

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

BC. SYLVIE ONDRUŠÍKOVÁ



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



**Vliv vybraných faktorů skladování na jakostní parametry
křepelčích vajec**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Sylvie Ondrušíková

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Sylvie Ondrušíková**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Obor: Jakost a zdravotní nezávadnost potravin
Název tématu: **Vliv vybraných faktorů skladování na jakostní parametry křepelčích vajec**
Rozsah práce: 50-60 stran

Zásady pro vypracování:

1. Prostudování odborné tuzemské i zahraniční literatury vztahující se ke kvalitativním parametrům křepelčích vajec
2. Vypracování literární rešerše se zaměřením na jakostní parametry křepelčích vajec a jejich hodnocení
3. Laboratorní stanovení vybraných parametrů křepelčích vajec
4. Grafické a statistické zpracování získaných výsledků
5. Absolvování pravidelných konzultací, vyhotovení diplomové práce v požadovaném rozsahu a její odevzdání v termínu dle pokynů vedoucího

Seznam odborné literatury:

1. BELL, D D. *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. 5. vyd. Massachusetts: Kluwer Academic Press, 2001. 48 s. ISBN 0-7923-7200-X.
2. SKŘIVAN, M. a kol. *Drůbežnictví 2000*. Praha: Agrospoj, 2000. 203 s. Živočišná výroba.
3. *Czech Journal of Animal Science*. ISSN 1212-1819.
4. SIMEONOVÁ, J. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. 241 s. ISBN 80-7157-405-8.
5. *Journal Animal Science*. ISSN 1525-3163.
6. *World's Poultry Science Journal*. ISSN 0043-9339.
7. *British Poultry Science*. ISSN 0007-1668.
8. *Poultry Science*. ISSN 0032-5791.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2015

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017



Bc. Sylvie Ondrušíková
Autorka práce



doc. Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.
Vedoucí práce



prof. Ing. Alžběta Jarošová, Ph.D.
Vedoucí ústavu



doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Vliv vybraných faktorů skladování na jakostní parametry křepelčích vajec* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....*24. 4. 2017*.....

Podpis

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala paní doc. Ing. Šárce Nedomové, Ph.D., za odborné vedení, ochotu, vstřícnost a cenné rady při zpracování mé diplomové práce. Poděkování také patří mé rodině za podporu a zázemí, které mi během celého studia poskytovala.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývala sledováním vybraných kvalitativních parametrů křepelčích vajec (úbytek hmotnosti, index tvaru vajec, podíl žloutku, bílku a skořápky z celkové hmotnosti křepelčích vajec, změna indexu žloutku a bílku, Haughovy jednotky, barva žloutku a hodnoty pH u žloutku, bílku i vaječné melanže) skladovaných po dobu 0, 1, 2, 4, 6 a 8 týdnů při nekolísavé teplotě 4 °C. Celkem bylo analyzováno 120 ks vajec křepelky japonské (*Coturnix coturnix japonica*).

Úbytek hmotnosti se u křepelčích vajec v průběhu skladování pohyboval v rozmezí 0,47 – 2,93 %, což odpovídá hmotnostním ztrátám 0,26 – 0,58 g. Průměrné hodnoty podílu bílku křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 43,60 – 48,53 %. Podíl žloutku se zvýšil z 31,79 % na 32,88 %. Průměrné hodnoty indexu bílku se pohybovaly v rozmezí 6,77 – 11,35 %. Podíl bílku se v průběhu skladování nejprve zvýšil z 9,37 % na 11,35 % a následně snižoval až na hodnotu 6,77 %. Průměrné hodnoty Haughových jednotek se pohybovaly v rozmezí 56,93 – 73,72. U barvy žloutku křepelčích vajec byla stanovena nejčtenější hodnota 3. Během skladování byl u většiny sledovaných znaků zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

Klíčová slova: křepelčí vejce, jakost vajec, doba skladování, teplota skladování.

ABSTRACT

This thesis dealt with the monitoring of selected quality parameters of quail eggs (the lost of egg weight, index, egg-shaped, the percentage of yolk, albumen and shell of the total weight of quail eggs, changing the height yolk and white index, Haugh Units, colour egg yolks and pH yolk, albumen and egg melange) stored for 0, 1, 2, 4, 6 and 8 weeks at the temperature of 4 °C. In total 120 samples Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs were analysed.

The lost of mail eggs during storage range 0,47 – 2,93 % which corresponding with weight loss of 0,26 to 0,58 g. The average value of the ratio albumen quail eggs ranged 43,60 – 48,53 %. The percentage of yolk increased from 31,79 % to 32,88 %. The average value of the index whites ranged from 6,77 to 11,35 %. The percentage of egg white during storing first rose from 9,37 % to 11,35 %, and thereafter decreased to a value of 6,77 %. Average values Haugh Units ranged from 56,93 to 73,72. The colour of yolk quail eggs was determined the most frequent value 3. During storage for most of the quality parameters found a statistically significant difference.

Keywords: quail eggs, egg quality, storage time, storage temperature.

OBSAH

1	ÚVOD.....	12
2	CÍL PRÁCE	13
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	14
3.1	Produkce křepelčích vajec.....	14
3.2	Nutriční hodnota křepelčích vajec.....	15
3.2.1	Obsah živin v křepelčím vejci.....	15
3.2.2	Obsah cholesterolu a mastných kyselin	16
3.2.3	Obsah vitaminů, minerálních a organických látek v křepelčím vejci	17
3.3	Kvalitativní parametry křepelčích vajec.....	18
3.3.1	Vybrané vnější jakostní parametry křepelčích vajec	20
3.3.1.1	Hmotnost křepelčích vajec	20
3.3.1.2	Index tvaru vejce křepelčích vajec	21
3.3.1.3	Pevnost a tloušťka skořápky křepelčích vajec.....	22
3.3.2	Vybrané vnitřní jakostní parametry křepelčích vajec	23
3.3.2.1	Podíl žloutku křepelčích vajec.....	23
3.3.2.2	Podíl bílku křepelčích vajec	24
3.3.2.3	Podíl skořápky křepelčích vajec	25
3.3.2.4	Index žloutku křepelčích vajec	26
3.3.2.5	Index bílku křepelčích vajec.....	27
3.3.2.6	Barva žloutku křepelčích vajec.....	28
3.3.2.7	Haughovy jednotky křepelčích vajec	29
3.3.2.8	pH žloutku křepelčích vajec	30
3.3.2.9	pH bílku křepelčích vajec	31
3.3.2.10	pH melanže křepelčích vajec.....	32

3.4	Skladování křepelčích vajec	32
4	MATERIÁL A METODIKA	34
4.1	Materiál	34
4.2	Metodika.....	34
4.2.1	Hmotnost vajec a úbytek hmotnosti po skladování	35
4.2.2	Index tvaru vejce	35
4.2.3	Tloušťka skořápky	35
4.2.4	Podíl skořápky	35
4.2.5	Výška bílku	36
4.2.6	Šířka a délka bílku	36
4.2.7	Index bílku	36
4.2.8	Podíl bílku.....	36
4.2.9	Haughovy jednotky	37
4.2.10	Výška a šířka žloutku	37
4.2.11	Podíl žloutku	37
4.2.12	Index žloutku	38
4.2.13	Barva žloutku	38
4.2.14	pH žloutku, bílku a melanže	38
4.3	Statistické vyhodnocení.....	39
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	40
5.1	Úbytek hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování.....	40
5.2	Index tvaru křepelčích vajec.....	42
5.3	Podíl žloutku z hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování	43
5.4	Podíl bílku z hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování	46
5.5	Podíl a tloušťka skořápky křepelčích vajec.....	48

5.6	Změna indexu žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování	50
5.7	Změna indexu bílku křepelčích vajec v průběhu skladování	52
5.8	Změna Haughových jednotek křepelčích vajec v průběhu skladování	55
5.9	Barva žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování	58
5.10	pH žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování.....	60
5.11	pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování	62
5.12	pH melanže křepelčích vajec v průběhu skladování	64
6	ZÁVĚR	67
7	POUŽITÁ LITERATURA	69
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	78
9	SEZNAM TABULEK	79

1 ÚVOD

Vejsce jakožto nutričně vyvážená a lehce stravitelná složka výživy se řadí mezi jednu z častých potravin vyskytujících se na našem jídelníčku. Nejčastěji jsou však konzumována vejce slepičí, i když v dnešní době jsou velmi snadno dostupná i vejce křepelky japonské (*Coturnix coturnix japonica*), která jsou spotřebiteli považována za nutričně významnější, a to především díky jejich bohatému zastoupení vitamínu a minerálních látek. Navzdory svým malým rozměrům jsou křepelčí vejce také bohatá na proteiny, aminokyseliny, makro a mikroelementy (vápník, selen a zinek) a mají nízký obsah triglyceridů a nasycených mastných kyselin. Některé země mají již dlouholetou tradici v konzumaci křepelčích vajec jako třeba Japonsko, kde křepelčí vejce považují za takřka přírodní všelék, a to zejména ke snížení cholesterolu, krevního tlaku, ke zvýšení imunity a také při pomoci s léčbou alergií.

V České republice není produkce křepelčích vajec natolik rozšířená, jako je tomu v jiných zemích. Mezi nejvýznamnější producenty křepelčích vajec se v dnešní době řadí Čína, Japonsko, Brazílie a Francie. Produkce a konzumace vajec sebou nese i určité požadavky, které jsou nezbytné k udržení kvality vajec. Mezi tyto požadavky patří nevyjímaje správné hygienické praxe zejména délka a teplota skladování. Doba skladování je pro čerstvá vejce stanovena 28 dní s tím, že nejpozději 21 dní od snášky musí být prodána spotřebiteli, aby měl dostatečnou dobu na jejich zpracování. Teplotní požadavky se v jednotlivých zemích mírně liší, avšak pro Českou republiku jsou určena rozpětím teplot od 5 °C do 18 °C.

Jakost vajec je většinou zmiňována v souvislosti s požadavky spotřebitelů a určují ji obecné vlastnosti, které jsou snadno stanovitelné bez porušení skořápky vajec, zejména tedy čerstvost, hmotnost, velikost, tvar a vzhled skořápky. Přesněji však bývají jakostní znaky stanoveny u jednotlivých vaječných tekutin a skořápky zvlášť. Kvalita křepelčích vajec je však odvislá zejména od plemene, staří nosnice, složení krmné dávky a také době a teplotě skladování. Pro spotřebitele je jedním z nejvýznamnějších znaků hmotnost vejce, a také jejich vizuální stránka, kam se řadí převážně čistota vejce a neporušenost skořápky.

Křepelky japonské jsou díky jejich snadné péči, brzké pohlavní dospělosti a především vysoké míře produkce vajec využívána i v oblasti výzkumu a v některých zemích (Polsko, Maďarsko) bývají čím dál častěji využity i v potravinářském průmyslu.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo vypracování literární rešerše s využitím tuzemských i zahraničních zdrojů se zaměřením na stanovení jakostních parametrů křepelčích vajec. Dále laboratorní stanovení vybraných kvalitativních parametrů křepelčích vajec a jejich následné vyhodnocení, a to zejména změn, ke kterým došlo v průběhu skladování, včetně statistického a grafického zpracování.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Produkce křepelčích vajec

V posledním desetiletí se díky vyššímu zájmu spotřebitelů zvedla i produkce křepelčích vajec, a to nejen v rámci České republiky, ale i celosvětově. Křepelka japonská (*Coturnix coturnix japonica*), jakožto i další minoritní druhy drůbeže, se stává velmi významným zástupcem nejen v produkci vajec, ale také masa. Během šedesátých let byl chov křepelk značně rozšířen zejména v Brazílii (BERTECHINI, 2012), avšak zmínky o chovu křepelk jsou také z roku 1595 v Japonsku, kde byly hojně chovány jak pro masnou, tak i nosnou užitkovost (PRITI *et al.*, 2014). V dnešní době je jejich obliba celosvětová a nejvýznamnějšími producenty křepelčích vajec se stala Čína, Japonsko, Brazílie a Francie. Tento fakt značně ovlivnil využití křepelk i pro jiná spektra než potravinářská, a tak došlo například k omezenému využití pro laboratorní účely. Obecným trendem v produkci křepelčích vajec se stala automatizace farem spojená se zpracovatelským průmyslem (BERTECHINI, 2012).

Křepelkám japonským začíná produkční období asi okolo šestého týdne a trvá zhruba do čtyřadvacátého týdne věku. Nejvyšší produkční období nastává čtyři týdny od první snášky a dosahuje 92 až 95 procent produkce. Roční snáška se liší v závislosti na plemenu a u křepelk japonských může dosahovat až 320 kusů (SHANAWAY, 1994). Dospělý jedinec křepelk dosahuje hmotnosti asi 250 g. Díky jejich menšímu prostorovému využití dochází ke snížení požadavků na prostor, z čehož vyplývá, že pro chov křepelk stačí asi desetina prostoru co pro chov kuřat (PRITI *et al.*, 2014). Na m² tedy připadá asi 44 jedinců (FRANKLIN *et al.*, 1998).

Na produkci vajec má významný vliv mnoho vnějších faktorů, mezi které můžeme zařadit roční období, složení krmné dávky, světelný režim, ventilace a teplotu, která by se měla pohybovat v rozmezí 10 až 28 °C. Dolní hranice teplot vede ke zvýšení příjmu krmiva, kdežto pohyb okolní teploty v maximu způsobuje snížení produkce vajec. Totéž platí i při náhlých teplotních výkyvech (SKEWES *et al.*, 1990).

3.2 Nutriční hodnota křepelčích vajec

Křepelčí vejce jsou vydatným zdrojem živin pro lidský organismus, a to i přes to, že co do velikosti jsou 4 – 5 × menší, než vejce slepičí. Nehledě na jejich malou velikost je však jejich kalorická hodnota téměř srovnatelná s hodnotou uváděnou u slepičích vajec (viz Tabulka 1). Křepelčí vejce se složením nutrietů také podobá složení vajec slepičích, nicméně křepelčí vejce vynikají významným zastoupením antioxidantů, vitaminů a minerálních látek. Jejich blahodárný vliv byl prokázán v souvislosti s řadou onemocnění a také posílení imunitního systému (THOMAS *et al.*, 2016). Křepelčí vejce jsou tedy díky svému složení a nutričnímu vyvážení velmi významnou potravinou a odborníci doporučují pro dospělého jedince konzumaci 3 až 5 vajec za den. U dětí je konzumace křepelčích vajec snížena na množství dvou kusů na den (LALWANI, 2011). Velmi důležitým aspektem s ohledem na konzumaci křepelčích vajec je jejich energetická hodnota, která činí asi 156 kcal (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

Tabulka 1 Kalorická hodnota křepelčích vajec kJ/100 g (SHANAWAY, 1994)

Složky	Proteiny	Lipidy	Sacharidy	Celkem
Žloutek	258	1207	13	1478
Bílek	190	-	13	203
Celé vejce	244	13	16	649

3.2.1 Obsah živin v křepelčím vejci

Křepelčí vejce se vyznačují svou vysokou výživovou hodnotou a také velmi dobrou stravitelností, čímž se dostávají na pomyslný vrchol potravin vhodných pro zařazení k lidské spotřebě. Co do složení křepelčích vajec (viz Tabulka 2) byl obsah vody pro celé vejce stanoven na hodnotu 74,26 %, celkové dusíkaté látky činily 11,98 %, celkový tuk 11,91 % a hrubý popel 1,04 % (DUDUSOLA, 2010). Novější studie prokázala menší odchylky ve složení křepelčích vajec, a to především v obsahu celkového proteinu, kde tato hodnota byla stanovena 12,70 % a také hodnota obsahu vody, která byla o 2 % snížena, než tomu bylo u studie DODUSOLA (2010). Tento rozdíl je zde vysvětlen možným křížením křepelk (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013). K rozdílům ve složení může dojít také způsobem chovu, kdy při systému chovu v bateriových klecích se uvádí obsah vody 78,42 % a obsah celkových bílkovin 11,56 % (OGUNWOLE, 2015).

Tabulka 2 Chemické složení celého vejce, žloutku a bílku vajec křepelěk japonských (DUDUSOLA, 2010)

Složky	Voda [%]	Proteiny [%]	Lipidy [%]	Popel[%]
Celé vejce	74,26	11,98	11,91	1,04
Žloutek	87,82	10,39	0,09	1,00
Bílek	49,71	15,99	31,48	1,79

3.2.2 Obsah cholesterolu a mastných kyselin

Konzumace vajec, a to i křepelčích je mnohdy ze strany spotřebitelů brána negativně zejména kvůli zastoupení cholesterolu. Světová zdravotnická organizace doporučuje celkový denní příjem cholesterolu pro zdravého, dospělého jedince na 300 mg. Existuje řada mýtů o existenci vajec bez zastoupení cholesterolu nebo také o nižším zastoupení cholesterolu ve vejcích křepelčích oproti vejcům slepičím. Studie však prokázaly, že slepičí i křepelčí vejce se s obsahem cholesterolu téměř shodují (BRAGAGNOLO a RODRIGUEZ-AMAYA, 2003), dokonce křepelčí vejce obsahují cholesterolu o trochu více, než je tomu u vajec slepičích (SKŘIVAN *et al.*, 2000). U slepičích vajec činí tato hodnota $12 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ a u křepelčích byl obsah stanoven hodnotou $12,1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (BRAGAGNOLO a RODRIGUEZ-AMAYA, 2003). Další studie se přiklání k faktu vyššího obsahu cholesterolu u vajec křepelčích s hodnotou $13,6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (SINANOGLOU *et al.*, 2011). Obsah cholesterolu v křepelčích vejcích však není stálý. Jeho míru ovlivňuje roční období, intenzita snášky a velmi významně složení krmné dávky. Do jisté míry je obsah cholesterolu nejen v křepelčím vejci ovlivněn i dobou skladování. Při stanovení cholesterolu u čerstvě snesených vajec vykazovala vyšší hodnoty vejce křepelčí, kdežto ve srovnání s vejci slepičími po 5 týdenním skladování se došlo ke změně a u vajec křepelčích se hodnoty značně snížily (ADENIYI *et al.*, 2016). ATAKISI *et al.* (2009) stanovil účinek přídatku rybího tuku bohatého na n-3 mastné kyseliny do standardní krmné dávky a výsledkem bylo snížení obsahu cholesterolu v křepelčím vejci na hodnotu $10,3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$.

Křepelčí vejce je také významným zdrojem mastných kyselin. Ve srovnání s vejci slepičími (39,1 %) mají vejce křepelčí vyšší koncentraci monoenoových mastných kyselin ve žloutku (45 %) a nižší obsah polyenoových mastných kyselin, kde rozdíl činí necelých 6 % (25,1 %). Celková koncentrace nasycených mastných kyselin u obou druhů dosahuje podobných výsledků. Nutno také podotknout, že kyselina linolová (LA, 18:2 n-6),

alfa-linolenová (ALA, 18:3 n-3) a jejich deriváty s dlouhým řetězcem (EPA; eikosapentaenové kyselina; 20: 5 n-3 a DHA; dokosahexaenová kyselina; 22:6 n-3) jsou důležitou součástí živočišných a rostlinných buněčných membrán (COOPER *et al.*, 2014). DA SILVA *et al.* (2016) do krmné dávky křepelk japonských přidával lněné semínko a došlo k průkazu vlivu složení krmné dávky na poměr n-6 a n-3, která se o asi 4 % snížil, což je z nutričního hlediska příznivější. Jejich zastoupení ve správném poměru je však značně důležité pro funkci lidského organismu, a to zejména mozku. Tato suplementace ovlivnila také obsah ALA a DHA se zvýšením dosavadní hodnoty o 5 %. Obě tyto mastné kyseliny mají příznivý vliv na lidský organismus nejen v kojeneckém věku, ale také v dospělosti, kdy se podílejí na prevenci hypertenze, artritidy, aterosklerózy, diabetu nebo také deprese (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

3.2.3 Obsah vitaminů, minerálních a organických látek v křepelčím vejci

Za zmínku zajisté stojí také obsah vitaminů a minerálních látek, avšak množství těchto mikronutrientů lze snadno ovlivnit, a to několika možnými způsoby jako je složení krmné dávky, genetickými predispozicemi, ale i intenzitou snášek (ATTIA *et al.*, 2010).

Vitamíny rozpustné v tucích jsou soustředěny převážně do žloutku. S výjimkou vitaminu C se v křepelčím vejci, a to zejména v bílkové části nacházejí i vitamíny rozpustné ve vodě, avšak jejich zastoupení není zdaleka tak významné, jako je tomu u vitamínů rozpustných v tucích (NYS *et al.*, 2011). Nejvíce je obsažen tokoferol s obsahem 5920 µg/100 g, následuje retinol s hodnotou 717 µg/100 g, což je asi 2,5 × více, než se nachází ve vejcích slepičích. Posledním vitaminem nacházejícím se v křepelčím vejci je kalciferol s hodnotou 1,14 µg/100 g. Tokoferol jakožto významný vitamin s antioxidačními vlastnostmi prokazuje pozitivní působení při léčbě, ale i prevenci kardiovaskulárních onemocnění a rakoviny (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

Křepelčí vejce jsou i významným zdrojem organických látek, kdy prvenství zaujímá dusík a jeho deriváty se zastoupením 6,36 % v celém vejci a 12,2 % ve vaječném bílku. Mezi další zastoupené organické látky patří draslík a fosfor. Dusíkaté látky jsou velmi podstatnou složkou vajec a jsou součástí hormonů, koenzymů, proteinů i nukleových kyselin. Ze stopových prvků je nejvýznamnější obsah železa, který ve vejci zaujímá asi 80,8 mg/l a následuje zinek se zastoupením 46,9 mg/l. Oba tyto stopové prvky byly nejvíce zjištěny v žloutkové části vejce. Železo má pro lidský organismus velmi důležitou funkci pro zachování dobrého imunitního systému, který je nezbytný pro efektivní

krvetvorbu a stejně tak i zinek s pozitivními vlivy na růst a vývoj tkání (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013). Křepelčí vejce jsou i významným zdrojem jódu a selenu, jež svými antioxidačními účinky podporuje funkci srdce a podílí se na zvýšení imunity. Během skladování a tepelné úpravy se mění nejen nutriční hodnota, ale k výraznějším ztrátám dochází především u vitaminů a minerálních látek zejména pak u thiaminu a kobaltu. Vitaminy rozpustné v tucích jsou stabilnější. Průměrně dochází ke ztrátám od 10 až do 50 % (BEZPEČNOST POTRAVIN, 2014).

