

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 11

Issue 2

Gödöllő
2015



A TOJÁSOK FIZIKAI MINŐSÉGÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ TYÚKÁLLOMÁNYOKBAN

Bódi László^{1,2}, Thieu Ngoc Lan Phuong^{1,2}, Kovácsné Gaál Katalin^{2,3}, Konrád Szilárd^{2,3}, Barta Ildikó^{1,2}, Kisné Do thi Dong Xuan^{1,2}, Szentes Katalin Ágnes^{2,4}, Szalay István^{1,2}, Lencsés György²

¹Haszonállat-génmegőrzési Központ (HáGK), 2100 Gödöllő, Isaszegi út 200.

²Magyar Kisállatnemesítők Génmegőrző Egyesülete (MGE), 2100 Gödöllő, Isaszegi út 208.

³Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet, Baromfi- és Sertésenyésztési Intézeti Tanszék

⁴Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Halgazdálkodási Tanszék
bodi.laszlo@hagk.hu

Összefoglalás

Négy tyúk genotípus: őshonos sárga magyar tyúkfajta mosonmagyaróvári és gödöllői tenyészet (SMO, SMG), 2 kettőshasznú tyúkfajta (gödöllői new hampshire – NHS és gödöllői fehér plymouth – WPM) és a Hy-Line barna tojóhibrid (HYL) állományban vizsgáltuk a tojások fizikai minőségét és a tulajdonságok közti összefüggéseket. A vizsgált paraméterek a következők voltak: a tojás súlya, hossza és szélessége, a tojásprofil index, a fehérje és a sárgája súlya, a tojáshéj szilárdsága, súlya és vastagsága. A genotípus hatása a tojássúly, a szélesség és hosszúság, továbbá a tojásprofil index és a tojássárgája aránya esetében szignifikáns volt. A sárga magyar tojók hosszabb tojásokat tojtak, nagyobb sárgája aránnyal, mint a többi genotípus. Az SMG csoport által termelt tojások szignifikánsan kisebb súlyúak voltak az NHS, WPM és HYL tojásoknál, ugyanakkor héjszilárdságuk szignifikánsan meghaladta az SMO és a HYL tojásokét. Pozitív korrelációt találtunk minden csoportban a tojássúly és a tojáshosszúság, a tojássúly-tojásszélesség között, negatív korrelációt pedig a tojásfehérje súlya és sárgájának súlya között. A tojássúly és a tojáshéj súlya, illetve vastagsága közötti korreláció az NHS és WPM tojásokban negatív volt. Az eredmények arra utalnak, hogy a súly kivételével a fizikai tulajdonságok megegyeznek vagy jobbak a szelektálatlan őshonos tyúkfajták tojásaiban, mint a szelektált fajtáktól vagy a tojóhibridtől származókéban. A paraméterek közül kiemeltük a tojássárgája arányát, a héjszilárdságot, és a tojássúly és tojássárgája súlya közti összefüggéseket.

Kulcsszavak: tyúk, tojásminőség, korreláció, sárga magyar tyúk.

Comparing physical quality of eggs between different chicken types

Abstract

4 chicken genotypes (2 stocks of indigenous Yellow Hungarian chicken breed, Mosonmagyaróvár and Gödöllő (SMO and SMG), 2 dual purpose breeds (New Hampshire – NHS and White Plymouth – WPM) and Hy-Line brown layer hybrid (HYL)) were used to study physical quality of eggs of different types of chicken. Egg weight, egg height, egg width, egg shape index, egg white-, egg yolk-, eggshell weight, strength and thickness, as well as correlation of these traits were examined. Statistical analyses showed significant effect of genotype on most



of egg quality traits. Yellow Hungarian layers produced longer eggs with higher egg yolk % than NHS, WPM and HYL. SMG eggs were markedly lighter than NHS, WPM and HYL eggs. However, SMG eggshell was significantly stronger than SMO and HYL. Significant positive correlations between egg weight-egg height; egg weight-egg width and negative ones between egg white weight-egg yolk weight were found in all groups. Additionally, there were significant negative correlations between egg weight, eggshell weight and eggshell thickness of NHS and WPM eggs. Results of this study suggest that all physical traits except egg weight are the same or seem better in the eggs of the unselected local breed (Yellow Hungarian) than of selected breeds or the layer hybrid. Among the superior traits of local breed, egg yolk ratio, eggshell strength or the correlation between egg weight and egg yolk weight should be stressed.

