

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2015

SYLVIE ONDRUŠÍKOVÁ



Kvalitativní parametry vajec křepelk japonských
Bakalářská práce

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

Vypracoval:
Sylvie Ondrušíková



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Sylvie Ondrušíková**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Obor: Technologie potravin
Název tématu: **Kvalitativní parametry vajec křepelk japonských**
Rozsah práce: 30 – 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Prostudování odborné tuzemské i zahraniční literatury týkající se jakostních parametrů křepelčích vajec
2. Vypracování literární rešerše se zaměřením na produkci a složení křepelčích vajec
3. Vypracování literární rešerše se zaměřením na senzory, fyzikální a mikrobiologické parametry křepelčích vajec
4. Absolvování pravidelných konzultací, vyhotovení bakalářské práce v požadovaném rozsahu a její odevzdání v termínu dle pokynů vedoucího

Seznam odborné literatury:


1. SOLOMON, S E. *Egg and Eggshell Quality*. 1. vyd. Ames: Iowa State University Press, 1997. 149 s. ISBN 0-8138-2827-9.
2. BAUMGARTNER, J. – KONČEKOVÁ, Z. – BENKOVÁ, J. – PEŠKOVIČOVÁ, D. – SIMEONOVÁ, J. – CSUKA, J. Changes in egg quality traits associated with long-term selection for lower yolk cholesterol content in Japanese quail. *Czech Journal of Animal Science*. 2008. sv. 53, č. 3, s. 119–127. ISSN 1212-1819.
3. 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.
4. *Journal Animal Science*. ISSN 1525-3163.
5. *Poultry Science*. ISSN 0032-5791.
6. *Archiv für Tierzucht-Archives of Animal Breeding*. ISSN 0003-9438.
7. Nowaczewski, S., Kontecka, H., Rosinski, A., Koberling, S., Koronowski P. Egg Quality of Japanese Quail Depends on Layer Age and Storage Time. *Folia Biologica*, 2010, Vol. 58, No. 3-4., pp. 201-207.


Datum zadání bakalářské práce: říjen 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2015


Sylvie Ondrušíková
Autorka práce




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


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


prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *KVALITATIVNÍ PARAMETRY VAJEC
K ČEPELEK JAPONSKÝCH*.....

.....vypracoval/a 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 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. 2015*.....

Emilia Štábl

.....
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 bakalářské práce. Poděkování také patří mé rodině za podporu a zázemí, které mi během celého studia poskytovala.

ABSTRAKT

Kvalitativní parametry vajec křepelk japonských jsou spjaty s jakostí a kvalitou jednotlivých vaječných složek a skořápky. Vejce, jakožto jedna z nutričně nejvýznamnějších potravin jsou charakterizována kvalitativními parametry, které hodnotí jejich nezávadnost a čerstvost. Tyto vlastnosti se dělí na vnější a vnitřní. Mezi vnější vlastnosti vajec patří hmotnost vejce, index tvaru vejce, barva skořápky, znečištění skořápky, celistvost skořápky, pevnost a tloušťka skořápky, pach vejce a jeho struktura. Vnitřní vlastnosti se soustřeďují na jednotlivé vaječné komponenty zvláště, tedy u žloutku i bílku jsou tyto zkoušky odlišné a řadí se mezi hlavní ukazatele kvality vajec. Patří mezi ně měrná hmotnost, bod mrznutí, hmotnost bílku, žloutku a skořápky, index žloutku, index bílku, Haughovy jednotky, barva žloutku, pH bílku i žloutku. Na kvalitu vejce má vliv také mnoho faktorů, např.: stáří nosnic, složení krmné dávky, vlivy genotypu a zdravotního stavu.

Klíčová slova: křepelka japonská, produkce křepelčích vajec, nutriční hodnota křepelčích vajec, chemické složení křepelčích vajec

ABSTRACT

Qualitative parameters of Japanese quail eggs are associated with the quality and individual eggshells and egg components. Eggs as one of the nutritionally most important foods are characterized by qualitative parameters that evaluate their food safety and freshness. These properties are divided into external and internal. Among the external features of eggs belongs egg weight, egg shape index, shell color, pollution shells, shell wholeness, strength and thickness of the shell, the smell of eggs and its structure. The internal properties are focused on the individual components separately, which means that these tests are different for yolk and albumen and they are ranked among the main indicators of quality of eggs. These include density, freezing point, the weight of egg albumen, egg yolk and shell, yolk index, albumen index, Haugh units, yolk color, albumen and yolk pH. The quality of the eggs is also affected by many factors, such as age of hens, composition of the diet, the effects of genotype and health status.