3.3 Kvalitativní parametry křepelčích vajec

Mezi jakostní parametry vajec patří obecné charakteristické znaky – zejména hmotnost, velikost, tvar vejce a vzhled skořápky. Dalším velmi podstatným znakem je neporušenost skořápky, která je důležitá nejen z ekonomického hlediska, ale zejména s ohledem na bezpečnost lidského zdraví (YANAKOPOLOUS, 1986).

Kvalita křepelčích vajec je rozdělena na vnější a vnitřní jakostní parametry (viz Tabulka 3). Mezi vnější jakostní znaky řadíme již zmíněnou hmotnost, tvar vejce, kvalitu vaječné skořápky, strukturu skořápky, pevnost, pórovitost a barvu. Vnitřní znaky jsou ještě rozděleny pro jednotlivé vaječné komponenty zvlášť, tedy pro bílek se stanovuje index bílku, Haughovy jednotky, pH bílku a dopočítává se jeho hmotnost. Pro žloutkovou část jsou pak sledovány znaky indexu žloutku, pH žloutku, hmotnost a jeho barva, která je subjektivně stanovena pomocí stupnice La Roche. Ani skořápka křepelčích vajec není z hlediska kvality opomíjena a sleduje se její hmotnost po důkladném očištění a vysušení, ale také tloušťka skořápky na tupém i ostrém konci vejce.

Kvalita křepelčích vajec však také závisí na řadě vnitřních, ale i vnějších vlivů, ať už v působení před snáškou na nosnici či po snesení na vejce. Tato kvalita tedy může být ovlivněna věkem nosnic (viz Tabulka 4), složením krmné dávky, řízenými podmínkami chovu, teplotou a délkou skladování, relativní vlhkostí a dalšími vlivy.

Tabulka 3 *Základní ukazatele kvality křepelk japonských nosného typu (BAUMGARTER a HETÉNYI, 2001)*

Ukazatel	[g resp. %]
Hmotnost[g]	
celého vejce	10,16
žloutku	3,22
bílku	5,12
skořápky	1,82
Obsah sušiny[%]	
žloutku	50,30
bílku	11,80
Obsah bílkovin[%]	
syrový žloutek	16,00
syrový bílek	9,96
Haughovy jednotky	114,50
Index bílku[%]	11,30
Index žloutku[%]	50,40
Index tvaru vejce[%]	85,70
Pevnost skořápky[N]	24,40

Tabulka 4 *Vliv věku křepelk japonských na vybrané kvalitativní parametry (SHANAWAY, 1994)*

Věk [dny]	Hmotnost vejce [g]	Žloutek [%]	Bílek [%]	Skořápka [%]	Index tvaru vejce[%]	Tloušťka skořápky [mm]
49 – 56	11,7	31,6	55,4	7,4	78,5	0,205
70 – 77	11,9	33,3	53,2	8,4	78,6	0,203
84 – 98	12,4	33,7	51,7	8,1	78,6	0,196
154	12,9	31,4	51,4	7,1	77,4	0,168

3.3.1 Vybrané vnější jakostní parametry křepelčích vajec

3.3.1.1 Hmotnost křepelčích vajec

Hmotnost křepelčích vajec je významným ukazatelem celkové vaječné produkce a dosahuje asi 5 × nižších hodnot ve srovnání s hmotností vajec slepičích. Průměrná hmotnost křepelčích vajec se pohybuje v rozmezí 10 – 12 g, což činí asi 8 % z celkové hmotnosti nosnice (PANDA a SINGH, 1990). Na velikost a tudíž i hmotnost křepelčích vajec má vliv několik faktorů jako je stáří nosnic, plemeno, genetika, klimatické podmínky, roční období, složení krmiva nebo délka snášky. NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) uvádí zařazení křepelčích vajec do jednotlivých hmotnostních skupin (viz Tabulka 5).

Tabulka 5 Rozdělení křepelčích vajec do hmotnostních skupin (NOWACZEWSKI *et al.*, 2010b)

Hmotnostní třída	S	M	L	XL
Hmotnost [g]	10,50	10,51 – 11,50	11,51 – 12,50	12,51

Hmotnost křepelčích vajec však není konstantní ukazatel a je závislá na řadě působících ukazatelů. ALKAN *et al.* (2008) sledoval vliv genotypu na hmotnost křepelčích vajec, a to u nosnic s vysokou a nízkou tělesnou hmotností. Vejce byla sbírána denně po dobu sedmi dnů a zvážena v den snášky na elektronické váze s citlivostí 0,01 g. Na základě jejich hmotnosti v den snášky byla křepelčí vejce rozdělena do následujících hmotnostních kategorií < 10,0 g, 10,1 až 11,0 g, 11,1 až 12,0 g, 12,1 až 13,0 g nebo > 13,1. Nejvyšší hmotnost vajec byla zaznamenána u nosnic s genotypově vyšší hmotností s hodnotou $12,69 \pm 0,063$ g a nižší hmotnost vajec u genotypu nosnic s nižší hmotností činila tato hodnota $10,17 \pm 0,034$ g. Z tohoto faktu vyplývá, že nosnice s vyšší hmotností, produkují i vejce o vyšší hmotnosti, avšak na úkor snášky, která se u těžkých plemen snižuje. Těžší plemena křepelky jsou tedy vhodnější k využití pro masnou užitkovost (SEKER *et al.*, 2004). ALKAN *et al.* (2011) zaznamenali rozdíly v hmotnostech křepelčích vajec, a to mezi lehkými a těžšími plemeny, kdy vejce nosnic plemene *Faraon* dosahovaly $4,14 \pm 0,17$ g a vejce lehčích plemen $9,23 \pm 0,07$ g.

Na hmotnost křepelčích vajec má i významný vliv délka skladování, kdy s přibývajícím dobou se snižuje hmotnost vajec. RORIZ *et al.* (2016) uvádí, že k významnému poklesu hmotnosti křepelčích vajec dochází již po šesti dnech skladování, a to o 2,4 % z původní hmotnosti. AKPINAR *et al.* (2015) sledovali úbytek hmotnosti, avšak s použitím různých koncentrací propolisu, kterým byla křepelčí vejce pokryta. Výsledky prokázali statisticky významný rozdíl na ztrátu hmotnosti, kdy v prvním týdnu skladování došlo ke snížení hmotnosti křepelčích vajec při použití 10 % propolisu o $1,08 \pm 0,10$ %, což je však výrazně méně, než u vajec bez propolisového obalu. NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) monitorovali kvalitativní znaky křepelčích vajec v závislosti na délce skladování u nosnic se stářím 11 a 33 týdnů, kdy se po osmi dnech skladování průměrná hmotnost křepelčích vajec snížila o 0,37 g.

Jak již bylo zmíněno výše, hmotnost křepelčích vajec také závisí na stáří nosnic, kdy GENCHEV (2012) sledoval změny hmotnosti v závislosti na stáří nosnice u plemen *Faraon* a *Manchurian Golden*. U plemene *Faraon* se v prvním měsíci produkčního období hmotnost vajec pohybovala okolo 13,05 g a u nosnic stejného plemene o sedm měsíců starších došlo ke zvýšení na 14,20 g. U nosnice plemene *Manchurian Goldense* se s věkem hmotnost vajec zvýšila o 0,78 g. Velmi podobných výsledků ve své studii dosáhli i WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012), kde stanovovali průměrnou hmotnost křepelčích vajec od nosnic plemene *Faraon* se stářím 8 týdnů 10,2 g a ve věku 23 týdnů 12,2 g.

K hmotnostním ztrátám křepelčích vajec v průběhu skladování by mohlo docházet v důsledku úbytku oxidu uhličitého, amoniaku, dusíku, sirovodíku a vody z vajec (AYORINDE, 1987). BAYLAN *et al.* (2011) sledovali závislost hmotnosti křepelčích vajec na délce a teplotě skladování při 4 a 20 °C. Čerstvá vejce vážila 13,56 g a po skladování při 4 °C a délce 15, 30 a 45 dní byly ztráty v daném pořadí 0,300; 0,509 a 0,716 g, kdežto při skladování vajec při 20 °C byly tyto hodnoty ztráty již v první fázi 15 dní skoro na úrovni 45 dní předchozího měření a ztráta činila 0,672 g.

3.3.1.2 *Index tvaru vejce křepelčích vajec*

Index tvaru vejce je poměr mezi příčnou a podélnou osou křepelčího vejce. Typický tvar pro vejce je oválný s ostrým a tupým koncem. V případě ideální kulatosti by tato hodnota měla činit 100 % (SIMEONOVOVÁ, 1999). Ve srovnání s vejci slepičími jsou křepelčí vejce méně protáhlého tvaru (BELL, 2001). Tvarový index

patří k nejdůležitějším vlastnostem pláště společně s váhou vejce a skořápky (NARIC *et al.*, 2015).

Index tvaru vejce bývá ovlivněn nejen druhem drůbeže, ale také věkem nosnice, kdy index tvaru slepičích vajec i přes malé změny prokázal klesající tendenci, kdežto u vajec křepelčích byla prokázána zvyšující se tendence. Významné změny v indexu tvaru vejce byly pozorovány u obou druhů drůbeže, kdy celková průměrná hodnota pro vejce křepelky japonské byla 77,85 % a 76,84 % u slepic, což naznačuje kulatější tvar vajec křepelčích (ZITA *et al.*, 2012). EL-TARABANY *et al.* (2015) sledovali vliv hustoty osídlení v klecovém chovu na index tvaru vejce. Studie probíhala ve třech skupinách, a to dle velikosti plochy 200, 167 a 143 cm², kdy index tvaru vejce dosáhl hodnot ve stejném pořadí 78,41 ± 0,48 %, 77,87 ± 0,55 %, 79,35 ± 0,38 %. NARINC *et al.* (2015) stanovili průměrnou hodnotu indexu tvaru křepelčích vajec 76,53 %, což bylo v souladu s údaji pohybujícími se v rozmezí 74,90% a 79,60 % uvedenými NOWACZEWSKI *et al.* (2010a). ALKAN *et al.* (2011) uvádějí index tvaru vejce pohybující se v rozmezí 76,80 % a 80,44 %. EL-TARABANY *et al.* (2015) stanovil šířku vajec 25,92 ± 0,14 mm a délku 33,11 ± 0,19 mm. YAMAK *et al.* (2015) stanovil poměry šířky a délky hodnotou 26,12 ± 0,13 mm a 32,95 ± 0,16 mm, což odpovídá indexu tvaru vejce 79,27 %. BAYLAN *et al.* (2011) uvádí index tvaru v závislosti na délce skladování po 0 (76,50 %), 15 (76,04 %), 30 (76,14 %) a 45 (76,03 %) dnech skladování.

3.3.1.3 Pevnost a tloušťka skořápky křepelčích vajec

Pevnost skořápky křepelčích vajec koreluje s její tloušťkou, celistvostí, ale také celkovou stavbou skořápky. Všechny tyto znaky se tedy podílejí na její kvalitě. Pojem pevnost skořápky znamená schopnost vaječných skořápek odolat externě působící síle bez praskání nebo lámání (NARIC *et al.*, 2015). BAUMGARTNER a HETÉNYI (2001) ve své studii uvádí pevnost skořápky křepelčích vajec 24,4 N. HRNČÁR *et al.* (2014) stanovili u nosného typu křepelky japonské pevnost skořápky 6,59 ± 1,35 N.cm⁻² a u typu s masnou užitkovostí 6,46 ± 1,37 N.cm⁻². U obou užitkových typů se hodnoty nijak významně neliší, z čehož vyplývá, že užitkovost nemá vliv na pevnost vaječné skořápky. NABUA (2017) sledoval pevnost skořápky u křepelčích vajec se stářím nosnice osm týdnů s přidáním vápníku do krmné dávky v různém množství. Výsledky této studie prokázali nejen vliv nedostatku vápníku ve stravě nosnic křepelky japonské,

ale i nadbytku, kdy oba tyto extrémy mají negativní vliv na kvalitu skořápky. Nejvyšších hodnot pevnosti vaječné skořápky dosáhly nosnice s přídatkem 20 % vápníku do krmné dávky, tedy 27,95 N pevnosti, což ve srovnání se studií BAUMGARTNER a HETÉNYI (2001) značí vliv složení krmné dávky na kvalitu a pevnost vaječné skořápky.

Tloušťka vaječné skořápky křepelčích vajec bývá stanovena po jejich důkladném vyčištění a vysušení. U křepelčích vajec se tato hodnota pohybuje mezi hodnotami 0,191 až 0,219 mm. To však záleží na různých aspektech, jako je snáškový cyklus, stáří nosnice, složení krmné dávky, velikost vejce a proto bývají tyto hodnoty mnohdy odlišné (GENCHEV, 2012). AGBOOLA *et al.* (2016) se zaměřili na tloušťku skořápky křepelčích vajec po přidání buďto proteinů, energie nebo jejich kombinace do krmné dávky, kde tloušťka skořápek u nosnic s přídatkem proteinu činila 0,223 mm, energie 0,196 mm a s přídatkem obou složek tloušťka skořápky dosáhla hodnoty 0,227 mm. BEGUM *et al.* (2016) srovnávali tloušťku vajec křepelk japonských sedmi různých barevných mutacích, kdy nejvyšší tloušťka skořápky byla stanovena u křepelky *Dhakaiya* s hodnotou 0,223 mm a oproti tomu nejnižší hodnota 0,194 mm u křepelky černé. U vajec křepelky japonské byla tato hodnota stanovena 0,200 mm. HUSSEN *et al.* (2016) uvádí tloušťku skořápky u vajec křepelk Japonských 0,160 mm. Ve studii WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) byla zjištěna průměrná hodnota tloušťky skořápky vajec u křepelk japonských starých 8 týdnů 0,226 mm a dále ve věku 23 týdnů 0,208 mm.

3.3.2 Vybrané vnitřní jakostní parametry křepelčích vajec

3.3.2.1 Podíl žloutku křepelčích vajec

Žloutek křepelčích vajec zaujímá asi 31 – 37 % relativního podílu k celému vejci. Jeho hmotnost tedy dosahuje asi 4,3 až 4,5 g a do jisté míry určuje kvalitu vejce jako celku (GENCHEV, 2012). SHANAWAY (1994) uvádí hodnotu podílu žloutku u křepelčího vejce 33 %. CELIK a SOGUT (2015) sledovali vliv stáří nosnice na hmotnost žloutku, kdy z hmotnosti žloutku $4,153 \pm 0,615$ g u nosnic starých 8 týdnů se hmotnost žloutku zvýšila na $4,385 \pm 0,526$ g. EL-TARABANY *et al.* (2015) ve své studii uvádí hmotnosti žloutku křepelčích vajec v závislosti na velikosti plochy klecí, kdy hmotnost žloutku křepelčích vajec v klecích s plochou 200 cm^2 dosáhla hodnoty $4,31 \pm 0,13$ g, což je $35,46 \pm 1,08$ % a s plochou 143 cm^2 dosáhla hmotnost $4,27 \pm 0,11$ g, což zaujímá $36,86 \pm 1,01$ % z celého vejce.

ABEYRATHNA *et al.* (2015) uvádí podíly žloutku u křepelčích vajec v rozpětí 30,9 až 32,9 %. SALMAN a TABEEKH (2011) uvádí podíl žloutku $36,746 \pm 10,215$ % u 100 sledovaných kusů křepelčích vajec. NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) uvádějí rozdíl podílu žloutku s ohledem na věk nosnice, kdy křepelky ve věku 11 týdnů ve srovnání s nosnicemi ve věku 12 až 22 týdnů snesly vejce s menší hmotností a menším podílem žloutku. Dále uvádí hmotnostní zastoupení žloutku v závislosti na době skladování (viz Tabulka 6).

Tabulka 6 Podíl žloutku v závislosti na době skladování (NOWACZEWSKI *et al.*, 2010b)

Délka skladování v týdnech	1	3	5	7	10
S [g]	3,23	3,00	3,04	3,15	3,00
M [g]	3,46	3,55	3,38	3,52	3,51
L [g]	3,65	3,78	3,82	3,85	3,81
XL [g]	3,90	4,31	4,30	4,37	4,14

3.3.2.2 Podíl bílku křepelčích vajec

Podíl bílku u křepelčích vajec byl ve studii NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) stanoven v závislosti na velikosti vajec a uveden v následujícím pořadí, kdy vejce velikosti S dosáhly podílu 59,4 % (5,59 g), M 60,7 % (6,74 g), L 61,7 % (7,37 g) a XL 62,7% (8,19 g). EL-TARABANY *et al.* (2015) stanovili průměrnou hmotnost bílku křepelčích vajec $6,64 \pm 0,17$ %, což odpovídá průměrnému podílu $53,98 \pm 1,10$ %. RIBEIRO *et al.* (2016) sledovali vliv přídatku vápníku a fosforu do krmné dávky křepelky, kdy hmotnost bílku po přídatku vápníku byla 7,34 g a po přídatku fosforu 7,26 g. NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) uvádí hmotnost vaječného bílku křepelky před skladováním 7,05 g a po 8 dnech skladování 6,70 g, z čehož je patrný vliv délky skladování na hmotnost vaječného bílku způsoben migrací vody obsažené v bílkové části do žloutku.

MANAFI *et al.* (2016) uvádí vliv esenciálních olejů na kvalitativní parametry křepelčích vajec včetně podílu vaječného bílku a došli k závěru, že tato suplementace nemá vliv na hmotnost vaječného bílku u vajec křepelky japonských. ZEWEIL *et al.* (2016) uvádějí podíl bílku křepelčích vajec $55,38 \pm 1,21$ %, tedy

7,59 ± 0,23 g. BAYLAN *et al.* (2011) stanovili podíl bílku u čerstvých křepelčích vajec 61,68 %, po 10 dnech skladování došlo k poklesu podílu o 0,42 % a po dalších 10 dnech o 0,74 % oproti čerstvým vejcím. Při skladování vajec při teplotě 28 °C po 10 dnech činila hodnota podílu vaječného bílku 58,58 % a následně po 20 dnech skladování 55,78 %. Z této studie tedy vyplývá, že podíl bílku se v průběhu skladování snižuje, načež má i podstatný vliv teplota skladování. INCI *et al.* (2015) srovnávali hmotnost vaječného bílku u japonských křepelk v bílém, tmavě hnědém, zlatém a divokém zbarvení. Výsledky byly následující v přesném pořadí 5,97 ± 0,07 g, 6,07 ± 0,08 g, 5,98 ± 0,07 g a 6,87 ± 0,07 g.

3.3.2.3 Podíl skořápky křepelčích vajec

Hmotnost skořápky křepelčích vajec závisí na jejich tloušťce, ale také pevnosti, kdy při hmotnosti vejce 10,16 g činí hmotnost skořápky 1,82 g, což odpovídá 17,91 % (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001). EL-TARABANY *et al.* (2015) stanovili u průměrné hmotnosti vajec 12,26 g hmotnost vaječné skořápky u křepelčích vajec 1,76 g, což v poměru k celému vejci zaujímá 10,55 % při tloušťce skořápky 0,23 mm. NARINC *et al.* (2015) uvádí průměrnou hodnotu hmotnosti skořápky 1,04 g a podíl skořápky z hmotnosti vejce 8,17 %, kdy pevnost zde byla vyjádřena pomocí síly působící na skořápku vejce ve velikosti 14,32 N. OLGUN (2015) stanovili podíl skořápky křepelčích vajec s tloušťkou skořápky 0,17 mm 8,03 % s pevností 10,89 N a u vajec s průměrnou tloušťkou 0,19 mm činila hodnota podílu vaječné skořápky 8,28 %.

BAYLAN *et al.* (2011) uvádí hmotnost vaječné skořápky křepelk se suplementací organického selenu v průběhu skladování při 4 a 20 °C, kdy došli k závěru, že suplementace selenu má prokazatelný vliv na tloušťku skořápky a tedy i hmotnost vaječné skořápky. Průměrná hmotnost skořápky křepelčích vajec při skladování ve 4 °C činila 1,34 g a při 20 °C 1,33 g. ZEWEIL *et al.* (2016) stanovili průměrnou hmotnost vaječné skořápky křepelčích vajec v průběhu skladování v 0, 15, 35 a 45 dnech, kdy hodnoty činily 1,49 g a pro 15. až 45. den nedocházelo k žádným změnám a průměrná hmotnost skořápky byla stanovena 1,35 g. NOWACZEWSKI *et al.* (2010a) stanovili průměrnou hodnotu hmotnosti skořápky vajec křepelk japonských na začátku skladování 0,93 g a po 5 dnech skladování se tato hodnota snížila na 0,88 g a následně po další době skladování zvýšila na 0,90 g. JACOB *et al.* (2015) uvádí, že hmotnost skořápky křepelčích vajec se v průběhu skladování nemění, což dokazuje i studie

AKPINAR *et al.* (2015), kde byl zjištěn podíl vaječné skořápky v počátku skladování 8,14 % a po 20 dnech se zvýšil na 8,40 %.

