklust mutat, maximális növekedés nyáron, minimális télen figyelhető meg. Ez az ingadozás az említett merinó fajtákban lényegesen mérsékeltebb, mint az angóra kecskében és más juhajtákban (Margolena, 1974; Ryder, 1978).

Dicks (1994) angóra kecskéket kezelte 18 mg melatoninnal decemberben, februárban és áprilisban. Azt tapasztalta, hogy a kezelés hatására korábban megkezdődött a tavaszi szőrzetváltás, több szőrtüsző vált aktívvá. Más vizsgálatban (Dicks *et al.*, 1995) a kifejlett egyedeken szignifikáns volt a MEL-kezelés hatása a szőrtüszők működésére, de a növendékeken ez statisztikailag nem volt igazolható. Hasonlóképpen juhokban és angóra kecskében mások sem mutattak ki melatonin-választ téli kezelésnél (Kennaway és Gilmore, 1985; Harris *et al.*, 1989). A hosszúnappalos időszakban (nyáron) MEL-kezelte kasmír kecskében (Betteridge *et al.*, 1987; Lynch és Russel, 1989) és juhokban (Lincoln és Ebling, 1985) őszi szőrzetváltást indukáltak. Amikor télen végeztek MEL-kezelést, a nyérccel ellentétben (Allain *et al.*, 1981) a kasmír kecskében nem késett a tavaszi szőrzetváltás (Mitchell *et al.*, 1991). Harris *et al.* (1989) tiszta gyapjúhozamra szelektált Romney juhokat kezeltek melatoninnal. Eredményük szerint a kezelt egyedek gyapjútermelése nem múlta felül a kezeletlen állatokét.

Prémésállatok

A nyérc esetében két szőrzetváltás (tavaszi és őszi) figyelhető meg. Mindkét szőrzetváltás jellegzetes mintázat szerint zajlik. A tavaszi váltás a pofarészen kezdődik április első felében és a farok irányában halad, nyárra kialakul a teljes nyári szőrzet. Az őszi szőrzetváltás augusztus végén a farkon kezdődik és a fej irányába halad előre (Maurel *et al.*, 1986). A nyári szőrzet kevesebb (12-14) szőrszálat tartalmaz szőrtüsző-csoportonként, mint a téli szőrzet (17-20) (Rougeot *et al.*, 1984). A sarki róka téli szőrzete a medence tájékán érik be legkésőbb (Herman, 1986), szőrfejlődése gyorsabb, mint a nyércé, az ezüstrókéé, vagy a nyestkutyaé. Az ezüstróka téli szőrzete augusztus végén kezd kialakulni és decemberre a fejen is eléri teljes érettségét. Az ezüstrókára és a nyestkutyára kétfázisos szőrzetnövekedés jellemző. Ez azt jelenti, hogy az ezüstróka a téli pehelyszőrzetét márciusban kezdi levedleni és június-júliusra csak a fedőszőrzete marad meg. Nyár végén kezdődik a fedőszőrzet váltása, majd a pehelyszőrzet növekedése. A nyestkutyaánál a tavaszi szőrváltás során kihullik a régi és helyette új fedőszőrzet nő, viszont a téli pehelyszőrzet megmarad. A tavaszi és az őszi szőrzetváltás a növekvő, illetve a csökkenő nappalhossz szabályozása alatt áll (Bissonnette és Wilson, 1939; Duby és Travis, 1972; Martinet *et al.*, 1984). Tehát nem a hőmérséklet csökkenése a szőrzetváltást kiváltó elsődleges tényező, hanem a nappalok hosszának változása, azonban a kettő kapcsolatban van egymással (Xiao, 1996). Hideg körülmények között a téli szőrzet gyorsabb kialakulását (Rotschild, 1942), vagy késleltetett tavaszi váltását (Rust, 1962) tapasztaltak hermelin esetében. A hideg hatására a macskák és egyes rágcsálók szőrzete is sűrűbb (Harri, 1987). A meleg őszi késlelteti a rókák téli prémjének kialakulását, viszont serkenti a nyérceket (Harri, 1987). Az adaptáció szempontjából azonban a hideg nem stimulálja a szőrnövekedést (bőr erek összehúzódása). Közvetve viszont az anyagcsere stimulálása révén (nő a takarmányfelvétel és a tiroxinválasztás) serkenti a szőrnövekedést és az addig inaktív tüszőket működővé teszi (Harri, 1987).

A növényevő prémésállatok közé tartozó csincsillára (*Chinchilla laniger*) folyamatos szőrzetnövekedés jellemző. A kifejlettkori szőrzet váltása 4-5 hónapos kor körül indul meg és a prém 8-12 hónapos korra válik éretté (Nes *et al.*, 1988). A csincsilla prémérettségének megállapítása szőrzetbe fújással és a bőr színének, illetve a növekedésben levő szőrszálaknak az elbírálásával történik (Lyne, 1965). A prémérés a fejtől a farok, illetve a hastól a hát irányában halad, ennek megfelelően legkésőbb a farktől körüli szőrzet (a medence tájéka) válik éretté. Ha a bőr kékes színű, akkor a prém éretlen, ha fehér, akkor érett. A bőrszínen kívül azonban a szőrszálak növekedési

fázisa is bírálendő. Az *aguti* mintázatából adódóan a szőrszálak csúcsa alatt 2-4 mm-es fehér zóna, az ún. szalag található, mely a növekedésben levő szőrszálakra is jellemző. A szőrzetváltás akkor zajlik le, ha a szőrszálak növekedése befejeződik, de csak akkor válik éretté, ha a bőrben levő pigment átkerül a szőrszálakba. Ekkor a bőr fehér színű lesz (Lyne, 1965). Amikor a faroktőnél érett a prém, a fejen elkezdődik az új szőrzet növekedése. A szőrzetváltást leginkább befolyásoló tényező az életkor.

A MEL-kezelésnek nagy jelentősége van a *prémesállatok szőrzetváltásának* befolyásolásában. MEL-kezeléssel meg lehet akadályozni a hermelin (*Mustela erminea*) és a sarki róka téli szőrzetének nyárra váltását (Rust és Meyer, 1969; Smith *et al.*, 1987). A szezonális szőrzetváltó fajok közül a bőr hisztológiai vizsgálatát is alkalmazva kanadai nyércen (Allain és Rougeot, 1980; Valtonen *et al.*, 1987; Blomstedt, 1990), ezüstrókán (Forsberg *et al.*, 1990), sarki rókán (Smith *et al.*, 1987; Mäntysalo és Blomstedt, 1990; Jarosz és Szeleszczuk, 1995), prémgörényen (*Mustela putorius*) (Pearson és Ashby, 1989; Blomstedt, 1995) és nyestkutyán (Xiao, 1996; Xiao *et al.*, 1996) vizsgálták a tobozmirigy szerepét a szőrtüszők működésével és a szőrzetváltással kapcsolatban. A melatonin nem siettet meg a szőrnövekedést, hanem az addig inaktív szőrtüszők működését indítja meg (Rose *et al.*, 1987; Valtonen *et al.*, 1987; Fukanaga *et al.*, 1992a).

Kifejlett nyércek nyári MEL kezelésekor (5-52 mg MEL/egyed) Allain és Rougeot (1980), Valtonen *et al.* (1987), Valtonen *et al.* (1990), Fukanaga *et al.* (1991), Rose *et al.* (1984) vizsgálatához hasonlóan azt tapasztalták, hogy október közepére a téli fedőszőrzetük teljes mértékben kifejlődött, tehát a kezelt egyedek 5-6 héttel korábban prémezhetők mint a kezeletlen csoport. A kísérleti állatok étvágya a kezelést követően rövidesen megnőtt, amely szignifikánsan nagyobb augusztus végi testtömeget eredményezett. A prémtulajdonságokban, így a hosszúságban, a tömegben, a fedettségben, a minőségben és az általános összenyomásban nem volt szignifikáns különbség a kezelt és a kezeletlen csoportok között. Más vizsgálat szerint (Allain, 1988) a MEL-kezelés nagyobb méretű prémet eredményezett, a minőség romlása nélkül. Érdekességként megemlíthető, hogy japán kutatók (Fukanaga *et al.*, 1992b) július elején végzett MEL-kezeléssel két szőrzetváltást figyeltek meg nyércen július és december között.

Nyári MEL-kezeléssel prémgörények prémérése 6 héttel (Pearson *et al.*, 1989), kifejlett sarki rókáké 4 héttel (Valtonen *et al.*, 1987), növendékeké 1-2 héttel (Valtonen *et al.*, 1987), kifejlett ezüstrókáké 3-6 héttel (Valtonen *et al.*, 1987; Connor, 1988), róka fajhibrideké pl. *blue frost*, *golden island* (Nes *et al.*, 1984), 2-3 héttel előbbre hozható (Valtonen *et al.*, 1987). A melatonin-kezelt róka fajhibridek prémjének tömörsége nem érte el a kontrollét és az említett fajokban nem tapasztaltak prémminőség romlást a MEL-kezelés eredményeként (Valtonen *et al.*, 1987). Blomstedt *et al.* (1988) a nyérc, a prémgörény és a kifejlett sarki róka MEL-kezelésére legalkalmasabb időpontot július közepére, a kifejlett nyestkutyáét június végére, a fiatal nyestkutyáét július közepére, fiatal sarki rókáét 7-10 hetes életkorban javasolják.

Kravtsov és Kuznetsov (1990) nyérceket különböző módon megvilágított ketrecekben helyeztek el. Azt tapasztalták, hogy az őszi prémváltás idején hosszú megvilágítást kapott (18L:6D) csoport prémje a kontroll november végi préméréséhez képest később, decemberben következett be. A prémérés időszakában (október 2. felétől) hosszú megvilágításba helyezett egyedek prémérésére a megvilágítás nem volt hatással. A fénykiegészítés mellett MEL-kezelést is kapott nyércekben (a két hatás egymással ellentétes) viszont Valtonen *et al.* (1987 és 1990) vizsgálatához hasonlóan a kontrollban 5 héttel korábban, október közepére érett be a téli prém. Ez azt mutatja, hogy az exogén melatonin hatása erősebb, mint a fotoperiódusból érkező információ. Amennyiben

alacsony fényintenzitás mellett (<10 lux) helyeztek el nyérceket, 4-13 nappal korábban ért be a prém (*Ilinskii és Taljanova*, 1988). A kezelt csoportban jobb volt a prémminőség, mint a kontoroll (40 lux fényerősségekben tartott) nyérceken. Hasonló eredményt értek el a minőség szempontjából más szerzők is (*Pastirnak és Gruia*, 1985).

Blomstedt (1990) ezüstrókák egyik csoportját nem teljesen zárt, de nagymértékben elsötétített (<40 lux fényerősség), a másikat pedig hagyományos, természetesen megvilágított, oldalt nyitott pavilonban, helyezte el. A kétféle elhelyezési módban MEL-kezelt és kontroll csoportot is kialakított. A MEL-kezelés hatására a korlátozott megvilágításban tartott rókák prémérése csak 6 nappal volt gyorsabb, míg a hagyományos fészerekben elhelyezettekénél a különbség 24 nap volt, a prémminőség nem romlott a kontrollhoz viszonyítva. Más vizsgálatban is hasonló megállapításra jutottak (*Blomstedt et al.*, 1989).

Növényevő prémesállatok prémérésének befolyásolásával kapcsolatban viszonylag kevés kísérleti adat áll rendelkezésre. Természetes fotoperiódusban tartott négy hónapos MEL-kezelt *csincsillák* prémje az alkalmazott hormon dózistól függően 31 (18 mg/egyed), illetve 18 nappal (9 mg/egyed) korábban ért be, mint a kontrollé (278 nap), miközben a prémhossz és a szőrtüszőcsoportonkénti szőrszálak száma a kontrollhoz hasonló volt (*Lanszki et al.*, 2000a; 2000b). A *rex és normál szőrű nyulak* prémérése 9 hetes korban 16 órától 8 órára csökkentett napi megvilágítással meggyorsítható és 14-16 hetes életkorban az egész állomány egyöntetűen érett szőrzetben prémezhető (*Vrillon et al.*, 1988).

EGYÉB FOTOPERIÓDUS FÜGGŐ CIRKANNUÁLIS ÉS HUMÁN VONATKOZÁSÚ JELENSÉGEK

Téli álmom

Az élőlények cirkannuális endogén ritmusa a faj fennmaradásának feltétele, mely a törvényszerűen váltakozó évszakokhoz igazodik. A téli nyugalmi állapottal rendelkező fajok viselkedésében is a velük született belső napi és éves endogén ritmusán kívül a külvilág elsődleges ritmusadója a fény (a fotoperiódus) és csak másodsorban a hőmérséklet (*Széky*, 1983; *Mletzko és Mletzko*, 1982; *Raths*, 1974). Ez annak ellenére is igaz, hogy a hibernációt a hideg váltja ki, ami viszont összefügg a nappalok rövidülésével. Az emlősök tartósabb nyugalmi állapotformái közé tartozik a *denevérek torpiditása* és a néhány emlősnél évről évre észlelhető igazi *téli álmom*. Mindkettő közös jellemzője, hogy az egyébként homoioterm (állandó testhőmérsékletű) állatok a diapauza (fényperiódus által kiváltott nyugalmi időszak) alatt heteroterm (változó testhőmérsékletű) szervezetekként élnek. Nem alszik valódi téli álmat a medve, a borz, a mosómedve, a nyestkutya, mivel ezeknél a nyugalmi állapotot kiváltó elsődleges tényező a táplálékhiány. Hómentes télen - amikor könnyebb a táplálékszerzés - ezeknél a fajoknál a nyugalmi állapot el is maradhat. A valódi téli álmom hossza nem állandó, a mormota 5-6 hónapig, az ürge 3-4 hónapig, a pele 2-3 hónapig alszik. Mérsékelt égövön a téli álmom október-novemberben kezdődik és március-áprilisban ér véget. A felébredés a kisebb testű peléknél kb. 1 óra, a hörcsögnél 3-4 órát vesz igénybe. Téli alvás közben a szervekben jelentős változások mennek végbe. Például csökken az anyagcsere intenzitása, ezáltal a zsírdépolikat lassan képesek mobilizálni. Jelentősen csökken a testhőmérséklet és a szívverés szám. Például a mogyórós pele éber állapotban percenként 240-szer lélegzik, téli álomban viszont csak 10-szer, miközben testhőmérséklete 5°C. A sün szívdobogásának percenkénti száma éber állapotban 170,

míg téli álomban mindössze 2, testhőmérséklete 4°C (Mletzko *et al.*, 1982). A téli alvás során a testhőmérsékletet aktív szabályozási folyamat tartja fenn (SCN), az állat többször is megszakítja, ún. *ébredési szakaszokat* iktat be, amely során megszabadul a szervezetében felhalmozódott salakanyagoktól és fogyaszt a táplálékraktárában felhalmozott készletből.

A téli álom megkezdésekor az ivari funkciók szempontjából az állat (pl. pelék, ürgék, hörcsögök) szervezete nyugalomban van. Azonban már decemberben, vagy legkésőbb januárban - amikor a téli álom egyébként a legmélyebb - az ébredési szakaszok hosszabbá válnak megindul az ivari aktivitás, a hipofízis gonadotrop hormon termelése. Ennek következtében ivarsejtek termelődnek. A téli álomból való felébredéskor az állatok ivarilag aktívak. Nyár végén, ősz elején - a rövidülő nappalok hatására - ezzel ellentétes folyamat játszódik le, az ivarmirigyek fokozatosan visszafejlődnek, a nemi ösztön csökken, az utódgondozási ösztön is mérséklődik. Ebben az időszakban az állat felkészül a telelésre, megfelelő telelőhelyet keres, táplálék-készletet halmoz fel (pl. a hörcsög 10-15 kg gabonát), növekszik a táplálékfelvétel (akár a testsúly 40-50%-át is kitevő fehér és barna zsírszövetet épít szervezetébe). Fajtól függően azonban vannak eltérések, pl. a denevérek nem halmoznak fel téli készletet, illetve egyes fajaik a téli ébredési szakaszban párosodnak is stb.

A téli álom időszakában a legtöbb belső elválasztású mirigy, ill. hormontermelési funkcióval is rendelkező szerv aktivitása csökken, pl. hipofízis elülső lebenye, pajzsmirigy, here, mellékvesekéreg, mellékvese-velőállomány, hasnyálmirigy, magas viszont a tobozmirigy MEL- termelése (Raths, 1974).

Konstans körülmények között tartott (22°C; 12L:12D) ad libitum táplált, illetve vízzel ellátott ürge endogén éves ciklusa a testsúlyváltozás, a táplálékfelvétel és a hibernációs időszak szempontjából is az évszakos (fotoperiódus által meghatározott) ritmus szerint alakul (Pengelly és Asmundson, 1974, cit. Arendt, 1995).

