

VLIV DÉLKY A TEPLoty SKLADOVÁNÍ NA JAKOSTNÍ PARAMETRY VAJEC EFFECT OF LENGHT AND TEMPERATURE OF STORAGE ON THE EGG QUALITY PARAMETERS

Šárka Nedomová, Jana Simeonovová

ABSTRACT

This study evaluates the changes in chosen qualitative characteristics of eggs depending on storage conditions – the temperature and the length of storage. The following qualitative parameters were monitored: the decrease of egg weight, the Haugh units, the height of albumen, the index of yolk, the colour of yolk, the ratios of albumen and yolk of total weight of eggs and the pH of albumen and yolk. The eggs were stored for 0, 1, 2, 3, 4 or 8 weeks at 4, 8, 12 or 16 °C. After the first week of storage the mean decrease of egg weight was 0.55 %, at the end of storage it was 4.60 %. These values correspond to losses of weight (0.35 - 2.52 g). The mean values of Haugh units during the storage ranged between 103.67 and 11.99. The height of albumen during the storage oscillated between 11.33 and 1.93 mm. The index of yolk during the storage oscillated between 48.55 and 31.92 %. The pH of albumen increased from 8.29 to 9.36 and the pH of yolk from 5.90 to 6.37. The temperature and length of storage had the statistical significant influence on all chosen qualitative characteristics.

Key words: eggs, Haugh Units, quality, storage, temperature

ÚVOD

Kvalita vajec je závislá na množství vnitřních faktorů - např. na výživě (Miles et al., 2004), genetických faktorech (Máchal, Simeonovová, 2002; Zhan et al., 2005; Suk, Park, 2001; Pandey et al., 1984) a zdravotním stavu nosnic. Mezi nejdůležitější kvalitativní znaky vajec patří čerstvost. U pojmu čerstvost vejce je třeba rozlišovat biologickou čerstvost a obchodní čerstvost. Biologická čerstvost je charakterizována schopností vývoje zárodku ve vejci a za příznivých podmínek skladování se uchovává několik dní. Obchodní čerstvost vyjadřuje vhodnost vejce pro použití na potravinářské účely. Je obtížně stanovitelná vzhledem k tomu, že od okamžiku snesení probíhají ve vejci biochemické i fyzikální změny (Englmaierová, Tůmová, 2008), které závisí především na teplotě a vlhkosti prostředí, v němž jsou vejce uchovávána (Míková, Davídek, 2000). Legislativa se čerstvostí vajec nezabývá a nedefinuje žádné znaky (s výjimkou výšky vzduchové bubliny), které by sloužily k posuzování jakosti a čerstvosti skořápkových vajec. V zahraničí se rozšiřuje hodnocení podle Haughových jednotek (Míková, 2002). V české legislativě byla stanovena minimální trvanlivost konzumních skořápkových slepičích vajec 28 dní ode dne třídění za předpokladu skladování při teplotách 5 až 18 °C, což představuje obchodní čerstvost 28 - 32 dní. V EU se stanovuje minimální trvanlivost od data snášky, takže obchodní čerstvost je max. 28 dní. Spodní hranicí skladovací teploty je 5 °C, pod touto teplotou se již jedná o vejce chladírenská. Horní hranice není ve směrnicih EU striktně definována, je zde uveden pouze požadavek, aby teplota co nejvíce zabezpečovala optimální kvalitu. Jednotlivé země si stanovují horní hranici skladovací teploty v národních legislativách. Nejpřísnější požadavky jsou v USA, kde byla skladovací teplota v souvislosti s vysokým rizikem salmonelóz snížena z původních 15 °C na 7,2 °C. V Kanadě se požaduje skladovací teplota maximálně 13 °C, v Austrálii 10 - 12 °C. Ve velké Británii se doporučuje skladovat vejce při 8 -12 °C, ve Francii při 12 °C, v dalších evropských zemích se tato doporučení většinou pohybují mezi 16 - 18 °C (např. Itálie, Polsko). Vhodnost vejce pro potravinářské účely je dána některými kvalitativními ukazateli, na něž má vliv doba a způsob skladování a popř. výskytem vad, které se zjišťují smyslově a při prosvěcování. Během skladování dochází i k chemickým a fyzikálním změnám vaječného obsahu (Adamiec et al., 2002; Hidalgo et al., 1996; Franchini et al., 2002; Severa et al., 2005). Prodloužit

trvanlivost vajec lze pomocí různých metod (Bhale et al., 2003; Caner, 2005; Min et al., 2005; Wong et al., 1996). Během skladování se mění i vůně a chuť vajec díky tvorbě různých metabolitů (Odstrčil, Odstrčilová, 2006). Cílem této práce bylo zhodnotit změny vybraných jakostních parametrů skořápkových vajec v závislosti na podmínkách skladování a to zejména na délce skladování a teplotě.