3.3.2.4 *Index žloutku křepelčích vajec*

Index žloutku křepelčích vajec je vyjádřen jako podíl výšky a šířky žloutku. Žloutek u čerstvých křepelčích vajec, po vyklepnutí na černou podložku dosahuje polokulovitého tvaru, který je dán pevností a pružností žloutkové membrány. Ta postupem času v průběhu skladování ztrácí své vlastnosti a dochází tak ke snížení výšky žloutku, s čímž souvisí i snížení jeho indexu (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

EL-TARABANY *et al.* (2015) uvádí výšku žloutku 10,72 mm, z čehož vyplývá průměrná hodnota indexu žloutku $43,49 \pm 1,09$ %. WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) sledovali průměrnou hodnotu výšky žloutku v závislosti na stáří křepelek, kdy u 8 týdnů starých křepelek činila hodnota výšky žloutku 9,8 mm ve srovnání s křepelkami 18 týdnů starých, kdy tato hodnota dosáhla 10,5 mm. Index žloutku u křepelčích vajec se tedy s věkem nosnic zvýšil z hodnoty 42,4 % na 44,9 %.

NOWACZEWSKI *et al.* (2010a) uvádí hodnotu indexu žloutku u křepelčích vajec na počátku skladování 50,3 %, po 5 dnech skladování 49,2 % a po 10 dnech skladování 45,9 %, což souhlasí i se studií BAYLAN *et al.* (2011), kde se hodnota indexu žloutku u křepelčích vajec v průběhu skladování snížila ze 48,27 % na 38,55 %. Z obou studií je patrné, že délka skladování má výrazný vliv na index žloutku, který s přibývajícím dnem má klesající tendenci. BAYLAN *et al.* (2011) sledovali index vaječného žloutku křepelčích vajec při teplotách skladování 4 a 20 °C, kdy při chladničkové teplotě skladovaných vajec průměrný index žloutku činil 47,80 %, kdežto u vajec uskladněných při 20 °C 36,48 %. AKPINAR *et al.* (2015) stanovili index žloutku v průběhu 5 týdnů skladování v pořadí od 1. do 5. týdne s výsledky $49,1 \pm 0,62$ %, $41,07 \pm 0,53$ %, $36,33 \pm 0,60$ %, $33,43 \pm 0,81$ %, $29,85 \pm 0,54$ % a v pátém týdnu sledování $27,95 \pm 0,88$ %.

INCI *et al.* (2015) sledovali index žloutku u různých barevných rázů křepelek, kdy index žloutku dosahoval nejvyšších hodnot u křepelek se zbarvením divokého typu, a to $45,89 \pm 0,39$ %, kdežto nejnižších hodnot vejce křepelek s bílým zbarvením s hodnotou $44,37 \pm 0,56$ %. KARA *et al.* (2016) udávají index žloutku $44,01 \pm 0,86$ %, $45,07 \pm 0,53$ % a $44,36 \pm 0,57$ %. EL-TARABANY (2016) stanovil index vaječného žloutku křepelčích vajec 42,72 % (10,78 mm), 39,01 % (8,96 mm) a 35,13% (8,24 mm).

CAYAN a ERENER (2015) uvádí pro srovnání hodnotu indexu žloutku u vajec slepic 51,80 %, kdy průměrná výška jejich žloutku dosahovala hodnot 17,30 mm.

3.3.2.5 Index bílku křepelčích vajec

Index bílku křepelčích vajec je ukazatelem kvality hustého bílku a je stanoven pomocí jeho poměru výšky a šířky. Standardně se hodnota indexu bílku vajec pohybuje okolo hodnoty 11,30 % (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001). Na výšku hustého bílku má vliv stáří nosnice, ale také délka skladování, kdy dochází ke snižování hodnoty indexu bílku v důsledku působení teploty, času a relativní vlhkosti vzduchu (NOWACZEWSKI *et al.*, 2010a).

BAYLAN *et al.* (2011) sledovali křepelčí vejce skladovaná při 4 a 20 °C, kdy hodnota indexu bílku u vajec křepelek skladovaných při 4 °C dosáhla 14,23 %, kdežto u vajec skladovaných při pokojové teplotě byl index bílku křepelčích vajec rapidně nižší s hodnotou indexu 9,48 %. BAGH *et al.* (2016) uvádí hodnoty výšky a indexu bílku u křepelek s šedým, hnědým a bílým zbarvením. U křepelek šedě zbarvených výška hustého bílku dosáhla $4,76 \pm 0,01$ mm s indexem 14,10 %, u křepelek se zbarvením do hněda byla výška $4,73 \pm 0,01$ mm ($13,20 \pm 0,52$ %) a u křepelek bíle zbarvených byla hodnota výšky hustého bílku $4,66 \pm 0,23$ mm s indexem $13,15 \pm 0,01$ %. EL-TARABANY (2016) uvádí průměrnou výšku hustého bílku 5,14 mm. KARA *et al.* (2016) stanovili hodnoty hustého bílku $10,31 \pm 0,28$ %, $10,63 \pm 0,31$ % a $9,75 \pm 0,42$ %.

NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) uvádí hodnoty indexu bílku u křepelčích vajec v závislosti na době skladování, kdy byl index hustého bílku stanoven u vajec skladovaných 1 ($10,7 \pm 0,42$ %), 3 ($10,0 \pm 0,37$ %), 5 ($8,8 \pm 0,25$ %), 7 ($8,7 \pm 0,29$ %) a 10 ($7,8 \pm 0,34$ %) dní se tedy pohyboval v rozmezí od 7,8 až 10,7 %. K podobným závěrům došli ve své studii i KUMBÁR *et al.* (2015), kde stanovili index hustého bílku u křepelčích vajec skladovaných až 16 týdnů, kdy v prvním týdnu skladování průměrná hodnota indexu bílku dosáhla $13,202 \pm 3,373$ %, kdežto u vajec skladovaných 16 týdnů došlo k rapidnímu poklesu hodnoty na $7,242 \pm 2,624$ %.

3.3.2.6 Barva žloutku křepelčích vajec

Barva vaječného žloutku patří u křepelčích vajec k jedné z nejdůležitějších vnitřních faktorů kvality v souvislosti s čerstvostí vajec. Mezi pigmenty způsobující typickou žlutooranžovou barvu vaječného žloutku patří především xantofyly. Barva žloutku křepelčích vajec může být ovlivněna převážně složením krmné dávky, a to především po přidavku karotenoidů do krmné směsi ať už v přírodní formě v podobě zeleného krmení, či přidavkem specifických doplňků (SHANAWAY, 1994).

KARA *et al.* (2016) uvádí průměrné hodnoty barvy vaječného žloutku $4,97 \pm 0,09$, $4,75 \pm 0,09$ a $4,97 \pm 0,11$. CAYAN a ERENER (2015) uvádí průměrnou hodnotu barvy žloutku u vajec křepelky japonských 11,9. CENGIZ *et al.* (2015) předložili výsledky studie, kde byla sledována změna barvy vaječného žloutku u křepelčích vajec mezi 4. a 8. týdnem skladování, kde došli k závěru, že ve 4. týdnu skladování činila barva žloutku 7,91 a v 8. týdnu 7,16. EL-TARABANY (2016) ve své studii uvádí výkyvy hodnot barvy křepelčího žloutku mezi hodnotami 7,12 a 9,33.

WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) stanovili hodnotu barvy vaječného žloutku u nosnic starých 8 týdnů na 7,3 poté u nosnic ve stáří 18 týdnů s hodnotou barvy žloutku 8,3 a následně u nosnic s věkem 23 týdnů, kdy hodnota barvy žloutku dosáhla nejnižších výsledků s hodnotou 6,2. ZITA *et al.* (2012) uvádí průměrnou hodnotu barvy žloutku u křepelky japonské 4,87. SEKANINOVÁ *et al.* (2016) uvádí u nosnice křepelky japonské těžkého plemene barvu žloutku $4,9 \pm 0,14$ a u plemene s nižší hmotností $5,0 \pm 0,14$. PEREIRA *et al.* (2016) sledovali vliv krmné dávky s příměsí rýžových slupek a zlomků na křepelčí vejce, kde bylo zjištěno, že 100 % dávka této směsi nahrazující běžnou krmnou složku s obsahem kukuřice neměla vliv na produktivitu či vaječnou jakost, avšak záměna těchto krmných směsí vedla k negativnímu ovlivnění barvy vaječného žloutku (4,08). K podobným výsledkům došli ve své studii i MOURA *et al.* (2016), kde sledovali vliv na barvu žloutku křepelčích vajec s použitím krmné dávky se zastoupením čiroku jako hlavního zdroje energie. Tato studie neprokázala žádný vliv na produkci a jakost vajec křepelky krmných touto směsí, nicméně došlo ke snížení hodnoty barvy žloutku z původních $5,80 \pm 0,48$ na hodnotu $4,14 \pm 0,45$. TRZISZKA *et al.* (2014) uvádí vliv složení krmné dávky s příměsí mořských řas a lněného semínka na barvu vaječného žloutku u křepelky japonských, kdy byla stanovena nejnižší hodnota barvy pomocí stupnice La Roche $2,99 \pm 0,88$ a oproti tomu nejvyšší $4,12 \pm 0,46$.

3.3.2.7 Haughovy jednotky křepelčích vajec

Pro výpočet Haughových jednotek (HU) je potřeba znát hmotnost křepelčího vejce v čerstvém stavu a výšku hustého bílku. Průměrná hodnota Haughových jednotek u křepelčího vejce s hmotností 10,16 g činí 114,40 (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) uvádí Haughovy jednotky u jednotlivých hmotnostních skupin křepelčích vajec v průběhu skladování, kdy vejce velikosti M sledovaná v 1. ($87,0 \pm 0,79$), 3. ($84,6 \pm 0,67$), 5. ($82,7 \pm 0,57$), 7. ($79,5 \pm 0,79$) a 10. ($79,6 \pm 0,51$) týdnu skladování. BAYLAN *et al.* (2011) sledovali Haughovy jednotky u křepelčích vajec při teplotě skladování 4 a 20 °C, kde při chladničkové teplotě u čerstvých vajec činila hodnota Haughových jednotek 94,37 a po 45 dnech skladování se snížila na hodnotu 92,24. U vajec skladovaných při 20 °C byla hodnota Haughových jednotek stanovena po snesení 85,58, kdežto po 45 dnech skladování došlo opět ke snížení hodnoty na 82,05. GENCHEV (2012) uvádí u plemene křepelk *Faraon* vliv skladování na Haughovy jednotky, kdy v prvním dni skladování činí hodnota 90,88 a po 7 týdnech skladování se snížila na hodnotu 85,98. K podobným závěrům vlivu skladování na hodnotu Haughových jednotek došel i KUMBÁR *et al.* (2015), kde uvádí rozdíl Haughových jednotek v 1. týdnu skladování, kdy křepelčí vejce nabývala hodnot $90,874 \pm 5,225$ a po 16 týdnech skladování $76,399 \pm 7,449$.

EL-TARABANY *et al.* (2015) uvádí Haughovy jednotky u vajec křepelk japonských $92,77 \pm 0,40$ a ve své další studii EL-TARABANY (2016) hodnotu Haughových jednotek $92,67 \pm 0,24$. KUMARI *et al.* (2008) uvádí hodnotu Haughových jednotek 59,50 u hnědých křepelk japonských, kdežto NEPOMUCEN *et al.*, (2014) určil hodnotu Haughových jednotek 76,53 a jedné skupiny nosnic a u druhé 76,74. NOWACZEWSKI *et al.* (2010a) stanovili Haughovy jednotky u nosnic se stářím 9, 25 a 31 s výsledky $86,15 \pm 0,474$ u 9 týdnů starých křepelk, $82,51 \pm 0,384$ ve věku 25 týdnů a $82,36 \pm 0,358$ u slepic starých 31 týdnů. ZITA *et al.* (2013) uvádí hodnotu ve stáří křepelk 49 týdnů $85,15 \pm 0,59$ a průměr za celé sledované období činil $86,15 \pm 0,13$.

DUDUSOLA (2009) uvádí Haughovy jednotky v sedmém dni skladování vajec 54,5, ve čtrnácti dnech skladování 54,0 a po 21 dnech 53, 8.

3.3.2.8 pH žloutku křepelčích vajec

U křepelčích vajec po snesení dosahuje hodnota pH žloutku 6,0 a s přibývajícím časem má mírně se zvyšující tendenci. Tento fakt zapříčiňuje nárůst koncentrace amoniaku uvolňujícího se během stárnutí vajec z bílkovin, kdy dochází ke zvýšení hodnoty pH žloutku na 6,3 až 6,8 (COUTTS *et al.*, 2007).

KARA *et al.* (2016) uvádí hodnoty pH u křepelčích vajec skladovaných při chladničkové teplotě 4 °C, kdy srovnali hodnoty pH po 7 dnech skladování, kde bylo zjištěno pH vaječného žloutku $6,22 \pm 0,02$ a po 14 dnech s hodnotou $6,26 \pm 0,03$. NEPOMUCENO *et al.* (2014) sledovali také vliv skladování na hodnotu pH, kdy v prvním dni skladování byla hodnota u vaječného žloutku stanovena 6,58, po 5 dnech skladování 6,54 a v patnáctém dni 6,79. K podobným tvrzením přispěli i KUMBÁR *et al.* (2015), kde v prvním dni skladování činila hodnota pH žloutku křepelčích vajec $6,53 \pm 0,05$ a po 3 týdnech skladování došlo k rapidnímu poklesu na $6,18 \pm 0,06$, avšak v průběhu dalšího skladování měla hodnota pH zvyšující se tendenci, kdy v 16 týdnu skladování dosáhla až $6,86 \pm 0,06$. ADENIYI *et al.* (2016) uvádí hodnotu pH žloutku v den snášky $5,92 \pm 0,18$ dále po pěti dnech v pokojové teplotě $10,00 \pm 0,03$ a naproti tomu hodnotu pH žloutku také po pěti dnech skladování, avšak v chladničkových teplotách s hodnotou $6,86 \pm 0,02$.

IQBAL *et al.* (2015) uvádí pH žloutku u křepelčích vajec s hmotností $13,05 \pm 0,05$ g $6,13 \pm 0,03$ a u vajec s hmotností $12,77 \pm 0,08$ hodnotu pH $6,04 \pm 0,03$. WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) shrnuli hodnoty pH křepelčích vajec plemene *Faraon* v 8. (6,2); 13. (6,3); 18. (6,3) a 23. týdnu (6,2) skladování, což ve srovnání se studií MATHEW *et al.* (2016) nastiňuje odlišné hodnoty pH vaječného žloutku křepelčích vajec v prvním týdnu skladování 6,42 a po osmi týdnech s dosaženou hodnotou 7,11. Tato zvyšující hodnota pH vaječného žloutku však nemá zcela lineární charakter a její nárůst je připisován délce a teplotě skladování.

TRZISZKA *et al.* (2014) sledovali vliv složení krmné dávky s příměsí mořských řas a lněného semínka nejen na chemické vlastnosti vaječných komponentů křepelčích vajec, kdy stanovili hodnotu pH u nosnic ve třech stádiích snáškového cyklu s hodnotou pH žloutku $6,39 \pm 0,12$ v prvním snáškovém cyklu, $6,48 \pm 0,09$ ve druhém a $6,30 \pm 0,10$, což prokázalo vliv na snížení aktivní kyselosti. TEUŞAN *et al.* (2009) uvádí nejnižší naměřenou hodnotu pH u žloutku křepelky 5,71 a oproti tomu nejvyšší hodnota dosahovala 6,33.

3.3.2.9 pH bílku křepelčích vajec

U čerstvě snesených křepelčích vajec se hodnota pH bílku pohybuje okolo 7,0 a vlivem stárnutí, kdy dochází k uvolňování oxidu uhličitého, se jeho hodnota zvyšuje až na možnou hranici 9,7 (COUTTS *et al.*, 2007).

TRZISZKA *et al.* (2014) uvádí vliv složení krmné dávky u nosnic ve třech snáškových cyklech, kdy u první skupiny nosnic pH bílku dosáhlo $9,28 \pm 0,1$ dále ve druhé skupině $9,26 \pm 0,09$ a ve třetí $9,20 \pm 0,04$. Zde se prokázal vliv složení krmné dávky bohaté na mořské řasy a lněné semínko shodně, jako tomu bylo i u pH vaječného žloutku a dochází tedy ke snížení těchto hodnot. BAYLAN *et al.* (2011) stanovili pH vaječného bílku křepelk japonských v závislosti na teplotě a čase skladování, kdy vejce skladovaná při 4 °C během skladování bylo pH bílku v 0 (8,56), 15 (8,66), 30 (8,76) a 45 (8,82). Oproti tomu vejce skladovaná při pokojové teplotě v 15 dni skladování dosáhla hodnoty pH 9,36 a ve 45. dni skladování dokonce 9,57. Z této studie je tedy patrný vliv teploty skladování na kvalitu a chemické vlastnosti vaječných složek včetně hodnoty pH. ADENIYI *et al.* (2016) uvádí ve své studii hodnotu pH bílku u křepelčích vajec $8,67 \pm 0,34$ dále po pěti dnech skladování při teplotě pokojové $12,99 \pm 0,61$, kdežto při skladování v chladničce nedošlo k tak výraznému zvýšení a pH bílku dosáhlo $9,83 \pm 0,04$.

WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) studovali kvalitativní znaky křepelčích vajec v závislosti na stáří nosnic u plemene *Faraon*, kde zkoumali hodnoty pH pro řídký a hustý bílek zvlášť, avšak u obou typů vaječného bílku nebyly prokázány rozdíly hodnot pH v závislosti na stáří nosnice a pohybovaly se mezi 9,0 až 9,2. AKPINAR *et al.* (2015) sledovali změny vaječného bílku a tedy i hodnot pH v průběhu skladování, kdy u čerstvě snesených vajec dosahovala průměrná hodnota pH 8,28 a po pěti týdnech skladování se tato hodnota zvýšila až na 9,45, což potvrzuje i studie KARA *et al.* (2016), kde v 7 dni skladování byla hodnota pH bílku $9,03 \pm 0,01$ u křepelčích vajec a po dalších sedmi dnech se zvýšila na $9,17 \pm 0,01$. MATHEW *et al.* (2016) vajec křepelk japonských uvádí hodnotu pH bílku 7,33 až 8,97, čímž se velmi podobá jiným výsledkům.

DUMAN *et al.* (2016) stanovili průměrnou hodnotu pH vaječného bílku $8,70 \pm 0,01$, kdežto IQBAL *et al.* (2015) uvádí u křepelčího vejce s hmotností $12,77 \pm 0,08$ hodnotu pH u bílku $7,59 \pm 0,05$. Ve studii NEPOMUCENO *et al.* (2014) autoři dokonce uvádí pH vaječného bílku u křepelk ve velmi zásadité úrovni s průměrnou hodnotou 10,26 po 15

dnech skladování. TEUŞAN *et al.* (2009) stanovili nejnižší naměřenou hodnotu pH bílku 8,67 a oproti tomu nejvyšší hodnota dosahovala 9,17.

3.3.2.10 *pH melanže křepelčích vajec*

Hodnoty pH vaječné melanže u křepelčích vajec se pohybují mezi pH bílku a pH žloutku, kdy nejčastěji nabývají 7,5 až 8, avšak s přibývajícím dobou skladování mohou dosáhnout i hodnot vyšších (COUTTS *et al.* 2007).

MATHEW *et al.* (2016) uvádí hodnotu pH vaječné melanže křepelčích vajec při skladování ve 4 °C 7,57 dále při 32 °C 8,65 a při 37 °C 8,80. Ke vzrůstající tendenci hodnoty pH vaječné melanže dochází nejen vlivem teploty skladování, ale také délky. KUMBÁR *et al.* (2015) stanovili v prvním dni skladování pH $7,10 \pm 0,04$ melanže, po 8 dnech $7,79 \pm 0,06$ a v šestnáctém dni skladování $7,89 \pm 0,08$. Nejvyšší hodnoty pH vaječná melanž křepelék dosáhla ve 12 týdnu skladování, a to $7,99 \pm 0,07$. Podobné hodnoty se nacházejí i ve studii ADENIYI *et al.* (2016), kde je popsána závislost délky skladování a teploty na pH melanže s hodnotami při 4 °C v den snášky $7,13 \pm 0,08$ a pro srovnání při skladovací teplotě 20 °C, kdy hodnota pH dosáhla až $8,31 \pm 0,17$.

TEUŞAN *et al.* (2009) uvádí hodnoty vaječné melanže u křepelčích vajec, kdy 7,09 je minimální a 8,48 maximální hodnota měření. Ve studii MATHEW *et al.* (2016) je popsán také vliv délky skladování, kdy nejnižší hodnoty byly zjištěny v prvním týdnu skladování 7,50 a následně nejvyšší v posledním týdnu skladování tedy osmém týdnu s pH melanže křepelčích vajec 9,13.

3.4 **Skladování křepelčích vajec**

Standardně se doporučuje vejce skladovat při chladničkových teplotách okolo 4 °C s dobrou cirkulací vzduchu. Za těchto okolností lze vejce uchovat až 60 dní bez jakéhokoli rizika (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001). Tento fakt je však pouze doporučením a proto křepelčí vejce můžeme skladovat i při pokojové teplotě v rozmezí 5 – 18 °C, avšak s rostoucí teplotou skladování dochází k rychlejším změnám ve vejci a stávají se tak méně udržitelnými. Křepelčí vejce jsou nejčastěji k dostání ve spotřebitelském balení po devíti kusech uložených v plastových obalech.