Embrionális diapauza

A nyugalmi állapotok egyik különleges formája az embrionális diapauza. Ez olyan ökológiai alkalmazkodást tükröző nyugalmi állapot, melynek révén egyes emlősök - különösen az évente egyszer szaporodó fajok, pl. kanadai nyérc, borz, nyest, nyuszt, fókák, őz - az utódaikat abban az időszakban hozzák világra, amikor az élőhelyükön a legkedvezőbbek a környezeti feltételek. A vemhesség hossza ezekben a fajokban fotoperiódusfüggő. Az időtartama lehet igen hosszú (8-10 hónap) is, pl. az őz, a nyest, a nyuszt, a borz nyáron párosodik és csak tavasszal ellik, illetve kölykezik. A kanadai nyérc esetében pedig a szaporodási időszak már február második felében megkezdődik és március végéig tart, de a kölykezések csak rövid időszakon belül, április végén, május elején zajlanak, a vemhesség időtartama 42 és 70 nap között változhat. A párzást és megtermékenyülést követően a zigóták barázdálódása blasztula stádiumban befejeződik és nem ágyazódnak be az uterus falába. Az első párzást és megtermékenyülést követően újabb petesejtek érnek és 8 nappal később, ismételt párzás hatására ovulálnak, majd megtermékenyülnek. A zigóták lejutnak a méhszarvakba, ahol az előző termékenyülésből származó zigótákkal együtt történik meg az implantálódás. Ezt az időszakot, amikor a zigóta megáll a fejlődésben, *embrionális diapauzának* nevezzük. A beágyazódás csak a fotoperiódusból érkező jel hatására következik be (*késleltetett implantáció*), ami például az őznél januárra, kanadai nyérccél március végére tehető (Martinet *et al.*, 1981; Széky, 1983; Sundqvist *et al.*, 1989; Tauson és Valtonen, 1992).

Humán vonatkozású jelenségek és (jövőbeni) alkalmazások

A MEL-t sok esetben általános csodaszerként ajánlják, külföldi bioboltokban számtalan formában kapható. A felhasználási lehetőségek száma azonban korlátozott, az eredménye és hatása még nem ismert teljes mértékben. Az alábbiakban néhány, lehetséges felhasználási területet említek meg *Arendt* (1995) összefoglaló tanulmányára támaszkodva.

A MEL szerepe az *élettartam meghosszabbításában* egyelőre csak laborállatokon (egereken) bizonyított. A kezelt egerek kb. 20%-kal tovább éltek, mint a kontroll egyedek (*Pierpaoli és Maestroni*, 1987, cit. *Arendt*, 1995). Az ok valószínűleg abban kereshető, hogy a MEL az immunrendszert stimulálja és antistressz hatást fejt ki. Emberre (és hosszú életű fajokra) vonatkozóan nincs megbízható adat, ugyanis nehéz lenne “kezelt” és “kontroll” csoportokat kialakítani. Ennek ellenére elképzelhető, hogy öregedéssel együtt járó folyamatok lassításában szerepet játszhat.

Feltételezhetően a tobozmirigy és a MEL szerepet játszik a *rák* kialakulásának megelőzésében. Ez szintén az immunrendszer működésének a pozitív befolyásolásával magyarázható, tekintve, hogy a sötét és világos időszak arányával összefüggő MEL-szekrécióhoz hasonlóan az immunműködések többsége is 24 órás ritmust követ (*Levi et al.*, 1989, cit. *Arendt*, 1995). A limfocitaszám sötétben a melatoninhoz hasonlóan megemelkedik a vérben. Tobozmirigy működési zavarok esetében gyakrabban figyelték meg a *rák* kialakulását. Állatkísérletekben (laborpatkányon) MEL-kezeléssel sikerült megelőzni az emlőrák kialakulását, ami valószínűleg a prolaktin szint gátlásával függhetett össze (*Tamarkin*, 1981, cit. *Arendt*, 1995). Emberben problémát jelent hogy nehéz detektálni a *rák* kialakulásának időpontját, így MEL-kezeléssel a megelőzés is nehéz.

A tobozmirigy ritmikus MEL-szekréciója az emberben kb. 2 hónapos életkorban kezdődik meg. A vér MEL hormon szintje 3-5 éves életkorban éri el csúcspontját, majd fokozatosan csökken, 20 és 40 éves kor között alig változik, öreg korra igen alacsony szintet ér el. A MEL szekréciójának kezdeti gyors csökkenése szoros összefüggésben van a *pubertás* korral.

A szaporodásában nem szigorúan évszakhoz kötődő emberben is valószínűleg hatással van a fényperiódus a *fogamzási rátára*. Például Nyugat-Európában május-júniusban nagyobb és decemberben kisebb fogamzási csúcsot figyeltek meg. Ugyanakkor Finnországban a relatíve hosszú ideig tartó nyári időszakban (legalábbis a hosszúnappalos időszak terjedelme nagy) egyetlen fogamzási csúcs van. A téli időszakban tapasztalt alacsony fogamzási arányban valószínűleg közrejátszik a téli depresszió és az azzal együtt járó változások is.

A sugárhajtású repülőgéppel keleti irányba, nagy távolságra történő utazáskor több időzóna átlépésekor az időeltolódás miatt az új napi ritmusra való átállás számos életfunkció deszinkronizálódásán keresztül zajlik le. Ennek eredményeképp csökken a testi és szellemi teljesítőképesség. MEL-hormon szedésével viszont javul az alvás minősége, az éber időszak hosszabb, ezáltal gyorsabb alkalmazkodás érhető el.

A *vak emberek* egy részénél a free running jelenség miatt 24 órától eltér a napi ritmus, ami a fáziseltolódás miatt alvási problémát okozhat. Az esetek egy részében a MEL-kezelés segít a “sötét-világos” időszak egyensúlyba állításában.

Bizonyos *alvászavarok*, *álmatlanság* esetében is használható a MEL (pl. 5 mg 22 órakor). Az esetek többségében azonban az alvászavar hátterében más (legtöbbször a társas élettel összefüggő) problémák állnak, melyeken a MEL-kezelés nem tud segíteni (*Arendt*, 1995). Beszámoltak a *migrén enyhítéséről* is.

Ha a cirkadián ritmusban a MEL szekrécióját megvilágítással elnyomjuk (a MEL termelést “elfedjük”), a test hőmérséklete gyorsan emelkedik bizonyos szintre és stressz

által indukált kortizol szekréció következik be. Ez történik például a *több műszakban*, mesterséges fényforrás mellett dolgozó embereknél, akiknél a normális nyugalmi (rho fázis) és aktív (alfa fázis) ciklus állandóan váltakozik. A cirkadián rendszer csak lassan képes alkalmazkodni (lásd *free running*) az új megvilágítási viszonyokhoz, a műszakváltáshoz. A szinkronba hozásban segíthet a MEL-kezelés.

Néhány probléma azonban felmerülhet a MEL önkényes szedésekor. A hormon hatása ugyanis idő- és dóziszfüggő, eredménye lehet stimulálás és gátlás is, befolyásolja a szervezet cirkadián állapotát. A következménye hosszú távon lehet hasznos, vagy mellékhatásokkal is együtt járhat. Nem teljesen ismert a toxicitásának mértéke, ráadásul interakciók léphetnek fel a különböző gyógyszerekkel.

KÖVETKEZTETÉSEK

A feldolgozás alapján jól látható, hogy a fényperiódus igen fontos szerepet játszik az élőlények szervezetének működésében. Az állattenyésztésben a genetikai lehetőségek mind jobb kihasználására törekszünk, miközben a tartási körülményeket is célszerűen ennek megfelelően alakítjuk. A természetes megvilágítás a legtöbb gyapjú- és prémtermelő háziállatfajban jelentős hatást gyakorol a szaporodásra és a kültakaróra. Jellegzetes ciklikusság figyelhető meg az emlősök szaporodásában, ami fajtól függően hosszabb-rövidebb szezonális szaporítási időszakkal jár együtt. Hasonlóképp a gyapjú- és prémtermelés is ciklikus a minőség és a mennyiség szempontjából egyaránt. A szezonális ingadozások csökkentése, a szezonon kívüli szaporítás, vagy a szezon meghosszabbítása a nevelési idő lerövidítése egyértelmű ökonómiai előnyökkel jár. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a gyapjú-, és prémtermelő állatokban az esetek döntő többségében a természetes életritmus befolyásolására irányuló törekvés nem jár együtt a minőség romlásával.

Az utóbbi években a hormonkezelések helyett egyre inkább terjednek a biostimulációs módszerek, melyek alkalmazásával a hormonkezelést megközelítő eredmények érhetők el. A MEL-kezelések során kapott eredmények jól hasznosíthatók a fénykezelési programok kialakításához. A (labor)állatokon végzett kísérletek eredményei pedig sok esetben biztatóak a humán terápiában való alkalmazás tekintetében is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző köszöni az OTKA (F 17671) támogatását.

IRODALOM

- Aarstrand, K. (1990). Effects of light on fur animal production. Literature review. Norsk landbruksforskning, 4. 39-49.
- Allain, D. (1988). Interaction of age, strain and date of melatonin administration in the control of winter coat growth in mink. Proc. 4th Intern. Congr. Fur Anim. Prod., 471-480.
- Allain, D., Martinet, L., Rougeot, J. (1981). Effects of melatonin implants on changes in the coat, plasma prolactin level and testis cycle in the mink (*Mustela vison*). In: Eds. Ortravant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P. Photoperiodism and Reprod., 263-271.

- Allain, D., Martinet, L., Rougeot, J. (1984). Effects of melatonin implants on coat changes, plasma prolactin values and the testicular cycle in mink (*Mustela vison*). Deutsche Pelztierzüchter, 2. 17-20.
- Allain, D., Rougeot, J. (1980). Induction of autumn moult in mink (*Mustela vison* Peale and Beauvois) with melatonin. Reprod. Nutr. Dev., 20. 197-201.
- Allain, D., Thébault, R.G. (1988). Effects of various melatonin treatments on summer wool production in angora rabbits. Proc. 4th World Rabbit Congr., 4. 441-448.
- Allain, D., Thébault, R.G., Rougeot, J., Martinet, L. (1994). Biology of fibre growth in mammals producing fine fibre and fur in relation to control by day length: relationship with other seasonal functions. European Fine Fibre Network, 2. 23-40.
- Arendt, J., Ravault, J.P. (1988). Suppression of melatonin secretion in Ile de France rams by different light intensities. J. Pineal Res., 5. 245-250.
- Arendt, J. (1995). Melatonin and the mammalian pineal gland. Chapman and Hall, London.
- Arveux, P., Troislouches, G. (1994). Influence d'un programme lumineux discontinu sur la reproduction des lapines. 6^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, I. 121-126.
- Battaglini, M., Castellini, C., Lattaioli, P. (1992). Variability of the main characteristics of rabbit semen. J. Appl. Rabbit Res. 15. 439-446.
- Battaglini, M., Costantini, F. (1983). Caratteristiche dello sperma di coniglio in rapporto al ritmo riproduttivo e alla stagione. Atti del 6. Congresso Nazionale, Brescia, 449-454.
- Berthelot, X., Laurentie, M., Ravault, J.P., Ferney, J., Toutain, P.L. (1990). Circadian profile and production rate of melatonin in the cow. Dom. Anim. Endocrinol. 7. 315-322.
- Betteridge, K., Devantier, B.P., Welch, R.A.S., Pomroy, W.E., Lapwood, K.P. (1987). Out of season cashmere growth in feral goats. Proc. 2nd Intern. Cashmere Conf., 137-144.
- Bissonnette, T.H. (1935). Relationship of hair cycles in ferrets to changes in the anterior hypothesis and light cycles. Anat. Res., 63. 159-168.
- Bissonnette, T.H., Wilson, E. (1939). Shortening day-light period between May 15 and September 12 and the pelt cycle of the mink. Science, 89. 418-419.
- Blomstedt, L. (1989). Histological determination of different stages of pelage development fur growth of mink. Acta Agric. Scand., 39. 91-99.
- Blomstedt, L. (1990). Effect of melatonin on the growth of the winter pelt in adult mink. Finsk Pästidskrift, 11. 253-254.
- Blomstedt, L. (1995). Pelage cycle and hair bundle structure in the young and adult ferret, *Mustela putorius*. Can. J. Zool., 73. 1937-1944.
- Blomstedt, L., Mäntysalo, E., Mustonen, P., Tuominen, S. (1989). Does melatonin affect the quality of fox pelts? Finsk Pästidskrift, 10. 299-300.
- Blomstedt, L., Valtonen, M., Pölönen, I., Jalkanen, L. (1988). Investigation on the use of melatonin. Finsk Pästidskrift, 4. 158-162.
- Boissin-Agasse, L., Jacquet, J.M., Lacroix, A., Boissin, J. (1988). Long-term effects of pinealectomy on testicular function, luteinizing hormone-releasing hormone hypothalamic system, and plasma prolactin levels in the mink, a short-day breeder. J. Pineal Res., 4. 385-396.
- Boissin-Agasse, L., Boissin, J., Ortavant, R. (1982). Circadian photosensitive phase and photoperiodic control of testis activity in the mink (*Mustela vison* Peale and Beauvois) a short-day mammal. Biol. Reprod., 1. 110-119.

- Bonnefond, C., Monnerie, R., Richard, J-P., Martinet, L. (1993). Melatonin and the circadian clock in mink: effects of daily injections of melatonin on circadian rhythm of locomotor activity and autoradiographic localization of melatonin binding sites. *J. Neuroendocrinol.*, 5. 241-246.
- Boyd, I. (1985). Effect of photoperiod and melatonin on testis development and regression in wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Biol. Reprod.*, 33. 21-29.
- Boyd, I. (1986). Photoperiodic regulation of seasonal testicular regression in the wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *J. Reprod. Fert.*, 77. 463-470.
- Boyd, I. (1987). Gonadotrophin secretion and pituitary responsiveness to LHRH in castrated and intact male rabbits exposed to different photoperiods. *J. Reprod. Fert.*, 79. 627-633.
- Boyd, I., Myhill, D. (1987). Seasonal changes in condition, reproduction and fecundity in the wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *J. Zool., London*, 212. 223-233.
- Christiansen, I.J. (1988). The use of artificial photoperiods for advancing the breeding season in foxes. *Proc. IV Intern. Congr. Fur Anim. Prod.*, 43-46.
- Connor, M.L. (1988). Melatonin as a furring enhancer: effect on growth rate, feed consumption and reproduction in silver fox. *Proc. IV. Intern. Congr. Fur Anim. Prod.*, 437-443.
- Courot, M. (1980). Rythmes de production du sperme chez les mammifères domestiques. *Rythmes de reproduction* (ed. Masson), 33-40.
- Creighton, J.A., Rudeen, P.K. (1989). Effects of melatonin and thyroxine treatment on reproductive organs and thyroid hormone levels in male hamsters. *J. Pineal Res.*, 4. 317-323.
- Dacheux, J.L., Pisselet, C., Blanc, M.R., Hochereu-de-Reviers, M.T., Courot, M. (1981). Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. *J. Reprod. Fert.*, 61. 363.
- Dicks, P. (1994). The role of prolactin and melatonin in regulating of the spring moult in the cashmere goat. *European Fine Fibre Network*, 2. 109-127.
- Dicks, P., Russel, A.J., Lincoln, G.A. (1995). The effect of melatonin implants administered from December until April, on plasma prolactin, triiodothyronine and thyroxine concentration and on the timing of the spring moult in cashmere goats. *Anim. Sci.*, 60. 239-247.
- Duby, R.T., Travis, H.F. (1972). Photoperiod control of fur growth and reproduction in the mink (*Mustela vison*). *J. Exp. Zool.*, 182. 217-226.
- Fernandez, A.D., Villegas, N. (1992). Effect of melatonin on semen quality in spring and summer. *Boletín Tecnico de Ciencias Biologicas*, 1. 51-57.
- Finzi, A., Morera, P., Kuzminsky, G. (1992). Effect of shearing on rabbit bucks performances in hot ambient conditions. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15. 489-494.
- Forsberg, M., Fougner, J.A., Hofmo, P.O., Einarsson, E.J. (1990). Effects on melatonin implants on reproduction in the male silver fox (*Vulpes vulpes*). *J. Reprod. Fert.*, 88. 383-388.
- Forsberg, M., Madej, A. (1990). Effects of melatonin implants on plasma concentration of testosterone, thyroxine and prolactin in the male silver fox (*Vulpes vulpes*). *J. Reprod. Fert.*, 1. 351-358.
- Fukanaga, S., Kohno, K., Nakamura, F., Kondo, K. (1991). A quantitative histological study on melatonin induced autumn molt in mink skin. *Scientifur*, 2. 107-113.
- Fukanaga, S., Kohno, K., Nakamura, F., Kondo, K. (1992). Pelage development in melatonin-treated mink. *Norwegian J. Agric. Sci., Suppl.*, 9. 593-598.