MATERIÁL A METODIKA

Ke sledování byla použita vejce hnědovaječných linií sloužících k produkci snáškových hybridů: Rodajlendky červené a Plymutky žíhané. Nosnice pocházely ze šlechtitelského chovu a byly krmeny kompletní krmnou směsí. Vejce byla odebrána v 19. týdnu snášky. Celkem bylo hodnoceno 720 vajec, měření probíhalo při laboratorní teplotě 20 °C. Vejce byla skladována při teplotách 4 °C (což je nižší než doporučená skladovací teplota pro spotřebitele), 8 °C (horní hranice doporučené skladovací teploty pro spotřebitele), a dále pak 12 a 16 °C (teploty nad hranicí doporučené teploty skladování pro spotřebitele) po dobu 0, 1, 2, 3, 4 týdny (odpovídající době minimální trvanlivosti) a 8 týdnů. Délka skladování sledovaných vajec 0 týdnů, 1 týden, 2 týdny, 3 týdny, 4 týdny a 8 týdnů. U vzorků byly po uplynutí doby uskladnění sledovány následující znaky: úbytek hmotnosti vajec, Haughovy jednotky, výška bílku, index žloutku a pH bílku a žloutku.

Úbytek hmotnosti vajec

Hmotnost vajec byla zjištěna vážením na elektronických laboratorních vahách ihned po odběru (m) a po uplynutí doby skladování (m_s) v g s přesností na 2 desetinná místa. Úbytek hmotnosti skladováním byl vyjádřen procenticky podle vzorce:

$$\text{úbytek hmotnosti} = \frac{(m - m_s)}{m} \cdot 100 \quad [\%],$$

kde mhmotnost vejce před uskladněním
 m_shmotnost vejce po skladování

Výška bílku

Výška bílku byla měřena po rozklepnutí vejce výškovým měřidlem s přesností na 2 desetinná místa.

Haughovy jednotky

Výpočet Haughových jednotek vychází z výšky hustého bílku a hmotnosti vejce. Hodnota HU byla vypočtena z následujícího vztahu:

$$HU = 100 \cdot \log (H - 1,7 W^{0,37} + 7,6),$$

kde Hvýška hustého bílku (mm)
 Whmotnost vejce (g)

Index žloutku

Index žloutku (I_z) byl vypočten jako poměr výšky žloutku k jeho šířce:

$$I_z = (\text{výška žloutku} / \text{šířka žloutku}) \cdot 100$$

pH bílku a žloutku

pH bílku a žloutku bylo změřeno pH-metrem.

Statistická průkaznost rozdílů jednotlivých ukazatelů byla prováděna t-testem v programu Microsoft Excel.

VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSE

Úbytek hmotnosti vajec při různé délce a teplotě skladování

Průměrné hodnoty úbytku hmotnosti se pohybovaly v rozmezí 0,55 - 4,60 % (tab.1) v závislosti na délce skladování, těmto hodnotám odpovídaly ztrátám hmotnosti 0,35 - 2,52 g na jedno vejce. Z výsledků je patrný zvyšující se úbytek hmotnosti v průběhu skladování, který je dán vysycháním vajec. Teplota skladování a délka skladování měla průkazný vliv na ztrátu hmotnosti zejména v počátečním období skladování. Obdobné výsledky uvádí Samli et al. (2005) a Silversides, Budgell (2004). Silversides, Scott (2001) uvádějí podobné výsledky jiného genetického materiálu.