Skladováním vajec se zabývalo již několik odborných studií, které prokázali vliv délky a teploty skladování na jakostní parametry vajec. Křepelčí vejce oproti vejcím

slepčím vykazují vyšší stabilitu, protože jejich podskořápková membrána je silnější a tudíž dochází k menšímu přístupu kyslíku do nitra vejce, ale také ke snížení přístupu nežádoucím agens. Na jakostní ukazatele během skladování má také vliv zastoupení kutikuly, kdy skladováním při chladničkové teplotě bylo prokázáno její zachování až 120 dní, kdežto u křepelčích vajec skladovaných při pokojové teplotě se kvalita kutikuly a její zachování snížilo až o polovinu (SHANAWAY, 1994).

Průměrný počet bakterií u čerstvých křepelčích vajec na jejich povrchu je 4×10^5 , kdy hlavními zástupci jsou *Salmonella* a *Staphylococcus aureus*. Jejich zastoupení záleží právě na teplotě skladování, kdy při nižších teplotách je jejich výskyt nižší a naopak při vyšších teplotách se i počet bakterií rapidně zvyšuje.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Materiál

Pro stanovení vybraných jakostních parametrů křepelčích vajec a jejich změn během skladování byla použita vejce křepelek japonských (*Coturnix coturnix japonica*) plemene *Faraon* z klecového chovu na Jižní Moravě, který dodává křepelčí vejce do tržní sítě. Nosnice byly krmeny komplexní krmnou směsí po celou dobu snášky.

4.2 Metodika

Křepelčí vejce byla odebrána a dovezena v den snášky. Všechna čerstvá vejce byla nejprve zvážena, označena a následně skladována při nekolísavé teplotě 4 °C při relativní vlhkosti vzduchu 75 %. Délka skladování křepelčích vajec byla 0, 1, 2, 4, 6 a 8 týdnů a pro sledování jakostních znaků bylo použito celkem 120 ks křepelčích vajec. V každém týdnu skladování byly u 20 ks vajec analyzovány tyto jakostní parametry:

- hmotnost vajec a úbytek hmotnosti po skladování,
- index tvaru vejce,
- tloušťka skořápky,
- podíl skořápky,
- výška bílku,
- šířka a délka bílku,
- index bílku,
- podíl bílku,
- Haughovy jednotky,
- výška a šířka žloutku,
- podíl žloutku,
- index žloutku,
- barva žloutku,
- pH žloutku, bílku a melanže.

4.2.1 Hmotnost vajec a úbytek hmotnosti po skladování

Křepelčí vejce byla označena číslem a zvážena na analytických vahách v gramech s přesností na dvě desetinná místa v den snášky. Poté byla vejce vážena v daných týdnech skladování a hmotnostní úbytek po skladování byl vyjádřen procentuálně.

$$\text{Úbytek hmotnosti} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \cdot 100 [\%],$$

kde m_1 ... hmotnost vajec před skladováním [g],

m_2 ... hmotnost vajec po skladování [g].

4.2.2 Index tvaru vejce

Digitálním posuvným měřidlem byla nejprve změřena výška a následně šířka křepelčích vajec. Získané hodnoty byly použity pro výpočet dle vztahu:

$$\text{Index tvaru vejce} = \frac{b}{a} \cdot 100 [\%],$$

kde a ... délka vejce [mm],

b ... šířka vejce [mm].

4.2.3 Tloušťka skořápky

Po výtlučku byla skořápka křepelčích vajec důkladně vymyta, rozložena na papírové proložky a sušena v sušárně při 130 °C po dobu 60 minut. Následně byla tloušťka skořápky měřena setinovým úchylkoměrem v mm, a to na ostrém konci, tupém konci a ve středu skořápky křepelčího vejce. Z těchto hodnot byl vyjádřen aritmetický průměr.

4.2.4 Podíl skořápky

Skořápka křepelčích vajec byla neprodleně po vysušení zvážena na laboratorních vahách v gramech s přesností na tři desetinná místa. Ze zjištěných hmotností skořápek byl vyjádřen procentuální podíl z celkové hmotnosti vejce podle vzorce:

$$\text{Podíl skořápky} = \frac{a}{b} \cdot 100 [\%],$$

kde a ... hmotnost skořápky [g],

b ... hmotnost vejce [g].

4.2.5 Výška bílku

Po rozklepnutí křepelčího vejce na vodorovnou černou testovací desku byla stanovena výška hustého bílku pomocí výškového měřidla v mm s přesností na dvě desetinná místa. Dále byly tyto hodnoty využity pro výpočet indexu bílku.

4.2.6 Šířka a délka bílku

Šířka a délka hustého bílku byla po rozklepnutí křepelčího vejce na vodorovnou černou testovací podložku stanovena pomocí posuvného měřidla v mm s přesností na dvě desetinná místa. Šířka bílku dále sloužila k výpočtu indexu bílku.

4.2.7 Index bílku

Index bílku se vyjadřuje pomocí poměru výšky a šířky hustého bílku a pro výpočet byl použit vzorec:

$$\text{Index bílku} = \frac{a}{b} \cdot 100 [\%],$$

kde a ... výška hustého bílku [mm],

b ... šířka hustého bílku [mm].

4.2.8 Podíl bílku

Podíl bílku byl stanoven pomocí odpočtu od hmotnosti vejce, hmotnosti skořápky a hmotnosti žloutku a následně byl vyjádřen v procentech dle vzorce:

$$\text{Podíl bílku} = \frac{a}{b} \cdot 100 [\%],$$

kde a ... hmotnost bílku [g],

b ... hmotnost vejce [g].

4.2.9 Haughovy jednotky

Pro výpočet Haughových jednotek byla použita následující rovnice za dosazení hodnot hmotnosti celého křepelčího vejce a výšky hustého bílku:

$$\text{Haughovy jednotky} = 100 \cdot \log \left(H + 7,51 - 1,7EW^{0,37} \right)^2,$$

kde H ... výška hustého bílku [cm],

W ... hmotnost vejce [g].

4.2.10 Výška a šířka žloutku

Výška žloutku křepelčích vajec byla stanovena po rozklepnutí vejce na vodorovnou černou podložku výškovým měřidlem v mm s přesností na dvě desetinná místa. Šířka žloutku křepelčích vajec byla stanovena také po rozklepnutí vejce na vodorovnou černou testovací podložku, avšak za použití posuvného měřidla v mm s přesností na dvě desetinná místa. Tyto hodnoty dále sloužily k vyjádření indexu žloutku.

4.2.11 Podíl žloutku

Žloutek, který byl důkladně zbaven bílku i chalázy za použití filtračního papíru a pinzet byl zvážen na laboratorních vahách v gramech s přesností na dvě desetinná místa a podíl žloutku z hmotnosti vejce následně vyjádřen v procentech podle vzorce:

$$\text{Podíl žloutku} = \frac{a}{b} \cdot 100 [\%],$$

kde a ... hmotnost žloutku [g],

b ... hmotnost vejce [g].

4.2.12 Index žloutku

Index žloutku křepelčích vajec je vyjádřen poměrem výšky a šířky žloutku a pro výpočet byl použit vzorec:

$$\text{Index žloutku} = \frac{a}{b} \cdot 100 [\%],$$

kde a ... výška žloutku [mm],

b ... šířka žloutku [mm].

4.2.13 Barva žloutku

Barva žloutku u křepelčích vajec byla stanovena po rozklepnutá vejce na vodorovnou černou podložku a následně posouzena podle barevné stupnice La Roche, která zahrnuje 15 odstínů barvy.

4.2.14 pH žloutku, bílku a melanže

pH připravených vaječných hmot bylo stanoveno pomocí pH metru WTW pH 95.

4.3 Statistické vyhodnocení

Pro statistické vyhodnocení průkaznosti rozdílů byl použit program Statistical12, konkrétně jednofaktorová ANOVA – Duncanův test. K vyhodnocení výsledků byl použit Microsoft Excel. Za statisticky neprůkazný rozdíl (SN) byl považován výsledek, jehož hodnota hladiny pravděpodobnosti dosahovala $p > 0,05$. Za statisticky průkazný rozdíl (*) byla považována hodnota pravděpodobnosti $p < 0,05$ a za vysoce průkazný statistický rozdíl hodnoty $p < 0,01$ (**).

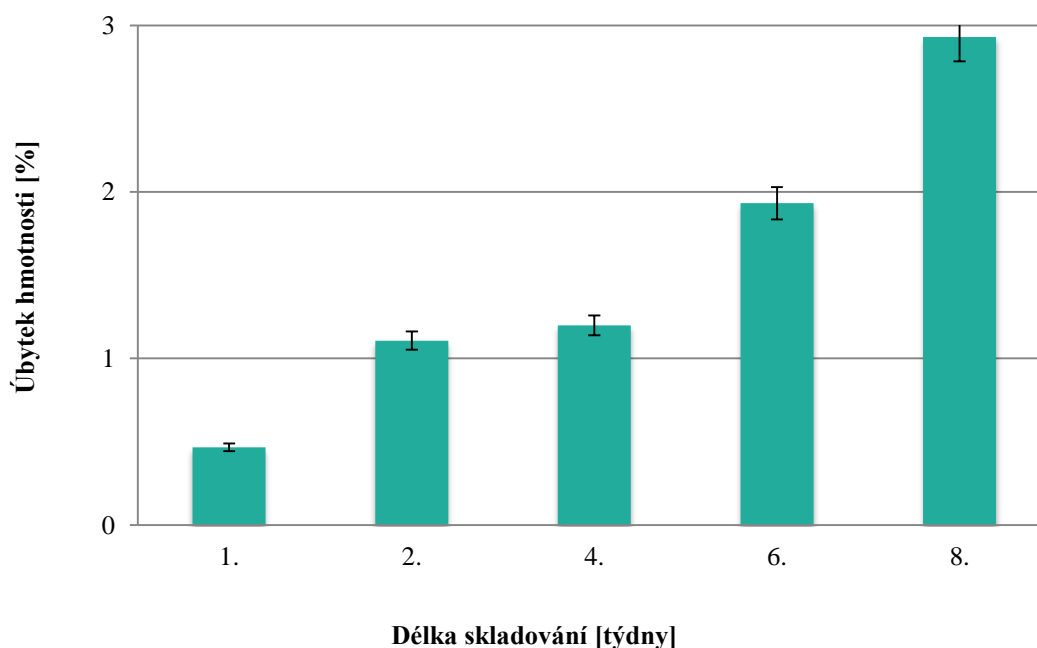
Byly popsány tyto základní statistické parametry:

Počet vzorků:	n
Aritmetický průměr:	\bar{x}
Směrodatná odchylka:	s_x
Variační koeficient:	v_x
Minimální hodnota znaku:	x_{\min}
Maximální hodnota znaku:	x_{\max}

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Úbytek hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování

Úbytek hmotnosti v průběhu skladování je znázorněn na obrázku 1. Průměrně se hodnoty úbytku hmotnosti u křepelčích vajec pohybovaly v rozmezí od 0,47 % v prvním týdnu skladování, až po hodnotu 2,93 % v osmém týdnu skladování. Z hodnot úbytku hmotnosti je patrná postupně se zvyšující tendence těchto ztrát v závislosti na délce skladování. Hmotnost u čerstvých vajec v den jejich snášky průměrně činila 13,40 g a po osmi týdnech skladování se hodnoty hmotnosti průměrně snížili o 0,39 g. Nejnižší hmotnost křepelčího vejce byla 10,62 g a nevyšší 13,68 g. Nejnižší individuální hodnota úbytku hmotnosti u křepelčích vajec byla zaznamenána po prvním týdnu skladování, kdy došlo ke snížení hmotnosti o 0,7 %. Oproti tomu nejvyšší individuální hodnota úbytku hmotnosti u křepelčích vajec byla zjištěna po šestém týdnu skladování, a to 6,97 %. Dle základních statistických ukazatelů, které jsou uvedeny v tabulce 7, jsou patrné zvyšující se ztráty hmotnosti křepelčích vajec v závislosti na délce skladování, kdy dochází odpařování vody obsažené ve vejcích. K hmotnostním ztrátám by také mohlo docházet v důsledku úbytku oxidu uhličitého, amoniaku, dusíku, a sirovodíku.



Obrázek 1 Úbytek hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování [%]

Tabulka 7 Základní statistické charakteristiky úbytku hmotnosti vajec při skladování [%]

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	<i>X</i> _{min}	<i>X</i> _{max}	<i>S</i> _x	<i>V</i> _x
0.	20					
1.	20	0,47	0,07	0,79	0,16	35,26
2.	20	1,11	0,66	4,84	0,94	84,48
4.	20	1,20	0,75	1,71	0,29	23,96
6.	20	1,93	0,73	6,97	1,30	67,34
8.	20	2,93	1,73	5,97	1,05	35,74

Statistická průkaznost rozdílů hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování je uvedena v tabulce 8. Vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) byl zjištěn mezi vejci čerstvými a vejci v 2. – 8. týdnu skladování, 1. a 6. – 8. týdnu skladování, 2. a 4. týdnu s 6. – 8. týdnem a dále mezi 6. a 8. týdnem skladování. Průkazný rozdíl ($p < 0,05$) v úbytku hmotnosti byl zaznamenán mezi 1. a 2. – 4. týdnem skladování, kdežto mezi 2. a 4. týdnem skladování nebyla statistická průkaznost prokázána.

Tabulka 8 Statistická průkaznost rozdílu v úbytku hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	**	--				
2.	**	*	--			
4.	**	*	SN	--		
6.	**	**	**	**	--	
8.	**	**	**	**	**	--

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

Zjištěné průměrné hmotnosti sledovaných čerstvých křepelčích vajec (13,40 g) jsou značně vyšší, než uvádí PANDA a SINGH (1990) a NOWACZEWSKI *et al.* (2010b). Naopak ALKAN *et al.* (2011) i GENCHEV (2012) uvádí hodnoty hmotnosti křepelčích vajec vyšší, což je způsobenou věkem a plemenem křepelek. BAYLAN *et al.* (2011) je s průměrnou hmotností křepelčích vajec na stejné úrovni jako naše měření. Úbytek hmotnosti se u křepelčích vajec v průběhu skladování skoro lineárně zvyšoval, což odpovídá tvrzení RORIZ *et al.* (2016), který také uvádí nejvyšší úbytek hmotnosti v 6. týdnu skladování s hodnotou úbytku 2,40 % z původní hmotnosti. Naše výsledky korelují

i s výsledky ze studie NOWACZEWSKI *et al.* (2010b), kde se průměrná hmotnost křepelčích vajec v průběhu skladování postupně snižovala z 11,37 g na 11,00 g. Naše hodnoty úbytku hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování se také shodují s dalšími studii ALKAN *et al.* (2008), RORIZ *et al.* (2016) a AKPINAR *et al.* (2015). Rozdíly mezi některými studii a našimi výsledky mohou být způsobeny především použitím vajec od nosnic jiným plemen ALKAN *et al.* (2011) nebo také stářím nosnice, což uvádí studie GENCHEV (2012).

5.2 Index tvaru křepelčích vajec

Index tvaru křepelčích vajec je úzce spjat s jeho hmotností a stanovuje se pomocí délky a šířky vejce. Na tvar křepelčích vajec má vliv stáří nosnice, složení krmné dávky, plemenná příslušnost a s tím spojené fyziologické faktory jako např. tlak svalů vejcovodu při tvorbě vejce, objem vejcovodu, průchodnost vejcovodu, množství bílku a žloutku apod. Hodnota indexu tvaru zcela kulatého vejce by měla činit 100 %, avšak vejce nemají tvar zcela pravidelný, ale spíše oválný a proto se hodnoty indexu nejčastěji pohybují v rozmezí 63 – 85 % u vajec slepičích a 74 – 84 % u vajec křepelčích. Průměrná hodnota délky vejce se pohybuje v rozmezí 29 – 35 mm u vajec křepelek japonských a 56 – 59 mm u vajec slepičích. Průměrná hodnota šířky křepelčích vajec činí 24 – 27 mm a 42 – 48 mm pro vejce slepičí.

Průměrná hodnota indexu tvaru křepelčích vajec činí 76,82 %. Nejnižší individuální hodnota indexu tvaru vejce byla 71,12 % a oproti tomu nejvyšší individuální hodnota dosahovala 106,28 %. Základní statistické charakteristiky indexu tvaru vajec uvádí tabulka 9.

Tabulka 9 Základní statistické charakteristiky indexu tvaru křepelčích vajec [%]

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	74,85	71,12	83,09	11,55	15,43
1.	20	76,43	71,29	82,99	2,96	3,87
2.	20	77,33	72,64	83,13	2,98	3,86
4.	20	78,85	74,38	106,28	7,01	8,89
6.	20	76,86	72,88	81,83	2,62	3,41
8.	20	76,61	71,47	80,69	2,77	3,62

Statistická průkaznost rozdílu pro index tvaru vajec % křepelčích vajec je zaznamenána v tabulce 10, kdy nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl indexu tvaru vejce u vajec křepelék japonských.

Tabulka 10 *Statistická průkaznost rozdílu v indexu tvaru křepelčích vajec*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	SN	SN	SN	--	
8.	SN	SN	SN	SN	SN	--

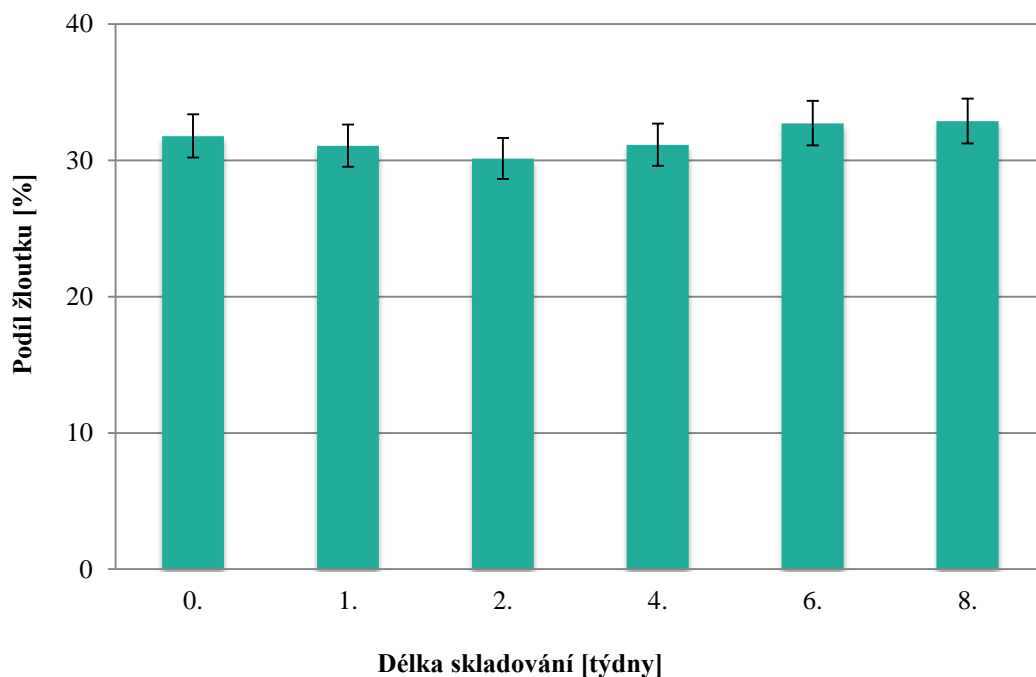
$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

Zjištěné průměrné hodnoty indexu tvaru u křepelčích vajec (76,82 %) jsou mírně nižší, než uvádí ZITA *et al.* (2012) a EL-TARABANY *et al.* (2015). Vzniklé rozdíly mohou být způsobeny plemennou příslušností, stářím nosnic, ale i složením krmné dávky, která značně ovlivňuje velikost vejce, tedy i jeho tvarový index. Index tvaru vajec však odpovídá výsledkům NARINC *et al.* (2015), NOWACZEWSKI *et al.* (2010a) a ALKAN *et al.* (2011), kteří uvádí průměrnou hodnotu indexu tvaru vejce u křepelčích vajec 76,53 %. Průměrná délka a šířka křepelčích vajec, což jsou velmi důležité hodnoty pro výpočet indexu tvaru vejce, se v průměru pohybují okolo hodnoty délky křepelčího vejce 33,81 mm a šířky 25,86 mm. Tyto hodnoty jsou takřka totožné s hodnotami naměřenými ve studii EL-TARABANY *et al.* (2015). K vyšším hodnotám délky a šířky křepelčích vajec dospěli YAMAK *et al.* (2015), což vede i k vyšší hodnotě indexu tvaru křepelčích vajec, a to 79,27 %. BAYLAN *et al.* (2011) uvádí index tvaru křepelčích vajec 76,03 – 76,50 % s čímž se ztotožňují i naše výsledky.

5.3 Podíl žloutku z hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování

Podíl žloutku křepelčích vajec z celkové hmotnosti vejce v průběhu skladování je znázorněn na obrázku 3. Průměrná hodnota podílu žloutku u křepelčích vajec z celého sledovaného období činí 31,62 %. U čerstvých vajec je pak průměrná hodnota podílu žloutku stanovena 31,79 %, kdežto po osmi týdnech skladování došlo ke zvýšení průměrné hodnoty podílu žloutku, a to o 1,09 %. Nejnižší individuální hodnota podílu

žloutku byla 25,76 % (zaznamenána ve 2. týdnu skladování) a oproti tomu nejvyšší individuální hodnota podílu žloutku křepelčích vajec byla 42,17 % (v 6. týdnu skladování). Průměrná hodnota podílu žloutku u slepičích vajec se pohybuje v rozmezí 26,27 – 30,27 %, z čehož je patrné, že u křepelčích vajec je podíl žloutku mírně vyšší, než je tomu u vajec slepičích. S tímto faktem úzce souvisí i obsah cholesterolu ve vejcích, kdy se často setkáváme s tvrzením, že vejce křepelčí obsahují méně cholesterolu, než vejce slepičí. Toto tvrzení však není pravdivé, protože podíl žloutku je u vajec křepelčích mírně vyšší a při přepočtu na 100 g je hodnota obsahu cholesterolu dokonce u křepelčích vajec mnohdy mírně zvýšena ve srovnání s obsahem ve vejcích slepičích. Základní statistické charakteristiky podílu žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování uvádí tabulka 11, kde z výsledků vyplývá, že podíl žloutku z celkové hmotnosti křepelčích vajec má v průběhu skladování mírně se zvyšující charakter, což je způsobeno vyrovnáváním osmotického tlaku mezi žloutkem a bílkem.