Key words: Japanese quail, quail egg production, the nutritional value of quail eggs, quail eggs chemical composition

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	CÍL PRÁCE	11
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
3.1	Historický vývoj a původ křepelek	12
3.2	Rozšíření a život křepelek v přírodě	12
3.3	Užitkové typy křepelek	12
3.3.1	Nosný typ křepelek	13
3.3.2	Masný typ křepelek	13
3.4	Produkce křepelčích vajec	13
3.5	Chov křepelek japonských	14
3.5.1	Všeobecné podmínky chovu křepelek	14
3.5.2	Hustota osídlení v chovu křepelek	14
3.5.3	Teplota prostředí v chovu křepelek	15
3.5.4	Světelný režim v chovu křepelek	15
3.5.5	Projevy chování křepelek	15
3.6	Tvorba vejce	16
3.6.1	Tvorba částí vejce	17
3.6.1.1	Tvorba žloutku	17
3.6.1.2	Tvorba bílku	18
3.6.1.3	Tvorba podskořápkových blan	19
3.6.1.4	Tvorba skořápky	19
3.6.1.5	Kutikula	20
3.7	Skladování křepelčích vajec	21
3.8	Nutriční vlastnosti křepelčích vajec	22
3.8.1	Obsah proteinů v křepelčím vejci	23
3.8.1.1	Obsah ovotransferinu v křepelčím vejci	23
3.8.1.2	Obsah lysozymu v křepelčím vejci	24
3.8.2	Obsah lipidů v křepelčím vejci	24
3.8.2.1	Obsah cholesterolu v křepelčím vejci	25
3.8.2.2	Obsah lecitinu v křepelčím vejci	26
3.8.3	Obsah sacharidů v křepelčím vejci	26

3.8.4	Obsah vitamínů v křepelčím vejci	26
3.8.5	Obsah organických a minerálních látek v křepelčím vejci	27
3.9	Morfologické vlastnosti křepelčích vajec	27
3.9.1	Vnější morfologické vlastnosti křepelčích vajec	29
3.9.1.1	Hmotnost křepelčího vejce	29
3.9.1.2	Index tvaru vejce křepelčích vajec.....	29
3.9.1.3	Barva skořápky křepelčích vajec	29
3.9.1.4	Znečištění skořápky křepelčích vajec	30
3.9.1.5	Celistvost skořápky křepelčích vajec.....	31
3.9.1.6	Pevnost a tloušťka skořápky křepelčích vajec	31
3.9.1.7	Pach křepelčích vajec.....	31
3.9.1.8	Struktura skořápky křepelčích vajec	31
3.9.2	Vnitřní morfologické a fyzikálně-chemické vlastnosti křepelčích vajec.....	32
3.9.2.1	Měrná hmotnost křepelčích vajec	32
3.9.2.2	Bod mrznutí křepelčích vajec	32
3.9.2.3	Hmotnost žloutku křepelčích vajec.....	33
3.9.2.4	Hmotnost bílku křepelčích vajec	33
3.9.2.5	Hmotnost skořápky křepelčích vajec	33
3.9.2.6	Index žloutku křepelčího vejce	33
3.9.2.7	Index bílku křepelčího vejce.....	34
3.9.2.8	Barva žloutku křepelčího vejce.....	34
3.9.2.9	Haughovy jednotky křepelčích vajec	35
3.9.2.10	pH bílku křepelčích vajec	35
3.9.2.11	pH žloutku křepelčích vajec	35
3.10	Funkční vlastnosti křepelčích vajec	35
3.10.1	Tvorba pěny, index šlehatelnosti a trvanlivosti pěny.....	36
3.10.2	Tvorba gelu	36
3.10.3	Tvorba emulze	37
3.11	Mikrobiologická kvalita křepelčích vajec	37
3.12	Senzorické vlastnosti křepelčích vajec.....	38
3.13	Faktory ovlivňující kvalitu křepelčích vajec	38
3.13.1	Vliv věku nosnic na kvalitu křepelčích vajec	38
3.13.2	Vliv skladování křepelčích vajec na jejich kvalitu	40

3.13.3	Vliv genotypu na kvalitu křepelčích vajec.....	41
3.13.4	Vliv složení krmné dávky na kvalitu křepelčích vajec	41
3.13.4.1	Vliv suplementace vitamínu C.....	41
3.13.4.2	Vliv užití černého kmínu a petržele na kvalitu vajec.....	42
3.13.5	Vliv způsobu chovu na kvalitu křepelčích vajec	42
4	ZÁVĚR.....	43
5	POUŽITÁ LITERATURA	44
6	SEZNAM TABULEK	50

1 ÚVOD

V současné době došlo k výraznému rozšíření trendu chovu netradičních druhů drůbeže, zejména pak křepelk pro jejich produkci vajec. Jedním z nejrozšířenějších chovů nosných plemen křepelk se stala křepelka japonská (*Coturnix coturnix japonica*), která je schopna snést okolo 300 vajec ročně.