Tabulka 1 Úbytek hmotnosti vajec při různé délce a teplotě skladování [%]

Délka skladování (dny)	Teplota skladování			
	4 °C	8 °C	12 °C	16 °C
7	0,55 ^a ± 0,16	0,67 ^a ± 0,09	0,58 ^a ± 0,09	0,62 ^a ± 0,19
14	1,06 ^a ± 0,42	1,21 ^b ± 0,43	1,34 ^b ± 0,53	1,01 ^a ± 0,29
21	1,76 ^b ± 0,35	1,36 ^a ± 0,30	1,95 ^b ± 0,60	1,47 ^a ± 0,23
28	1,84 ^a ± 0,33	2,10 ^b ± 0,67	2,24 ^b ± 0,46	1,87 ^a ± 0,35
56	4,21 ^a ± 1,03	3,87 ^a ± 0,71	4,10 ^a ± 0,59	4,60 ^b ± 0,73

^{a-b} statisticky průkazné rozdíly (P<0,05)

Haughovy jednotky při různé délce a teplotě skladování

Změny HU vajec v průběhu skladování jsou uvedeny v tab. 2, kde je také velmi dobře patrné snižování HU v závislosti na teplotě i délce skladování. Průměrné hodnoty HU v průběhu skladování se pohybovaly v rozmezí 103,67 - 11,99. Na změny HU měla výrazný vliv teplota i délka skladování, vysoce významný rozdíl byl zjištěn v počátcích skladování, kdy se HU rapidně snižovaly. Vysoce průkazné rozdíly byly zjištěny i v průběhu celého skladování. Míková (2002) uvádí, že vejce jakostní třídy A extra musí mít HU vyšší než 72, čerstvá vejce jakostní třídy A by měla mít HU minimálně 60 - 72 a vejce jakostní třídy B mohou mít HU nižší než 60, ale pokles k hodnotám okolo 40 již znamená vejce nevhodná ke konzumu. Vejce v našem pokusu skladovaná 8 týdnů při teplotě 4 °C tedy ještě odpovídala jakostní třídě A extra. Vejce skladovaná 4 až 8 týdnů při teplotě 12 °C a 3 až 8 týdnů při teplotě 16 °C měla hodnoty HU již velmi nízké, byla tedy nevhodná ke konzumu a neměla by se při tak vysokých teplotách vůbec skladovat. Hodnoty HU čerstvých vajec v našem měření byly vyšší než uvádějí Berardinelli et al. (2006). Samli et al. (2005) uvádí nižší HU po 1. týdnu skladování při teplotách 5 a 21 °C, další hodnoty odpovídaly našim výsledkům. Alleoni, Antunes (2004) uvádějí, že HU se v průběhu skladování postupně snižovaly, což je ve shodě s našimi výsledky.

Tabulka 2 Haughovy jednotky v průběhu skladování při různé teplotě a délce skladování

Délka skladování (dny)	Teplota skladování			
	4 °C	8 °C	12 °C	16 °C
0	100,90 ^a ± 11,08	100,07 ^a ± 17,83	100,90 ^a ± 11,08	100,07 ^a ± 17,83
7	103,67 ^a ± 10,94	95,86 ^b ± 11,94	73,09 ^c ± 28,71	76,85 ^c ± 24,69
14	90,74 ^a ± 8,51	87,28 ^a ± 22,00	68,00 ^b ± 16,94	56,57 ^c ± 24,49
21	87,25 ^a ± 9,85	90,20 ^a ± 7,17	70,41 ^c ± 11,42	39,37 ^d ± 10,73
28	86,86 ^a ± 14,64	78,97 ^a ± 10,12	46,77 ^b ± 20,22	37,14 ^c ± 16,40
56	79,00 ^a ± 24,18	58,36 ^b ± 21,76	37,43 ^c ± 21,12	11,99 ^d ± 7,99

^{a-d} statisticky průkazné rozdíly (P<0,05)