Obrázek 2 Podíl žloutku z hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování [%]

Tabulka 11 *Základní statistické charakteristiky podílu žlutku z hmotnosti křepelčích vajec při skladování [%]*

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	31,79	26,65	35,82	2,40	7,55
1.	20	31,07	27,39	34,39	2,06	6,62
2.	20	30,13	25,76	34,16	2,42	8,04
4.	20	31,15	26,59	35,87	2,94	9,43
6.	20	32,73	28,53	42,17	2,84	8,69
8.	20	32,88	28,75	39,95	2,78	8,45

Statistické vyhodnocení průkaznosti rozdílu v podílu žlutku z celkové hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování uvádí tabulka 12, kdy vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) byl stanoven mezi vejci v 2. a 6. – 8. týdnu skladování. Mezi dalšími týdny skladování nebyl prokázán žádný statisticky významný rozdíl.

Tabulka 12 *Statistická průkaznost rozdílu v podílu žlutku křepelčích vajec v průběhu skladování*

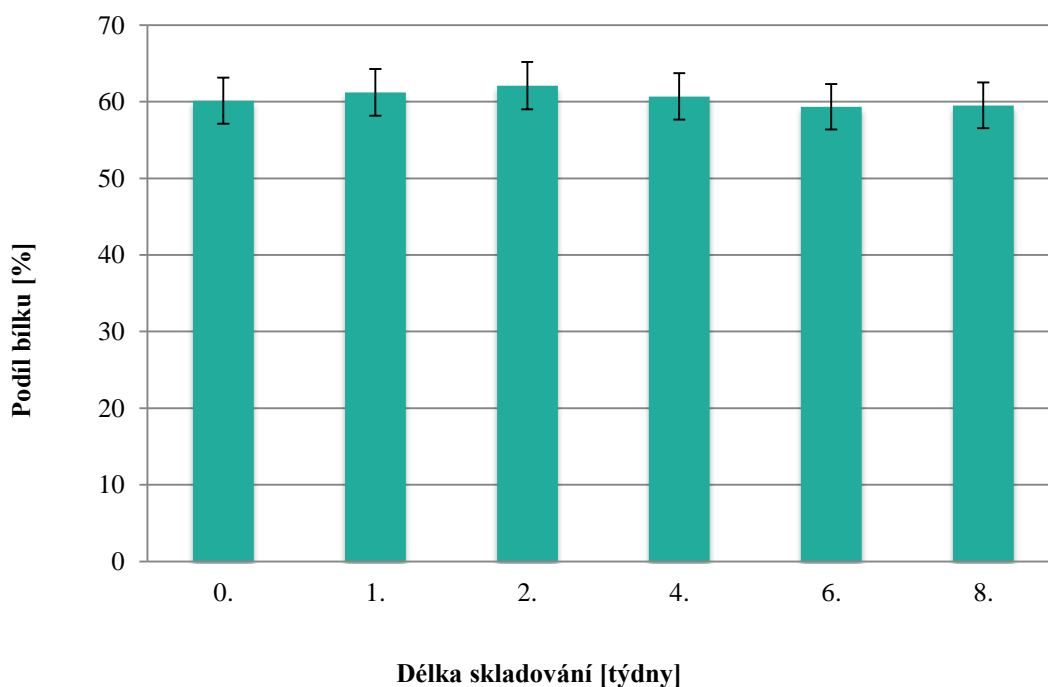
Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	SN	**	SN	--	
8.	SN	SN	**	SN	SN	--

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

GENCHEV (2012) uvádí průměrnou hodnotu podílu žlutku z celkové hmotnosti křepelčích vajec 31 – 37 %, což odpovídá i našemu rozmezí hodnot. Průměrná hodnota podílu žlutku (31,62 %) byla blízká hodnotám zjištěným ve studii ABEYRATHNA *et al.* (2015) a také EL-TARABANY *et al.* (2015). Vyšší hodnoty zastoupení podílu žlutku oproti našim výsledkům stanovil SALMAN a TABEEKH (2011), a to o 5,13 %, což může být způsobenou jinou plemennou příslušností. NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) ve své studii prokázal, že podíl žlutku se snižuje se zvyšující se hmotností celého vejce, načež může mít vliv opět i stáří nosnice a plemenná příslušnost. Stejně tak jako u našich výsledků NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) uvádí zvyšující se tendenci zastoupení žlutku v závislosti na délce skladování vajec křepelk.

5.4 Podíl bílku z hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování

Podíl bílku z celkové hmotnosti křepelčích vajec v závislosti na průběhu skladování je graficky znázorněn na obrázku 4. Průměrné hodnoty podílu bílku u křepelčích vajec se pohybovali v rozmezí hodnot 60,13 % u vajec čerstvě snesených, dále po prvním týdnu skladování došlo ke zvýšení zastoupení bílkové části, a to v průměru o 1,8 %. Vzrůstající charakter podílu bílku u křepelčích vajec byl zaznamenán až po konci 2. týdne skladování a následně se podíl bílku začal snižovat, což koreluje se zvyšujícím se podílem žloutku, kdy dochází vlivem osmotického tlaku k difuzi vody z části bílkové do žloutkové. Nejnižší individuální hodnota podílu bílku byla zaznamenána v 6. týdnu skladování, a to 51,09 %. Nejvyšší individuální hodnota pak byla zjištěna ve 2. týdnu skladování, kdy hodnota podílu bílku z hmotnosti křepelčích vajec činila 68,90 %. Průměrné hodnoty podílu bílku se u slepičích vajec pohybují v rozmezí 58,81 – 64,96 %. Vyšší hodnoty podílu bílku u vajec slepičích jsou způsobeny nižším podílem žloutku oproti vejcům křepelčím. Základní statistické charakteristiky podílu bílku křepelčích vajec z celkové hmotnosti vejce v průběhu skladování uvádí tabulka 13. Z výsledku vyplývá mírně se snižující charakter podílu bílku z celkové hmotnosti křepelčích vajec v závislosti na délce skladování, což může být způsobeno prostupem vody do žloutku, či vysycháním vajec.



Obrázek 3 Podíl bílku z hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování [%]

Tabulka 13 *Základní statistické charakteristiky podílu bílku z hmotnosti křepelčích vajec při skladování [%]*

Skladování [týdny]	n	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	s_x	v_x
0.	20	60,13	56,16	64,88	2,40	3,99
1.	20	61,21	57,95	65,48	2,14	3,50
2.	20	62,10	57,64	68,90	2,88	4,64
4.	20	60,69	56,20	65,71	2,87	4,73
6.	20	59,33	51,09	62,69	2,60	4,38
8.	20	59,52	53,57	63,22	2,53	4,25

Statistické vyhodnocení průkaznosti změn u podílu bílku křepelčích vajec z celkové hmotnosti vajec v průběhu skladování uvádí tabulka 14. Vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) v podílu bílku z celkové hmotnosti křepelčích vajec byl zaznamenán mezi 2. a 6. – 8. týdnem skladování. Průkazný rozdíl ($p < 0,05$) byl prokázán u podílu bílku čerstvých vajec s vejci ve 2. týdnu skladování a také mezi 1. a 6. týdnem skladování. V ostatních týdnech měření nebyl prokázán významný statistický rozdíl v zastoupení bílku k celkové hmotnosti křepelčích vajec.

Tabulka 14 *Statistická průkaznost rozdílu v podílu bílku křepelčích vajec v průběhu skladování*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	*	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	*	**	SN	--	
8.	SN	SN	**	SN	SN	--

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

Podíl bílku z celkové hmotnosti křepelčích vajec (60,50 %) odpovídá hmotnostním kategoriím vajec podle NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) mezi velikosti vejce S a M (viz Tabulka 6). Tyto hodnoty jsou mírně vyšší, než uvádí ve své studii EL-TARABANY *et al.* (2015) a ZEWEIL *et al.* (2016). K mírně vyšším výsledkům oproti hodnotě 60,50 % dospěl BAYLAN *et al.* (2011) s hodnotou podílu bílku 61,68 %. U čerstvých křepelčích vajec se naše hodnoty shodují s hodnotami ve studii

WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) u 18 týdnů starých křepelék. Suplementací esenciálních olejů došlo k nárůstu podílu bílku, což uvádí MANAFI *et al.* (2016). Pokles podílu bílku je závislý i na teplotě skladování, kdy INCI *et al.* (2015) u skladovaných vajec při teplotě 28 °C uvádí podíl bílku po deseti dnech skladování 58,58 % a při totožných podmínkách po 20 dnech skladování 55,78 %. Příčinou rozdílných hodnot podílu bílku u křepelčích vajec může být rozdílná teplota a relativní vlhkost skladování a také plemeno či věk nosnic. NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) uvádí také vliv na podíl bílku, kdy se zvětšující se velikostí vejce se i procentuální zastoupení bílku zvyšuje, což může mít vliv na uvedené výsledky. NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) uvádí hmotnost bílku před skladováním 7,05 g a po 8 dnech skladování 6,70 g, z čehož je patrný vliv délky skladování na hmotnost vaječného bílku, který je způsoben migrací vody obsažené v bílkové části do žloutku.

5.5 Podíl a tloušťka skořápky křepelčích vajec

Podíl skořápky z celkové hmotnosti křepelčích vajec se pohyboval v rozmezí 7,60 – 8,08 %. Nejnižší individuální hodnota podílu vaječné skořápky u křepelčích vajec činila 5,34 %, kdežto nejvyšší individuální hodnota podílu skořápky byla 9,58 %. Variační koeficient se u tohoto znaku pohyboval v rozmezí 7,11 – 11,34 %. Podíl skořápky u vajec slepičích se průměrně pohybuje v rozmezí 8,34 – 9,65 %, což vyplývá z velikosti vejce. Základní statistické charakteristiky podílu skořápky křepelčích vajec z celkové hmotnosti vejce uvádí tabulka 15. Tento podíl však může být ovlivněn nejen hmotností a velikostí vajec, což souvisí s plemennou příslušností a genotypem nosnic, ale především složením krmné směsi, kdy může dojít ke zvýšení tloušťky skořápky a tedy i podílu skořápky u vajec křepelék japonských. Tvorbu a tloušťku skořápky příznivě ovlivňuje strava bohatá na minerální látky, zejména vápník, kdežto vysoký obsah chlóru v krmivu, neklid nosnic a vysoká teplota prostředí může mít na tloušťku a pevnost skořápky negativní vliv. Průměrná tloušťka skořápky se u křepelčích vajec pohybuje v rozmezí 0,10 – 0,14 mm a u vajec slepičích 0,34 – 0,39 mm. Nejnižší individuální hodnota tloušťky skořápky křepelčích vajec činila 0,05 mm, oproti tomu nejvyšší individuální hodnota dosáhla 0,22 mm. Základní statistické charakteristiky tloušťky skořápky křepelčích vajec uvádí tabulka 16.

Tabulka 15 Základní statistické charakteristiky podílu skořápky z hmotnosti křepelčích vajec [%]

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	8,08	7,02	9,58	0,64	7,93
1.	20	7,71	6,52	8,91	0,67	8,65
2.	20	7,76	5,34	9,11	0,88	11,34
4.	20	8,16	7,18	9,21	0,58	7,11
6.	20	7,94	6,45	9,29	0,81	10,15
8.	20	7,60	6,48	8,60	0,63	8,23

Tabulka 16 Základní statistické charakteristiky tloušťky skořápky křepelčích vajec [mm]

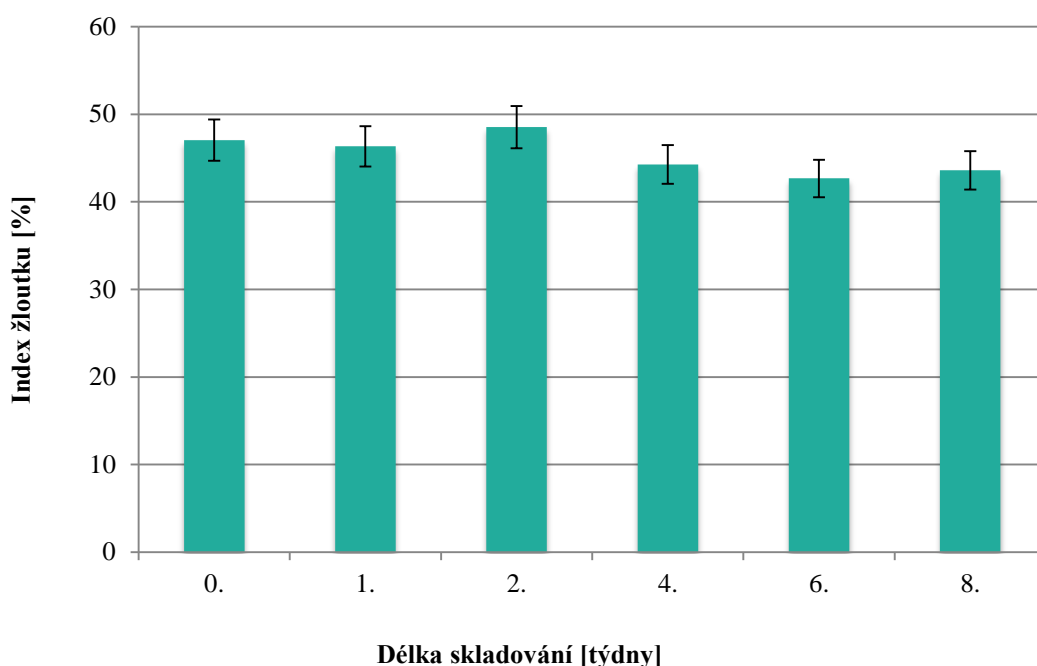
Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	0,12	0,08	0,16	0,02	17,21
1.	20	0,14	0,07	0,22	0,04	27,93
2.	20	0,11	0,07	0,15	0,02	18,81
4.	20	0,14	0,09	0,20	0,04	29,11
6.	20	0,10	0,05	0,15	0,02	23,95
8.	20	0,10	0,05	0,13	0,02	19,59

Podíl skořápky z hmotnosti křepelčích vajec se shoduje s výsledky studie AKPINAR *et al.* (2015), kde činila hodnota podílu skořápky křepelčích vajec 8,14 – 8,40 %. Ve studii OLGUN (2015) uvádí hodnoty podílu skořápky, které jsou našim hodnotám nejbližší, a to s rozdílem pouze 0,01 %, což koreluje s tloušťkou skořápky, která v tomto případě činila 0,17 mm. Při tloušťce skořápky 0,19 mm došlo k úměrnému nárůstu podílu vaječné skořápky, která pak činila 8,28 %. Podíl skořápky je však nižší, než uvádí GENCHEV (2012) a WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012), což je připisováno sledováním vajec křepelk jiné plemenné příslušnosti. BAUMGARTNER a HETÉNYI (2001) uvádí hodnoty podílu skořápky vyšší, než jakých jsme docílili mi při měření, a to až o 9,51 % a podobně stanovili podíl skořápky i ve studii EL-TARABANY *et al.* (2015), kdy rozdíl oproti našim výsledkům činil 2,47 %. BAYLAN *et al.* (2011) uvádí podíl skořápky vyšší o 2,94 %. Odchyly mezi jednotlivými studiemi mohou být způsobeny rozdílnou plemennou příslušností, s čímž souvisí hmotnost vajec a také složením krmné dávky, což koreluje s tloušťkou vaječné skořápky a tedy i jejím podílem. Z výsledků však vyplývá, že délka skladování na podíl vaječné skořápky u křepelčích vajec nemá žádný prokazatelný vliv.

5.6 Změna indexu žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování

Průměrné hodnoty indexu žloutku u křepelčích vajec v průběhu skladování byly 42,67 % (v 6. týdnu) a 48,53 % (ve 2. týdnu skladování). Index žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování znázorňuje obrázek 6. Nejnižší individuální hodnota pro index žloutku křepelčích vajec byla zaznamenána ve 2. týdnu skladování, a to 36,60 % oproti tomu nejvyšší individuální hodnota pro index žloutku byla také naměřena ve 2. týdnu skladování a dosáhla 75,19 %. U čerstvých křepelčích vajec byla hodnota indexu žloutku 47,04 % a ke zvyšování této hodnoty docházelo až do 2. týdne skladování. Od 4. týdne skladování však došlo ke snížení indexu žloutku, a to až o 3,44 % (v 8. týdnu skladování) oproti vejším čerstvým. Průměrné hodnoty indexu žloutku u slepičích vajec se pohybují v rozmezí 45,43 – 47,97 %.

Základní statistické charakteristiky indexu žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování uvádí tabulka 17. Zde je patrné, že ve druhém týdnu skladování dosáhl index žloutku křepelčích vajec nejvyšší průměrné hodnoty, což lze přisuzovat následku difuze, kdy voda z bílkové části byla přesunuta do vaječného žloutku. Tento fakt však s přibývajícím délkou skladování získal opačný ráz a hodnoty indexu žloutku u křepelčích vajec začali mít snižující se charakter. Snížení indexu žloutku u křepelčích vajec v průběhu skladování může být způsobeno difuzí vody zpět do bílkové části nebo vysycháním vajec. Index žloutku křepelčích vajec může být ovlivněn i plemennou příslušností, ale také složením krmné směsi, což může vést ke změnám hodnot indexu žloutku.



Obrázek 4 Změna index žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování [%]

Tabulka 17 Základní statistické charakteristiky indexu žloutku křepelčích vajec při skladování [%]

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	<i>x</i> _{min}	<i>x</i> _{max}	<i>s</i> _x	<i>v</i> _x
0.	20	47,04	39,54	56,24	3,71	7,89
1.	20	46,34	39,65	54,60	3,61	7,79
2.	20	48,53	36,60	75,19	7,70	15,86
4.	20	44,27	36,96	51,09	3,87	8,73
6.	20	42,67	38,36	47,35	2,68	6,29
8.	20	43,60	37,79	49,38	3,07	7,04

Statistické vyhodnocení průkaznosti změn v indexu žloutku u vajec křepelk japonských v průběhu skladování uvádí tabulka 18. Vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) byl zaznamenán mezi 2. a 4 – 8. týdnem skladování. Průkazný rozdíl ($p < 0,05$) vykazoval index žloutku křepelčích vajec v 1. a 6. týdně skladování a také vejce čerstvá s vejci v 8. týdně skladování. Mezi ostatními týdny měření nebyl zaznamenán žádný statistický významný rozdíl indexu žloutku křepelčích vajec v závislosti na délce skladování.

Tabulka 18 *Statistická průkaznost rozdílu indexu žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	**	--		
6.	**	*	**	SN	--	
8.	*	SN	**	SN	SN	--

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

Index žloutku u křepelčích vajec se téměř shoduje s údaji uvedenými ve studiích EL-TARABANY *et al.* (2015), WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) i INCI *et al.* (2015). Vyšších hodnot indexu žloutku již na počátku pokusu dosáhl NOWACZEWSKI *et al.* (2010a), kdy u čerstvě snesených vajec byla hodnota indexu o 3,26 %, než tomu bylo u našich vzorků ve stejnou dobu. BAYLAN *et al.* (2011) ve své studii uvádí hodnotu indexu žloutku na začátku pokusu blízkou hodnotě našich vzorků, avšak v průběhu skladování došlo k rapidnějšímu snížení této hodnoty až o 9,72 %. AKPINAR *et al.* (2015) stanovil index žloutku křepelčích vajec v rozmezí 49,1 % po prvním týdnu skladování a po pátém týdnu 29,85 %, což je výrazně nižší, než je tomu u našich vzorků po uplynutí osmi týdnů skladování. U všech zmíněných studií byla zjištěna v průběhu skladování snižující se tendence hodnoty indexu žloutku u křepelčích vajec a s tímto tvrzením se shodují i naše výsledky, z čehož vyplývá vliv délky skladování na index žloutku křepelčích vajec v důsledku migrace vody mezi žloutkovou a bílkovou částí.