- Fukanaga, S., Kohno, K., Nakamura, F., Kondo, K. (1992). Two autumn molts in mink skin caused by melatonin treatment. Anim. Sci. Technol., 7. 694-703.
- Gebbie, F.E., Forsyth, I.A., Arendt, J. (1994). Effects of melatonin, bromocriptine and altered light/temperature patterns on coat growth in dairy goats. European Fine Fibre Network., 2. 97-107.
- Gunduz, B. Steatson, M.H. (1994). Effect of photoperiod, pinealectomy, and melatonin implants on testicular development in juvenile Siberian hamsters (*Phodopus sungorus*). Biol. Reprod., 6. 1181-1187.
- Hanif, M., Williams, H.L. (1988). The effect of melatonin and light treatment on the reproductive performance of yearling Suffolk rams. Proc 11th Intern. Congr. Anim. Reprod. and A.I. Univ. College. Dublin. 406.
- Hanif, M., Williams, H.L. (1991). The effect of melatonin and light treatment on the reproductive performance of yearling Suffolk rams. Brit. Vet. J., 1. 49-56.
- Hardy, M.H., Lyne, A.G. (1956). The pre-natal development of wool follicles in Merino sheep. Aust. J. Sci., 9. 423-441.
- Harri, M. (1987). A hőmérséklet és ennek jelentősége a prémminőség szempontjából. Finsk Pälstidskrift.
- Harris, P.M., Xu, Z.Z., Blair, H.T., Dellow, D.W., McCutcheon, S.N., Cokrem, J. (1989). The effect of exogenous melatonin administered in summer, on wool growth and testis diameter of Romneys. Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod., 49. 35-38.
- Herman, W. (1986) Hodowla zwierząt futerkowych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa. 291.
- Hoffmann, K. (1973). The influence of photoperiod and melatonin on testis size, body weight and pelage color in the Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*). J. Comp. Physiol., 95. 267-282.
- Hsu, H., Weng, Q., Zhou, S., Zhou, P. (1988). Treatment of "summer infertility" in male angora rabbits. J. Appl. Rabbit Res., 11. 249-251.
- Hu, J.F., Hong, Z.Y., Leng, H.R., Weng, Q. (1983). The variabilities in the quality semen of Deutsche Angora and Chinese Angora in summer and autumn. Fur Anim. Farm., 1. 13-15.
- Hynd, P.I. (1999). The nutritional biochemistry of wool and hair follicles. Anim. Sci., 70. 181-198.
- Ilinskii, V.M., Talyanova, E.A. (1988). Light intensity and maturation of the coat in mink. Krolikov. Zverovod., 3. 6-7.
- Jarosz, S.J., Szeleszczuk, O. (1995). The effect of melatonin on advancing the priming of winter fur coat in blue foxes. Scientifur, 2. 95-100.
- Joergensen G. (szerk.) (1985) Mink production. Scientifur, Glostrup.
- Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robinson, J.E. (1984). Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. Recent Progress in Hormone Research, 40. 185-232.
- Kennaway, G.A., Gilmore, T.A. (1985). Effects of melatonin implants in ram lambs. J. Reprod., Fert., 73. 85-91.
- Korhonen, H., Niemelä, P., Mäkelä, J., Dahlman, T. (1997). Effect of melatonin implant residuls in feed on reproduction in blue foxes. Acta Agric. Scand., 47. 261-263.
- Kravtsov, I.I. (1988). The light factor in fox breeding (A fény-tényező a rókatenyésztésben). Krolikov. Zverov., 2. 12.
- Kravtsov, I.I., Kuznetsov, G.A. (1990). Early maturation of the coat in foxes. Krolikov. Zverov., 2. 8.

- Lanszki J., Allain, D., Thébault, R.G., Bodnár K., Radnai I., Eiben Cs., Lengyel K. (1996). The effects of various melatonin treatments on the summer semen characteristics of angora rabbits. Proc. 6th World Rabbit Congr., 1. 365-370.
- Lanszki J., Allain, D., Thébault, R.G., Szendrő Zs. (2000a). The effects of melatonin treatment on feed intake, body weight, fur maturation and skin length in growing chinchillas. Proc.
- Lanszki J., Allain, D., Thébault, R.G., Szendrő Zs. (2000b). The effects of melatonin treatment on hair follicle activity in growing chinchillas. Scientifur, 4. 174-178.
- Lanszki J., Jauk E., Bognár Z. (1998). Examination of traits related to prolificacy and suckling ability in chinchillas (*Chinchilla laniger*). Scientifur, 3. 219-223.
- Lanszki J., Thébault, R.G., Allain, D., Eiben Cs. (1997). Melatoninkezelés hatása angórányulak gyapjútermelésére. Nyúlteny. Tud. Nap, 114-121.
- Lanszki J., Thébault, R.G., Allain, D., Szendrő Zs., Eiben Cs. (2000c). The effects of melatonin treatment on wool production in angora rabbits. World Rabbit Sci., Vol. 8. Suppl. 1. 615-621.
- Lanszki J., Thébault, R.G., Allain, D., Szendrő Zs., Eiben Cs. (2000d). The effects of melatonin treatment on hair follicle cycle in angora rabbits. World Rabbit Sci., Vol. 8. Suppl. 1. 623-629.
- Lin, W.W., Ramirez, V.D. (1988). Effect of pulsatile infusion of progesterone on the in vivo activity of the luteinizing hormone-releasing hormone neural apparatus of awake unrestrained female and male rabbits. Endocrinol., 122. 868-876.
- Lincoln, G.A. (1998). Photoperiod-melatonin relay in deer. Acta Vet. Hung., 46. 341-356.
- Lincoln, G.A., Ebling, F.J.P. (1985). Effect of constant-release melatonin implants on seasonal cycles in reproduction, prolactin secretion and moulting in rams. J. Reprod. Fert., 73. 241-253.
- Lloyd, H.G., Englund, J. (1973). The reproductive cycle of the red fox in Europe. J. Reprod. Fert., 19. 119-130.
- Lynch, P., Russel, A.F.J. (1989). The endocrine control of fibre growth and shedding in cashmere goats. Anim. Prod., 48. 632-633.
- Lyne, A.G. (1957). Bundles of primary wool follicles in sheep. Nature, London, 179. 825-826.
- Lyne, A.G. (1965). The hair cycle in the chinchilla. Aust. J. Biol. Sci., 29. 467-489.
- Maertens, L., Luzzi, F. (1995). Effect of diluent and storage time of rabbit semen on the fertility of does reared under two different lighting schedule. World Rabbit Sci., 3. 57-61.
- Malpau, B., Robinson, J., Wayne, N., Karsch, F.J. (1989). Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of an endogenous reproductive rhythm. J. Endocrinol., 4. 3-6.
- Malpau, B., Viguié, C., Ravault, J.P., Thiéry, J.C., Chemineau, P. (1994). Photoperiodic and neuroendocrine control of seasonal reproductive functions in the ovine and caprine species. European Fine Fibre Network, 2. 3-20.
- Mäntysalo, E., Blomstedt, L. (1990). Properties of leathers produced from blue-fox pelts taken from animals treated in vivo with melatonin. Jalca, 85. 465-473.
- Margolena, L.A. (1974). Mohair histogenesis, maturation and shedding in the angora goat. Tech. Bull, 1495.
- Martinet, L., Allain, D. (1985). Role of the pineal gland in the photoperiodic control of reproductive and non-reproductive functions in mink (*Mustela vison*)

- Photoperiodism, melatonin and the pineal. Pitman, London (Ciba Found. Symp. 117), 170-187.
- Martinet, L., Allain, D., Meunier, M. (1983). Regulation in pregnant mink (*Mustela vison*) of plasma progesterone and prolactin concentrations and regulation of onset of spring moult by daylight ratio and melatonin injections. Can. J. Zool., 61. 1959-1963.
- Martinet, L., Allain, D., Weiner, C. (1984). Role of prolactin in the photoperiodic control of moulting in the mink (*Mustela vison*). J. Endocrinol., 103. 9-15.
- Martinet, L., Allais, C., Allain, D. (1981). The role of prolactin and LH in luteal function and blastocyst growth in mink (*Mustela vison*). J. Reprod. Fert., Suppl. 29. 119-130.
- Martinet, L., Bonnefond, C., Allain, D. (1992). Light, melatonin and reproduction in mink. Ann. Zootech., 3-4. 271-277.
- Martinet, L., Meunier, M., Allain, D. (1981). Control of delayed implantation and onset of spring moult in the mink (*Mustela vison*) by daylight ratio, prolactin and melatonin, In Photoperiodism and reproduction in vertebrates, 253-261.
- Martinet, L., Mondain-Monval, M., Monnerie, R. (1992). Endogenous circannual rhythms and photorefractoriness of testis activity, moult and prolactin concentrations in mink (*Mustela vison*). J. Reprod. Fert., 2. 325-338.
- Martinet, L., Ravault, J.P., Meunier, M. (1982). Seasonal variations in mink (*Mustela vison*) plasma prolactin measured by heterologous radioimmunoassay. General and Comparative Endocrinol., 1. 71-75.
- Maurel, D., Coutant, C., Boissin-Agesse, L., Boissin, J. (1986). Seasonal moulting patterns in three fur bearing mammals: the European badger (*Meles meles*), the red fox (*Vulpes vulpes*), and the mink (*Mustela vison*). A morphological and histological study. Can. J. Zool., 64. 1757-1764.
- McDonald, B.J., Hoey, W.A., Hopkins, P.S. (1987). Cyclical fleece growth in cashmere goats. Austr. J. Agric. Res., 38. 597-609.
- McNitt, J.I. (1992). Endocrinological approaches for commercial rabbit production. J. Appl. Rabbit Res., 15. 364-397.
- Mead, R.A., Neirinckx, S., Czekala, N.M. (1990). Reproductive cycle of the steppe polecat (*Mustela eversmanni*). J. Reprod. Fert., 88. 353-360.
- Mirabito, L., Galliot, P., Souchet, C. (1994). Effet de l'utilisation de la PMSG et de la modification de la photopériode sur les performances de reproduction de la lapine. 6^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, I. 169-178.
- Mitchell, R.J., Betteridge, K., Gurnsey, M.P., Welch, R.A.S. (1991). Fibre growth of cashmere-bearing goats given melatonin in late autumn and winter. New Zeal. J. Agric. Res., 34. 419-425.
- Mletzko, I., Mletzko, H.G. (1982). Die Uhr des Lebens Urania-Verlag, Leipzig. (A biológiai óra, Gondolat Kiadó, 1984)
- Morgan, P.J. (1991). Egy új neuroendokrin út szabályozza a szaporodás szezonálisát. Rowett Annual Report.
- Nes, N.N., Einarsson, E.J., Lohi, O., Joergensen, G. (1984). Beautiful fur animals- and their colour genetics. Scientifur, Glostrup.
- Nixon, A.J., Gurnsey, M.P., Betteridge, K., Mitchell, R.J., Welch, R.A.S. (1991). Seasonal hair follicle activity and fibre growth in some New Zealand Cashmere-bearing goats (*Caprus hircus*). J. Zool., 224. 589-598.
- D'Occhio, M.J., Schanbacher, B.D., Kinder, J.E. (1984). Profiles of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, testosterone and prolactin in rams of

- diverse breeds: effects of contrasting short (8L:16D) and long (16L:8D) photoperiods. *Biol. Reprod.*, 30. 1039.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J., Volland-Nail, P. (1985). Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. In: *Oxford Reviews of Reproductive Biology*, 7. 305-345.
- Parkanyi, V., Zeman, M., Tock, I., Mertin, D., Dravcova, E. (1993). Effect of melatonin on change of winter fur and spermatogenesis in the male polar foxes. *Scientifur*, 1. 17-23.
- Pastirnac, N., Gruira, R. (1985). The influence of the photoperiodism on the quality and formation rhythm of the fur of mink. *Scientifur*, 2. 100-105.
- Pearson, A.J., Ashby, M.G., Staples, L.D. (1989). Effect of melatonin on body weight, appetite and seasonal fur growth in the ferret. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.*, 49. 47-52.
- Péczely, P. (1987). A madarak szaporodásbiológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1-237.
- Pelletier, J. (1973). Evidence for photoperiodic control of prolactin release in rams. *J. Reprod., Fert.*, 35. 143-147.
- Quay, W.B. (1972). Pineal homeostatic regulation of shifts in the circadian activity rhythm during maturation and aging. *New York Acad. Sci.*, 34. 239-254.
- Quay, W.B. (1986). Pineal and biorhythms. *Pineal Res. Rev.*, 4. 183-197.
- Rapoport, O.L., Bernatskii, V.G., Cheprasov, V.D. (1991). Regulation of the reproductive cycle. *Krolikov. Zverov.*, 5. 8.
- Raths, P. (1974). *Tiere im Winterschlaf* Urania-Verlag, Leipzig. (Az állatok téli álma, Gondolat Kiadó, 1975)
- Ravault, J.P. (1976). Prolactin in the rams: Seasonal variations in the concentration of blood plasma from birth until three years old. *Acta Endocrinol.*, 83. 720-725.
- Ravault, J.P., Thimonier, J. (1988). The melatonin pattern in ewes maintained under skeleton or resonance photoperiodic regimens. *Reprod. Nutr. Dev.*, 28: 473-486.
- De Rochambeau, H., Thébault, R.G. (1990). Genetics of the rabbit for wool production. *CAB Intern.*, 58. 1-15.
- De Rochambeau, H. (1988). Genetics of the rabbit for wool and meat production (1984-1987). *Proc. 4th World Rabbit Congr.*, 2. 1-68.
- De Rochambeau, H., Thébault, R.G., Allain, D., Vrillon, J.L. (1994). Genetic and non-genetic factors affecting fibre production in French angora rabbits. *European Fine Fibre Network*, 1. 147-162.
- Rose, J., Oldfield, J., Stormshak, F. (1987). Apparent role of melatonin and prolactin in initiating winter fur growth in mink. *General and Comparative Endocrinol.*, 2. 212-215.
- Rose, J., Stormshak, F., Oldfield, J., Adair, J. (1985). The effects of photoperiod and melatonin on serum prolactin levels of mink during the autumn moult. *J. Pineal Res.*, 1. 13-19.
- Rose, J., Stormshak, F., Oldfield, J., Adair, J. (1984). Induction of winter fur growth in mink (*Mustela vison*) with melatonin. *J. Anim. Sci.*, 1. 57-61.
- Rotschild, M. (1942). Change of pelage in the stoat, *Mustela erminea*. *Nature*, London, 149. 78.
- Rougeot, J. (1961). Comparative actions of the annual and semestrial periodic variations of the daylight on the follicle cycles of the short kemps of the fleece of the

- limousine ewes. Relationship with their reproductive cycles. Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique, 1. 385-402.
- Rougeot, J., Allain, D. (1980). Hormonal and photoperiodic regulation of spring and autumn moults in mink. Scientifur, 1. 27-29.
- Rougeot, J., Allain, D., Martinet, L. (1984). Photoperiodic and hormonal control of seasonal coat changes in mammals with special reference to sheep and mink. Acta Zool. Fennica, 171. 13-18.
- Rougeot, J., Thébault, R.G. (1983). Variations saisonnières de la composition et de la structure du pelage, exemple du lapin angora. Ann. Zootech., 32. 287-314.
- Rougeot, J., Thébault, R.G. (1989). Le lapin Angora-sa toison son élevage. Les Édition du point Vétérinaire, Maison-Alfort.
- Rougeot, J., Thébault, R.G., Allain, D. (1986). Suppression de la chute estivale de la production du poil chez la lapine angora par la pose d'implants de melatonine. Ann. Zootech., 35. 363-372.
- Rougeot, J., Thébault, R.G., Allain, D. (1984). Role of the compound follicle. Acta Zool. Fennica, 171. 19-21.
- Ruckebush, Y., Phaneuf, L.P., Dunlop, R. (1991). Physiology of small and large animals. B.C. Decker Inc., Hamilton.
- Rust, C.C. (1962). Temperature as a modifying factor in the spring pelage of short-tailed weasels. J. Mammal. 43. 323-328.
- Rust, C.C., Meyer, R.K. (1969). Hair color moult and testis size in male short-tailed weasels treated with melatonin. Science, 165. 921-922.
- Ryder, M.L. (1978). Growth cycles in the coat of ruminants. Intern. J. Chronobiol., 5. 369-394.
- Schlögl, W. (1987). Angora rabbit housing and management. J. Appl. Rabbit Res., 10. 164-169.
- Smith, A.J., Mondain-Monval, M., Andersen, Berg, G.K., Simon, P., Forsberg, M., Clausen, O.P.F., Hansen, T., Moller, O.M., Scholler, R. (1987). Effects of melatonin implantation on spermatogenesis, the moulting cycle and plasma concentrations of melatonin, LH, prolactin and testosterone in the male blue fox (*Alopex lagopus*). J. Reprod. Fert., 79. 379-390.
- Smith, A.J., Mondin-Monval, M., Moller, O.M., Scholler, R., Hansson, V. (1985). Seasonal variations of LH, prolactin, androstenedione, testosterone and testicular FSH binding in the male blue fox (*Alopex lagopus*). J. Reprod. Fert., 449-458.
- Stankov, B., Cozzi, B., Lucini, V., Fumagalli, P., Scaglione, F., Frascini, F. (1991). Characterization and mapping of melatonin receptors in the brain of three mammalian species: rabbit, horse and sheep. A comparative in vitro binding study. Neuroendocrinol., 53. 214-221.
- Steger, R.W., Gay-Primel, E. (1990) Effects of melatonin injections on the ability of golden hamster pituitaries to secrete protein and luteinizing hormone. Biol. Reprod., 2. 217-221.
- Sundqvist, C., Amador, A.G., Bartke, A. (1989). Reproduction and fertility in the mink (*Mustela vison*). J. Reprod. Fert., 85. 413-441.
- Széky P. (1983) Nyugalmi időszak, pihenés és alvás az élővilágban. In A biológia aktuális problémái. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 29. 137-211.
- Tauson, A.H., Valtonen, M. (szerk.) (1992) Reproduction in carnivorous fur bearing animals. Jordbrugsforlaget, Copenhagen. 172.