Změny výšky bílku vajec při různé délce a teplotě skladování

Vedle ztrát vody se z vejce uvolňuje též oxid uhličitý, který je rozpuštěn v bílku. V důsledku ztráty CO₂ se zvyšuje pH bílku až na hodnotu 9,6 a dochází ke změnám struktury hustého bílku. V průběhu stárnutí vajec se mění struktura chalázového bílku, klesá jeho pevnost a pružnost. Obsah a stav hustého bílku má význam při posuzování jakosti vajec. Síťovitá struktura tvořena vlákny ovomucinu se rozpadá a uvolňuje se koloidně vázaná voda, což se projevuje řídnutím bílku. Tyto změny se charakterizují měřením výšky hustého bílku. Během skladování po různou dobu při rozdílných teplotách skladování docházelo ke snižování výšky bílku ve shodě s Canerem (2005). Průměrné hodnoty výšky bílku v průběhu skladování se pohybovaly v rozmezí 11,33 - 1,93 mm (tab. 3). Na změny výšky bílku měla významný vliv i teplota skladování. Při statistickém hodnocení vlivu teploty skladování byl zjištěn průkazný rozdíl, a to v průběhu celého pokusu. Průkazný vliv měla i délka skladování. Samli et al. (2005) a Jones, Musgrove (2005) uvádí nižší výšku bílku po 1. týdnu skladování při teplotách 5 a 21 °C, další hodnoty odpovídají našim výsledkům. Silversides, Budgell (2004), Berardinelli et al. (2006) i Silversides, Scott (2001) uvádí hodnoty výšky bílku srovnatelné s našimi výsledky.

Tabulka 3 Výška bílku při různé délce a teplotě skladování [mm]

Délka skladování (dny)	Teplota skladování			
	4 °C	8 °C	12 °C	16 °C
0	10,60 ^a ± 1,89	10,29 ^a ± 3,52	10,60 ^a ± 1,87	10,79 ^a ± 3,50
7	11,31 ^a ± 2,76	9,67 ^b ± 2,24	6,89 ^c ± 5,15	6,91 ^c ± 2,67
14	8,38 ^a ± 1,53	8,30 ^a ± 2,48	5,20 ^b ± 1,85	4,50 ^b ± 2,48
21	7,72 ^a ± 1,75	8,26 ^b ± 1,24	5,41 ^c ± 1,39	2,75 ^d ± 0,65
28	7,93 ^a ± 1,95	6,55 ^b ± 1,51	3,31 ^c ± 1,24	2,72 ^d ± 0,97
58	7,07 ^a ± 2,91	6,85 ^a ± 2,31	2,60 ^b ± 1,24	1,93 ^c ± 1,37

^{a-d} statisticky průkazné rozdíly (P<0,05)

Změny indexu žloutku při různé délce a teplotě skladování

Bylo zjištěno snižování indexu žloutku v průběhu skladování, které je dáno klesající výškou a rostoucí šířkou žloutku (tabulka 4). Průměrné hodnoty indexu žloutku v průběhu skladování se pohybovaly v rozmezí 48,55 - 31,92 %. Mezi bílkem a žloutkem je u čerstvého vejce na obou stranách žloutkové membrány rozdílný osmotický tlak. Během stárnutí přechází voda z bílku do žloutku. Ačkoliv zdánlivě bílek řídne, což je způsobeno rozpadem gelovité struktury hustého bílku, což vede u starých vajec až k prasknutí žloutkové membrány a vylití žloutku do bílku. Simeonová et al. (2003) uvádějí, že během stárnutí vajec hodnoty indexu žloutku klesají, což se v našem pokusu potvrdilo. Podle Lazara (1990) je index žloutku čerstvých vajec 43 – 45 %, což potvrzují naše výsledky, v průběhu skladování však klesá na nižší hodnoty než při našem měření. Samli et al. (2005) uvádí srovnatelné hodnoty s našimi výsledky.

Tabulka 4 Změny indexu žloutku při různé délce a teplotě skladování

Délka skladování (dny)	Teplota skladování			
	4 °C	8 °C	12 °C	16 °C
0	48,55 ^a ± 3,80	44,84 ^a ± 3,32	41,60 ^a ± 3,67	44,79 ^a ± 3,40
7	45,50 ^a ± 3,76	44,02 ^b ± 3,24	46,89 ^c ± 4,15	39,91 ^c ± 2,47
14	45,56 ^a ± 3,53	43,30 ^a ± 3,48	43,20 ^b ± 3,85	37,50 ^b ± 2,08
21	46,72 ^a ± 3,75	43,26 ^b ± 3,24	42,41 ^c ± 3,39	36,75 ^d ± 3,65
28	45,93 ^a ± 3,95	42,55 ^b ± 3,51	43,31 ^c ± 3,24	37,72 ^d ± 2,97
58	44,13 ^a ± 3,91	35,85 ^a ± 2,31	41,60 ^b ± 2,24	31,93 ^c ± 2,37