Key words: chicken, correlation, egg traits, Yellow Hungarian

Bevezetés

A baromfifélék tenyésztése során előfordulhat, hogy a hosszabb perzisztenciát célzó szelekció kedvezőtlenül befolyásolja a tojás beltartalmi értékeit. A fogyasztói szokások és igények változása miatt a jobb minőségű termékekre fogyasztói igény is keletkezik, ami jelenleg szűk piacot (niche market) jelent, de ez a piac fokozatosan bővül. Ismét nő tehát az igény a kiváló beltartalmi tulajdonságokkal rendelkező étkezési tojások iránt is. *Grunert* (2005) szerint az élelmiszerminőség és az élelmiszerbiztonság napjaink élelmiszergazdaságának központi kérdései. A régi haszonállatfajták jellemzően sok tekintetben jobb termékminőséget produkálnak az intenzív fajtáknál. Ennek megfelelően a minőségi termékek előállításában ismét egyre nagyobb jelentőségre tehetnek szert. Ráadásul kisebb tartási igényeik miatt hátrányos helyzetű térségekben is használhatóak lehetnek (*Henson, 1992; Guéye, 2000; Bodó és Szalay, 2007; Dong Xuan és Szalay 2007; Alders és Pym, 2009, Mtileni és mtsai., 2012*).

Emellett azt sem szabad elfelejtenünk, hogy a tojásnak tartalmaznia kell mindent, melyre a fejlődő embriónak szüksége van, hiszen a tojótyúk és a kikelő csirke között a tényleges kapcsolat a tojásrakás pillanatában megszakad (*Lencsés, 2001; Lencsés, 2003*). A tojáshéj védelmet jelent a tojás számára (*Szalay és Lencsés, 2004*), ami nem csak a keltetés, hanem a tojások szállítása – így étkezési tojások, tenyésztojások – esetében is fontos szempont. A tojáshéj nem kellő szilárdsága miatt évente mintegy 6-700 millió dollár kár keletkezik (*Bain, 1991*).

Különböző szerzők kapcsolatot mutattak ki a tojásminőség és a genotípus között. *Hocking és mtsai.* (2003) úgy találták, hogy az egyes fajták tradicionális és kereskedelmi vonalai között nagyobb a különbség tojásminőség tekintetében, mint a különböző fajták között, azonos kategórián (kereskedelmi illetve tradicionális) belül. *Scott és Silversides* (2000) ISA-Brown és ISA-White tojók által termelt tojások esetében elsősorban a tárolhatóságban találtak különbséget a két hibrid között. Hasonlóan a genetikai háttér jelentőségét támasztja alá a tojás minőségi tulajdonságainak közepes vagy jó örökölhetősége (*Emamgholi Begli és mtsai., 2010*). *Parmar és mtsai.* (2006) a Kadaknath (indiai) fajta egyes (más helyeken tartott) állományainak tojásminősége között találtak jelentős különbségeket. *Singh és mtsai.* (2009) kimutatták mind a genotípus, mind a tartásmód hatását a tojástermelésre és tojásminőségre.

A régi haszonállatfajták jelentősége a minőségi termelésben várhatóan növekszik (*Bodó és Szalay, 2007; Guéye, 2000*). Ezért vizsgálatunkban a sárga magyar tyúk két tenyészetéből származó tojások héjszilárdságát és egyéb, tojásminőséget befolyásoló fizikai paramétereit hasonlítottuk össze félintenzív (gödöllői new hampshire – NHS és gödöllői fehér plymouth - WPM) fajtákéval, illetve a Hy-Line barna tojóhibridével.



Anyag és módszer

A vizsgálatban használt genotípusok a Magyar Kisállatnemesítők Génmegőrző Egyesülete (MGE) keretében fenntartott fajták: a sárga magyar tyúk két tenyészet (gödöllői – SMG, illetve mosonmagyaróvári – SMO), a gödöllői new hampshire (NHS) és a gödöllői fehér plymouth (WPM), továbbá a Hy-Line Brown tojóhibrid végtermék (HYL) voltak.