- Teh, T.H., Jia, Z.H., Ogden, K.D. (1992). Comparison of cashmere down production during natural and artificial induced seasons. Proc. 5th Intern. Conf. Goats, 1. 441.
- Theau-Clement, M., Michel, N., Esparbie, J., Bolet, G. (1995). Effects of artificial photoperiods on sexual behaviour and sperm output in the rabbit. Anim. Sci., 60. 143-149.
- Theau-Clement, M., Poujardieu, B., Bellereaud, J. (1990). Influence des traitements lumineux, modes de reproduction et états physiologique sur la productivité de lapines multipares. 5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. I. 7.
- Thébault, R.G. (1994). Angora rabbit breeding and management. European Fine Fibre Network, 1.137-146.
- Thébault, R.G., Vrillon, J.L. (1994). Seasonal effects on angora rabbit production. European Fine Fibre Network, 2. 51-61.
- Travis, H.F., Pilbeam, T.E. (1980). Use of artificial light and day length to alter the life cycles of mink. J. Anim. Sci., 6. 1108-1112.
- Uzcategni, M.E., Johnston, N.P. (1992). The effect of 10, 12 and 14 hour continuous and intermittent photoperiods on the reproductive performance of female rabbits. Proc. 5th Congr. World Rabbit Sci., Corvallis.
- Valtonen, M. (1987). Light, hormones and hair development. Scientifur, 3. 273.
- Valtonen, M., Blomstedt, L., Pölönen, I. (1987). It is possible to speed up the development of the winter coat? Finsk Pälstidskrift, 4. 223-225.
- Valtonen, M., Jalkanen, L., Blomstedt, L. (1990). Possible use of melatonin in fur animal production. Proc 3rd Int. Symp. Fur Anim. Sci., 8.
- Valtonen, M., Laitinen, J.T., Eriksson, L. (1993). Renal melatonin excretion in sheep is enhanced by water diuresis. J. Endocrinol., 138. 445-450.
- Valtonen, M., Vakkuri, O., Blomstedt, L. (1992). Circannual melatonin rhythm in mink and its significance in fur growth and reproduction. Norwegian J. Agric. Sci., Suppl., 9. 586-592.
- Vrillon, J.L., Thébault, R.G., De Rochambeau, H., Dardant, P. (1988). Photoperiodism effect on fur maturity and fur quality of rabbits, owning or not rex gene. Proc. 4th World Rabbit Congr., 244-252.
- Walter, M.R., Martinet, L., Moret, B., Thibault, C. (1968). Régulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le lapin mâle et femelle. Archives Anatomie Histologie et Embryologie, 51. 773-780.
- Williams, H.L., Hanif, M., Cairns, G. (1990). The use of light and melatonin treatments in the preparation of Suffolk rams out-of-season breeding. Proc. 1 Symp. British Soc. Anim. Prod., 142-145.
- Williams, L.M., Lincoln, G.A., Morgan, P.J. (1995). Melatonin: sites and mode of action in the sheep. Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction: Proc. of the Eight Intern. Symp. on Ruminant Physiol., 541-561.
- Xiao, Y. (1996). Seasonal testicular and moulting cycles in the adult male raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the effects of melatonin implants. Ph.D. thesis, Kuopio, Finland.
- Xiao, Y., Forsberg, M., Laitinen, J.T., Valtonen, M. (1996). Effects of melatonin implants on winter fur growth and testicular recrudescence in adult male raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*). J. Pineal Res., 20. 148-156.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Lanszki József

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7401 Kaposvár, Pf.: 16.

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

H-7401 Kaposvár, P.O. Box 16.

Tel.: 36-82- 314-155, Fax: 36-82-320-175

e-mail: lanszki@atk.kaposvar.pate.hu



Néhány technológiai paraméter vizsgálata a süllő (*Stizostedion lucioperca*) intenzív nevelése során

Molnár T., Hancz Cs., Molnár M., Stettner G.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A piaci kereslet és a versenyhelyzet egyre inkább a minőségi haltermelésre helyezi a hangsúlyt Európában. A hagyományos tavi halakban, mint például a ponty, általában magas a hús zsírtartalom, és exportuk egyre nehezebb. Magyarországon a süllő a legnemesebb és talán a legérzékenyebb halak közé tartozik. Természetes vizeinkben, halastavainkban termelésének fokozásánál az egyik nehézséget a megfelelő méretű ivadékok előállítását jelenti. Ennek a problémának az egyik lehetséges megoldása a tavi előnevelt ivadékok intenzív nevelési technikájának kidolgozása lehetne. Kutatásunk célja a süllő növekedési kapacitásának, takarmányértékesítésének és megmaradásának vizsgálata volt intenzív körülmények között. Az előnevelt süllőket a 4 hetes kísérlet során recirkulációs rendszerben működő 130 literes akváriumokban, $22 \pm 0,5^\circ\text{C}$ átlagos vízhőmérsékleten, kétféle telepítési sűrűséggel (18 és 36 egyed/akvárium) helyeztük el. Kétféle takarmányt, darált halat (kezelt csoport) és élő halivadékot (kontroll csoport) etettünk étvágy szerint, naponta kétszer. Eredményeink alapján az előnevelt süllő intenzív továbbnevelése haldarálékkal megoldható. A takarmány-fogyasztásra a telepítési sűrűség nem volt hatással, míg az eltérő takarmányok szerint a különbségek szignifikánsak voltak (2,01 g vs. 4,53 g, teszt és a kontroll). Az átlagos egyedi súlygyarapodásra a takarmányok hatása $P=0,001$ szinten, míg az eltérő telepítési sűrűség estében $P=0,017$ szinten volt szignifikáns (0,52 g és 1,40 g a darabolt halnál illetve az élőhalnál, 1,02 g az alacsonyabb és 0,90 g a magasabb egyed sűrűségénél). A takarmány-értékesítésre egyik kezelés sem volt szignifikáns hatással, azonban ez a kísérlet első két hetében csak a nagy szórásnak köszönhető, mert mindkét kezelésnél jól megfigyelhető eltéréseket találtunk. Az átlagos megmaradás a darált halas csoportnál 62,2% míg az élőhalas csoportnál 78,8% volt. Ez a különbség $P<0,01$ szinten szignifikáns volt az első két héten, amikor az összes kiesés nagy része történt, főként a kannibalizmus és egyéb ismeretlen okok következtében. Adataink alapján két hetes átállási időszakra van szükség az előnevelt süllő zooplanktonról darált halhúsra való szoktatásához.

(Kulcsszavak: süllő, takarmányozás, telepítési sűrűség, intenzív nevelés)

ABSTRACT

Investigations on some technological parameters in intensive rearing of pike-perch (*Stizostedion lucioperca*)

T. Molnár, Cs. Hancz, M. Molnár, G. Stettner

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Market demands and competition force the production of high quality freshwater fish in European aquaculture. Traditional pond fishes like common carp, usually having high

fat content in flesh, become more and more difficult to export. In Hungary pike-perch is the most „noble” and perhaps the most sensitive fish species. One of the constraints that lead to an increase in its production in natural waters, reservoirs and ponds is the shortage in alevins of adequate size. The possible solution to this problem can be the elaboration of intensive rearing technics of pond pre-reared fry. The aims of the present study were to test the growing capacity, feed conversion and survival of pike-perch in intensive circumstances. Fish were kept in 130 L aquaria working in a recirculation system at an average water temperature of $22\pm0,5^{\circ}\text{C}$. Two stocking densities were applied (18 and 36 fish/aquarium). Minced fish (test) and live prey (control) were offered twice a day till satiation in two replications. The experiment lasted for 4 weeks. According to our results minced fish is suitable feed in the intensive rearing of pike-perch alevins. Daily food intake was only influenced significantly by different feeds (2.01 g vs. 4.53 g, test and control, respectively). Feeding and stocking density had significant effect ($P=0.001$ and 0.017) on the average weight gain (0.52 g and 1.40 g for minced fish and live feed, respectively, 1.02 g in lower and 0.90 g in higher density). Due to the high variances treatment effect on feed conversion proved to be non-significant. The average survival of the minced fish fed group was 62.2% vs. 78.8% of the alevins that were fed live fish. This difference was significant ($P<0.01$) in the first two weeks when almost all of the losses happened due to cannibalism and other unknown reasons. Based on our results a 10 – 14 day period is needed for pike-perch fingerling to change gradually their feeding from zooplankton to minced fish diet.

(Keywords: pike-perch, feeding, stocking density, intensive rearing)

BEVEZETÉS

Magyarországon a süllő a legnemesebb és talán a legérzékenyebb halak közé tartozik. *Schäpercalus* (1961) három fő szempontot adott meg, hogy miért érdemes a süllőt a pontyos kultúrákban másodlagos halként előállítani. Ezek a következők: elfogyasztja a nemkívánatos táplálékkonkurens halakat, a ponty mellett további étkezési hal, valamint a következő évi telepítéshez szükséges ivadék is megtermelődik. A süllő azonban nem csak biológiai szabályozó szerepe miatt, hanem magas piaci értékét tekintve is figyelmet érdemel. A kereslet és a versenyhelyzet egyre inkább a minőségi haltermelésre helyezi a hangsúlyt Európában. A hagyományos tavi halaknál, mint például a ponty, általában magas a hús zsírtartalom, és az export egyre nehezebbé válik. Természetes vizeinkben, halastavainkban a süllő termelésének fokozásánál az egyik nehézséget a megfelelő méretű ivadék előállítása jelenti. Ennek a problémának az egyik lehetséges megoldása a tavi előnevelt ivadék intenzív nevelési technikájának kidolgozása lehetne. Ez annál is inkább indokoltnak tűnik mivel Észak-Amerikai rokonánál (*Stizostedion vitreum*) az intenzív nevelés többé-kevésbé megoldott. Vannak ajánlások a megfelelő telepítési sűrűsége (Kuipers és Summerfelt, 1994; Chesire és Steele, 1972), és biztatóak az eredmények a különféle félszáraz és száraz táplálékokra való átszoktatásnál is (Colesante et al., 1986; Kuipers és Summerfelt, 1994). A süllő lárvák mesterséges táplálékon történő előnevelése nem indokolt, hiszen tavi előnevelése megoldott és a korábbi próbálkozások gyenge növekedést, illetve magas mortalitást eredményeztek (Klein Brettele, 1989; Ruuhijärvi et al., 1991; Schlumberger és Proteau, 1991). Az előnevelt egyedek nagy növekedési erélye mesterséges táplálékkal jól kihasználható és egy év alatt akár 2 grammról több mint 300 grammra történő növekedés érhető el, állandó $22-26^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet mellett (Hilge 1990).

Jelen munkánk célja a süllő növekedési kapacitásának, takarmányértékesítésének és megmaradásának vizsgálata volt intenzív körülmények között.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet Kaposváron, a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának hallaboratóriumában végeztük, 1999. június 14. és július 16. között. A kísérleti állományt a szokásos tavi előnevelés után a Rácz Gazdaság (Mike) bocsátotta rendelkezésünkre.

A kísérlet 2 hetes szokatási időszak után 4 hétig tartott. A szoktatás során fellépő darakór fertőzés ellen malachitzőldes füröszttést alkalmaztunk. Ebben az időszakban a halakat 150 l-es vályúkban helyeztük el és élő keszegivadékot etettünk. A szokatási idő után a halakat 10, 130 l-es, levegőztetett akváriumba telepítettük, 18, illetve 36 db/akvárium (átlagosan 33,01, illetve 68,3 g/akvárium, 0,25 illetve 0,52 g/l) sűrűséggel. A halak átlagos indulótömege $1,86 \pm 1,01$ gramm, hossza $54,48 \pm 9,54$ milliméter volt. A kontroll csoportok (5 akvárium) ad libitum élő keszegivadékot fogyasztottak. Az 5 kísérleti akváriumban átmenet nélkül haldarabot etettünk. Az élőhalas és a haldarabbal etetett csoportok között a 18-as és a 36-os telepítési sűrűség egyenlő arányban oszlott meg. A kísérlet során naponta kétszer takarmányoztunk, tömeg- és hosszmerést hetente végeztünk az összes egyeden. A recirkulációs rendszerben működő akváriumokban $22 \pm 0,5^\circ\text{C}$ átlagos víz hőmérsékletet regisztráltunk.

A statisztikai analízist az SPSS for Windows 8.0 programcsomag segítségével végeztük, a különböző tartási módok hatását egy és több tényezős varianciaanalízissel illetve χ^2 -tesztel értékeltük. A varianciaanalízis során a kezeléssátlagok összehasonlítására S-N-K tesztet használtunk.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A különböző kezeléskombinációknál kapott növekedési adatokat az 1., illetve a 2. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Az előnevelt süllő növekedési adatai a haldarabos (H) és élőhalas (É) etetési kezeléskombinációban a 18-as, illetve a 36-os telepítési sűrűségben

	H(6)-18	H-36	É(7)-18	É-36
Induló tömeg(1)	$1,49 \pm 0,59$	$1,72 \pm 0,90$	$2,34 \pm 1,39$	$2,02 \pm 1,14$
Induló hossz(2)	$51,88 \pm 7,96$	$53,90 \pm 9,98$	$57,36 \pm 11,76$	$55,62 \pm 9,87$
Befejező tömeg(3)	$3,84 \pm 1,85$	$5,12 \pm 3,08$	$10,38 \pm 3,32$	$7,62 \pm 2,48$
Befejező hossz(4)	$66,81 \pm 9,94$	$70,65 \pm 14,48$	$95,46 \pm 12,24$	$86,75 \pm 9,85$
SGR (%/nap)* (5)	3,38	3,90	5,32	4,74

*A specifikus növekedési rátát a következő képlettel számoltuk (*The Specific Growth Rate was counted by the next way):

$$SGR = \frac{\ln \text{tömeg2} - \ln \text{tömeg1}}{\text{napok száma}} \times 100 \quad (SGR = \frac{\ln \text{weight2} - \ln \text{weight1}}{\text{days}} \times 100)$$

tömeg1=induló tömeg (weight 1=initial weight), tömeg2=befejező tömeg (weight 2=final weight)

Table 1: Growth data of pre-reared pike-perch as influenced by the combination of the living prey- minced fish feeding treatment and 18-36 stocking density

Initial weight(1), Initial length(2), Final weight(3), Final length(4), SGR (%/day)(5), Minced fish(6), Living prey(7)

2. táblázat

A különböző kezeléskombinációkhoz tartozó növekedési egyenletek* paraméterei

Kezeléskombináció(1)	Determinációs koefficiens(2)	Szignifikancia-szint(3) (P<)	Regressziós együttható(k)(4)	Konstans (lnA)(5)
Haldarálék(6)	18-as telepítés(8)	0,522	0,008	0,234
	36-os telepítés(9)	0,406	0,047	0,305
Élőhal(7)	18-as telepítés	0,615	0,007	0,733
	36-os telepítés	0,636	0,001	0,050

*lnW=lnA+kt

Table 2: Parameters of the growth equations belonging to the different treatment combinations

Treatment combination(1), Coefficient of determination(2), Level of significance(3), Coefficient of regression(4), Constant(5), Minced fish(6), Live prey(7)

A takarmányfogyasztásban csak az eltérő takarmányok szerint találtunk szignifikáns különbséget (1. ábra). A telepítési sűrűségeknek (2. ábra) nem volt szignifikáns hatása. Az átlagos egyedi súlygyarapodásra a takarmányok hatása P=0,001 szinten (3. ábra), míg az eltérő telepítési sűrűség estében P=0,017 szinten (4. ábra) volt szignifikáns, ahol a különbségek az első és a harmadik kísérleti héten jelentkeztek.