Spotřebitelé začali křepelčí vejce upřednostňovat před vejci slepičími, a to i přes to, že jsou 4 – 5 × menší, avšak svým chemickým složením jsou spotřebitelsky atraktivnější. Navzdory svým malým rozměrům křepelčí vejce obsahují značné množství významných živočišných bílkovin, které jsou cenné zejména pro nezastupitelný obsah esenciálních aminokyselin, které si lidský organismus není schopen sám vytvořit. Dále jsou křepelčí vejce významným zdrojem vitamínů (A, B, D, E), nenasycených matných kyselin, vápníku, zinku, železa a přispívají k posílení imunity člověka.

Řadu let byla vejce považována za negativně působící potraviny vzhledem k jejich vysokému obsahu cholesterolu, avšak opak je pravdou. Obsah cholesterolu křepelčího vejce je přibližně srovnatelný s obsahem u vajec slepičích a tedy tvrzení, že jsou křepelčí vejce nízko-cholesterolová, je nepravdivé. Avšak díky tomu, že křepelčí vejce obsahují převážně HDL cholesterol, který působí pozitivně, se křepelčí vejce stala vhodnou potravinou také při prevenci vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Jejich blahodárného vlivu na lidský organismus je převážně využíváno v čínské přírodní medicíně, kde jsou křepelčí vejce považována za všelék.

Kvalita křepelčích vajec je odvislá od plemene, stáří nosnice, složení krmné dávky a také době skladování. Pro spotřebitele je jedním z hlavních znaků kvality jejich vizuální vzezření, mezi které patří čistota vajec, neporušenost skořápky, velikost vejce, ale také barva skořápky, která se stává atraktivním lákadlem.

Chov křepelk japonských se díky jejich snadné péči, brzké pohlavní dospělosti a především vysoké míře produkce vajec stal významným i z hlediska využití pro výzkumné účely a v některých zemích jako je Maďarsko či Polsko jsou dokonce využívána i v potravinářském průmyslu.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo vypracování literární rešerše se zaměřením na produkci a složení křepelčích vajec, dále na sensorické, fyzikální a mikrobiologické parametry křepelčích vajec z odborné tuzemské a zahraniční literatury.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Historický vývoj a původ křepelk

Křepelka japonská (*Coturnix coturnix japonica*) je svými parametry velmi podobná evropské křepelce polní (*Coturnix coturnix*). Morfologicky a také anatomicky se tyto dvě výše zmíněné křepelky liší jen minimálně. Původem křepelk je bez pochyby Japonsko, kde byly již ve 14. století chovány jako okrasní ptáci. Do Evropy se dostaly až zhruba v polovině 20. století, a to jak na chov pro zisk masa, tak i vajec (VAŠÁK, 2008).

3.2 Rozšíření a život křepelk v přírodě

Všeobecně jsou křepelky hojně rozšířeny na většině území Evropy, západní a střední Asii a přezimují v Africe. Stálá populace křepelk se však objevuje právě i v již zmíněné Africe a na blízkých ostrovech. Hnízdění křepelk bývá obvykle mezi trávou nebo v poli, někdy dokonce i v polopoušti. Slepice klade vejce do již předem připravené mělké jamky, která je vystlána rostlinstvem. Velikost vejce je asi $25 - 33 \times 20 - 25$ mm a záhřev vejce je po celou dobu, tj. 16 – 21 dní, zajištěn pouze slepicí. Vejce křepelk má širokou škálu zbarvení od bělavé až ke krémově žluté s rozmanitou kropenatostí (WALTERS a TAYLOR, 2007).

Vzhledem k rychlému dovršení pohlavní dospělosti a vysoké míře produkce vajec se křepelky staly pokusným zvířetem pro výzkum (KUMARI *et al.*, 2008).

3.3 Užitkové typy křepelk

Tak jako většina drůbeže, tak právě i křepelky se rozdělují na dva základní typy užitkovosti, a to na nosný a masný. Vlivem rozdělení, dochází i k odlišným nárokům na jejich chov. Evropští a američtí chovatelé a farmáři začali věnovat křepelkám pozornost jako užitkovým ptákům teprve začátkem 20. století. Vyšlechtili první linie zaměřené na maso nebo vejce, ale až na konci 20. století došlo k jejich oblibě u širší populace (VAŠÁK, 2008).

3.3.1 Nosný typ křepelk

Nosné typy časově předcházely typům masným a byly šlechtěny na produkci vajec s nízkým obsahem cholesterolu, ale s vysokým zastoupením vitamínů a stopových látek jako třeba vápníku, fosforu nebo železa. Díky tomu jim je přikládán posilující účinek na konzumenta a jeho organismus. Snáška původních zdomestikovaných slepiček křepelky ročně nepřesáhla 60 kusů, kdežto u moderních linií jsou schopny za desetiměsíční nosné období vyprodukovat okolo 300 vajec, což je zhruba 1 vejce za den, kdy hmotnost jednoho vejce se pohybuje okolo 11 g. Hmotnost kohoutka nosné linie je 115 – 130 g a slepičky 140 – 150 g (VAŠÁK, 2008).