A négy fajtatípusa azonos tartási és takarmányozási feltételek között, a Haszonállat-génmegőrzési Központ (HáGK) jogelődjében, a Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben (KÁTKI) tartottuk, félintenzív, kifutós tartásban. Takarmányuk a KÁTKI szakemberei által összeállított receptúra szerint gyártott tojótáp volt. Ennek energia- és fehérjetartalma a kereskedelmi tojóhibrid tápoknál alacsonyabb, a fajták kisebb termelésével, illetve takarmánnyal szemben támasztott alacsonyabb igényeivel összhangban. A HYL tojásokat csömöri magángazdaságból vásároltuk, ahol az állatokat zárt, intenzív (ketreces) tartásban tojták, takarmányuk kereskedelmi tojótáp volt. A tojások az állományok tojástermelésének azonos fázisából, a csúcstermelési időszakból származtak.

A vizsgált fizikai tulajdonságok: a tojás súlya (g), hossza és szélessége (mm), a fehérje és a sárgája súlya (g), a tojáshéj szilárdsága (N), súlya (g) és vastagsága (mm). A tojásprofil indexet a tojás hosszúságából és szélességéből számítottuk az alábbi képlettel: tojás index = tojás hosszúság/tojás szélesség.

Vizsgáltuk a tojás sárgája, fehérje és a tojáshéj százalékos arányát (a tojás teljes súlyához képest). A tömegeket analitikai mérlegen mértük. A tojás hosszúságát és szélességét speciális, erre a célra kialakított tolméterrel mértük.

A héjszilárdság meghatározására Voisey és Hunt (1974) ún. „lyukasztásos” (puncture) módszerét dolgoztuk át. A szakítógépre speciális műanyag tartót szereltünk, mely álló helyzetben rögzítette a tojást. A tojást behorpadásig terheltük, a behorpadást előidéző erőértéket a műszer skálájáról Newtonban (N) leolvastuk (1. kép).

1. kép: Tojáshéj szilárdság meghatározása

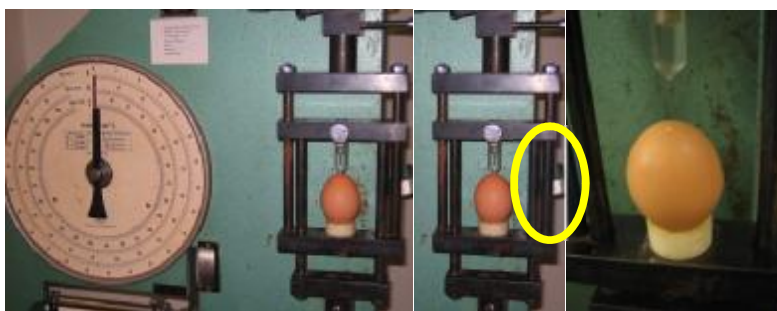


Photo 1: Determination of solidity of egg shell

A tojáshéj vastagságát mikrométerrel (2. kép) mértük 3 helyen: a tojás hegyes (H), a tojás tompa (T) végén, ill. a tojás legnagyobb szélességén (Sz), majd ezeket átlagolva kaptuk a számított héjvastagságot.



2. kép: Tojánhéj vastagság meghatározása



Photo 2: Determination of thickness of egg shell

Az adatokat SPSS 20 (IBM, 2011) statisztikai programcsomaggal dolgoztuk fel, egyváltozós általános lineáris modellt alkalmazva. Kétváltozós ANOVA tesztet, Tukey HSD tesztet alkalmaztunk az eltérések vizsgálatához, valamint kétváltozós Pearson korrelációs tesztet az egyes tulajdonságok között fennálló kapcsolatok ellenőrzésére.

Eredmények

A statisztikai analízisek alapján nem volt szignifikáns különbség az egyes genotípusok között a legtöbb tojásminőségi paraméter, így a tojás súly, tojás magasság, tojás szélesség, tojásindex és a tojássárgája súlyának %-os aránya esetében (1. táblázat). A sárga magyar tojók hosszabb tojásokat tojtak, nagyobb sárgája aránnyal, mint a többi genotípus. Az SMG csoport tojásai szignifikánsan könnyebbek voltak az NHS, WPM és HYL tojásoknál, ugyanakkor héjszilárdságuk szignifikánsan meghaladta az SMO és a HYL tojásokét.

Az egyes tulajdonságok közötti korrelációk vizsgálatának eredményeit a 2. táblázatban közöljük. Pozitív kapcsolatot találtunk a tojássúly és a tojáshosszúság, a tojássúly és a tojásszélesség között, negatív korrelációt pedig a fehérjesúly és a sárgajasúly között minden csoportban. Az SMO és a HYL csoportban a tojássárgája aránya, a WPM fajta esetében pedig a héj aránya mutatott negatív korrelációt a teljes tojás súlyával. A sárga magyar tyúk két állományából származó tojások esetében nem találtunk szignifikáns összefüggéseket a tojássúly és a tojánhéj aránya illetve vastagsága között. A tojássúly és a tojánhéj súlya illetve vastagsága közötti korreláció az NHS és WPM tojásokban negatív volt.