^{a-d} statisticky průkazné rozdíly (P<0,05)

pH bílku a žloutku při různé délce a teplotě skladování

Hodnoty pH jsou pro bílek a žloutek odlišné. U čerstvě sneseného vejce je pH bílku 7,6 a pH žloutku 6,0. Během stárnutí vajec se pH bílku zvyšuje až na 9,7. Čím je prostředí více nasyceno CO₂, tím více jsou potlačeny změny pH bílku. Rychlost změn pH dále závisí na podmínkách skladování, zejména na teplotě. Z výsledků je dobře patrné, že pH bílku se zvyšuje s délkou i teplotou skladování (tabulka 6). Průměrné hodnoty pH bílku se pohybovaly v rozmezí 8,29 – 9,36. Nejnižší hodnota byla zjištěna na počátku skladování a nejvyšší po 3. a 8. týdnu skladování při teplotě 16 °C.

Průměrné hodnoty pH žloutku se pohybovaly v rozmezí 5,90 – 6,37. Nejnižší hodnota byla zaznamenána na počátku skladování, naopak nejvyšší hodnota po 8. týdnu skladování při teplotě 16 °C. Hodnoty pH bílku čerstvého vejce v našem měření byly vyšší, zatímco hodnoty pH žloutku srovnatelné s výsledky, které uvádějí Simeonová et al. (2003); Alleoni, Antunes (2004) i Caner (2005), že během stárnutí vajec se hodnota pH bílku zvyšuje. Rychlost změn pH závisí na podmínkách skladování, zejména na teplotě, což se v našem pokusu potvrdilo.

Tabulka 5 Změny pH u bílku a žloutku při různých teplotách a délce skladování
Teplota skladování

Skladování (dny)	4 °C		8 °C		12 °C		16 °C	
	bílek	žloutek	bílek	žloutek	bílek	žloutek	bílek	žloutek
0	8,55	6,06	8,29	5,90	8,55	6,06	8,29	5,90
7	8,88	5,93	8,99	5,98	9,27	5,97	9,22	6,05
14	8,89	5,94	9,07	6,00	9,27	6,03	9,25	6,04
21	9,03	6,05	9,10	6,05	9,27	6,10	9,34	6,13
28	9,00	6,08	9,08	6,07	9,26	6,03	9,29	6,04
56	9,08	6,21	9,04	6,21	9,25	6,24	9,36	6,37

ZÁVĚR

Změny vajec při skladování byly sledovány pomocí těchto ukazatelů: úbytek hmotnosti, Haughovy jednotky, výška bílku, index žloutku a pH bílku a žloutku.

Průměrné hodnoty úbytku hmotnosti se pohybovaly v rozmezí 0,56 – 4,14 % v závislosti na délce skladování, těmto hodnotám tedy odpovídaly ztráty hmotnosti 0,35 – 2,52 g. Nejvyšší úbytky hmotnosti byly dle předpokladu na konci skladování. Vysoce průkazný vliv na úbytek hmotnosti měla délka skladování, zvyšující se úbytek hmotnosti byl dán vysycháním vajec (na rychlost odpařování vody má vliv velikost vejce, propustnost skořápky a množství pórů). Teplota skladování měla průkazný vliv na ztrátu hmotnosti zejména v počátečním období skladování, ke konci pokusu se vliv teploty snižoval. Průměrné hodnoty Haughových jednotek v průběhu skladování se pohybovaly v rozmezí 99,32 - 31,69. Na změny HU měla výrazný vliv teplota i délka skladování. HU jsou nejvhodnějším kritériem hodnocení čerstvosti vajec a bylo by tedy vhodné zařadit je i do národní legislativy týkající se slepičích vajec. Průměrné hodnoty výšky bílku v průběhu skladování se pohybovaly v rozmezí 10,25 – 2,33 mm. Na změny výšky bílku v průběhu skladování měla významný vliv teplota i délka skladování. Snižující se hodnoty výšky bílku byly dány jeho řidnutím v průběhu skladování. Průměrné hodnoty indexu žloutku v průběhu skladování se pohybovaly v rozmezí 48,55 – 31,92 %. V průběhu skladování se hodnoty indexu žloutku snižovaly. Teplota skladování měla průkazný nebo vysoce průkazný vliv na index žloutku zejména v počátečním období skladování. Průměrné hodnoty pH bílku se pohybovaly v rozmezí 8,19 – 9,35, pH bílku se zvyšovalo s délkou i teplotou skladování. pH žloutku bylo mezi hodnotami 5,89 – 6,32 a zvyšovalo se v průběhu skladování. Rychlost změn pH závisí na podmínkách skladování, zejména na teplotě, což se v našem pokusu potvrdilo.