5.7 Změna indexu bílku křepelčích vajec v průběhu skladování

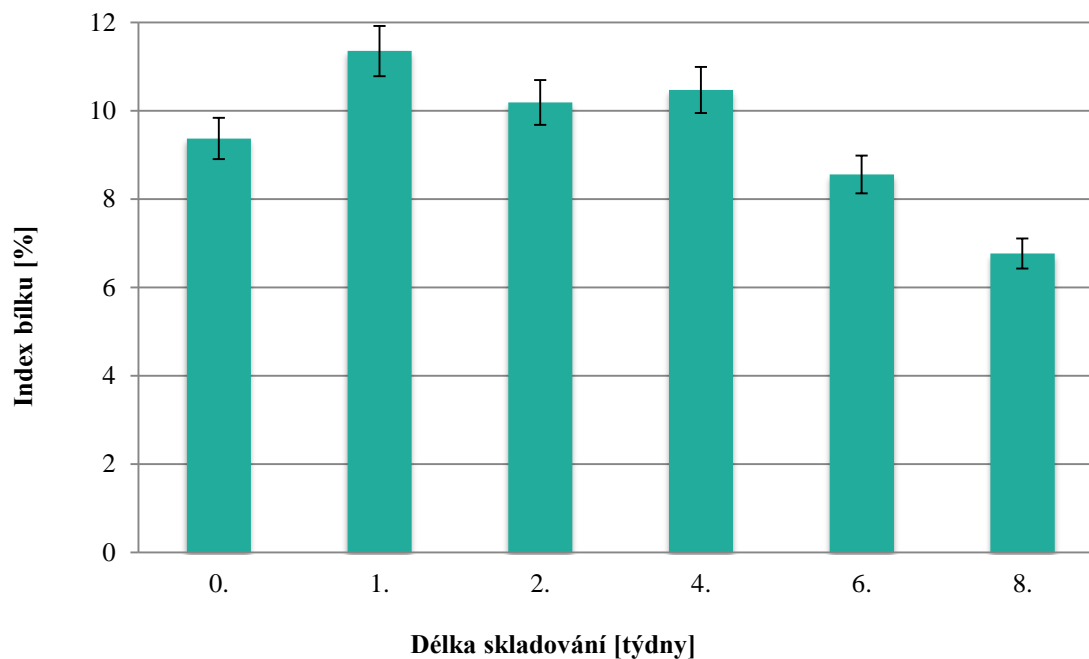
Jedním z nejvýznamnějších jakostních parametrů křepelčích vajec je index hustého bílku, který úzce souvisí s výškou a šířkou bílku, kdy po zjištění těchto hodnot lze snadno určit index bílku, a tudíž i jeho jakost během skladování. Na hodnotu indexu bílku však má vliv stáří nosnice, ale hlavně doba i teplota skladování, což také vyplývá z obrázku 7.

Index bílku křepelčích vajec se závislostí na délce skladování je znázorněn na obrázku 7. Průměrné hodnoty indexu hustého bílku se pohybovaly v rozmezí od 6,77 % (v 8. týdnu skladování) až po hodnotu 11,35 %, které bylo dosaženo ve 2. týdnu

skladování. Nejnižší individuální hodnota indexu bílku u křepelčích vajec byla zaznamenána v 8. týdnu skladování, a to 0,18 %, kdežto nejvyšší individuální hodnoty indexu bílku bylo dosaženo ve 4. týdnu skladování s hodnotou 20,07 %.

U čerstvě snesených křepelčích vajec byla průměrná hodnota indexu bílku stanovena na 9,37 % s tím, že až do ukončení 4. týdne skladování docházelo ke zvyšování zmiňované hodnoty až na hranici 10,47 %. Od 4. týdne však tato průměrná hodnota nabyla opačný ráz a došlo ke snížení indexu bílku, a to až o 2,6 % oproti čerstvým křepelčím vejcím. U slepičích vajec se udává průměrná hodnota indexu bílku v rozmezí 5,80 – 8,24 %.

Základní statistické charakteristiky indexu bílku u vajec křepelek japonských v závislosti na délce skladování uvádí tabulka 19. Z výsledků je patrný vliv délky skladování na index hustého bílku s klesající tendencí, kdy dochází kvůli vyrovnání osmotického tlaku mezi žloutkem a bílkem k migraci vody, což vede k řidnutí hustého vaječného bílku a tedy i zhoršování kvality křepelčích vajec.



Obrázek 5 Změna indexu bílku křepelčích vajec v průběhu skladování [%]

Tabulka 19 *Základní statistické charakteristiky indexu bílku křepelčích vajec při skladování [%]*

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	9,37	5,14	16,06	3,13	33,38
1.	20	11,35	7,26	17,83	2,86	25,17
2.	20	10,19	5,75	13,61	1,89	18,52
4.	20	10,47	3,66	20,07	5,03	48,06
6.	20	8,56	1,19	18,22	5,31	62,07
8.	20	6,77	0,18	10,93	3,31	48,89

Statistické vyhodnocení průkaznosti změn indexu bílku u křepelčích vajec v závislosti na délce skladování uvádí tabulka 20. Statisticky vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) byl zjištěn mezi 8. a 1. – 4. týdnem skladování. Průkazný rozdíl ($p < 0,05$) pak prokázali hodnoty indexu bílku křepelčích vajec čerstvě snesených s vejci v 8. týdnu skladování a také mezi 1. a 6. týdnem skladování. Mezi dalšími týdny měření indexu bílku křepelčích vajec nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl této hodnoty v závislosti na skladování.

Tabulka 20 *Statistická průkaznost rozdílu indexu bílku křepelčích vajec v průběhu skladování*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	*	SN	SN	--	
8.	*	**	**	**	SN	--

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

Hodnoty indexu bílku našich vzorků křepelčích vajec se téměř shodují s výsledky studie BAUMGARTNER a HETÉNYI (2001). U vajec křepelk japonských skladovaných při 4 °C uvádí BAYLAN *et al.* (2011) hodnoty indexu bílku oproti našim vzorkům až o 2,88 % vyšší. Oproti tomu BAYLAN *et al.* (2011) sledovali i index bílku u vzorků skladovaných při 20 °C a byl prokázán negativní vliv teploty na index bílku, kde došlo oproti vzorkům skladovaným v chladničkové teplotě ke snížení této hodnoty až o

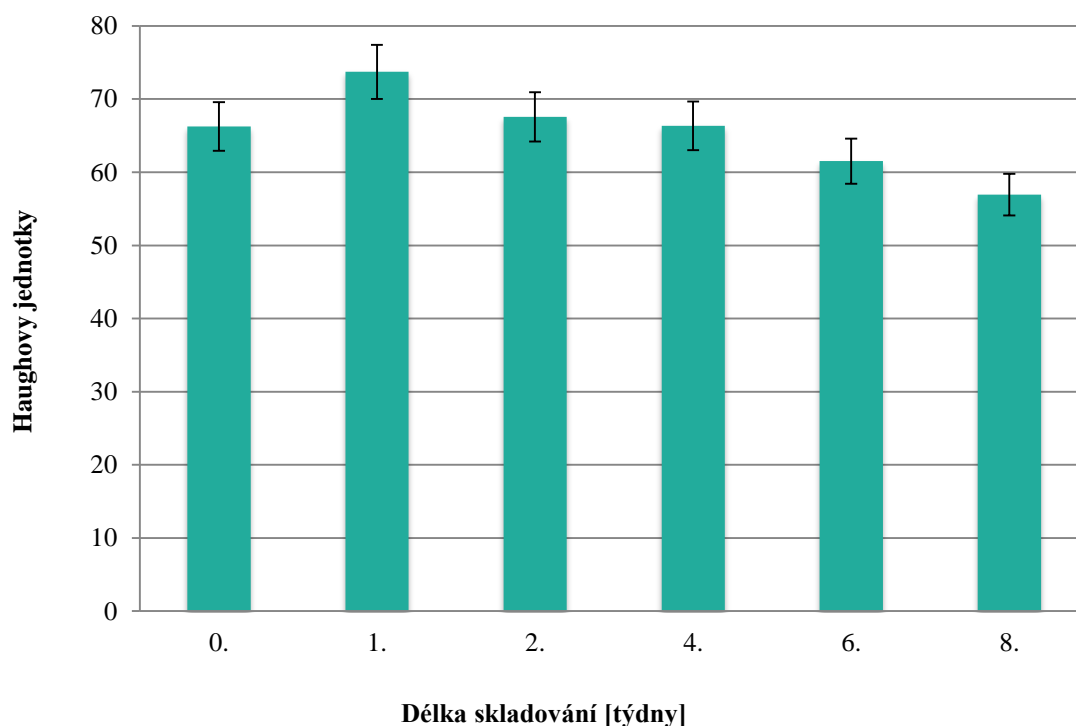
4,75 %. K mírně vyšším hodnotám dospěl i BAGH *et al.* (2016), což přisuzují rozdílné plemenné příslušnosti nosnic mezi pokusy. K mírně vyšším hodnotám indexu bílku křepelčích vajec dosáhl také NOWACZEWSKI *et al.* (2010), a to pouze o 1,33 %. KARA *et al.* (2016) stanovili průměrnou hodnotu indexu bílku křepelčích vajec 10,23 %, což se téměř shoduje s naší nejvyšší průměrnou hodnotou 10,47 %. KUMBÁR *et al.* (2015) uvádí hodnotu indexu bílku čerstvých křepelčích vajec 13,20 %, kdy tato hodnota je oproti našim vzorkům u čerstvých vajec o 3,38 % vyšší a ve 4. týdnu skladování stanovili index bílku 7,24 %, což oproti naší hodnotě naměřené ve 4. týdnu skladování je o 3,23 % nižší. Naše hodnoty indexu bílku vajec křepelek japonských se shodují s výsledky studie NOWACZEWSKI *et al.* (2010b), kde se index bílku v závislosti na délce skladování postupně snižoval. Odlišné hodnoty indexu bílku našich vajec s vejci jiných studií mohou být způsobeny odlišnou plemennou příslušností, složením krmné dávky, ale hlavně teplotou a relativní vlhkostí skladování. NOWACZEWSKI *et al.* (2010a), také dospěli ve své studii k závěru vlivu velikosti celého vejce na index bílku u křepelčích vajec, což může výsledky také mírně ovlivnit. U všech zmíněných studií je však závěr téměř totožný, protože došlo v průběhu skladování k postupnému snižování hodnoty indexu bílku křepelčích vajec, s čímž se shodují i naše výsledky.

5.8 Změna Haughových jednotek křepelčích vajec v průběhu skladování

Haughovy jednotky vychází z hodnot hmotnosti čerstvých křepelčích vajec a výšky hustého bílku. Haughovy jednotky v závislosti na délce skladování jsou zobrazeny na obrázku 8. Průměrné hodnoty Haughových jednotek se pohybovaly u křepelčích vajec v rozmezí 56,93 (v 8. týdnu skladování) až po hodnotu 73,72 (v 1. týdnu skladování). U čerstvě snesených křepelčích vajec dosáhla průměrná hodnota Haughových jednotek 66,25. Nejnižší individuální hodnota Haughových jednotek v průběhu skladování byla stanovena v 8. týdnu skladování, a to 23,81. Nejvyšší individuální hodnotu Haughových jednotek vykazovaly vzorky ve 4. týdnu skladování, kdy tento ukazatel jakosti dosáhl hranice 94,53. Základní statistické charakteristiky Haughových jednotek křepelčích vajec v průběhu skladování uvádí tabulka 21. Z výsledků je jasně patrná mírně se snižující charaktere těchto jednotek v závislosti na délce skladování.

Haughovy jednotky u slepičích vajec jsou v některých zemích např. USA dány

legislativou, kdy pro vejce jakostní třídy extra A musí být hodnota Haughových jednotek větší než 72, čerstvá vejce třídy A by měla mít hodnotu Haughových jednotek v rozmezí 60 – 72 a vejce jakostní skupiny B hodnotu Haughových jednotek mezi 40 – 60. Slepí vejce s hodnotou Haughových jednotek nižších než 40 by tak neměla být použita a zpracována pro potravinářské účely. Díky tomuto rozdělení lze teoreticky většinu našich vzorků zařadit do jakostní skupiny A, avšak vejce ve 2. týdnu skladování dosáhla hodnoty Haughových jednotek 73,72, což odpovídá jakostní skupině extra A. Dle mého názoru patří Haughovy jednotky k nejvýznamnějším ukazatelům jakosti vajec, a tak jejich legislativní rozdělení v některých zemích hodnotím nejen z pohledu spotřebitele celkově pozitivně.



Obrázek 6 Změna Haughových jednotek křepelčích vajec v průběhu skladování

Tabulka 21 *Základní statistické charakteristiky Haughových jednotek křepelčích vajec při skladování*

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	66,25	52,16	82,34	9,26	13,97
1.	20	73,72	59,41	91,80	8,33	11,30
2.	20	67,57	51,55	78,00	6,55	9,70
4.	20	66,34	43,70	94,53	15,91	23,99
6.	20	61,52	35,03	84,85	16,23	26,39
8.	20	56,93	28,81	69,82	12,72	22,35

Statistické vyhodnocení průkaznosti změn Haughových jednotek křepelčích vajec v závislosti na délce skladování uvádí tabulka 22. Vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) Haughových jednotek byl zaznamenán mezi 1. a 6. – 8. týdnem skladování. Průkazný rozdíl ($p < 0,05$) pak prokázali hodnoty Haughových jednotek křepelčích vajec čerstvě snesených s vejci v 8. týdnu skladování a dále pak mezi 8. a 2. – 4. týdnem skladování. Ve zbývajících týdnech měření nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi Haughovými jednotkami v závislosti na délce skladování.

Tabulka 22 *Statistická průkaznost rozdílů Haughových jednotek křepelčích vajec v průběhu skladování*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	**	SN	SN	--	
8.	*	**	*	*	SN	--

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

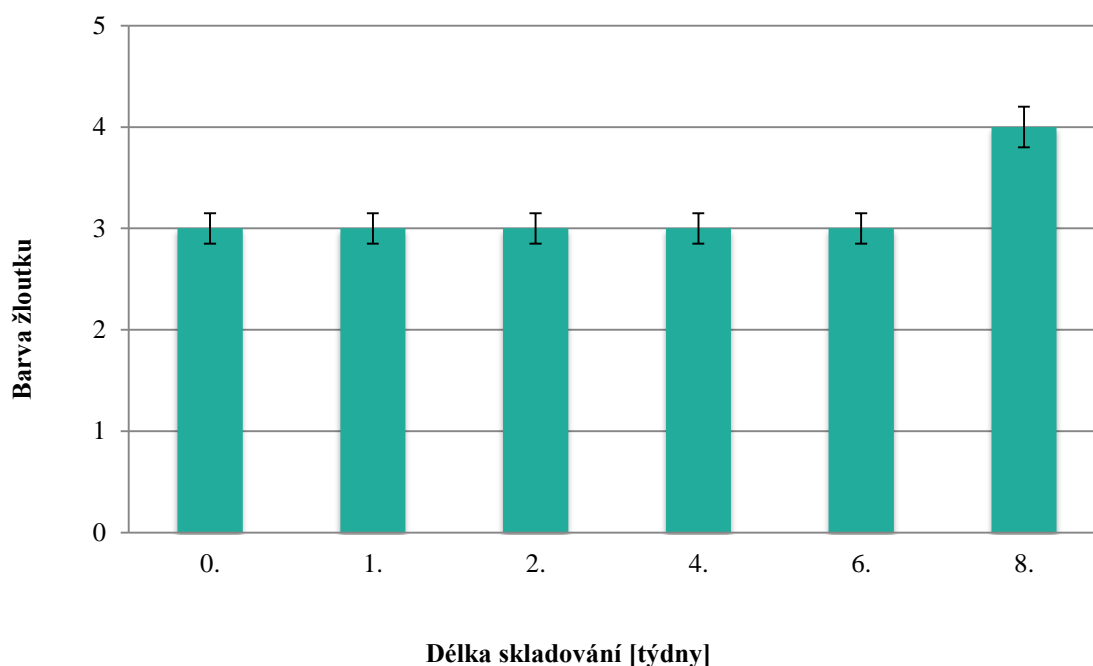
Počáteční hodnoty Haughových jednotek jsou výrazně nižší, než uvádí ve své studii BAUMGARTNER a HETÉNYI, (2001), který uvádí průměrnou hodnotu Haughových jednotek 114,40. Nejbližší se našim výsledkům ve své studii přiblížil KUMARI *et al.* (2008), který uvádí průměrnou hodnotu Haughových jednotek 59,50 u hnědých japonských křepelk, kdežto NEPOMUCEN *et al.* (2014) za dodržení totožných podmínek stanovil Haughovy jednotky 76,53 a 76,74. K vyšším hodnotám Haughových

jednotek ve své studii dospěl i EL-TARABANY *et al.* (2015), který uvádí tuto hodnotu až o 35,84 vyšší. Tyto výsledky potvrdil i ve své další studii EL-TARABANY *et al.* (2016), kde Haughovy jednotky dosahovaly hodnot o 35,74 vyšších ve srovnání s našimi vzorky. NOWACZEWSKI *et al.* (2010b) ve své studii prokázali, že Haughovy jednotky se v průběhu skladování snižují, s čímž se naše výsledky ztotožňují, což souvisí se změnami hustého vaječného bílku během skladování, kdy dochází k jeho řidnutí. Rozdíly, u některým již zmíněných mohly být způsobeny odlišnou skladovací teplotou nebo rozlišnou variabilitou velikosti křepelčích vajec, což ve své studii prokázal NOWACZEWSKI *et al.* (2010a), který stanovil vliv hmotnosti křepelčího vejce, kdy se zvyšující se hmotností dochází ke snížení Haughových jednotek křepelčích vajec. Odchylky však mohou být způsobeny i rozdílným složením krmné směsi.

5.9 Barva žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování

Barva žloutku vajec křepelek japonských patří mezi významné charakteristiky jakosti vajec. Tento fakt je však velmi snadno ovlivnitelný, a to především složením krmné dávky, ať už v podobě přírodní, tedy zeleného krmení, či v podobě krmných směsí obohacených o karotenoidy.

Nejčtenější hodnoty barvy žloutku křepelčích vajec v závislosti na délce skladování jsou graficky znázorněny na obrázku 9, z kterého je patrné, že nejčtenější hodnotou barvy žloutku u křepelčích vajec je 3. V průběhu skladování byly zaznamenány hodnoty odstínu barvy žloutku křepelčích vajec pomocí stupnice La Roche v rozmezí od 1 do 5. Nejvyšší odstín s hodnotou 5 byl stanoven u vaječného žloutku křepelčích vajec v 8. týdnu skladování. V ostatních týdnech skladování nejvyšší hodnoty barvy žloutku křepelčích vajec byly totožné, a to s hodnotou 4. Nejnižší odstín s hodnotou 1 byl kromě 4. týdne skladování stanoven ve všech zbývajících týdnech. Základní statistické charakteristiky změny barvy žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování uvádí tabulka 23. Z výsledku vyplývá, že doba skladování může mít vliv na barvu žloutku, což může být způsobeno difuzí vody ze žloutku do vaječného bílku. Tím dojde k úbytku vody ve žloutku a barviva obsažená v této vaječné části tak zvýší svou koncentraci, což vede ke zvýšení intenzity barvy žloutku, která může být až sytě oranžová, avšak rozdíly intenzity barvy žloutku jsou spíše přisuzovány vlivům složení krmné dávky.



Obrázek 7 Četnost barvy žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování

Tabulka 23 Základní statistické charakteristiky barvy žloutku křepelčích vajec při skladování

Skladování [týdny]	n	n_i	x_{\min}	x_{\max}
0.	20	3	1	4
1.	20	3	1	4
2.	20	3	1	4
4.	20	3	2	4
6.	20	3	1	4
8.	20	4	1	5

Statistické vyhodnocení průkaznosti změn odstínu barvy žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování uvádí tabulka 22. Vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) byl prokázán mezi vejci čerstvými a vejci v 8. týdnu skladování, dále pak mezi 8. a 1. – 2. týdnem skladování. Průkazný rozdíl ($p < 0,05$) byl stanoven pouze mezi 8. a 6. týdnem skladování. V ostatních týdnech nebyl prokázán statisticky významný rozdíl změny barvy vaječného žloutku u vajec křepelky japonských v závislosti na délce skladování.

Tabulka 24 *Statistická průkaznost rozdílu barvy žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	SN	SN	SN	--	
8.	**	**	**	SN	*	--

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

Nejčtenější odstín barvy vaječného žloutku u vajec křepelk japonských se shodují s výsledky studie KARA *et al.* (2016). K podobným výsledkům dospěli i ve studiích PEREIRA *et al.* (2016) s hodnotou odstínu barvy 4,08 a SEKANINOVÁ *et al.* (2016) s hodnotou 4,9 u těžkých plemen křepelk japonských. Podobných výsledků dosáhli i MOURA *et al.* (2016), kteří sledovali vliv krmné dávky se zastoupením čiroku jako hlavního zdroje energie na barvu vaječného žloutku, avšak dospěli k závěru, že tato krmná směs nemá významný vliv na barvu žloutku křepelčích vajec a odstín byl stanoven mezi 4,14 až 5,80.

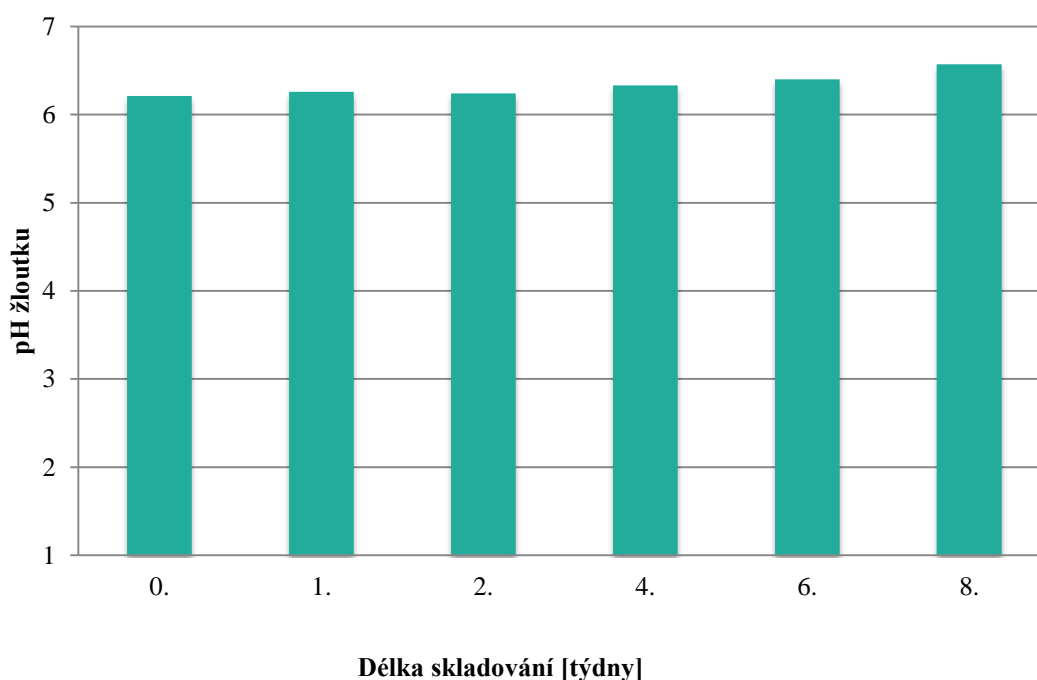
Ke značně vyšším hodnotám oproti našim výsledkům došli ve studii CAYAN a ERENER (2015), kteří stanovili průměrnou četnost barvy vaječného žloutku 11,9. Studie EL-TARABANY (2016) uvádí rozmezí barvy vaječného žloutku u křepelk japonských mezi 7,12 a 9,33. Nižší hodnoty barvy žloutku oproti našim výsledkům jsou uvedeny ve studii TRZISZKA *et al.* (2014), kde sledovali vliv krmné dávky s příměsí mořských řas a lněného semínka a nejnižší vyskytující se hodnota barvy žloutku byla stanovena na 2,99.