1. ábra

Az átlagos takarmányfogyasztás alakulása (eltérő takarmányok)

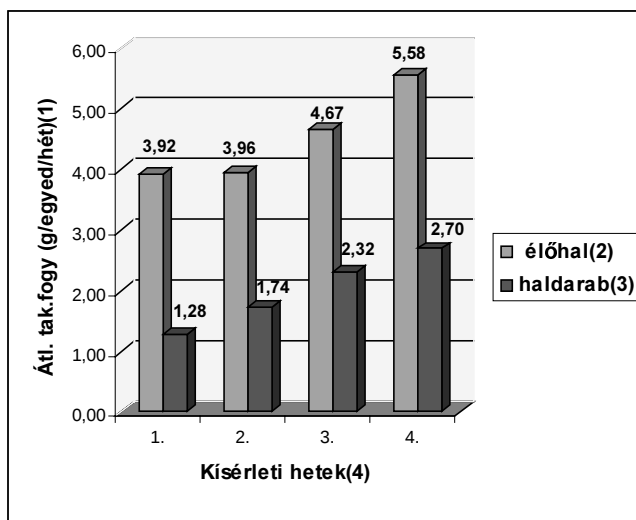


Figure 1: Changes in the daily food intake according to feeding

Daily food intake(1), Live fish prey(2), Minced fish(3), Experimental weeks(4)

2. ábra

Az átlagos takarmányfogyasztás alakulása (eltérő telepítési sűrűség)

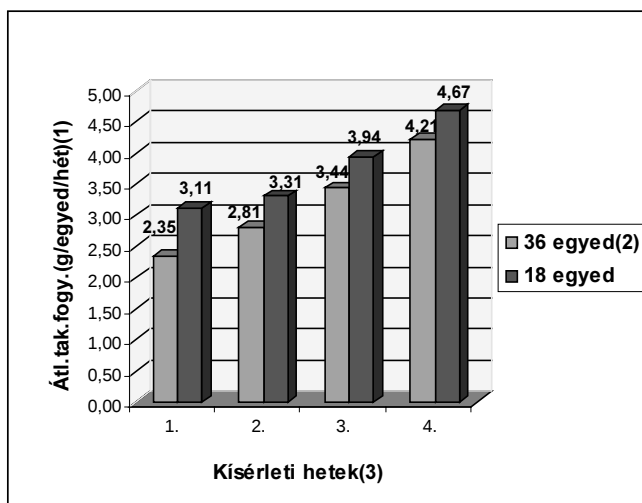


Figure 2: Changes in the daily food intake according to the stocking density

Daily food intake (g/individual/week)(1), Number of fish/tank(2), Experimental weeks(3)

3. ábra

Az átlagos tömeggyarapodás alakulása (eltérő takarmányok)

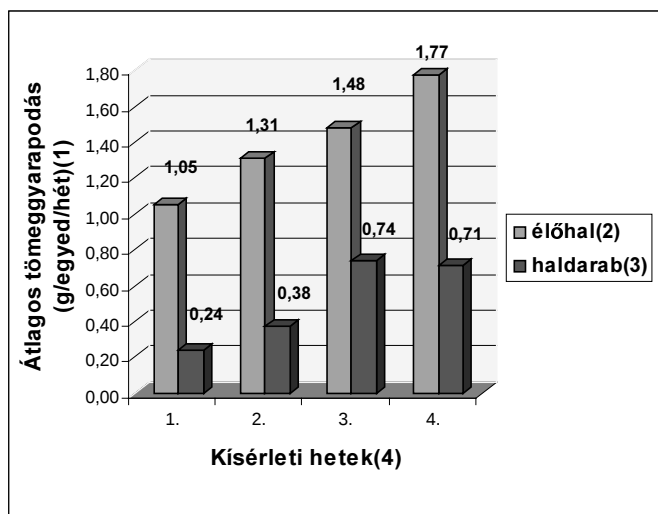


Figure 3: Changes in the average weight gain according to feeding

Average weight gain(1), Live fish prey(2), Minced fish(3), Experimental weeks(4)

4. ábra

Az átlagos tömeggyarapodás alakulása (eltérő telepítési sűrűség)

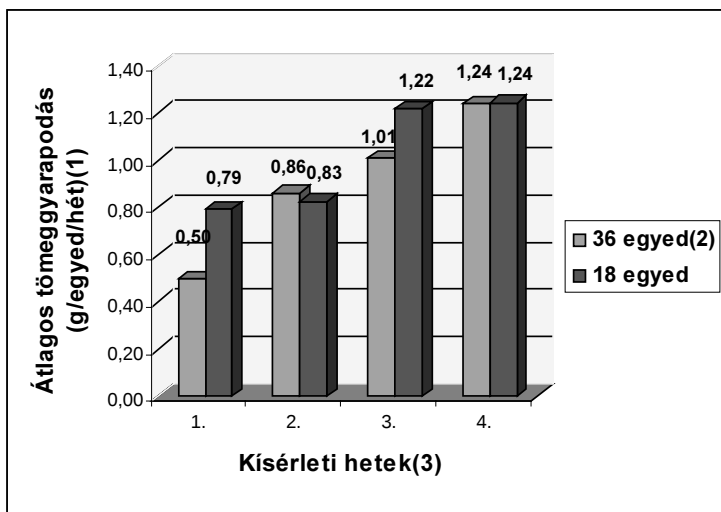


Figure 4: Changes in the average weight gain according to the stocking density

Average weight gain (g/individual/week)(1), Number of fish/tank(2), Experimental weeks(3)

A takarmányértékesítés vonatkozásában a kezeléskülönbségek számottevőek voltak, de a nagy szórás következtében nem szignifikánsak. Az első héten: $6,52 \pm 4,12$ és $4,19 \pm 1,38$ g/g a 36-os, illetve a 18-as telepítési sűrűségnél, $4,06 \pm 0,98$ és $6,68 \pm 4,14$ g/g az élő, illetve a darabolt halnál. A második héten: $3,26 \pm 0,46$ és $6,69 \pm 5,95$ g/g a 36-os, illetve a 18-as telepítési sűrűségnél, $3,18 \pm 0,53$ és $6,77 \pm 6,69$ g/g az élő, illetve darabolt halnál. A mindkét kezelésnél jól megfigyelhető eltéréseket az ötödik és a hatodik ábra szemlélteti.

Az átlagos megmaradás a darált halas csoportnál 62,2%, míg az élőhalas csoportnál 78,8% volt. Az elhullásban megfigyelhető különbségek $P < 0,01$ szinten szignifikánsak voltak az első két héten (7. ábra), mikor az összes kiesések nagy része történt, főként a takarmányváltást követően fellépő kiéhezés okozta kannibalizmus és egyéb ismeretlen ok következtében. A kannibalizmusnál sem az eltérő takarmányoknak (8. ábra) sem a telepítési sűrűségnek nem volt szignifikáns hatása. Adataink alapján két hetes átállási időszakra van szükség az előnevelt süllő zooplanktonról darált halhúsra való szoktatásához, amit alátámasztanak Nickum (1978) által leírtak, miszerint a tavi előnevelt walleye esetében a kiéhezésből adódó elhullások az első két hétben jelentkeznek.

5. ábra

A takarmányértékesítés alakulása (eltérő takarmányok)

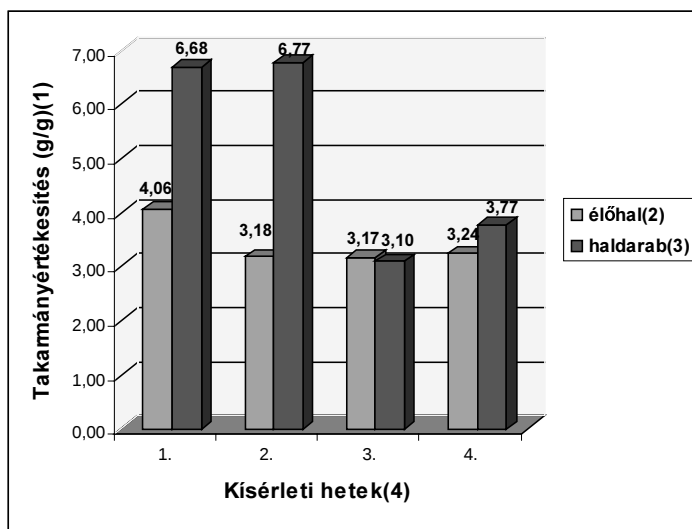


Figure 5: Changes in the feed conversion according to feeding

Feed conversion(1), Live fish prey(2), Minced fish(3), Experimental weeks(4)

6. ábra

A takarmányértékesítés alakulása (eltérő telepítési sűrűség)

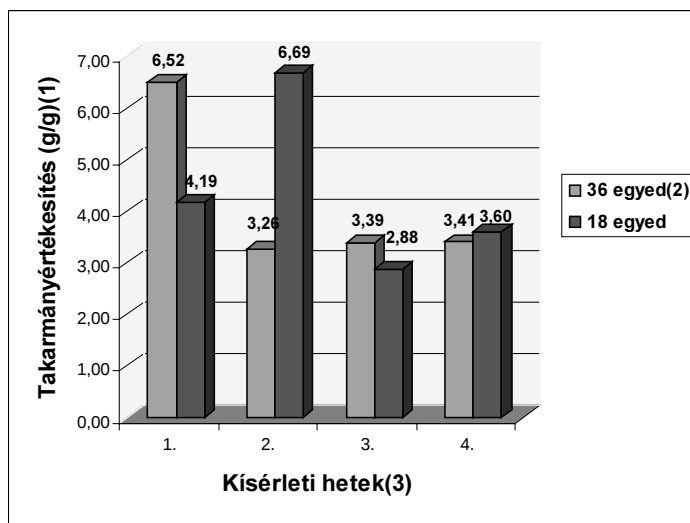


Figure 6: Changes in the feed conversion according to the stocking density

Feed conversion(g/g)(1), Number of fish/tank(2), Experimental weeks(3)

7. ábra

Az elhullás alakulása (eltérő takarmányok)

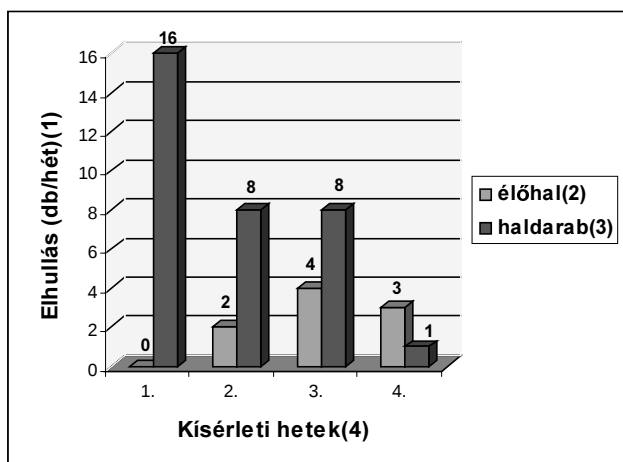


Figure 7: Changes in the losses according to the feeding

Losses (individual/week)(1), Live prey(2), Minced fish(3), Experimental weeks(4)

8. ábra

A kannibalizmus alakulása (eltérő takarmányok)

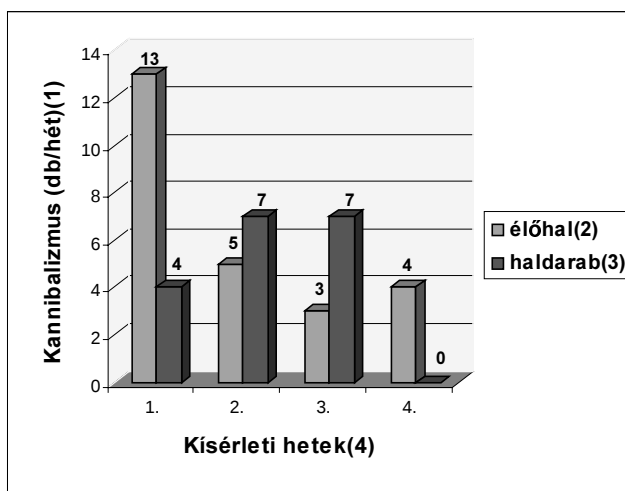


Figure 8: Changes in the cannibalism according to the feeding

Cannibalism (individual/week)(1), Live prey(2), Minced fish(3), Experimental weeks(4)

KÖVETKEZTETÉS

Eredményeink alapján az előnevelt süllő intenzív továbbnevelése élettelen táplálékkal (haldarálékkal) megoldható.

A kísérleti időszakban az eltérő telepítési sűrűségnek csak a tömeggyarapodásra volt szignifikáns hatása, illetve a takarmányértékesítés esetében az első két hétben volt nem szignifikáns, de jól érzékelhető különbség. Mivel sem a kannibalizmus sem az elhullás mértékét nem befolyásolta szignifikánsan, további vizsgálatok szükségesek az optimális telepítési sűrűség megállapítására.

Az átlagos megmaradásban (62,2%, illetve 78,8%) az első két héten volt szignifikáns különbség a kezelések között, amikor az összes kiesések nagy része történt főként a kannibalizmus és egyéb ismeretlen ok következtében. Adataink alapján két hetes átállási időszakra van szükség az előnevelt süllő zooplanktonról darált halhúsra való szoktatásakor.

Az átállást követően haldarálékot etetve az átlagos takarmányfogyasztás és a tömeggyarapodás elmarad az élőhalat fogyasztó egyedekétől, azonban a takarmányértékesítés nem különbözik szignifikánsan. Ennek alapján további vizsgálatokat tartunk szükségesnek nagyobb tápértékű takarmányok etetése mellett.

IRODALOM

- Cheshire, W.F., Steele, K.L. (1972). Hatchery rearing of walleye using artificial food. *Progressive Fish-Culturist*, 34. 96-99.
- Colesante, R.T., Youmans, N.B., Ziolkoski, B. (1986). Intensive culture of walleye fry with live food and formulated diets. *Progressive Fish-Culturist*, 48. 33-37.
- Hilge, V. (1990). Beobachtungen zur aufzucht von Zandern (*Stizostedion lucioperca* L.) im Labor. *Arch. Fish Wiss.* 2. 167-173.
- Klein Bretteler, J.P.G. (1989). Intensive culture of pike-perch fry with live food. 203-207. In: *Aquaculture- a biotechnology in progress*. Vol. 1. N. DePauw et al. (Eds) European Aquaculture Society, Bredene, 1220.
- Kuipers, K.L., Summerfelt, R.C. (1994). Converting pond-reared Walleye fingerlings to formulated feeds: Effects of diet, Temperature and stocking density. *Journal of Applied Aquaculture*, 4. 2 31-57.
- Nickum, J.G. (1978). Intensive culture of walleyes : state of the art. Pages 187-194 in R.L. Kendall, editor. *Selected Coolwater Fishes of North America*. American Fisheries Society Special Publication No.11, Washington, D.C.
- Ruuhijärvi, J., Virtanen, E., Salminen, M., Muyunda, M. (1991). The growth and survival of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) larvae fed on formulated feeds. 154-156. In: *Larvi '91*. P.Lavens et al. (Eds) EAS Special Publication No. 15. Gent.
- Schäperclaus, W. (1961). *Lehrbuch der Teichwirtschaft*. Paul Parey. Berlin, Hamburg, 528.
- Schlumberger, O., Proteau, J.P. (1991). Production de juveniles de sandre (*Stizostedion lucioperca*). *Aqua Revue* 36. 25-28.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Molnár Tamás

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7401 Kaposvár, Pf.16.

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.

Tel.: 36-82-314-155 292 mellék, Fax: 36-82-320-175

e-mail: molnart@atk.kaposvar.pate.hu



Qualitative and quantitative investigation of the zooplankton in fish ponds

S. Körmendi, Cs. Hancz

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

ABSTRACT

Investigations on two Hungarian pond systems aimed to evaluate zooplankton species as a utilizable feed source for common carp of different age-groups. Eight samples from six ponds were taken during the rearing season; number and biomass were determined per species and taxonomic group. Traditional quantitative analysis is based on taxonomic grouping. Zooplankton species were assigned to two size-groups of below and above 500 microns. Altogether 38 species were identified: 6 of above 75% incidence, 6 between 50 and 75% and 8 between 10 and 50%. For practical reasons relating to production biology only 7-8 species have a determinant role in carp feeding. The biomass data show that the incidence of Rotatoria-size plankton - according to taxonomic grouping and according to size - was lower than that of the other two groups. In our grouping - abundance - species smaller than 500 microns represented the larger part of zooplankton throughout the entire rearing period. In the group above 500 microns Copepoda proved more important as natural feed for the different age-groups of carp than Cladocera (except carp-grass carp biculture). Grouping of zooplankton according to size seems to be a much more informative method for evaluating available carp feed than taxonomic classification. The latter also has to be maintained as an important source of information on the biological water quality and the production biology status of fish ponds.