Závěrem lze konstatovat, že teplota a délka skladování velmi významně ovlivňují zachování kvality vajec, která je však dána již v okamžiku snesení vejce. Volbou vhodných podmínek skladování lze změny probíhající ve vejci zpomalit a tak prodloužit obchodní čerstvost vajec. Použití dlouho skladovaných vajec přináší řadu problémů – snižuje se jejich nutriční hodnota, zhoršuje se stravitelnost, ztrácí se aktivita proteinu lysozymu a zvyšuje se riziko průniku mikroorganismů ze skořápky do vaječného obsahu. Dále se zhoršuje oddělování žloutku od bílku, což zvyšuje ztráty a komplikuje výrobu a zhoršují se technologické vlastnosti vajec (šlehatelnost). Sledované znaky jakosti byly u vajec skladovaných do 4. týdne při teplotách 4, 8 a 12 °C zachovány (výjimkou byly HU, které byly velmi nízké po 4. týdnu skladování při 12 °C). Teplota 16 °C se prokázala jako nevhodná ke skladování, protože dojde k velmi rychlému snížení kvalitativních parametrů vajec. Kvalita vajec je dána již v okamžiku snesení vejce, avšak vhodným skladováním lze tuto jakost udržovat až do doby, kdy je vejce zpracováno spotřebitelem. Z našich výsledků vyplývá z hlediska uchování jakostních parametrů jako nejvhodnější teplota skladování vajec 4 °C, kdy dochází k nejpomalejší intenzitě změn v jakostních charakteristikách vajec. Při této teplotě skladování však může při

nákupu vajec v letním období dojit k orosení díky rozdílným teplotám, a tím ke zvýšení rizika výskytu plísní.

POUŽITÁ LITERATURA

- ADAMIEC, J., DOLEŽAL, M., MÍKOVÁ, K., DAVÍDEK, J., 2002. Changes in Egg Volatiles during Storage. In *Czech Journal of Food sciences*, roč. 20, 2002, č. 2, s. 79-82.
- ALLEONI, A. C. C., ANTUNES, A. J., 2001. Haugh Unit as a Measure of the Duality of Hen Eggs Stored under Refrigeration. In *Scientia Agricola*, roč. 58, 2001, č. 4, s. 681-685.
- BERARDINELLI, A., GIUNCHI, A., SIRRI, F., 2006. Effect of hen rearing techniques and egg storage duration on albumen functional properties. In *Proceedings of the XII EUROPEAN POULTRY CONFERENCE [CD/ROM], 10-14 September 2006, VERONA, ITALY* [cit. 2006-09-29].
- BHALE, S., NO, H.K., PRINYAWIWATKUL, W., FARR, A.J., NADARAJAH, K., MEYERS, S.P., 2003. Chitosan coating improves shelf life of eggs. In *Journal of Food Science*, roč. 68, 2003, č. 7, s. 2378-2383.
- CANER, C., 2005. The Effect of Edible Eggshell Coatings on Egg Quality and Consumer Perception. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, roč. 85, 2005, č. 11, s. 1897-1902.
- ENGLMAIEROVÁ, M., TŮMOVÁ, E., 2008. Změny kvality vajec v závislosti na systému ustájení a skladování. In *Náš chov*, roč. 67, 2008, č. 1, s. 72-73.
- FRANCHINI, A., SIRRI, F., TALLARICO, N., MINELLI, G., IAFFALDANO, N., MELUZZI, A., 2002. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. In *Poultry Science*, roč. 81, 2002, s. 1744-1750.
- HIDALGO, A., LUCISANO, M., COMELLI, E.M., POMPEI, C., 1996. Evolution of chemical and physical yolk characteristics during the storage of shell eggs. In *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 1996, 44, s. 1447-1452.
- HIDALGO, A., LUCISANO, M., COMELLI, E.M., POMPEI, C., 1996. Evolution of Chemical and Physical Yolk Characteristics during the Storage of Shell Eggs. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, roč. 44, 1996, č. 6, s. 1447-1452.
- JONES, D.R., MUSGROVE, M.T., 2005. Effects of extended storage on egg quality factors. In *Poultry Science*, roč. 84, 2005, č. 11, s. 1174-1177.
- LAZAR, V. *Chov drůbeže*, 1. vyd. Brno: VŠZ, 1990, 210 s. ISBN 00-0156651.
- MÁCHAL, L., SIMEONOVÁ, J., 2002. The relationship of shortening and strength of eggshell to some egg quality indicators and egg production in hens of different initial laying lines. In *Archiv für Tierzucht*, roč. 45, 2002, č.3, s. 287-296.
- MÍKOVÁ, K., DAVÍDEK, J., 2000. Kritéria čerstvosti a kvality slepičích vajec. In *Czech Journal of Food sciences*, roč. 18, 2000, č. 6, s. 250-255.
- MÍKOVÁ, K., 2002. Jakost vajec. In *Maso-Lahůdka*, roč. 13, 2002, č. 3, s. 1-2.
- MILES, R.D., HENRY, P.R., 2004. Effect of time and storage conditions on albumen quality of eggs from hens fed Vanadium. In *Journal of Applied Poultry Research*, roč. 13, 2004, s. 619-627.
- MIN, B.R., NAM, K.C., LEE, E.J., KO, G.Y., TRAMPEL, D.W., AHN, D.U., 2005. Effect of irradiating shell eggs on quality attributes and functional properties of yolk and white. In *Poultry Science*, roč. 84, 2005, s. 1791-1796.
- ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M., 2006. Chemie potravin, 1. vydání Brno, Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006, s. 115 – 116. ISBN 80-7013-435-6.