1. táblázat: A gödöllői (SMG) és mosonmagyaróvári (SMO) sárga magyar tyúk, a gödöllői new hampshire (NHS), a gödöllői fehér plymouth (WPM) és a Hy-line (HYL) genotípusok tojásainak fizikai minőségi paraméterei

(Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jeleznek)

Tulajdonságok(1)		Sárga magyar állományok(2)		Félintenzív és intenzív genotípusok(3)		
		SMG	SMO	NHS	WPM	HYL
Tojássúly(4) (g)	Átlag(5)	58,52 ^c	61,43 ^b	63,22 ^{ab}	61,98 ^{ab}	64,16 ^a
	SD	2,90	4,18	3,48	3,67	4,31
Tojás magasság(6) (cm)	Átlag	5,80 ^{ab}	5,91 ^a	5,80 ^{ab}	5,71 ^b	5,82 ^{ab}
	SD	0,20	0,20	0,20	0,20	0,26
Tojás szélesség(7) (cm)	Átlag	4,34 ^b	4,43 ^a	4,47 ^a	4,46 ^a	4,48 ^a
	SD	0,11	0,14	0,12	0,11	0,12
Tojásprofil index(8)	Átlag	1,33 ^a	1,33 ^a	1,29 ^b	1,27 ^b	1,29 ^{ab}
	SD	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07
Tojásfehérje(9) (%)	Átlag	55,60 ^c	55,33 ^c	58,30 ^b	57,08 ^{bc}	60,52 ^a
	SD	1,98	2,89	3,61	2,15	2,73
Tojássárgája(10) (%)	Átlag	31,26 ^a	32,18 ^a	28,45 ^c	29,87 ^b	26,42 ^d
	SD	1,85	1,76	2,03	2,20	2,24
Tojáshéj(11) (%)	Átlag	12,40	12,20	12,24	12,35	12,34
	SD	0,91	1,01	1,35	0,70	0,97
Tojáshéj vastagság(12) (mm)	Átlag	0,37	0,37	0,36	0,38	0,36
	SD	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05
Tojáshéj szilárdság(13) (N)	Átlag	30,29 ^{ab}	25,78 ^c	29,86 ^{ab}	31,87 ^a	27,33 ^{bc}
	SD	6,12	7,08	5,54	5,98	5,11

Table 1: Egg quality parameters of Gödöllő (SMG) and Mosonmagyaróvár (SMO) Yellow Hungarian chicken, Gödöllő New Hampshire (NHS), Gödöllő White Plymouth (WPM) and Hy-line brown laying hybrid (HYL) genotypes

1: Traits, 2: Yellow Hungarian flocks, 3: Semi-intensive and intensive genotypes, 4: Egg weight, 5: Mean 6: Egg height, 7: Egg width, 8: Egg index, 9: Egg white, 10: Egg yolk, 11: Eggshell, 12: Eggshell thickness, 13: Eggshell strength

**2. táblázat: Pearson-féle korrelációs koefficiensek egyes tojásminőségi tulajdonságok között különböző tojótyúk-genotípusokban**

	SMG	SMO	NHS	WPM	HYL
Tojássúly(1)-magasság(2)	0,612* *	0,562**	0,541**	0,688**	0,692**
Tojássúly-szélesség(3)	0,687* *	0,851**	0,778**	0,792**	0,654**
Tojássúly-fehérje arány(4)	0,102	0,048	0,077	0,240	0,447**
Tojássúly-sárgája arány (5)	-0,026	-0,314*	-0,281	-0,110	-0,498**
Tojássúly-héj arány (6)	-0,118	-0,144	-0,178	-0,356*	-0,019
Tojássúly-héjvastagság(7)	-0,116	-0,304	-0,573*	-0,583*	0,321
Héjszilárdság(8)-héj arány	0,253	0,345*	-0,108	0,120	0,016
Héjszilárdság-héjvastagság	0,686**	0,276	-0,100	0,447	0,056
Fehérje arány-sárgája arány	-0,889**	-0,352*	-0,310*	-0,909**	-0,903**
Fehérje arány-héjvastagság	-0,607*	-0,540*	-0,049	-0,428	-0,195
Sárgája súlya-héjsúly	-0,383**	-0,101	-0,130	-0,179	-0,102