(Keywords: zooplankton, fish pond, natural yield)

ÖSSZEFOGLALÁS

Kvalitatív és kvantitatív zooplankton vizsgálatok halastavakban

Körmendi S., Hancz Cs.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

Kísérleteink során azt vizsgáltuk két magyarországi halastórendszerben, hogy a tavakban található zooplankton szervezetek a különböző ponty korosztályok számára mennyi felvehető, hasznosítható táplálékot biztosítanak. A hagyományos, rendszertani besoroláson alapuló módszerrel szemben - a korábban az előnevelt, egy-, két-, háromnyaras pontyokon elvégzett bértartalom analízisek alapján - 500 µm alatti és feletti mérettartományba soroltuk a talált zooplankton fajokat. A halastavakban összesen 38 fajt azonosítottunk, 75% előfordulási gyakoriság felett 6 faj, 50-75% között 6 faj, 10-50% között 8 faj volt jellemző. A dominancia viszonyokat szemlélteti, hogy 50% felett mindössze 5 faj található. Gyakorlati termelésbiológiai szempontból, figyelembe

véve a béltartalom analízisek eredményeit, valamint azt a tényt, hogy a ponty nem szelektív planktonfogyasztó, a halastavakban 7-8 faj meghatározó. Vizsgálataink szerint a biomassa alapján a Rotatoria méretű (500 μm -nál kisebb) zooplankton fajok mind rendszertani besorolás, mind a méret szerinti felosztás alapján az egész vegetációs időszakban kisebb részarányt képviseltek a másik két csoporthoz viszonyítva. Az egyedszámot tekintve azonban az 500 μm alatti zooplankton az egész vegetációs időszakban lényegesen meghaladja a Cladocera és Copepoda fajokét. Az 500 μm feletti mérettartományban a Cladocera fajok lényegesen kisebb szerepet játszanak, mint a Copepodák, kivéve a ponty-amur bikultúrás telepítést. Ebből adódik, hogy a vizsgált tórendszerekben a Copepodák a legfontosabb táplálékszervezetei az egy-, két- és háromnyaras pontyállományoknak. Eredményeink alapján a hagyományos, rendszertani felosztás szerinti zooplankton feldolgozási metodikával szemben előnyben kell részesíteni a mérettartományok szerinti csoportosítást, mert így pontosabb képet kaphatunk a pontyok számára ténylegesen hasznosítható táplálék mennyiségéről. A faj szerinti meghatározás továbbra is szükségszerű, mert ennek alapján kapunk információt a biológiai vízminőségről és a termelésbiológiai állapotáról.

(Kulcsszavak: zooplankton, halastó, természetes hozam)

INTRODUCTION

A major part of Hungary's approx. 23,000 ha fish pond area was constructed several decades ago. The intensive production methods used since then have caused eutrophication and accelerated natural succession processes. The privatisation of the state farms and the co-operatives has created a new situation in many respects. Ecological investigations of fish ponds are inspired by the new need for more economical and environmentally friendly technologies based on maximum exploitation of the biological capacity of fish ponds.

Fish yield can be divided into 'natural' and 'feed' yield in the traditional eastern European culture system. The ratio of the natural yield, as a result of the consumption of fish feed organisms, mainly from the plankton and benthon, is the critical point in economical production. The available 'natural feed', the essential protein source, depends on population dynamics and on the size and weight relations of zooplankton and benthos species. Zooplankton consumption of different common carp age-groups has been investigated extensively (Zaret and Kerfoot, 1975; Grigierek and Wasilewska, 1978; Fry and Osborn, 1980; Prikryl and Janacek, 1982; Stenson, 1982; Pejler, 1995; Specziár et al., 1997, among others). In these studies the methodology of gut content analysis applied was that described by Hyslop (1980) and Windell and Bowen (1978).

Zooplankton of consumable size was also investigated in relation to fish length and weight, and some information on the effect of fish feeding on the zooplankton community has come to light (Prikryl, 1986; Murtaugh, 1989; Körmendi and Varga, 1998).

Evaluation of the zooplankton of fish ponds has a long history in Hungarian fish culture. The most frequently applied method is based on the volume and/or weight determination of settled samples, which measures the seston. Hence, this method cannot be considered accurate even for measuring real total zooplankton quantity (Tasnádi, 1983).

The main species of Hungarian fish culture is the common carp (*Cyprinus carpio* L.), thus, qualitative and quantitative analyses of zooplankton were made on samples from carp monoculture ponds or where the strong dominance of carp characterised polyculture. The aim of these investigations was to evaluate zooplankton species as an

available food source for common carp of different age-groups and to develop a new method of evaluation for zooplankton which would provide the fish breeder with more practical information on zooplankton of consumable size, rather than traditional taxonomic classification. This information may be useful in better timing of the fertilisation or manuring of fish ponds, and in the planning of fish feeding.

MATERIALS AND METHODS

The investigations were carried out on two different Hungarian pond systems. System 1 is situated at the southern shore of Lake Balaton and was built several decades ago on peat-bog soil. System 2 was built 10 years ago in the catchment area of the Danube on clay-sand soil. 3 ponds in each system, of different size and stock (see Table 1), were sampled 7-8 times during the rearing season from late April to October.

Table 1

Stocking structure of the fish ponds investigated

Pond(1)	Area(2) (ha)	Species stocked (%) (3)		Mean weight (g) (4)	
		C.carp(5)	Sc (6), Gc (7), Bc (8)	C.carp (5)	Sc (6), Gc (7), Bc (8)
System 1					
1.1	62	90	10 (Bh, Gc)	150	480
1.2	45	90	10 (Sc)	150	100
1.3	60	90	10 (Gc)	20	20
System 2					
2.1	69	90	10 (Bh, Sc, Gc)	300	350
2.2	19	100	-	1	-
2.3.	55	90	10 (Bh, Sc, Gc)	50	40

Common carp: *Cyprinus carpio* L.(5), Silver carp: *Hypophthalmichthys molitrix* Val.(6), Grass carp: *Ctenopharyngodon idella* Val.(7), Bighead carp: *Hypophthalmichthys nobilis* Rich.(8)

1. táblázat: A kísérleti tavak telepítési szerkezete

Halastó(1), Tóterület(2), Népesítési szerkezet(3), Átlagos testsúly(4), Ponty(5), Fehérbusa(6), Amur(7), Pettyes busa(8)

Fish were fed according to the traditional technology with mixed feed (i.e. grains). The water quality parameters were determined by traditional Hungarian hydrochemical methods (Felföldy, 1987) from mean samples for each pond.

Zooplankton samples were taken by column sampler in the open water zone, by means of a stripe method. 30-litre water samples were collected from each pond, which corresponds to 6-9 sampling sites, due to changing water depth. Samples were filtered through a net of 25 microns mesh size. Number of species and number of individuals per species were determined from each sample. Measurements were taken of the dominant taxa for biomass determination, according to Gulyás (1974), Dumont et al. (1975), Bottrell et al. (1976) and Ruttner-Kolisko (1977). Means of length and width were calculated on 50 individuals which originated from 3 samples collected at different

times. The data for abundance and biomass were grouped and analysed according to taxonomic classification (Rotatoria, Cladocera, Copepoda). Biomass was calculated on the basis of the dry weight of the organisms. The abundance and the biomass were expressed in units of individuals/10 l and mg/10 l respectively. The ratio of the number of individuals and the corresponding biomass per unit volume of pond water (I/B) was also calculated and analysed; here, biomass was calculated on the basis of live weight.

Based on the findings of Spataru (1977) and Spataru et al. (1983) and on our previous unpublished results of intestine content analyses on common carp the consumable size of zooplankton is above 500 microns for carp age-groups above one year. Hence, zooplankton species were assigned to two size-groups of below and above 500 microns and data analysis performed according to this classification.

Statistical analyses of the data were carried out by means of SPSS 8.0 software, using t-test and two-way ANOVA with factors for the ponds and the sampling time.

RESULTS AND DISCUSSION

The chemical analyses of the water samples showed appropriate inorganic P and N levels, characterising good conditions with respect to production biology (Horváth et al., 1992). The means of PO₄-P and inorganic N forms varied between 0.1-0.2 and 1.0-2.0 mg/l respectively. Oxygen consumption (measured by COD-KMnO₄) increased during the rearing season and in August exceeded the 30 mg/l level allowed. The COD of the ponds of System 1 was generally twice as high as that of the ponds of System 2. This was due to the greater age and/or to the peat-bog soil type of the former.

Altogether 38 zooplankton species were found in the investigated fish ponds: 6 of above 75% incidence, 6 between 50 and 75% and 8 between 10 and 50%. With reference to dominance relations, only 5 species showed incidence above 50% in the samples. For practical reasons relating to production biology, and since common carp is not a selective zooplankton consumer, only 7-8 species have a determinant role in fish ponds (Table 2).

The absolute and relative (%) abundance and biomass data of the differently classified (taxonomically and by size) zooplankton groups were analysed by two-way ANOVA with factors for the ponds and the sampling time. The effect of the ponds was not significant, except in the case of the Copepoda abundance ratio (%). The effect of sampling time was found to be significant ($P < 0.01-0.05$) in most cases, except in the absolute and relative abundance of Cladocera and Copepoda and the biomass of Rotatoria and Cladocera.

The results for the size measurements show that the zooplankton group smaller than 500 microns included all Rotatoria (except *Brachionus calyciflorus* and *Asplanchna priodonta*), juvenil *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis*, *Alonella nana*, from Cladocera and nauplii forms of Copepoda. Dominant species larger than 500 microns were *Moina macrocopa*, *Daphnia longispina* and *Cyclops sp.*

The means for the relative abundance and the biomass of zooplankton groups calculated for the whole season per pond are summarised in Tables 3 and 4. Grouping by taxonomy and by size shows great differences. Zooplankton smaller than 500 microns represent a significant ratio by number (74.3%) and by biomass (35.1%) which varies within a wide range (2.0-84.3% for biomass). The difference between the mean of the absolute Rotatoria biomass (0.82 ± 2.65 mg/10 l) and that of the group smaller than 500 microns (4.78 ± 11.51 mg/10 l) was significant ($P < 0.05$), as was proved by two-sample t-test.

Table 2

Zooplankton species and occurrence frequency of zooplankton

	Pond system (1) 1			Pond system 2		
	1.1.	1.2.	1.3.	1.1.	1.2.	1.3.
Rotatoria						
<i>Asplanchna priodonta</i>	++	++	++	+++	++	++
<i>Anuraeopsis fissa</i>	+	-	-	-	-	+
<i>Brachionus angularis</i>	++	+++	++	+++	++	++
<i>Br. calyciflorus</i>	+++	+++	++	++	++	++
<i>Br. budapestinensis</i>	++	-	-	-	-	-
<i>Br. diversicornis</i>	+++	++	++	+++	++	++
<i>Br. falcatus</i>	-	++	-	+	-	+
<i>Br. leydigi</i>	++	-	-	-	-	-
<i>Br. urceolaris</i>	+++	++	++	+	+	-
<i>Br. quadridentatus</i>	++	++	+	-	+	+
<i>Bdelloidea sp.</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Cephalodella exigua</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Colurella uncinata</i>	+	+	-	+	+	-
<i>Epiphanes clavulata</i>	+	+	-	-	-	+
<i>Euchlanis dilatata</i>	+	++	++	-	-	-
<i>Filinia longiseta</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Hexarthra mira</i>	+	++	-	+	-	+
<i>Keratella cochlearis</i>	++++	++++	++++	++++	+++	++++
<i>K. quadrata</i>	++	+++	+++	++	++	++
<i>Lecane closterocerca</i>	+	++	+	+	+	+
<i>Lepadella patella</i>	+	+	-	-	+	-
<i>Polyarthra vulgaris</i>	++++	+++	+++	++++	+++	+++
<i>Pompholyx complanata</i>	++	++	+	+	-	-
<i>Trichocerca sp.</i>	+	+	+	+	+	-
<i>Synchaeta sp.</i>	+	+	-	+	-	+
Cladocera						
<i>Bosmina longirostris</i>	++++	++++	++++	++++	++++	++++
<i>Alona affinis</i>	++	++	+	+	+	-
<i>Alonella nana</i>	+	-	-	-	-	+
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	++	++	-	++	++	++
<i>Chydorus sphaericus</i>	+++	+++	+++	++	+	++
<i>Daphnia longispina</i>	++	+++	++++	+++	+	++
<i>Daphnia pulex</i>	+	+	++	+	+	+
<i>Leydigia leydigi</i>	-	+	++	-	-	-
<i>Moina macrocopa</i>	+++	++	++	++	+	+
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	-	+	-	-	+	-
<i>Scapholeberis mucronata</i>	+	+	+	-	+	-
<i>Simocephalus vetulus</i>	-	+	-	-	+	-

Continued. A táblázat a következő oldalon folytatódik.

Continued from previous page. Folytatás az előző oldalról.

Copepoda						
<i>Nauplius</i>	++++	++++	+++	++++	+++	++++
<i>Cyclops sp.</i>	++++	++++	++++	++++	++++	++++

előfordulási gyakoriság (occurrence frequency): + 10% alatt (below 10%), ++ 50% alatt (below 50%), +++ 75%-a alatt (below 75%), +++++: 75% felett (above 75%)

2. táblázat: A vizsgált halastavakban talált zooplankton fajok és előfordulási gyakoriságuk

Halastórendszer(1)

Table 3

Means of relative abundance data for the differently classified zooplankton groups (%)

Pond (2)	Zooplankton groups (1)					
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
1.1	47.1	79.4	29.2	4.0	23.7	16.6
1.2	37.9	74.0	20.9	2.0	47.4	24.0
1.3	30.2	66.0	34.2	12.9	35.6	21.1
2.1	31.9	74.1	27.8	4.1	40.3	21.8
2.2	15.0	66.2	29.3	15.2	55.7	18.6
2.3	44.0	84.3	31.4	3.9	24.2	11.8
Mean (3)	35.6	74.3	28.5	7.0	35.9	18.7

A: Rotatoria, D: Cladocera>500 microns, B: Zoopl.<500 microns, E: Copepoda, C: Cladocera, F: Copepoda>500 microns

3. táblázat: A különböző zooplankton csoportok egyedszám átlagainak alakulása halastavakban

Zooplankton csoport (1), Halastó(2), Átlag(3)

Table 4

Means of relative biomass data for the differently classified zooplankton groups (%)

Pond (2)	Zooplankton groups (1)						
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>D+F</i>
1.1	7.3	47.5	59.5	20.1	33.2	32.4	52.5
1.2	2.9	28.8	38.1	13.4	59.0	57.8	71.2
1.3	1.7	27.1	67.9	43.3	30.4	29.6	72.9
2.1	1.9	35.5	46.6	14.2	51.5	50.3	64.5
2.2	0.5	21.6	50.4	32.2	49.1	46.2	78.4
2.3	3.6	47.2	59.0	16.5	37.4	36.6	53.1
Mean(3)	3.2	35.1	53.5	22.9	43.3	42.0	65.4

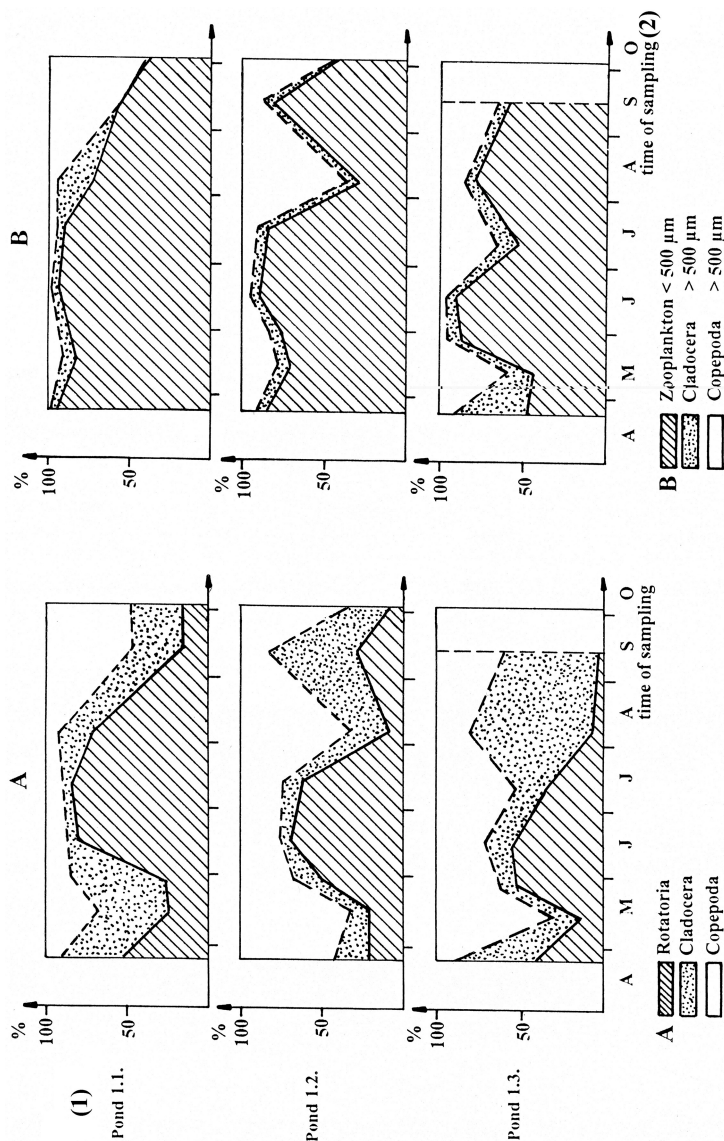
A: Rotatoria, D: Cladocera>500 microns, B: Zoopl.<500 microns, E: Copepoda, C: Cladocera, F: Copepoda>500 microns