3.3.2 Masný typ křepelk

Šlechtěním těchto typů se nejdéle věnovali v USA, odkud pochází brojlerová křepelka nebo Faraon. U většiny kurovitých ptáků jsou samci mohutnější, avšak u těchto dvou rázů je tomu naopak. Již mezi 6. až 8. týdnem dosahují jatečné hmotnosti pohybující se v rozmezí 180 – 250 g (VAŠÁK, 2008).

U vyšlechtěných masných typů se masité části pohybují až okolo 76 % jejich celkové hmotnosti (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Při srovnání prsní svaloviny kuřat nebo krocanů, která má světle narůžovělou barvu je barva křepelčích prsou tmavšího odstínu podobně jako svalovina stehenní. Za zmínku stojí i produkce násadových vajec, která je poměrně vysoká a jejíž přebytky jsou distribuovány na trh. Slepička Faraona snese v rozmezí 250 – 290 kusů vajec s hmotností okolo 15 g, čímž se velmi blíží k prošlechtěným nosným hybridům (VAŠÁK, 2008).

3.4 Produkce křepelčích vajec

Produkce křepelk vzrostla v posledních desetiletích, a to nejen kvůli využití křepelk jakožto laboratorního zvířete pro biomedicínské výzkumy, ale také díky produkci masa a vajec, které začínají být spotřebiteli čím dál častěji vyhledávány. V průběhu 60. až 80. let byla produkce křepelk využívána spíše pro obživu menší části populace, a to zejména v Brazílii, kde křepelky chovala většina chudších obyvatelů. Postupným rozvojem a genetickým šlechtěním došlo ke zvyšování kvality produkce křepelk, a tím k nárůstu zemědělských podniků se zaměřením na křepelčí produkci. Hlavními producenty křepelčího masa jsou Španělsko, Francie, Čína a Spojené státy

americké, zatímco v produkci vajec prvenství zaujímá Čína, dále Japonsko, Brazílie a Francie (BERTECHINI, 2012).

Světová produkce křepelčích vajec do roku 2002 stagnovala, kdy 6,2 milionů chovaných ptáků vyprodukovalo 2,8 milionů kartonů vajec za rok (600 ks vajec/karton). Mezi léty 2002 a 2005 však došlo k výraznému nárůstu až o 37,5 % a od roku 2008 se tato hranice opětovně zvedala (o 27 %), kdy celosvětový chov křepelk činil 11,5 milionů kusů. Zvýšení produkce křepelčích vajec následovalo především zvýšenou poptávkou spotřebitelů po křepelčích vejcích vlivem zlepšení znalostí o kvalitě křepelčích vajec, nárůstem zpracování a lepší a snadnější dostupností (BERTECHINI, 2012).

Pro porovnání v roce 2011 činil příjem slepičích vajec 7300 g (asi 140 ks vajec/osobu/rok) a příjem křepelčích vajec 240 g (24 ks vajec/osobu/rok), což odpovídá 3,2 % z celkové spotřeby. Přibližně 60 % křepelčích vajec je zkonsumováno jako čerstvá, 39 % v podobě zpracovaných vajec a 1 % v jiné formě (BERTECHINI, 2012).

Do roku 2020 se předpokládá ještě vyšší nárůst spotřeby křepelčích vajec, kdy celosvětový chov by měl činit okolo 36 milionů ptáku, což by vedlo ke spotřebě asi 30 ks vajec/osobu/rok (BERTECHINI, 2012).

3.5 Chov křepelk japonských

3.5.1 Všeobecné podmínky chovu křepelk

Vzhledem na malé rozměry zvířat a rychlý růst je technologie chovu velmi důležitým faktorem. V důsledku rychle se vyvíjejících požadavků se nároky na technologické parametry velmi často mění a je třeba jim věnovat značnou pozornost, protože právě správnost a dodržování zásad chovu má hlavní vliv na celkovou užitkovost křepelk (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

3.5.2 Hustota osídlení v chovu křepelk

Nároky křepelk na plochu závisí na více faktorech, a to především na věku, užitkovém typu a také plemeni. Křepelky nosného typu mají následující nároky na plochu: ve věku 14 dní 28 cm²/1 zvíře, mezi 14 – 28 dny 56 cm², ve věku 28 – 42 dní hodnota činí 84 cm² a v dospělosti potřebují až 100 cm² plochy pro jejich žití. U

křepelk těžkého typu tedy chovaných pro masnou užitkovost jsou tyto hodnoty vyšší, a to až o 60 – 70 % (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