** : P < 0.001; * : P < 0.05; ns: nem szignifikáns(9)

Table 2: Pearson correlation coefficient (*r*) of some egg quality parameters in Yellow Hungarian chicken Gödöllő stock (SMG), Yellow Hungarian chicken Mosonmagyaróvár stock (SMO), New Hampshire (NHS), White Plymouth (WPM) and Hy-line (HYL)

1: egg weight, 2: egg height, 3: egg width, 4: albumen proportion, 5: yolk proportion, 6: eggshell proportion, 7: eggshell thickness, 8: eggshell strength, 9: not significant

Következtetések

A tojás nem elsősorban élelem, hanem a potenciális csirke is. Amikor a tojás összetevőit jellemezzük, ezt nem hagyhatjuk figyelmen kívül. A megtojás pillanatában ugyanis megszűnik a kapcsolat anya és utódja között, így a tojásnak tartalmaznia kell mindent, amire a fejlődő embrióknak szüksége van. Ezért az ökonómiai szempontok érdekében a nagyobb tojástermelésre folytatott szelekció során a tojás összetevőinek biológiai értékét is figyelembe kell vennünk. E tekintetben fontos mutató a tojásindex, mert az előnytelen alak könnyen előidézhethet keltetésbiológiai problémákat, arról nem is szólva, hogy a gépi keltetéshez szükséges uniformitás is sérülhet. Hozzá kell tenni, hogy ez az uniformitás az étkezési tojás termelésénél is fontos szempont.

A tojássúly esetében nem mondható egyértelműen, hogy a sárga magyar tyúk hátrányban lenne, ugyanakkor a minőségi tulajdonságok közül ebben a fajtában a sárgája aránya egyértelműen nagyobb, mint a többi genotípusban. A tojások alakja ugyan eredményeink szerint különbözött az egyes genotípusok között, de egyértelműen kijelenthetjük, hogy ezek a különbségek nem olyan mértékűek, hogy akár a keltethetőséget, akár az étkezési tojás értékét befolyásolnák.

A tojáshéj súlya és vastagsága az egyes csoportok esetében nagyon hasonló, ennek ellenére a héjszilárdság szignifikáns különbséget mutat. Ezt a tényt valószínűleg a héj szerkezeti eltéréseivel magyarázhatjuk. Mivel a takarmányozás- és tartástechnológia, valamint az



állományok kora azonos volt, a különbségek mögött genetikai okokat sejtethetünk, ami különösen érdekes a két sárga magyar tyúktenyészet esetében.

A tojás súlya és hosszúsága, illetve szélessége közötti pozitív kapcsolat logikus. A tojássúly és a sárgája aránya közötti negatív kapcsolatról más szerzők is beszámolnak, így *Hartmann és mtsai.* (2000) és *Mitrovic és mtsai.* (2010).

A héjvastagság és a héjszilárdság közötti, fajtán belüli negatív kapcsolat ellentmond mind a szakirodalomban közltekkel (*Lund és mtsai.*, 1937), mind saját korábbi kísérleteink eredményeivel (*Ferencz és mtsai.*, 2004, *Szalay és Lencsés*, 2004), amelyek szerint a kapcsolat mindig pozitív volt, bár erőssége esetenként nagy változatosságot mutatott. A fajták (genotípusok) közötti, a héjvastagság és a héjszilárdság összefüggéseiben jelentkező különbségek azonban megegyeznek *Szalay és Lencsés* (2004) megállapításával, azaz a tojóhibridek nehezebb és vastagabb tojáshéjának törőereje lényesen kisebb, mint az őshonos tyúkoké.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a különböző tyúk genotípusok tojásainak fizikai minősége jelentősen eltérhet, ami a tojástermelést célzó szelekció során is fontos szempont. A tojások fizikai minőségét elsősorban a fejlődő embrió igényei szerint kell értékelnünk, és e tekintetben a lényegesen kisebb mértékű szelekción átesett, őshonos tyúkfajták előnyösebb tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a tojástermelésre szelektált genotípusok. Ezt támasztják alá eredményeink: a súly kivételével a fizikai tulajdonságok megegyeznek vagy jobbak a szelektálatlan őshonos tyúkfajták tojásaiban, mint a szelektált fajtáktól vagy a tojóhibridtől származókéban, melyek közül kiemeljük a tojássárgája arányát, a héjszilárdságot és a tojássúly és tojássárgája súlya közti összefüggéseket.