- PANDEY, N.K., MAHAPATRA, C.M., VERMA, S.S., JOHARI, D.C., 1986. Effect of strain on physical egg quality characteristics in White Leghorn chickens. In *Indian Journal Poultry Science*, 1986, 21, 304-307. ISSN 0019-5529.
- SAMLI, H. E., AGMA, A., SENKOYLU, N., 2005. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. In *Journal of Applied Poultry Research*, roč. 14, 2005, č. 3, 548-553.
- SEVERA, L., NEDOMOVÁ, Š., KŘIVÁNEK, I., BUCHAR, J., 2005. Rheological properties of ageing egg yolk. In *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendeliana brunensis*, roč. 8, 2005, č. 4, 127-138.
- SILVERSIDES, F.G., BUDGELL, K., 2004. The relationships among measures of egg albumen height, ph, and whipping volume. In *Poultry Science*, 2004, 83, 1619-1623.
- SILVERSIDES, F.G., SCOTT, T.A., 2001. Effect of storage and strain of hen on egg quality of eggs from two lines of hens. In *Poultry Science*, roč. 80, 2001, 1240-1245.
- SIMEONOVÁ, J., MÍKOVÁ, K., KUBIŠOVÁ, S., INGR, I. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Brno, MZLU, 2003. 247 s. ISBN 80-7157-405-8.
- SUK, Y.O., PARK, C., 2001. Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. In *Poultry Science*, roč. 80, 2001, s. 855-858.
- WONG, Y. C., HERALD, T. J., HACHMEISTER, K. A., 1996. Evaluation of Mechanical and Barrier Properties of Protein Coatings on Shell Eggs. In *Poultry Science*, 1996, roč.75, s. 417-422.
- ZHAN, L.C., NING, Z.H., XU, G.Y., HOU, Z.C., YANG, N., 2005. Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in brown-egg dwarf layers. In *Poultry Science*, roč. 84, 2005, č. 8, s. 1209-1213.

Kontaktní adresa:

Ing. Šárka Nedomová, Ph.D., Ústav technologie potravin, MZLU v Brně, Zemědělská 1, Brno 613 00, Česká republika, Tel.: +420454133193; Fax: +420454133190; E-mail: snedomov@mendelu.cz

Prof. Ing. Jana Siemonovová, CSc.D., Ústav technologie potravin, MZLU v Brně, Zemědělská 1, Brno 613 00, Česká republika, Tel.: +420454133203; Fax: +420454133190; E-mail: simeon@mendelu.cz