3.5.3 Teplota prostředí v chovu křepelk

Při vylíhnutí ještě křepelky nemají dostatečně vyvinutou termoregulaci a proto je třeba umělé vyhřívání už od prvního týdne žití, kdy by se teplota měla pohybovat okolo 37 – 35 °C. Je však nezbytně nutné i sledování chování malých křepelk, protože pokud křepelky otevírají neustále zobáčky a vyhýbají se místu, pod vyhřívacím tělesem to znamená, že teplota je příliš vysoká a je zapotřebí provést dané opatření, jako snížení intenzity vyhřívání nebo zvednout vyhřívací těleso do vyšší polohy. V době druhého týdne se teplota snižuje na 32 – 30 °C, ve třetím na 27 – 25 °C a dále se teplota snižuje až do jejich dospělosti na konečnou hodnotu 22 – 20 °C (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

3.5.4 Světelný režim v chovu křepelk

Na délku světelného režimu při chovu křepelk je několik různých názorů. Je však všeobecně známo, že čím je světelný den delší, tím rychleji křepelky dosahují pohlavní dospělosti. První dva týdny je doporučeno při chovu křepelk celodenní osvětlení. Po uplynutí této doby se tento čas snižuje na polovinu, a to až do dosažení pohlavní dospělosti. Ve výzkumném ústavu živočišné výroby v Nitře se osvědčilo nastavení světelného režimu na 14 h světla a 10 h tmy. Křepelky jsou poměrně citlivé na kvalitu světla a tak je i důležitá světelná vlnová délka, která se v závislosti na věku snižuje a tudíž pohybuje od 20 lx do 10 lx (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

3.5.5 Projevy chování křepelk

I přesto, že jsou křepelky už značně domestikované, stále se u nich projevuje chování, které se podobá chování volně žijících jedinců. Pokud ze všech čtyř stran do odchovny dopadá zářící světlo, dostávají strach a výsledky odchovu a snášky nedosahují očekávaných hodnot. Podobně tomu je i u nadměrné manipulace s křepelkami, která by měla být omezena na minimum. Při chovu křepelk se může vyskytnout kanibalismus způsobený přehustěním kusů na jednotku plochy, nepřiměřenou výživou nebo jejich nadměrnou manipulací. Pokud dojde k vyskytnutí se nepokojů či kanibalismu, je velmi nutné tyto problémy co nejdříve odstranit, protože

právě díky nim dochází ke snížení užitkovosti, což je pro chovatele značně nevyhovující (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

3.6 Tvorba vejce

Tvorba vejce je v podstatě u všech druhů drůbeže podmíněna stejnými zákonitostmi a probíhá v reprodukčních orgánech. Tento proces je tvořen dvěma úseky, které na sebe navazují.

Prvním z nich je růst a zrání pohlavních buněk – vajíček, které vznikají ve vaječniku (*ovarium*), který plní nejen funkci produkce pohlavních buněk, ale také podmiňuje tvorbu hormonů. V této části plní svou podstatnou funkci i vejcovod (*oviductus*), který je však důležitý i pro část druhou, kde dochází k ukládání žloutkové, bílkové hmoty a obalů vejce. V této části tedy dochází především k zachycení žloutkové koule s obsazením pohlavních buněk po ovulaci a podílení se na sekreci ostatních částí vejce. Vejcovod je složen z pěti částí, z nichž každá má svou danou úlohu (viz Tab. 1) (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

Tab. 1 Části vejcovodu a jejich funkce při tvorbě vejce (Václavovský, 2000)

Část oviductu	Funkce a činnost
<i>Infundibulum</i>	<ul style="list-style-type: none"> – zachycení žloutkové koule – setkání pohlavních buněk – sekrece chalázového bílku
<i>Magnum</i>	<ul style="list-style-type: none"> – pokračování sekrece chalázového bílku – tvorba chaláz – sekrece řídkého bílku – sekrece tuhého bílku
<i>Isthmus</i>	<ul style="list-style-type: none"> – tvorba řídkého bílku – doplňování vrstev bílku vodou – tvorba podskořápkových blan
<i>Utherus</i>	<ul style="list-style-type: none"> – doplňování vrstev bílku vodou – ukončení tvorby chaláz, srůstání s vnitřní podskořápkovou blánou – tvorba skořáčky
<i>Vagina</i>	<ul style="list-style-type: none"> – při snesení vejce

WOODARD *et al.* (1973) uvádí dobu tvorby vejce v jednotlivých částech vejcovodu, a to 0,5 h v *infundibulu*, v *magnu* 2 – 2,5 h, *isthmu* 1,5 h a v *utero* je doba stanovena na 19 – 20 h. Z toho je patrné, že celková doba tvorby vejce u křepelék, ale i u ostatní drůbeže (např. slepic) trvá zhruba 24 h, z čehož vyplývá i snáška vajec.

Procentuální zastoupení jednotlivých vaječných složek křepelčího vejce je uvedeno (viz Tab. 2).