Irodalomjegyzék

- Alders, R.G., Pym, R.A.E.* (2009) Village poultry: still important to millions, eight thousand years after domestication. *World's Poultry Science Journal* 65 (2), 181-190.
- Bain, M.M.* (1991) A reinterpretation of egg-shell strength. In: Solomon, S.E. (ed.): *Egg and eggshell quality*. Wolfe, London
- Bodó I., Szalay, I.* (2007) Génbázisok megőrzése a fenntartható állattenyésztésben *Állattenyésztés és Takarmányozás* 56 (5), 403-413.
- Dong Xuan, K.D.T., Szalay, I.T.* (2007) Agricultural research for Development (ARD) – Trilateral Hungarian-Vietnamese-Lao sample to develop poultry breeding in South-East Asia. Proc. 5th Vietnamese-Hungarian International Conference on Animal Production and Aquaculture for Sustainable Farming, Can Tho University, Can Tho, Vietnam, 11-15 August, 2007. 1-5 p. www.mge-hu.com
- Emamgholi Begli, H., Zerehdaran, S., Hassani, S., Abbasi, M.A., Khan Ahmadi, A.R.* (2010) Heritability, genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in Iranian native fowl *British Poultry Science* 51(6) 740-744.
- Ferencz T.R., Lencsés Gy., Szalay I.* (2004) A gyöngytyúktojás fizikai tulajdonságai és a perzisztencia közötti összefüggések vizsgálata egy magyar parlagi típusú állományban, *A Baromfi*, 2004. márc. VII. évf. 41p.
- Grunert, K.G.* (2005) Food quality and safety: consumer perception and demand *European Review of Agricultural Economics* 32(3) 369–391.
- Guéye, E.F.* (2000) The role of family poultry in poverty alleviation, food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Outlook on Agriculture* 29 (2), 129-136.



- Hartmann, C., Johansson, K., Strandberg, E., Wilhelmson, M. (2000) One-generation divergent selection on large and small yolk proportions in a White Leghorn line. *British Poultry Science* 41(3) 280–286.
- Henson, E.L. (1992) *In situ* conservation of livestock and poultry. FAO Animal Production and Health Paper 99, FAO, Rome and UNEP
- Hocking, P.M., Bain, M., Channing, C.E., Fleming, R., Wilson, S. (2003) Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *British Poultry Science* 44(3) 365-373.
- IBM CORP. (2011) IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Lencsés Gy. (2001) Tojógyűkok Ca és P forgalmának nyomon követése többféle módszerrel. Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő
- Lencsés Gy. (2003) A tojástermelés élettana in: Kovács F. – Bodó I. – Seregi J. – Udovecz G.: Öshonos állataink és termékeik, a hungarikumok, MTA, 239 p.
- Lund, W.A., Heiman, V., Wilhelm, L.A. (1937) The relationship between egg shell. thickness and strength Scientific Paper No. 368, College of Agriculture and Experiment Station, State Col-lege of Washington, Pullman.
- Mitrovic, S., Pandurevic, T., Milic, V., Djekic, V., Djermanovic, V., (2010) Weight and egg quality correlation relationship on different age laying hens *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 8(3&4) 580-583.
- Mtileni, B.J., Muchadeyi, F.C., Maiwashe, A., Chimonyo, M., Dzama, K. (2012) Conservation and utilisation of indigenous chicken genetic resources in Southern Africa. *World's Poultry Science Journal* 68 (4) 727-748.
- Parmar, S.N.S., Thakur, M.S., Tomar, S.S., Pillai. P.V.A. (2006) Evaluation of egg quality traits in indigenous Kadaknath breed of poultry. *Livestock Research for Rural Development* 18(9). <http://www.lrrd.org/lrrd18/9/parm18132.htm>
- Scott, T.A., Silversides, F.G. (2000) The effect of storage and strain of hen on egg quality *Poultry Science* 79(12) 1725–1729.
- Singh, R., Cheng, K.M., Silversides, F.G. (2009) Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science* 88(2) 256–264.
- Szalay I., Lencsés Gy. (2004) Néhány fizikai paraméter összefüggéseinek vizsgálata különböző típusú és fajú háziszárnyasok tojásaiban *A Baromfi* 7(1) 42-47.
- Voisey, P.W., Hunt, J. R. (1974), Measurement of eggshell strength *Journal of Texture Studies*, 5(2) 135-182.