4. táblázat: A különböző zooplankton csoportok biomassa átlagai a halastavakban

Zooplankton csoportok(1), Halastó(2), Átlag(3)

Figure 1

**Changes of zooplankton abundance investigated by taxon (A) and by size (B)
in pond system 1**

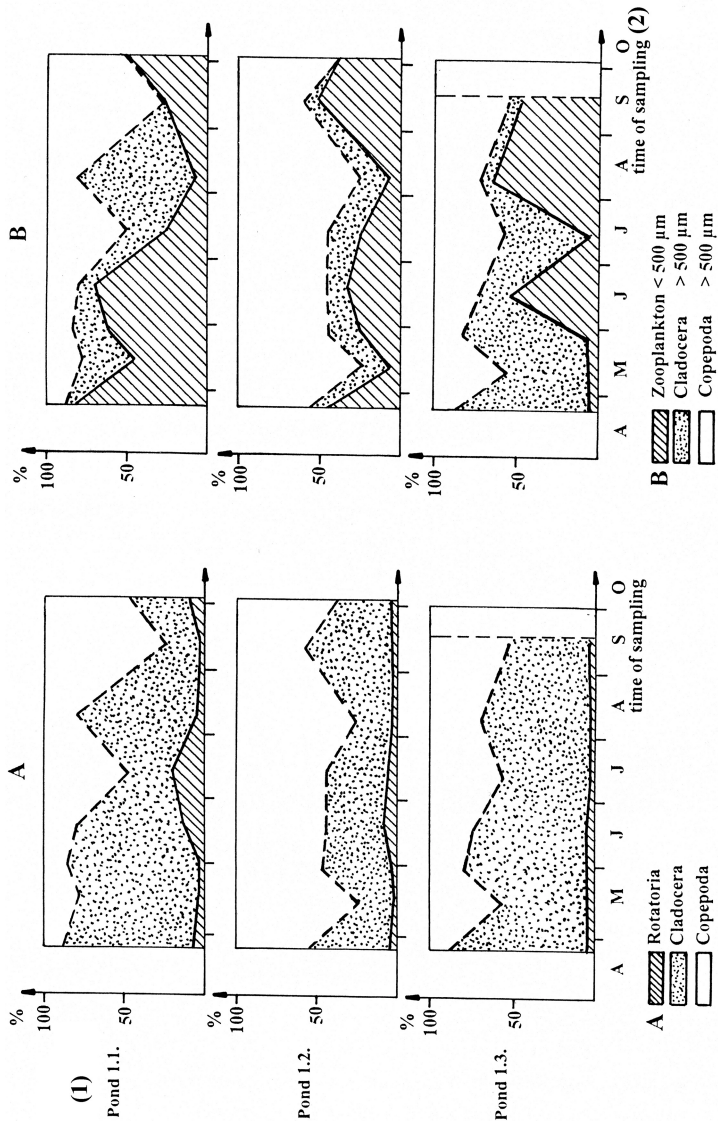


1. ábra: A rendszertani kategóriák (A) és a méret szerint vizsgált (B) zooplankton egyedszám alakulása az 1. tórendszerben

Kísérleti tavak(1), Mintavételi idő(2)

Figure 2

**Changes of zooplankton biomass investigated by taxon (A) and by size (B)
in pond system 1**

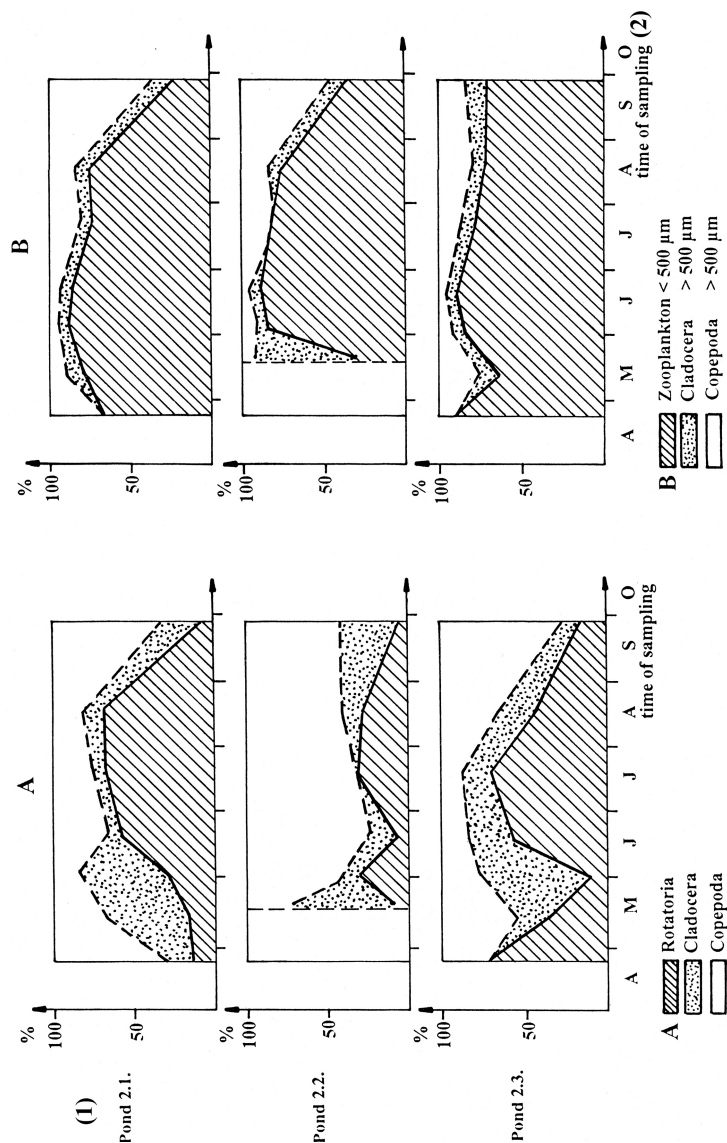


2. ábra: A rendszertani kategóriák (A) és a méret szerint vizsgált (B) zooplankton biomassza alakulása az 1. tórendszerben

Kísérleti tavak(1), Mintavételi idő(2)

Figure 3

Changes of zooplankton abundance investigated by taxon (A) and by size (B) in pond system 2

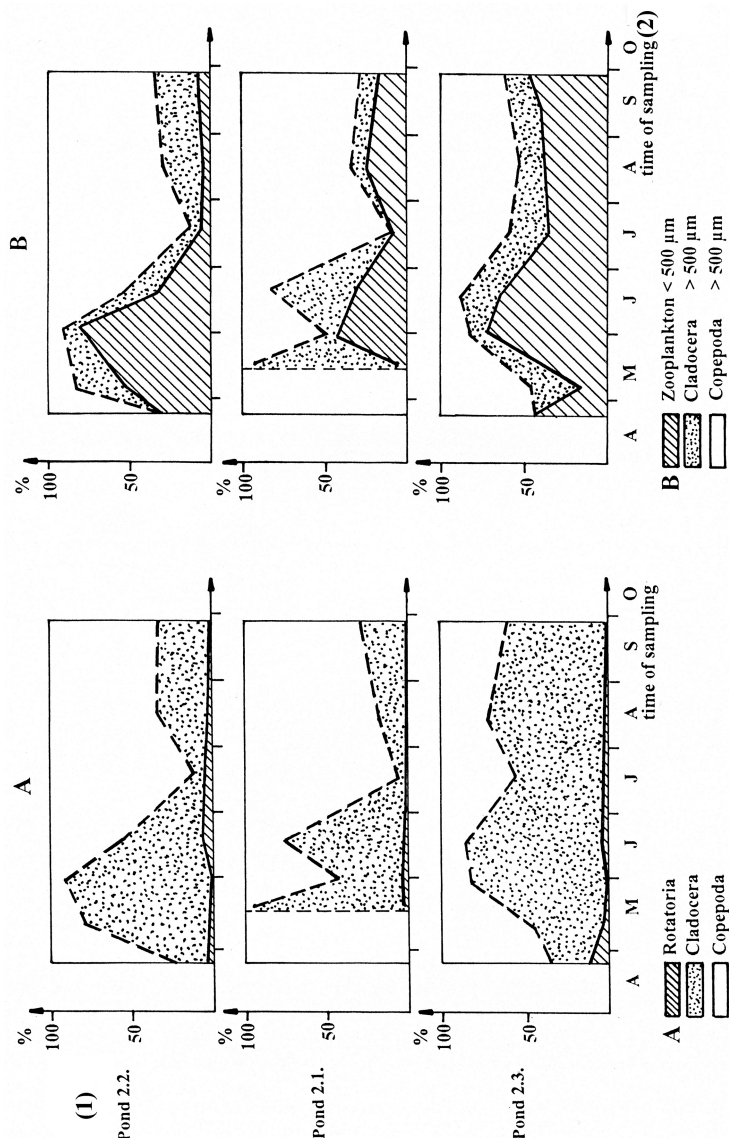


3. ábra: A rendszertani kategóriák (A) és a méret szerint vizsgált (B) zooplankton egyedszám alakulása a 2. tórendszerben

Kísérleti tavak(1), Mintavételi idő(2)

Figure 4

**Changes of zooplankton biomass investigated by taxon (A) and by size (B)
in pond system 2**



4. ábra: A rendszertani kategóriák (A) és a méret szerint vizsgált (B) zooplankton biomassza alakulása a 2. tórendszerben

Kísérleti tavak(1), Mintavételi idő(2)

In the group larger than 500 microns Cladocera and Copepoda, biomass had a ratio of 23 and 42% on average, with extreme values of 0-85 and 2-91% respectively. It is important to know the ratio of these two taxa, as they have different characteristics with respect to feeding, population dynamics and nutrition. Copepoda species have less fibre (chitin) and greater feeding value for fish (Tasnádi, 1983; Körmendi, 1989).

The abundance and the biomass of zooplankton groups change in time: these proportions can be followed in *Figures 1-4*. The main influencing factors in these changes are population dynamic relations, but fish stocking also exerts strong effects.

Copepoda can also be judged to be the steadiest zooplankton group in terms of biomass. The ratios of Copepoda (%) and Cladocera (%) of consumable size are shown in *Table 5*.

Table 5

Copepoda:Cladocera ratio in zooplankton of consumable size

Pond (1)	<u>Copepoda (%)</u> <u>Cladocera (%)</u>
1.1.	1.6
1.2.	4.3
1.3.	0.7
2.1.	3.5
2.2.	1.4
2.3.	2.2

5. táblázat: A felvehető méretű Copepoda fajok százalékos aránya a Cladocera fajokhoz

Halastó(1)

The data given in Table 5 suggest that the Copepoda:Cladocera ratio is determined by the stocking structure of the pond. Copepoda is more significant when bighead and silver carp are stocked in a polyculture dominated by common carp, even in the case of fingerling rearing. Cladocera dominance can be observed in ponds of common carp – grass carp biculture. The Copepoda:Cladocera ratio is also probably influenced by stocking density. Mass production of Cladocera species (eg.. *Daphnia sp.*, *Moina sp.*) can be expected at low stocking densities.

The I/B ratio calculated from total abundance and biomass per pond and per sampling can be characterised by the following values: mean=93.7, S.D.=80.9, min.=9.0, max.=368.9. This ratio had a skewed distribution due to the values of 110-368 in June and July. This shows that in summer the smaller zooplankton dominated, but it does not automatically follow that there was not enough larger-sized zooplankton which was consumable for the common carp.

CONCLUSIONS

The almost constant dominance observed for the zooplankton group smaller than 500 microns in the fish ponds investigated indicates without doubt that with carp

monoculture, or where carp represents 90% of the stock, a significant part of the 'natural food' is unutilised in fish production.

The grouping of zooplankton according to size seems to be a much more informative method for evaluating available carp feed than taxonomic classification. The latter also has to be maintained as an important source of information on the biological water quality and production biology status of fish ponds.

REFERENCES

- Bottrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z.M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P., Weglenska, T. (1976). A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.*, 24. 419-456.
- Dumont, H.J., Van de Wels, J., Dumont, S. (1975). The Dry Weight Estimate of Biomass in a Selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the Plankton, Periphyton and Benthos of Continental Waters. *Oecologia*, 19 75-97.
- Felföldy L. (1987). A biológiai vízminőség. *Vízügyi Hidrobiológia VIZDOK*. 1-180.
- Fry, D.L., Osborn, I.A. (1980). Zooplankton abundance and diversity in Central Florida grass carp ponds. *Hydrobiologia*, 68. 145-155.
- Grigierek, E., Wasilewska, B.E. (1978). The feed fauna of fish in ponds with heated and exchanged water. *Ekologia Polska*, 1. 71-83.
- Gulyás P. (1974). Az ágascsapu rákok (Cladocera) kishatározója. *Vízügyi Hidrobiológia. VIZDOK*. 1-160.
- Horváth L., Tamás G., Seargave, C.H. (1992). *Carp and Pond Fish Culture*. Fishing News Booles. Blankwell Sci. Publ. Ltd. Cambridge.
- Hyslop, E.J. (1980). Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal Fish Biology*, 17. 411-429.
- Körmendi S. (1989). A higfázisu mezőgazdasági melléktermékek hasznosítása zooplanktonnal. *Szaktanácsok* 2-3. 37-40.
- Körmendi S., Varga L. (1998). Zooplankton vizsgálata dél-dunántúli halastavakban. XXXX. *Hidrobiológus Napok, Tihany*.
- Murtaugh, P.A. (1989). Size and Species Composition of Zooplankton in Experimental Ponds With and Without Fishes. *Journal of Freshwater Ecology*, 5. 27-37.
- Pejler, B. (1995). Relation to habitat in rotifers. *Hydrobiologia*, 313/314. 267-278.
- Prikryl, I., Janecek, V. (1982). The effect of Feed Consumption on the Amount of Natural Food in Ponds Stocked with Carp. *Bul. VURH, Vodnany.*, 20-26.
- Prinkyl, I. (1986). Evaluation of the size Structure of Zooplankton and the Possibility of its Use in Pond Fish Culture. *Bul VUHR, Vodnany.*, 21-30.
- Ruttner-Kolisko, A. (1977). Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 8. 71-76.
- Spataru, P. (1977). Gut contents of silver carp - *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) - and some trophic relations to other fish species in a polyculture system. *Aquaculture*, 11. 137-146.
- Spataru, P., Wolfarth, G.W., Hulata, G. (1983). Studies on the natural food of different fish species in intensively manured polyculture ponds. *Aquaculture*, 35. 283-298.
- Specziár A., Tölg I., Bíró P. (1997). Feeding strategy and growth of cyprinials in the littoral zone of Lake Balaton. *Journal Fish Biology*, 51. 110-124.
- Stenson, I.A.E. (1982). Fish impact on ratife community structure. *Hydrobiologia*, 87. 57-64.

- Tasnádi R. (1983). Halkarmányozás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1-306.
- Windell, I.T., Bowen, S.H. (1978). Methods for Study of Fish Diets Based on Analysis of Stomach Contents. In "Methods for the Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Oxford, Blackwell Scientific Publ., 219-226.
- Zaret, T.M., Kerfoot, W.C. (1975). Fish predation on *Bosmina longirostris*: Body-size predation versus visibility predation. Ecology, 56. 232-237.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Sándor Körmendi

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf.16.
Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-320-175
e-mail: kormendi@atk.kaposvar.pate.hu

Rövidített útmutató a kéziratok elkészítéséhez

A folyóirat tárgyköre magában foglalja az állati termék előállítás teljes vertikumát, az állatok elhelyezésétől a nemesítésen, takarmányozáson, szaporításon és egészségvédelmen át az állati termékek feldolgozásáig, ill. értékesítéséig, beleértve e részterületek elméleti, alapoató vonatkozásait is, mint pl. az élettant, a mezőgazdasági kémiát, valamint vizsgálati módszereiket. Ezekon túlmenően helyet kapnak a növénytermesztés, az ökonómia, a környezetvédelem tárgykörét érintő közlemények is. *Az Acta Agraria Kaposváriensisben csak olyan írások közölhetők, melyek más kiadványban még nem jelentek meg - kivéve a kongresszusi előadásokat -, ill. amelyeknek nincs folyamatban publikálásuk.* A kéziratot az alábbi címre kell eljuttatni.