Tab. 2 Procentuální zastoupení jednotlivých složek křepelčího vejce (Shanaway, 1994)

	Křepelčí vejce
Hmotnost vejce [g]	10,30
Bílek [%]	56,50
Žloutek [%]	32,60
Skořápka [%]	9,90

3.6.1 Tvorba částí vejce

3.6.1.1 Tvorba žloutku

Je první fází tvorby vejce, kdy ve folikulárním obalu se zintenzivňuje přísun živin a zvyšuje počet cév, což je nezbytné k tvorbě žloutkové hmoty, která se ukládá v buňce ve tvaru podobném podkově a tím vytlačí jádro zárodečné buňky, z něhož vzniká dalším vývojem zárodečný terčík (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Folikuly jsou připojeny k vaječníku pomocí vazivové stopky. Na opačném konci, kde se nachází stopka, vzniká pomocí tlaku při tvorbě žloutkové hmoty světlé místo zvané stigma, což je místo, které je prosté cévního zásobení a při ovulaci zde dochází k protržení blány a tím je žloutek budoucího vejce uvolněn do nálevky vejcovodu, kde dochází k dalším fázím tvorby vejce (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

Pokud však dojde k prasknutí mimo stigma, vznikají na povrchu žloutku zbytky krve neboli krvavé skvrny. Děj prasknutí folikulárního obalů se nazývá ovulace. Někdy může vlivem abnormálního průběhu prasknout i dva folikuly najednou a tím dochází k tvorbě dvou žloutků v jednom vejci (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Jednotlivé složky žloutku jsou tvořeny postupem vysoko a nízkomolekulárních látek přes stěny folikulu, tím se tvoří kapalná část neboli plazma, v níž jsou obsaženy

kuličky neboli granule. Na hmotnosti žloutku se plazma podílí z asi 78 % a granule z 19 – 23 %. Žloutek plní několik funkcí – je nositel zárodečného terče, zásobárnou lipidů a proteinů, což je nezbytný pro vývoj embrya. Jeho struktura je heterogenní, kde se střídají centrické vrstvy jednotlivých částí – světlého a tmavého žloutku (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Velikost žloutku je druh od druhu odlišná. Nejen u křepelek však zaujímá velikostně asi 1/3 hmotnosti vejce. Je také největší známou biologickou buňkou, která slouží i k účelům rozmnožovacím. Jeho tvar je kulovitý a nachází se ve středu vejce, kde je upevněn pomocí chalázových poutek a na jeho povrchu se nachází poměrně pevná, avšak pružná membrána (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Tvorba světlého žloutku

Vzniká v klidovém období nosnice, kdy nepřijímá krmivo. Světlý žloutek je soustředěn ve středu žloutku a dále se pravidelně střídá se žlutkem tmavým. Poslední vrstvu pod žloutkovou membránou tvoří opět žloutek světlý. Z celkové hmotnosti žloutku zaujímá 3 – 6 %. Z velké části je složen z vody (přibližně 86 %) a ze sušiny, která zaujímá 13 – 14 % a je tvořena zejména proteiny. Tuky v této vrstvě zaujímají velmi nízké procento něco kolem 3,5 % sušiny (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Tvorba tmavého žloutku

Tmavý žloutek je tvořen v době, kdy nosnice krmivo přijímá a obsahuje 54,6 % sušiny, jejíž hlavní složkou jsou lipidy, které zaujímají asi 35 % a proteiny se zastoupením asi 16 % sušiny. Funkce tmavého žloutku je zásobní. Obsahuje také značné množství lipofilních barviv karotenoidního původu. Jeho strukturu tvoří částičky neboli micely o různé velikosti a tvaru (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

3.6.1.2 Tvorba bílku

Bílek ve vejci vyplňuje prostor mezi žlutkem a podskořápkovou blánou. Je to viskózní tekutina s obsahem vody 88 % a 12 % vaječných proteinů, enzymů a inhibitorů (HEJLOVÁ, 2001).

Celý obsah bílku je tvořen ve vejcovodu a v jednotlivých vrstvách se ukládá okolo žloutkové koule. Již v nálevce vejcovodu dochází k tvorbě chalázového bílku a vlivem rotace žloutkové koule, která je uskutečněná pomocí peristaltiky vejcovodu a

spirálovitostí řas na sliznici, dochází ke splétání mucinózních vláken a tím k tvorbě chaláz neboli poutek, které slouží k upevnění žloutkové koule a jsou upevněny na tupém a ostrém pólu vejce, kde srůstají s vnitřní podskořápkovou blánou. Pomocí tohoto upevnění dochází ke stabilizaci žloutku ve středové části vejce. Z nálevky vejcovodu se žloutek za spirálovitého pohybu posouvá do dalších částí vejcovodu, kde dochází k mechanickému dráždění bílkovinné žlázy a společně s působením hormonů jsou vylučovány další vrstvy bílku, mezi něž patří: vnitřní řídký bílek, vnější tuhý bílek a vnější řídký bílek, který je dotvářen v krčku (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