Z výsledků je patrné, že délka skladování může mít vliv na barvu vaječného žloutku u křepelčích vajec, avšak k významnějším změnám dochází především vlivem složení krmné dávky, čímž mohly být způsobeny rozdíly mezi jednotlivými studiemi.

5.10 pH žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování

Vývoj pH vaječného žloutku u křepelčích vajec v průběhu skladování je znázorněn na obrázku 10. Průměrně se pH žloutku křepelčích vajec pohybovalo v rozmezí 6,21 (u čerstvých vajec) až po hodnotu 6,57 (u vajec v 8. týdnu skladování). Nejnižší

individuální hodnota pH žloutku byla naměřena 6,17 v 1. a 2. týdnu skladování křepelčích vajec. Oproti tomu nejvyšší individuální hodnota pH žloutku byla zjištěna u vajec křepelěk japonských v 8. týdnu skladování s hodnotou 6,68. Průměrně se pH žloutku slepičích vajec pohybuje v rozmezí 6,3 – 6,8. Tyto hodnoty se poměrně shodují s pH žloutku křepelčích vajec. Základní statistické charakteristiky pH žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování jsou uvedeny v tabulce 25. Z výsledků vyplývá, že vlivem uvolňování amoniaku z bílku křepelčích vajec, který se ukládá ve žloutku, dochází v průběhu skladování ke zvýšení hodnoty pH žloutku.



Obrázek 8 *pH žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování*

Tabulka 25 *Základní statistické charakteristiky pH žloutku křepelčích vajec při skladování*

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	6,21	6,21	6,21	0,00	0,00
1.	20	6,26	6,17	6,34	0,12	1,92
2.	20	6,24	6,17	6,31	0,10	1,59
4.	20	6,33	6,31	6,34	0,02	0,34
6.	20	6,40	6,33	6,47	0,10	1,55
8.	20	6,57	6,45	6,68	0,16	2,48

Statistické vyhodnocení průkaznosti změn hodnoty pH vaječného žloutku u vajec křepelk japonských v průběhu skladování uvádí tabulka 26. Vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) nebyl zjištěn mezi žádnými týdny skladování, kdežto průkazný rozdíl ($p < 0,05$) byl vyhodnocen mezi 8. a 0. – 2. týdnem skladování. Mezi hodnotami pH žloutku v dalších týdnech skladování nebyl prokázán žádný statisticky významný rozdíl.

Tabulka 26 *Statistická průkaznost rozdílu pH žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	SN	SN	SN	--	
8.	*	*	*	SN	SN	--

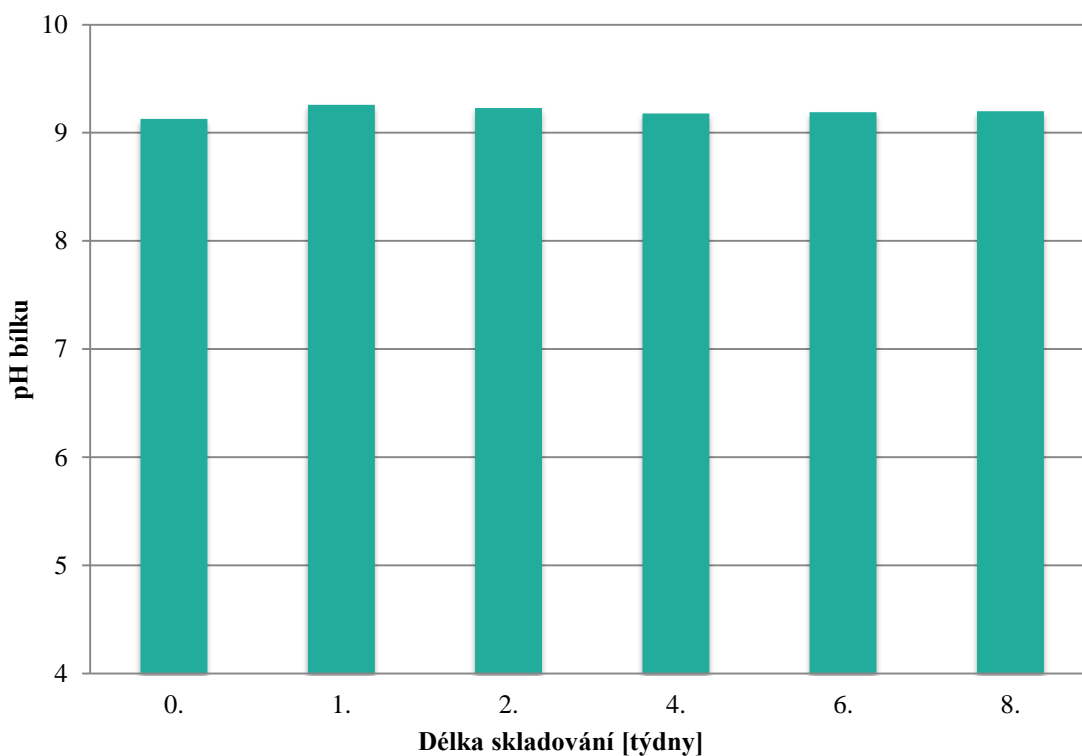
$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

pH žloutku křepelčích vajec se shoduje s výsledky studií COUTTS *et al.* (2007), KARA *et al.* (2016), WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) a IQBAL *et al.* (2015). K menším odchylkám hodnot pH žloutku vajec křepelk japonských dospěli NEPOMUCENO *et al.* (2014), který stanovil hodnotu pH žloutku 6,79 ve 2. týdnů skladování, což je o 0,55 více, než u našich vzorků při stejné délce skladování. Vliv teploty skladování na pH žloutku křepelčích vajec uvádí ADENIYI *et al.* (2016), kdy při skladování vajec při pokojové teplotě dosáhla hodnota pH 10, kdežto při skladování ve 4 °C se hodnota pH žloutku pohybovala okolo 6,86. V 8. týdnů skladování uvádí MATHEW *et al.* (2016) hodnotu pH žloutku 7,11 oproti pH 6,57 zjištěnému v našem pokusu.

5.11 pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování

Vývoj pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování jsou znázorněny na obrázku 11. Průměrné hodnoty pH bílku křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 9,13 (u čerstvě snesených křepelčích vajec) až po hodnotu 9,26 (po 1. týdnů skladování). Nejnižší individuální hodnota pH bílku křepelčích vajec byla naměřena ve 2. a 4. týdnů skladování s hodnotou 9,15. Nejvyšší individuální hodnota pH bílku byla

zjištěna ve 2. týdnu skladování s hodnotou 9,20 u vajec křepelěk japonských. Vývoj pH bílku u slepičích vajec se v průměru pohybuje v rozmezí 7,6 – 9,7. Základní statistické charakteristiky pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování jsou uvedeny v tabulce 27 a z výsledků vyplývá, že délka skladování má nepatrný vliv na zvýšení pH bílku, což je způsobeno rovnováhou mezi CO_2 , hydrogenuhličitanovými a uhličitanovými ionty a proteiny. Tedy čím je prostředí vajec více nasyceno CO_2 , tím více jsou potlačeny změny pH bílku.



Obrázek 9 *pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování*

Tabulka 27 *Základní statistické charakteristiky pH bílku křepelčích vajec při skladování*

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	9,13	8,97	9,28	0,22	2,40
1.	20	9,26	9,23	9,29	0,04	0,46
2.	20	9,23	9,15	9,30	0,11	1,15
4.	20	9,18	9,15	9,20	0,04	0,39
6.	20	9,19	9,18	9,19	0,01	0,08
8.	20	9,20	9,16	9,24	0,06	0,61

Statistické vyhodnocení průkaznosti změn hodnoty pH vaječného bílku u vajec křepelk japonských v průběhu skladování uvádí tabulka 28, kdy mezi hodnotami pH bílku ve všech týdnech skladování nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

Tabulka 28 *Statistická průkaznost rozdílu pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	SN	SN	SN	--	
8.	SN	SN	SN	SN	SN	--

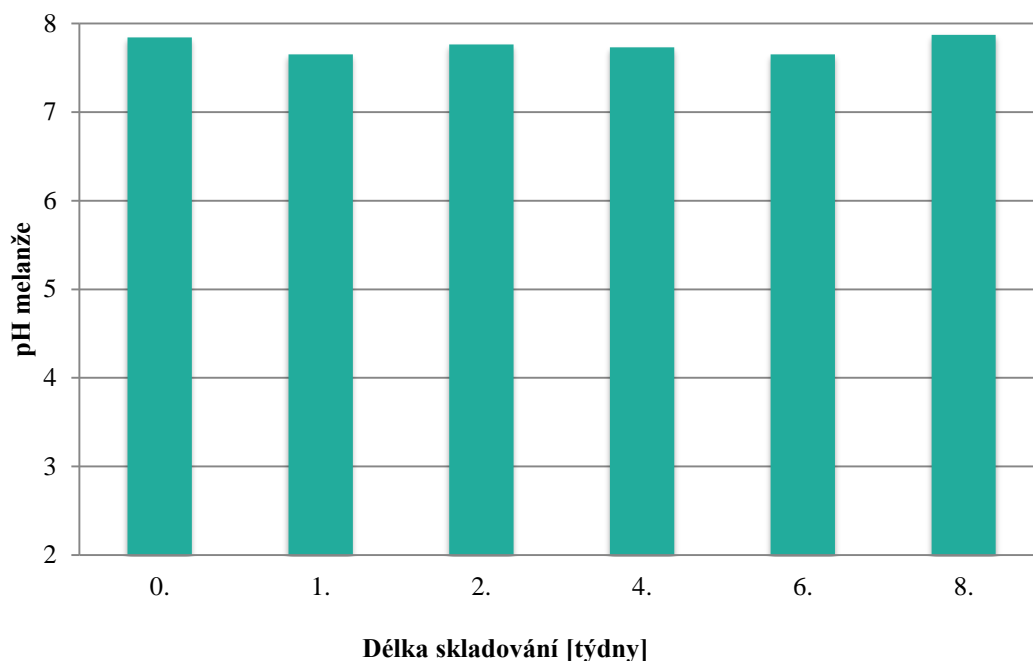
$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ **, SN – statisticky neprůkazný

pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování se shoduje se studií TRZISZKA *et al.* (2014), který uvádí průměrné hodnoty pH bílku v rozmezí 9,20 – 9,28. S těmito výsledky se shoduje i studie WILKANOWSKA a KOKOSZYŃSKI (2012) a KARA *et al.* (2016). TEUŞAN *et al.* (2009) uvádí nejnižší naměřenou hodnotu pH bílku křepelčích vajec 8,67 oproti 8,97 zjištěnému v našem pokusu. K nižším hodnotám pH bílku u čerstvých křepelčích vajec dospěli COUTTS *et al.* (2007), kteří tuto hodnotu stanovili o 2,13 nižší, než tomu bylo u našich vzorků. Shodné výsledky uvádí ADENIYI *et al.* (2016) a BAYLAN *et al.* (2011), kdy v 6. týdnu skladování stanovili pH bílku na 8,82. Vyšších hodnot pak dosáhli NEPOMUCENO *et al.* (2014) s hodnotou 10,26 po 15 dnech skladování. Ke zvyšování pH bílku dochází vlivem uvolňování oxidu uhličitého.

5.12 pH melanže křepelčích vajec v průběhu skladování

Vývoj pH vaječné melanže křepelčích vajec v průběhu skladování uvádí obrázek 12. Průměrné hodnoty pH vaječné melanže se u křepelčích vajec pohybovaly v rozmezí od 7,65 (zjištěné v 1. a 6. týdnu skladování) až po hodnotu 7,84 (zjištěnou u čerstvě snesených vajec). Nejnižší individuální hodnota pH melanže křepelčích vajec byla v 6. týdnu skladování, a to 7,54. Nejvyšší individuální hodnota pH melanže křepelčích vajec byla stanovena u vajec čerstvých s hodnotou 7,90. pH melanže slepičích vajec se v průměru pohybuje v rozmezí 7,29 – 7,62. Základní statistické charakteristiky pH

melanže křepelčích vajec v průběhu skladování jsou uvedeny v tabulce 29. Z výsledků však vyplývá, že délka skladování nemá žádný významný vliv na hodnoty pH vaječné melanže vajec křepelk japonských. pH melanže však může být během skladování ovlivněno v negativním slova smyslu, což bývá způsobeno převážně degradací bílkovin v průběhu skladování.



Obrázek 10 *pH melanže křepelčích vajec v průběhu skladování*

Tabulka 29 *Základní statistické charakteristiky pH melanže křepelčích vajec při skladování*

Skladování [týdny]	<i>n</i>	\bar{x}	x_{\min}	x_{\max}	s_x	v_x
0.	20	7,84	7,78	7,90	0,08	1,08
1.	20	7,65	7,55	7,74	0,13	1,76
2.	20	7,76	7,65	7,87	0,16	2,00
4.	20	7,73	7,71	7,74	0,02	0,27
6.	20	7,65	7,54	7,76	0,16	2,03
8.	20	7,83	7,80	7,86	0,04	0,54

Statistické vyhodnocení průkaznosti změn hodnoty pH melanže vajec křepelk japonských v průběhu skladování uvádí tabulka 30, z které je patrné, že mezi hodnotami pH melanže ve všech týdnech skladování nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

Tabulka 30 *Statistická průkaznost rozdílu pH melanže křepelčích vajec v průběhu skladování*

Skladování [týdny]	0	1	2	4	6	8
0.	--					
1.	SN	--				
2.	SN	SN	--			
4.	SN	SN	SN	--		
6.	SN	SN	SN	SN	--	
8.	SN	SN	SN	SN	SN	--

p < 0,05 *, p < 0,01 **, SN – statisticky neprůkazný

pH vaječné melanže se shoduje s hodnotami pH studií KUMBÁR *et al.* (2015), TEUŞAN *et al.* (2009) a COUTTS *et al.* 2007, který také uvádí rozmezí hodnoty pH vaječné melanže mezi 7,5 – 8. K podobným výsledkům dospěli i MATHEW *et al.* (2016), kdy uvádí hodnotu pH melanže 7,57 u křepelčích vajec skladovaných při 4 °C a dále 8,80 u vajec skladovaných při 37 °C. Z těchto výsledků je patrný vliv teploty skladování na hodnoty pH melanže u vajec křepelk japonských. K nárůstu hodnoty pH melanže u křepelčích vajec dospěli ADENIYI *et al.* (2016), ale i KUMBÁR *et al.* (2015), kdy v závislosti na délce skladování dochází k postupnému zvyšování hodnoty pH melanže. S tímto tvrzením se naše výsledky ne zcela ztotožňují, což může být způsobeno jinými vstupními vzorky vajec, ale i teplotou skladování.

6 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vypracování literární rešerše se zaměřením na vybrané jakostní parametry křepelčích vajec a na jejich hodnocení a dále laboratorní stanovení vybraných znaků jakosti (úbytek hmotnosti, podíl žloutku, bílku a skořápky z celkové hmotnosti křepelčích vajec, tloušťka skořápky, změna indexu žloutku a bílku, Haughovy jednotky, barva žloutku a pH žloutku, bílku a melanže) a vyhodnocení jejich změn v průběhu skladování.

Křepelčí vejce byla skladována po dobu 0, 1, 2, 4, 6 a 8 týdnů při nekolísavé teplotě 4 °C a relativní vlhkosti 75 %. Celkem bylo analyzováno 120 ks vajec křepelky japonské (*Coturnix coturnix japonica*).

Průměrné hodnoty úbytku hmotnosti křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 0,47 – 2,93 %, což odpovídá hmotnostním ztrátám vajec 0,26 a 0,58 g. V průběhu skladování došlo k postupnému zvyšování úbytku hmotnosti, což je způsobeno odpařováním vody z vajec během jejich stárnutí. Vysoce průkazný rozdíl byl zjištěn mezi vejci čerstvými a vejci v 2. – 8. týdnu skladování, 1. a 6. – 8. týdnu skladování, 2. a 4. týdnu s 6. – 8. týdnem a dále mezi 6. a 8. týdnem skladování.

Průměrně se index tvaru křepelčích vajec pohyboval v rozmezí 74,85 – 78,85 %. Průměrná hodnota délky vejce se pohybovala od 29 do 35 mm a šířka křepelčích vajec v průměru činila 24 – 27 mm.

Průměrné hodnoty podílu žloutku křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 30,13 % (ve 2. týdnu skladování) až 32,88 % (v 8. týdnu skladování). Z výsledků vyplývá, že v průběhu skladování dochází ke zvýšení podílu žloutku vzhledem k celkové hmotnosti křepelčích vajec v důsledku vyrovnání osmotického tlaku mezi bílkem a žloutkem. Vysoce průkazný rozdíl byl stanoven mezi vejci v 2. a 6. – 8. týdnu skladování.

Průměrné hodnoty podílu bílku křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 59,33 % (v 6. týdnu skladování) až 62,10 % (pro 2. týden skladování). Z výsledků je patrné, že podíl bílku z celkové hmotnosti křepelčích vajec se v průběhu skladování mírně snižuje, což je dáno difuzí vody z bílku do žloutku.

Průměrné hodnoty podílu skořápky z celkové hmotnosti křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 7,60 – 8,08 % a průměrné hodnoty tloušťky skořápky s rozmezím 0,10 – 0,14 mm.

Průměrné hodnoty indexu žloutku křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 42,67 % (v 6. týdnu) a 48,53 % (ve 2. týdnu skladování). Vysoce průkazný rozdíl byl zaznamenán

mezi 2. a 4 – 8. týdnem skladování. Z výsledků vyplývá, že s přibývajícím délkou skladování dochází ke snížení indexu žloutku, což je způsobeno roztékáním žloutku.

Průměrné hodnoty indexu bílku se pohybovaly v rozmezí 6,77 % (pro 8. týden skladování) až 11,35 % (ve 2. týdnu skladování). Z výsledků je patrné, že hodnota indexu bílku se v průběhu skladování snižuje v souvislosti s difuzí vody. Statisticky vysoce průkazný rozdíl byl zjištěn mezi 8. a 1. – 4. týdnem skladování.

Nejčtetnější barva žloutku v průběhu skladování měla odstín 3, kterého bylo dosaženo v pěti stanoveních ze šesti.

Průměrné hodnoty Haughových jednotek křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 56,93 (v 8. týdnu skladování) až 73,72 (v 1. týdnu skladování). S přibývajícím dobou skladování dochází ke snižování Haughových jednotek v důsledku řidnutí hustého bílku. Vysoce průkazný rozdíl Haughových jednotek byl zaznamenán mezi 1. a 6. – 8. týdnem skladování.

pH žloutku křepelčích vajec se pohybovalo v rozmezí 6,21 – 6,57 a vlivem uvolňování amoniaku z bílku křepelčích vajec došlo v průběhu skladování ke zvýšení hodnoty pH žloutku.

Průměrné hodnoty pH bílku křepelčích vajec se pohybovaly v rozmezí 9,13 (u čerstvě snesených křepelčích vajec) až po hodnotu 9,26 (po 1. týdnu skladování). Z výsledku je patrné, že s přibývajícím délkou skladování dochází ke zvyšování pH bílku, což je způsobeno nasyceností vejce CO_2 .

pH melanzé křepelčích vajec se pohybovalo v rozmezí 7,65 – 7,84 a nevedlo k výrazným změnám v průhybu skladování.

Při zhodnocení celkových výsledků lze uvést, že změny sledovaných parametrů křepelčích vajec probíhají vzhledem k odlišné stavbě některých částí vejce mnohem pomaleji, než je tomu u vajec slepičích.

7 POUŽITÁ LITERATURA

ABEYRATHNA, H. M. W. N., ATAPATTU, N. S. B. M., GUNAWARDANE, W. W. D. A. Effects of the level of dietary rice bran with or without phytase, on performance and egg parameters of laying Japanese quail. *Tropical Agricultural Research*, 2015, 26, 1, s. 39-47. ISSN 1016-1422.

ADENIYI, P. O., OBATOLU, V. A., FARINDE, E. O. Comparative evaluation of cholesterol content and storage quality of chicken and quail eggs. *World Journal of Nutrition and Health*, 2016, 4, 1, s. 5-9. ISSN 2379-7819.

AGBOOLA, A. F., OMIDIWURA, B. R. O., OLOGBOSERE, D. Y., IYAYI, E. A. Determination of crude protein and metabolisable energy of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during laying period. *Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria*, 2016, 6, 3, s. 131-138. ISSN 1522-0222.