Acta Agraria Kaposváriensis Szerkesztőbizottsága

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

Tel.: 82 – 314 - 155, Fax: 82 - 320-175

e-mail: csapo@atk.kaposvar.pate.hu

A cikket 3 példányban, *dupla sorközzel*, Winword 6.0 (vagy hasonló és konvertálható) szövegszerkesztő programmal, *Times New Roman CE betűvel* (12-es nagyság) sorkizárt formában, A4-es méretben, a lapnak csak az egyik oldalára gépelve kérjük benyújtani. A kézirat ne haladjon meg a 40 oldalt mely ábrákkal, összefoglalással és irodalomjegyzékkel együtt értendő. Kivételes esetben, a szerkesztőbizottság hosszabb cikkek elfogadására is javaslatot tehet. A cikkek nyelve magyar, vagy angol. *Az utóbbi megjelentetési költsége 20.000 Ft. Kérjük szíveskedjék a kézirrattal együtt megküldeni a nevet, címet, ahova a számlát postázhatjuk.*

A cím legyen tömör, maximum 20 szóból álljon, 20-as nagyságú félkövér betűvel írva, középre igazítottan. Felette kérjük adja meg a fejléc szövegét is. A szerző(k) nevét 15-ös félkövér betűvel kérjük írni, középre illesztve. Magyar nyelvű cikknél pl. Kiss J., Martin, T.G., Tóth J., angolnál, J. Kiss, T.G. Martin, J. Tóth legyen az írásmód. A szerzők neve alá 10-es normál betűvel írják a munkahelyet, címmel együtt, középre rendezetten.

Az első összefoglaló a kézirat nyelvével megegyező, a második - angol közlemény esetén magyar, magyar cikk esetén angol legyen. Az összefoglalás szót középre illesztve, 15-ös döntött félkövér nagybetűvel, szövegét 12-es normál döntöttel kérjük írni. Mindkét összefoglalót követően zárójelben adják meg a közlemény kulcsszavait, normál betűvel (max. 5 szó, vagy fogalom). Az összefoglalás ne haladjon meg a 200-250 szót (egy oldal). A kézirat nyelvével ellentétes összefoglaló címét 12-es normál félkövér betűvel, szerzőinek nevét 12-es, munkahelyét 10-es normállal kell írni, középre igazítva.

Az egyes fejezetek (bevezetés stb.) címét középre illesztve 15-ös nagy, az alcímeket balra rendezetten 12-es normál félkövér betűvel kérjük írni. A bekezdések (kivéve a fejezet és alfejezet kezdőt, ill. a táblázat, ábra, kép, "francia jelzésű" (-) rész utáni első), egy tabulátor jellel kezdődjenek. A kiemelendő szavak és mondatrészek jelölése dőlt betűvel történjen.

A dolgozat tartalmáért írói felelnek. A beérkezett kéziratot a szerkesztőség lektoráltatja, majd visszaküldi a szerzőnek javításra, ha szükséges. A javított kéziratot két pld.-ban kinyomtatva - 3.5'' -es mágneslemezen -, vagy e-mail-en *csatoltan* kérjük a szerkesztőséghez eljuttatni.

A közlemény részei

Bevezetés

A szövegben a hivatkozást a szerző(k) családnevével (dőlt betűvel írva) és a mű megjelenésének évszámával (zárójelbe téve) kérjük megadni. A név kiemelésekor a zárójel elmarad.

Anyag és módszer

Eredmény és értékelés

A megjelenő cikkben, ebben a fejezetben nyerne majd elhelyezést a táblázatok, ábrák stb. A kéziratban, azonban csak azok tervezett helyét kérjük megjelölni. A jobb szerkeszthetőség érdekében a táblázatok és ábrák a cikk végén, külön-külön oldalon szerepeljenek. A szövegben hivatkozzon rájuk (a sorszám után a táblázat szót dőlt betűvel írva).

Következtetések

Köszönetnyilvánítás (ha szükséges)

Irodalom

Csak a közleményben idézett műveket tartalmazhatja. Ezeket sorszám nélkül, az első szerző családi neve szerint ABC sorrendben kell felsorolni. Hivatkozásként, az összes szerzőt tüntesse fel, vesszővel elválasztva. Ezt, a megjelenés évszáma kövesse, zárójelbe téve, majd a mű címe, a folyóirat megnevezése (ha van, nemzetközileg elfogadott rövidítéssel), az évfolyam- és kötetszám, a szám, ill. a közlemény kezdő és befejező oldalszáma (kötőjellel) irandó. Könyv esetén a szerző(k) neve és az évszám után a könyv címe eredeti nyelven, a kiadó neve, székhelye és az oldalszám következzen. A publikáció második, ill. további sora egy tabulátor jellel kezdődjön, az első szerző kiemelése érdekében.

Levelezési cím (az első szerző posta, ill. e-mail címe, telefon- és faxszáma)

Táblázat, ábra, kép stb.

Elhelyezésüket a cikk végére kérjük, külön- külön oldalra. Fejezeten belül, csak azok tervezett helyét jelöljék. A táblázat, ábra... sorszámát balra rendezetten, címét középre illesztve, 12-es félkövér betűvel kell írni. A diagramokat Excelben kérjük megrajzolni. A táblázatokat a Winword táblázat szerkesztőjével készítsék, az ábrákat azonban - a konvertálhatóság miatt - ne a beépített rajzolójával alkossák meg, hanem használjanak helyette pl. Corel Draw, AutoCAD... programot. A táblázatok stb. alatt közöljék először a cím, majd a szöveges rész (zárójelben számozva) fordítását. A diagramok, rajzok... forrás fájljait is kérjük mellékelni. A fotók hátoldalán a szerző(k) nevét és az ábra számát tüntessék fel. Az utóbbit, a hozzá tartozó címmel együtt listán szíveskedjék csatolni.

(Részletes útmutatót a szerkesztőbizottság kérésre postán küld!)

Rövidített útmutató az áttekintő (review) cikk készítéséhez

Korlátozott számban a szerkesztőség elfogad un. áttekintő (review) közleményt is, amennyiben a feldolgozott téma szakmai aktualitásához nem fér kétség és az elmúlt 3 évben az adott témakörben nem jelent meg sem hazai, sem külföldi szakfolyóiratban hasonló témájú dolgozat. Az áttekintő cikk elkészítésének technikai követelményei (sortávolság, betűnagyság, szövegszerkesztő program stb.) és általános előírásai (terjedelem, a kézirat nyelve...) megegyeznek a korábban leírtakkal.

Az áttekintő cikknek az alábbi fontosabb fejezeteket kell tartalmaznia:

- összefoglalás
- bevezetés (célkitűzés)
- következtetések
- irodalom.

Guidelines in brief for the preparation of manuscripts

The subject sphere encompassed by the journal covers the entire spectrum of the production of animal products, ranging from livestock accommodation, via breed improvement, nutrition, reproduction and the maintenance of health to the processing and marketing of animal products, including the respective theoretical, fundamental aspects of these subfields, such as physiology and agricultural chemistry, and also pertinent examination methods. In addition to these topics space is also devoted to publications relating to the fields of plant production, economics and environmental protection.

The Acta Agraria Kaposváriensis accepts only papers which have not appeared in other publications, the exception being congress presentations; nor should they be in the process of publication. Scripts should be submitted to the following address:

Acta Agraria Kaposváriensis Editorial Committee
University of Kaposvár, Agriculture Faculty of Animal Science
7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.
Tel.: 36-82-314-155
Fax: 36-82-320-175
e-mail: csapo@atk.kaposvar.pate.hu

Three copies of the paper should be submitted; these should be typed *double* spaced using Winword 6.0 (or a similar, convertible programme) in *Times New Roman CE* font, with 12 pt character size and in justified paragraph form. Copies should be printed on A4 paper, only one side to be used. Manuscript length should not exceed 40 pages. This length of 40 pages is to include any tables and illustrations used, in addition to the abstract and references. In exceptional cases the editorial committee may recommend that longer articles be accepted. The language of articles should be Hungarian or English. The publishing cost of the latter is HUF 20,000. Please enclose with the manuscript your name and the address where we can send the bill.

Titles should be concise, consisting of a maximum of 20 words, and should be typed in bold 20 pt size characters. Authors are requested to include the text for the running head above the title. Authors' names should be typed, centred, using normal 15 pt size characters. For articles written in Hungarian the form Kiss J., Martin, T.G., Tóth J. should be used; for articles written in English, J. Kiss, T.G. Martin, J. Tóth. The place of employment of each author and the address of the institution/company should be entered, centred, beneath the authors' names, using normal 10 pt size characters.

The first *abstract* is to be in the language of the paper; the second should be in Hungarian for articles written in English and vice versa. Authors are requested to ensure that the title of each abstract is written centred and in bold italic 15 pt upper case characters, while its text should be written in 12 pt size normal italics. At the end of each abstract the relevant keywords should be given in brackets, typed in normal characters (max. 5 words or concepts). The abstract should not exceed 200-250 words (one page) in length. The title of the abstract written in the language not used in the paper should be written, centred, in 12 pt normal bold characters, followed by the names of the authors in normal 12 pt characters, and subsequently the place of employment of each author in normal 10 pt characters.

Titles of the respective *sections* (introduction, etc.) should be written centred and in 15 pt size bold upper case characters. Subtitles are to appear aligned to the left in 12 pt size bold lower case. Paragraphs (with the exception of those beginning sections or subsections, and the first paragraph after a table, diagram, illustration or text in French

style layout (i.e., points beginning with dashes or bullets)) should begin with one tabulator space indentation. Authors are requested to mark in italics any words or phrases to be emphasised.

Authors are responsible for the content of the papers. The editors will have the manuscripts proofread and will send them back to the authors for correction if necessary. Authors are requested to send the corrected manuscript to the editors in two printed copies, or on a 3.5 inch diskette, or as an email attachment.

Constituent sections of the publication

Introduction

Authors are requested to bracket after each reference the surname of the author(s) (in italics) and the year of publication of the work to which reference is made. If the name is stressed as a component part of the text it should not be bracketed.

Materials and methods

Results and discussion

This section of any paper to be published should include table, diagrams, etc.. Authors are however requested simply to mark in the text the positions allocated to such graphic items. In the interest of achieving better editability tables, diagrams etc. should appear at the end of the paper, on separate pages, in the script submitted. Reference should be made in the text to such inclusions (in italics, the word *table* followed by its number).

Conclusions

Acknowledgements (if applicable)

References

These should include only works referred to in the publication. References should be listed without numbers, in alphabetical order of main author's surname. For each citation made the names of all authors contributing to the article should be quoted, separated by commas. The year of publication should follow in brackets, and subsequently the title of the work, the title of the journal in which it appeared (where appropriate using internationally recognised abbreviations), the year of publication or volume number and the first and last page numbers (separated by a hyphen) in the publication of the relevant paper. Where books are cited, the name(s) of the author(s) and the year of publication should be followed by the original title of the book in its language of publication, the name of the publishing company and the town/city in which it is based, and the numbers of the pages cited. Authors are requested to ensure that the second and subsequent lines of each reference begin with one tabulator space indentation, to give prominence to the name of the main author.

Correspondence address

(The postal and e-mail address of the main author, and telephone and fax numbers on which he/she may be contacted, should be included.)

Tables, diagrams, illustrations etc.

Authors are requested to position such inclusions at the end of the paper, on separate pages. The positions allocated to these should be marked within the appropriate section of the text. Numbers of tables, diagrams, etc. should be aligned to the left and their titles centred, both in 12 pt size bold characters. It is requested that Microsoft Excel be used for the composition of diagrams. Tables may be compiled with the Windows table facility; however, in the case of other figures, due to the need for convertibility, the drawing facility installed with Windows should not be used, but a separate programme such as Corel Draw or AutoCAD. Beneath each table etc. authors should include a

translation into the language (English or Hungarian) not used in the paper of the title and the text components (with referring numbers in brackets). It is requested that source files for diagrams, illustrations etc. be enclosed with the submitted paper. Photographs should be marked on the reverse side with the name(s) of the author(s) submitting them and their illustration number. Authors should include a list of illustration titles with their respective numbers.

(Detailed guidelines will be posted on request by the editorial board.)

Guidelines for the composition of review articles

The editorial board will also accept a limited number of review articles, should there be no doubt as to the professional topicality of the subject dealt with and providing that no paper on a similar topic within the given subject sphere has been published in the previous three years in any Hungarian or international journal. The technical stipulations for the composition of review articles (length, language used etc.) correspond to those outlined above for the preparation of manuscripts.

Review articles should consist of the following:

- abstract
- introduction (objective)
- conclusions
- list of literature cited.

TARTALOM

<i>Holló G., Csapó J., Tőzsér J., Holló I., Szűcs E.:</i> A fajta és az élősúly hatása holstein-fríz és magyar tarka tehenek húsának zsírsav- és aminosav-összetételére, valamint a fehérje biológiai értékére	1
<i>Esmailkhanian, S., Horn P.:</i> Irán helyi baromfi fajtáinak genetikai polimorfizmusa, I. rész: Vércsoportok és allél frekvenciák	11
<i>Esmailkhanian, S., Yeganeh, A.T., Osfori, R., Horn P.:</i> Irán helyi baromfi fajtáinak genetikai polimorfizmusa, II. rész: Izoenzim polimorfizmus különös tekintettel az alkalikus foszfatázra és észterázra	15
<i>Esmailkhanian, S., Mirhady, S.A., Osfori, R., Horn P.:</i> Irán helyi baromfi fajtáinak genetikai polimorfizmusa, III. rész: Albumin és transferrin polimorfizmus	21
<i>Saffarzadeh, A., Vincze L., Csapó J.:</i> A különböző mennyiségű makk (<i>Quercus branti</i>) hatása a tojótyúkوك termelésére a tojástermelés első szakaszában.....	27
<i>Yaghobfar, A., Boldaji, F., Csapó J.:</i> Csirkék genotípusának, ivarának és korának hatása a baromfitakarmány hasznosítható energiájára.....	37
<i>Donkó T.:</i> A nyúl fülrühösség (<i>Psoroptes cuniculi</i>) fertőzöttségi szintjének vizsgálata anyanyulakban és utódaikban.....	53
<i>Lanszki J.:</i> A fényperiódus és a melatonin szerepe emlősök szezonális bioritmusában (irodalmi áttekintés).....	57
<i>Molnár T., Hancz Cs., Molnár M., Stettner G.</i> Néhány technológiai paraméter vizsgálata a süllő (<i>Stizostedion lucioperca</i>) intenzív nevelése során	85
<i>Körmendi S., Hancz Cs.:</i> Kvalitatív és kvantitatív zooplankton vizsgálatok halastavakban	95
Útmutató a kéziratok elkészítéséhez	109

CONTENTS

<i>G. Holló, J. Csapó, J. Tőzsér, I. Holló, E. Szűcs:</i> Effects of the breed and the live weight on the fatty acid and amino acid content, and the biological value of the proteins of the Hungarian Simmental's and Holstein-Friesian's meat	1
<i>S. Esmailkhanian, P. Horn:</i> Genetic polymorphisms in Iranian native poultry breeds, Part I. Blood groups and allele frequencies	11
<i>S. Esmailkhanian, A.T. Yeganeh, R. Osfori, P. Horn:</i> Genetic polymorphisms in Iranian native poultry breeds, Part II. Isoenzyme polymorphisms with special reference to alkaline phosphatase and esterase	15
<i>S. Esmailkhanian, S.A. Mirhady, R. Osfori, P. Horn:</i> Genetic polymorphisms in Iranian native poultry breeds, Part III. Albumin and transferrin polymorphisms.....	21
<i>A. Saffarzadeh, L. Vincze, J. Csapó:</i> The effect of different levels of Acorn seeds (<i>Quercus branti</i>) on laying hens performance in first phase of egg production	27
<i>A. Yaghobfar, F. Boldaji, J. Csapó:</i> Influence of genotype, sex and age of chickens on metabolisable energy of poultry feeds	37
<i>T. Donkó:</i> The significance of ear mange (<i>Psoroptes cuniculi</i>) infestation level in does and their offspring	53
<i>J. Lanszki:</i> The role of photoperiod and melatonin in seasonal biorhythms of mammals (a review).....	57
<i>T. Molnár, Cs. Hancz, M. Molnár, G. Stettner:</i> Investigations on some technological parameters in intensive rearing of pike-perch (<i>Stizostedion lucioperca</i>).85	
<i>S. Körmendi, Cs. Hancz:</i> Qualitative and quantitative investigation of the zooplankton in fish ponds	95
Guide for the preparation of manuscripts.....	109