3.6.1.3 Tvorba podskořápkových blan

Zároveň s tvorbou řídkého bílku v krčku vejcovodu dochází k tvorbě podskořápkových blan. Ve vejci se nacházejí dvě tyto blány a to vnitřní a vnější, jejichž významnou funkcí je pevnost a propustnost. Obě blány mají pórovitou strukturu a jsou složeny z proteinových vláken keratinového a mucinového charakteru. Mají významnou funkci, kdy vlivem pórovitosti dochází k difuzi nebo osmóze kapalin či plynů. Vnější podskořápková blána je pevnější než vnitřní a skoro pod celým povrchem vejce na sebe těsně přiléhají. Výjimkou je tupý konec vejce, kdy v době snesení dojde k ochlazení z těla nosnice a vznikne tak mezi blánami štěrbina zvaná vzduchová bublina, která je velikostně odlišná a závisí na teplotě, vlhkosti, ale hlavně na stáří vejce (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

U křepelčích vajec je tato blána velmi pevná, pevnější než u vajec slepičích, čehož si lze všimnout i při obyčejném loupání vařených vajec nebo při jejich vytloukání.

3.6.1.4 Tvorba skořápky

Poslední fází tvorby vejce je právě vytváření skořápky, což je velmi podstatný a důležitý proces, bez něhož by vejce prakticky nebylo vejcem. Skořápka je značně pevný obal, který slouží nejen k ochraně vejce proti rozbití, ale také plní další nezanedbatelné funkce.

K tvorbě skořápky dochází v konečné fázi reprodukčního ústrojí ze sekretu sliznice, která se tvorbou podílí na stavbě vejce. Tato část se nazývá děloha neboli *utherus*. Skořápka (*testa*) je jakousi tenkou ploténkou tvořenou mineralizovanou vrstvou s organickým substrátem a má širokou škálu barev a je také druhově specifická (HEJLOVÁ, 2001).

Vejce setrvává ve vaku podskořápkových blan asi 20 h a během této doby dochází k postupnému vzniku pevné skořápky vlivem působení a ukládání vápenatých solí za vzniku kuželovitých útvarů neboli palisád. V časném stádiu palisádové tvorby dochází k nerovnoměrnému růstu krystalů a skořápka má v tomto stádiu vroubkovaný vzhled. Výsledkem celkového procesu tvorby vzniká souvislá vrstva uhličitanu vápenatého s četnou pórovitostí (SOLOMON, 1997).

U křepelk se tloušťka skořápky pohybuje v několika málo desetínách milimetrů, a to v rozmezí 0,179 – 0,193 mm (KREITZER, 1972).

Skořápku vajec, a to nejen křepelčích, tvoří tři vrstvy (HEJLOVÁ, 2001):

1. *stratum mamillarium* – což je vnitřní vrstva, která představuje asi pětinu celkové tloušťky skořápky. Je tvořena kónickými výběžky, na jejichž vrcholku začíná kalcifikace.
2. *stratum spongiosum* – je střední vrstvou skořápky a jak je z názvu patrné má houbovitou strukturu.
3. *krystalická vrstva* – tvoří vnější vrstvu, která plynule navazuje na houbovitou část. Dosahuje tloušťky jen několik mikrometrů a je tvořena jemnými krystalky solí kalcia.

Mezi jednotlivými částmi těchto vrstev vznikají kanálky, které jsou nesmírně důležité pro transport plynů z vejce. Rozmístění již zmíněných kanálků je ve skořápce vejce nepravidelné, avšak nejvíce jich je umístěno v blízkosti vzduchové komory, kde při vzniku nového života je v této části umístěna hlava zárodku (HEJLOVÁ, 2001).

Proces mineralizace je značně ovlivněn řadou faktorů, jako jsou kyselost či zásaditost, rychlost nanášení a úroveň přesycování uhličitanem vápenatým, složením krmné směsi a celkovými podmínkami chovu. Jelikož palisádová vrstva se strukturně liší kus od kusu, tento fakt svědčí o tom, že tvorba skořápky není statická (SOLOMON, 1997).

3.6.1.5 Kutikula

Tato vaječná blanka má organický původ a je velmi tenká a plastická. Je povrchovou vrstvou vejce a selektivně překrývá póry. Její význam je především v zamezení průchodu infekčních agens do vejce, ale zároveň je v protisměru průchodná pro plyny vzniklé ve vejci. Tato tenká, avšak důležitá vrstva vzniká až při snášení vejce z hlenovitého sekretu na přechodu mezi dělohou a vaginou. Při snesení vejce a tedy při

přechodu z vnitřního do vnějšího prostředí dochází k velmi rychlému zaschnutí této vrstvy a tím tvoří vaječnou kutikulu (HEJLOVÁ, 2001).

Jak již bylo zmíněno, je tato vrstva velmi důležitá a to i při skladování vajec. Proto se nedoporučuje vejce před skladováním umývat, protože dojde k setření této části a tím může docházet k průchodu nežádoucích látek, mikroorganismu a plísní, což vede ke kažení vajec.