AKPINAR, G. C., CANOGULLARI, S., BAYLAN, M., ALASAHAN, S., AYGUN, A. The use of propolis extract for the storage of quail eggs. *The Journal of Applied Poultry Research*, 2015, 24, 4, s. 427-435. ISSN 1537-0437.

ALKAN, S., KARABAĞ, K., GALIÇ, A., KARSLI, T., BALCIOĞLU, M. S. Effects of selection for body weight and egg production on egg quality traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) of different lines and relationships between these traits. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 2011, 17, 5, s. 239-244. ISSN 1300-6045.

ALKAN, S., KARABAĞ, K., GALIÇ, A., KARSLI, T., BALCIOĞLU, M. S. Predicting yolk height, yolk width, albumen length, eggshell weight, egg shape index, eggshell thickness, egg surface area of Japanese quails using various eggs traits as regressors. *International Journal of Poultry Science*, 2008, 7, 1, s. 85-88. ISSN 1682-8356.

ATAKISI, E., ATAKISI O., YAMAN, H., ARSLAN, I. Omega-3 fatty acid application reduces yolk and plasma cholesterol levels in Japanese quails. *Food and Chemical Toxicology*, 2009, 47, 10, s. 2590-2593. ISSN 0278-6915.

ATTIA, Y. A., ABDALAH, A. A., ZEWEIL, H. S., BOVERA, F., EL-DIN, A. T., ARAFT, M. A. Effect of inorganic or organic selenium supplementation on productive performance, egg quality and some physiological traits of dual-purpose breeding hens. *Czech Journal of Animal Science*, 2010, 55, 11, s. 505-19. ISSN 1805-9309.

AYORINDE, L. Physical and chemical characteristics of eggs of four indigenous guinea fowls (*Numidia meleagris gallenta pallas*). *Nigerian Journal of Animal Production*, 1987, 14, 2, s. 125–128. ISSN 0331-2062.

BAGH, J., PANIGRAHI, B., PANDA, N., PRADHAN, C. R., MALLIK, B. K., MAJHI, B., ROUT, S. S. Body weight, egg production, and egg quality traits of gray, brown, and white varieties of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in coastal climatic condition of Odisha. *Veterinary World*, 2016, 9, 8, s. 832. ISSN 2231-0916.

BAUMGARTNER, J., HETÉNYI, L. *Prepelica japonská*. 1.vyd. Nitra, 2001, 73 s. ISBN 80-88872-16-2.

BAYLAN, M., CANOGULLARI, S., AYASAN, T., COPUS, G. Effects of dietary selenium source, storage time, and temperature on the quality of quail eggs. *Biological Trace Element Research*, 2011, 143, 2, s. 957-964. ISSN 1559-0720.

BEGUM, S., YEASMIN, M. N., MORDUZZAMAN, M., HOWLIDER, M. A. R., HOSSAIN, M. S. Study on egg quality of seven different plumage color mutant varieties of Japanese quail isolated at BAU. *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research*, 2016, 4, 10, s. 77-80. ISSN 2454-6410.

BELL D. D., *Commercial chicken meat and egg production*. 5. vyd. Massachusetts: Kluwer Academic Press, 2001, 1365 s. ISBN 0-7923-7200X.

BERTECHINI, A. G. Present situation and perspectives for quail production in Brazil. *IV International Symposium and Third Brazilian Congress on Quail Production - World's Poultry Congress*, Lavras, UFLA, Minas Gerais, 2012, s. 1-4.

BEZPEČNOST POTRAVIN, 2014 [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/nove-publikace-edice-jak-pozname-kvalitu.aspx>.

- BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Comparison of the cholesterol content of Brazilian chicken and quail eggs. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2003, 16, 2, s. 147-153. ISSN 0889-1575.
- CAYAN, H., ERENER, G. Effect of olive leaf (*Olea europaea*) powder on laying hens performance, egg quality and egg yolk cholesterol levels. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2015, 28, 4, s. 538. ISSN 1011-2367.
- CELIK, S., SOGUT, B. Estimation of the egg albumen weight in the Japanese quails using ridge regression method. *International Journal of Science and Research*, 2015, 78, 96, s. 1811-1814. ISSN 2319-7064.
- CENGIZ, S. S., YESILBAG, D., MERAL, Y., CETIN, I., BIRICIK, H. Juniper oil improves oxidative stability and eggshell and albumin quality of quail eggs. *British Poultry Science*, 2015, 56, 1, s. 58-65. ISSN 1466-1799.
- COOPER, R., TOLIK, D., POAWSKA, E., CHARUTA, A., NOWACZEWSKI, S. Characteristics of egg parts, chemical composition and nutritive value of Japanese quail eggs – a review. *Foliabiologica*, 2014, 62, 4, s. 287-292. ISSN 2533-7602.
- COUTTS, J. A., WILSON, G. C., FERNÁNDEZ, S. Optimum Egg Quality: A Practical Approach, 2007, 63 s. ISBN 0953015068.
- DA SILVA, W. A., PEREIRA, A. A., DE LIMA JÚNIOR, D. M., LIMA, C. B., JÚNIOR, D. N. G., LANA, G. R. Q., OLIVEIRA, L. P. Broken rice in feeds for laying Japanese quails. *Semina: Ciências Agrárias*, 2016, 37, 4, s. 2831-2838. ISSN 1679-0359.
- DODUSOLA, I. O. Comparative evaluation of internal and external qualities of eggs from quail and guinea fowl. *International Research Journal of Plant Science*, 2010, 1, 5, s. 112-115. ISSN 2141-5447.
- DUDUSOLA, I. O. Effects of storage methods and length of storage on some quality parameters of Japanese quail eggs. *Tropicultura*, 2009, 27, 1, s. 45-48. ISSN 0771-3312.
- DUMAN, M., ŞEKOROĞLU, A., YILDIRIM, A., ELEROĞU, H., CAMCI, O. Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science*, 2016, 10, 1, s. 1-9. ISSN 1612-9199.

- EL-TARABANY, M. S., ABDEL-HAMID, T. M., MOHAMMED, H. H. Effects of cage stocking density on egg quality traits in Japanese quails. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2015, 21, 1, s. 13-18. ISSN 1300-6045.
- EL-TARABANY, M. S., Impact of temperature-humidity index on egg-laying characteristics and related stress and immunity parameters of Japanese quails. *International Journal of Biometeorology*, 2016, 60, 7, s. 957-964. ISSN 1432-1254.
- FRANKLIN, W. M., MARTIN, A. G., MAFFIOL, A. Quail: an egg and meat production system. *Poultry Science*, 1998, 1, 1, s. 1-10. ISSN 1525-3171.
- GENCHEV, A. Quality and composition of Japanese quail eggs (*Coturnix japonica*). *Trakia Journal of Sciences*, 2012, 10, 2, s. 91–101. ISSN 1313-3551.
- HRNČÁR, C., HANUSOVA, E., HANUS, A., BUJKO, J. Effect of genotype on egg quality characteristics of Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Slovak Journal of Animal Science*, 2014, 47, 1, s. 6-11. ISSN 1337-9984.
- HUSSEN, S. H., HASSAN, A. M., AL-KHDRI, A. M. A. Estimation of some genetic parameters for egg quality traits in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of University of Duhok*, 2016, 19, 1, s. 32-37. ISSN 1812-7568.
- INCI, H., SOGUT, B., SENGUL, T., SENGUL, A. Y., TAYSI, M. R. Comparison of fattening performance, carcass characteristics, and egg quality characteristics of Japanese quails with different feather colors. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2015, 44, 11, s. 390-396. ISSN 1806-9290.
- IQBAL, M. A., ROOHI, N., AKRAM, M., KHAN, O. Egg quality and egg geometry influenced by mannan-oligosaccharides (MOS), a prebiotic supplementation in four closebred flocks of Japanese quail breeders (*Coturnix coturnix japonica*). *Pakistan Journal of Zoology*, 2015, 47, 3, s. 641-648. ISSN 0030-9923.

JACOB, R., BRANTON, S. L., EVANS, J. D., LEIGH, S. A., PEEPLES, E. D. Effects of different vaccine combinations against *Mycoplasma gallisepticum* on the internal egg and eggshell characteristics of commercial layer chickens. *Poultry Science*, 2015, 94, 5, s. 912-917. ISSN 1525-3171.

KARA, K., KOCAOGLU GÜCLÜ, B., ŞENTÜRK, M., KONCA, Y. Influence of catechin (flavan-3-ol) addition to breeder quail (*Coturnix coturnix japonica*) diets on productivity, reproductive performance, egg quality and yolk oxidative stability. *Journal of Applied Animal Research*, 2016, 44, 1, s. 436-441. ISSN 0971-2119.

KUMARI, B. P., GUPTA, B. R., PRAKASH, M. G., REDDY, A. R. A study on egg quality traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Tamil Nadu Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 2008, 4, 6, s. 227-231. ISSN 0973-2942.

KUMBÁR, V., TRNKA, J., NEDOMOVÁ, Š., BUCHAR, J. On the influence of storage duration on rheological properties of liquid egg products and response of eggs to impact loading Japanese quail eggs. *Journal of Food Engineering*. 2015, 166, 1, s. 8694. ISSN 0260-8774.

LALWANI P. Quail Egg Nutrition. [online]. [cit. 2016-03-012]. 2011. Dostupné z: <http://www.buzzle.com/articles/quail-egg-nutrition.html>.

MANAFI, M., HEDAYATI, M., KHALAJI, S. Effectiveness of phytogetic feed additive as alternative to bacitracin methylene disalicylate on hematological parameters, intestinal histomorphology and microbial population and production performance of Japanese quails. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2016, 29, 9, s. 1300. ISSN 1976-5517.

MATHEW, A. O., OLUFEMI, A. M., FOLUKE, A., ABEL, O. Relationship of temperature and length of storage on ph of internal contents of chicken table egg in humid tropics. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2016, 32, 3, s. 285-296. ISSN 2217-7140.

MOURA, A. M. A., MELO, T. V., MIRANDA, D. J. A. Synthetic pigments for Japanese quail fed diets with sorghum. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2016, 68, 4, s. 1007-1014. ISSN 1678-4162.

- NABUA, W., MUNEZ, K. K. Y., GILBOLINGO, V. P. H. Effect of mussel (*Perna viridis*) meal on the production and quality of quail (*Coturnix coturnix japonica*) egg. *NMSCST Research Journal*, 2017, 3, 1, s. 113-124. ISSN 2362-9096.
- NARINC, D., AYAGUN, A., KARAMAN, E., AKSOY, T. Egg shell quality in Japanese quail: characteristics, heritabilities and genetic and phenotypic relationships. *Animal*, 2015, 9, 7, s. 1091-1096. ISSN 1751-732X.
- NEPOMUCENO, R. C., WATANABE, P. H., FREITAS, E. R., CRUZ, C. E. B., PEIXOTO, M. S. M., SOUSA, M. L. D. Quality of quail eggs at different times of storage. *Ciência Animal Brasileira*, 2014, 15, 4, s. 409-413. ISSN 1809-6891.
- NOWACZEWSKI, S., KONTECKA, H., ROSIŃSKI, A., KOBERLING, S., KORONOWSKI, P. Egg quality of Japanese quail depends on layer age and storage time. *Folia biologica*, 2010a, 58, 3, s. 201-207. ISSN 2533-7602.
- NOWACZEWSKI, S., WITKIEWICZ, K., KONTECKA, H. E., KRYSZTIANIAK, S., ROSIŃSKI, A. Eggs weight of Japanese quail vs. eggs quality after storage time and hatchability results. *Archiv Tierzucht*, 2010b, 53, 6, s. 720-730. ISSN 0015-5500.
- NYS, Y., BAIN, M., VAN IMMERSEEL, F. Improving the safety and quality of eggs and egg products. *Cambridge: Woodhead Publishing Limited*, 2011, 602 s. ISBN 08570907202.
- OGUNWOLE, O. A., AKINOLA YINKA PAUL OJELADE, A. Y. P., OYEWO, M. O., ESSIEN, E. A. (2015). Proximate composition and physical characteristics of eggs from laying chickens fed different proprietary vitamin-mineral premixes under two rearing systems during storage. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*. 5, 1, s. 59-67. ISSN 2166-5192.
- OLGUN, O. The effect of dietary cadmium supplementation on performance, egg quality, tibia biomechanical properties and eggshell and bone mineralisation in laying quails. *Animal*, 2015, 9, 8, s. 1298-1303. ISSN 1751-732X.
- PANDA, B., SINGH, R. P. Developments in processing quail meat and eggs. *World's Poultry Science Journal*, 1990, 46, 3, s. 219-234. ISSN 1743-4777.

PRITI, M., SATISH, S. Quail farming: An introduction. *Life Sciences*, 2014, 2, 2, s. 190-193. ISSN 0024-3205.

RIBEIRO, C. L. N., BARRETO, S. L. T., REIS, R. S., MUNIZ, J. C. L., VIANA, G. S., RIBERIO JUNIOR, V., DEGROOT, A. A. The effect of calcium and available phosphorus levels on performance, egg quality and bone characteristics of Japanese quails at end of the egg-production phase. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2016, 18, 1, s. 33-40. ISSN 1806-9061.

RORIZ, B. C., SGAVIOLI, S., GARCIA, R. G., NÄÄS, I. A., DOMINGUES, C. H. F., CALDARA, F. R., BERNNECKE, K. Storage period affects weight loss of Japanese quail eggs. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2016, 18, 4, s. 589-592. ISSN 1806-9061.

SALMAN, M. A., TABEEKH, A. Evaluation of some external and internal egg quality traits of quails reared in Basrah city. *Basrah Journal of Veterinary Research*, 2011, 10, 2, s. 78-84. ISSN 1813-8497.

SEKANINOVÁ, A., KUPCIKOVÁ, L., LICHOVNÍKOVÁ, M. The effect of divergent selection for shape of growth curve in Japanese quail on egg quality. *Mendelnet*, 2016, s. 269-272.

SEKER, I., KUL, S. BAYRAKTAR, M. Effects of parental age and hatching egg weight of Japanese quails on hatchability and chick weight. *International of Poultry Science*, 2004, 3, 4, s. 159-265. ISSN 1682-8356.

SHANAWAY, M. M. Quail production systems. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*, 1994, s. 1-135. ISSN 0081-4539.

SIMEONOVÁ, J. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. 241 s. ISBN 80-7157-405-8.

SINANOGLOU, V. J., STRATI I, F., MINIADIS-MEIMAROGLOU S. Lipid, fatty acid and carotenoid content of edible egg yolks from avian species: A comparative study. *Food Chemistry*, 2011, 124, 3, s. 971-977. ISSN 0308-8146.

SKEWES, P. A., WILSON, H. R. Bobwhite quail production. *Florida Cooperative Extension Service, Gainesville, USA*, 1990, 3, 8, s. 1-21. ISSN 32611-0180.

SKŘIVAN, M., 2000: *Drůbežnictví*. Praha: Agrospoj, 203 s. ISBN 20041227.

TAN, J. W., JOSHI, P. Egg allergy: An update. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 2014, 50, 1, s. 11-15. ISSN 1440-1754.

TEUŞAN, A., TEUŞAN, V., PRELIPCEAN, A. A. Research regarding some physical quality values of Japanese quail eggs obtained at the middle of the laying stage. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 2009, 42, 2, s. 446-451. ISSN 1841-9364.

THOMAS, K. S., JAGATHEESAN, P. R., REETHA, T. L., RAJENDRAN, D. Nutrient composition of Japanese quail eggs. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 2016, 5, 3, s. 1293-1295. ISSN 2278-3687.

TRZISZKA, T., ŁUKASZEWICZ, E., BOBAK, Ł., ADAMSKI, M., DOBRZAŃSKI, Z. Effect of enriching feeds with algae marine and linseed on morphological composition and physical and chemical characteristics of Japanese quail eggs | [Wpływ wzbogacenia paszy algami morskimi i siemieniem lnianym na skład morfologiczny i cechy fizykochemiczne jaj przepiórek Japońskich], 2014, *Zywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc/Food. Science Technology. Quality*, 21, 6, s. 138-149. ISSN 1425-6959.

TUNSARINGKARN, T., TUNGJAROENCHAI, W., SIRIWONG, W. Nutrient benefits of quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2013, 3, 5, s. 1-9. ISSN 2250-3153.

WILKANOWSKA, A., KOKOSZYŃSKI, D. Layer age and quality of Pharaoh quail eggs, *Journal of Central European Agriculture*, 2012, 13, 1, s. 10-21. ISSN 1332-9049.

YAMAK, U. S., SARICA, M., BOZ, M. A., ONDER, H. The effect of egg shell thickness on some hatching traits of broiler breeders. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 2015, 21, 3, s. 421-424. ISSN 1300-6045.

YANAKOPOLOUS, A. L., TSERVENI-GOUSHI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. *British Poultry Science*, 1986, 27, 2, s. 171-176. ISSN 1466-1799.

ZEWEIL, H. S., EID, Y. Z., ZAHRAN, S., DOSOKY, W., ABU HAFSA, S. H., GIRGES, A. Effect of different levels of *Aspergillus awamori* as probiotic on the production and egg quality of laying Japanese quail under summer conditions. *Egyptian Poultry Science Journal*, 2016, 36, 1, s. 53-65. ISSN 2090-0570.

ZITA, L., LEDVINKA, Z., KLESALOVÁ, L. The effect of the age of Japanese quails on certain egg quality traits and their relationships. *Veterinarski Arhiv*, 2013, 83, 2, s. 223-232. ISSN 0372-5480.

ZITA, L., LEDVINKA, Z., TŮMOVÁ, E., KLESALOVÁ, L. Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2012, 41, 9, s. 2079-2084. ISSN 1806-9290.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Úbytek hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování [%]	40
Obrázek 2	Podíl žloutku z hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování [%]	44
Obrázek 3	Podíl bílku z hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování [%]	46
Obrázek 4	Změna index žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování [%]	51
Obrázek 5	Změna indexu bílku křepelčích vajec v průběhu skladování [%]	53
Obrázek 6	Změna Haughových jednotek křepelčích vajec v průběhu skladování	56
Obrázek 7	Četnost barvy žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování	59
Obrázek 8	pH žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování	61
Obrázek 9	pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování	63
Obrázek 10	pH melanže křepelčích vajec v průběhu skladování	65

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Kalorická hodnota křepelčích vajec kJ/100 g (SHANAWAY,1994)	15
Tabulka 2	Chemické složení celého vejce, žloutku a bílku vajec křepelěk japonských (DUDUSOLA, 2010).....	16
Tabulka 3	Základní ukazatele kvality křepelěk japonských nosného typu (BAUMGARTER a HETÉNYI, 2001).....	19
Tabulka 4	Vliv věku křepelěk japonských na vybrané kvalitativní parametry (SHANAWAY, 1994).....	19
Tabulka 5	Rozdělení křepelčích vajec do hmotnostních skupin (NOWACZEWSKI <i>et al.</i> , 2010b).....	20
Tabulka 6	Podíl žloutku v závislosti na době skladování (NOWACZEWSKI <i>et al.</i> , 2010b)	24
Tabulka 7	Základní statistické charakteristiky úbytku hmotnosti vajec při skladování [%].....	41
Tabulka 8	Statistická průkaznost rozdílu v úbytku hmotnosti křepelčích vajec v průběhu skladování	41
Tabulka 9	Základní statistické charakteristiky indexu tvaru křepelčích vajec [%]	42
Tabulka 10	Statistická průkaznost rozdílu v indexu tvaru křepelčích vajec	43
Tabulka 11	Základní statistické charakteristiky podílu žloutku z hmotnosti křepelčích vajec při skladování [%]	45
Tabulka 12	Statistická průkaznost rozdílu v podílu žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování	45
Tabulka 13	Základní statistické charakteristiky podílu bílku z hmotnosti křepelčích vajec při skladování [%].....	47
Tabulka 14	Statistická průkaznost rozdílu v podílu bílku křepelčích vajec v průběhu skladování	47
Tabulka 15	Základní statistické charakteristiky podílu skořápky z hmotnosti křepelčích vajec [%]	49
Tabulka 16	Základní statistické charakteristiky tloušťky skořápky křepelčích vajec [mm]	49
Tabulka 17	Základní statistické charakteristiky indexu žloutku křepelčích vajec při skladování [%]	51
Tabulka 18	Statistická průkaznost rozdílu indexu žloutku křepelčích vajec v průběhu	

	skladování	52
Tabulka 19	Základní statistické charakteristiky indexu bílku křepelčích vajec při skladování [%]	54
Tabulka 20	Statistická průkaznost rozdílu indexu bílku křepelčích vajec v průběhu skladování	54
Tabulka 21	Základní statistické charakteristiky Haughových jednotek křepelčích vajec při skladování.....	57
Tabulka 22	Statistická průkaznost rozdílu Haughových jednotek křepelčích vajec v průběhu skladování	57
Tabulka 23	Základní statistické charakteristiky barvy žloutku křepelčích vajec při skladování	59
Tabulka 24	Statistická průkaznost rozdílu barvy žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování	60
Tabulka 25	Základní statistické charakteristiky pH žloutku křepelčích vajec při skladování	61
Tabulka 26	Statistická průkaznost rozdílu pH žloutku křepelčích vajec v průběhu skladování	62
Tabulka 27	Základní statistické charakteristiky pH bílku křepelčích vajec při skladování	63
Tabulka 28	Statistická průkaznost rozdílu pH bílku křepelčích vajec v průběhu skladování	64
Tabulka 29	Základní statistické charakteristiky pH melanže křepelčích vajec při skladování	65
Tabulka 30	Statistická průkaznost rozdílu pH melanže křepelčích vajec v průběhu skladování	66