3.7 Skladování křepelčích vajec

Křepelčí vejce by měla být skladována při nízkých teplotách s dobrou cirkulací vzduchu. Za takto dodržených podmínek lze i 60 dní stará vejce konzumovat (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

Většina studií zabývající se skladováním a kvalitou křepelčích vajec byla provedena japonskými a indickými vědci. Vyšší stabilitu během skladování ve srovnání se slepičími vejci vykazují vejce křepelčí, protože jejich podskořápková membrána je značně silnější. Křepelčí vejce uložená v chladničce po dobu 60 dnů při teplotě okolo 5 °C nevykazovala žádné výrazné změny v hodnotách indexu žloutku a bílku. Při uchování křepelčích vajec při vyšších teplotách v rozmezí mezi 34 až 39 °C by vejce mohla být skladována po dobu 21 dnů bez výrazných změn. Kutikula, kterou je vejce pokryto by při skladování v chladničce měla být zachována po dobu 120 dní a při pokojové teplotě v rozmezí od 22 do 31 °C s relativní vlhkostí 54 až 84 % asi 60 dní. Pokud je doba skladování i v chladničce dlouhá, pak by vejce měla být spotřebována do pěti dnů od vytažení z chladničky. U vajec skladovaných při teplotě 20 °C a 30 °C po dobu 40 dní dochází k pomalejší přeměně ovalbuminu na termostabilnější S-albumin, což může vysvětlovat rychlejší sražení žloutku než bílku při smažení křepelčích vajec (SHANAWAY, 1994).

Při skladování dochází také ke změnám mikrobiologické kvality. V létě při teplotách 22 až 33 °C a relativní vlhkosti 67 – 90 % byl průměrný počet mikroorganismů na povrchu skořápky 4×10^5 na vejce, ale během 28 dnů skladování se počet snížil. *Salmonella* a *Streptococcus aureus* byly před skladováním na povrchu vejce zjištěny v 6 a 1 %, ale po 14 dnech skladování nebyly detekovány na povrchu vůbec (SHANAWAY, 1994).

3.8 Nutriční vlastnosti křepelčích vajec

Celková výživa a skladba jednotlivých jídel a jejich složek ovlivňuje růst a vývoj lidského těla a organismu. Proto je mnohými nutričními specialisty doporučována pestrá a vyvážená strava, která má zabezpečit ideální poměr žádaných složek. Křepelčí vejce je značným přínosem nutričně významných složek (viz Tab. 3) a při své hmotnosti 9,65 až 10,5 g se svou nutriční hodnotou na 100 g blíží k vejci slepičímu. Výživová hodnota bílku činí 200,9 kJ/100 g a žloutku 1527,7 kJ/100 g. Pro srovnání u vejce slepičího je tato hodnota pro bílek 201,0 kJ/100g a žloutek 1537,0 kJ/100 g (BULKOVÁ, 1999). U průměrného 10 g křepelčího vejce se energetická hodnota pohybuje okolo 60 kJ (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001).

Tab. 3 Kalorická hodnota křepelčích vajec [kJ/100 g] (Shanaway, 1994)

	Žloutek	Bílek	Celé vejce
Proteiny	258,00	190,00	224,00
Lipidy	1207,00	-	409,00
Sacharidy	13,00	13,00	16,00
Celkem	1478,00	203,00	649,00

Vejce je často vyhledávaným a konzumovaným zdrojem živočišných bílkovin a dalších nezbytných složek stravy, jako jsou vitamíny a minerální látky. U většiny druhů ptáků mají vejce podobné nutriční složení a výživově podobné využití, ale mohou se lišit v jakostních hodnotách, které záleží na různých faktorech (ĐUKIĆSTOJČIĆ *et al.*, 2012).

V naší zemi jsou nejčastěji konzumována vejce slepičí, avšak v asijských zemích preferují vejce křepelčí, která mají vyšší zastoupení minerálních látek, vitamínů a nižší množství cholesterolu, což má pozitivní vliv na prevenci vzniku cévních onemocnění. Dokonce je uvedeno, že pravidelná konzumace křepelčích vajec – až 2 ks za den, má také pozitivní vliv na organismus a pomáhá v boji s různými onemocněními, např.: poruchami zažívacího traktu, žaludeční vředy, snížení krevního tlaku, podporují paměť a zvyšují mozkovou činnost, posilují imunitu (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

Křepelčí vejce je pro svou vysokou biologickou hodnotu jedním z alternativních řešení podvýživy v oblasti Latinské Ameriky. Svým zastoupením proteinů, tuků,

vitaminů a minerálních látek se řadí ke značně hodnotným potravinám. Vzhledem k jejich nutriční hodnotě se vaječné proteiny při měření nutriční kvality potravin používají jako standard (FERNANDEZ *et al.*, 2011).

3.8.1 Obsah proteinů v křepelčím vejci

Převážně je většina živin vejce zastoupena ve vaječném žloutku, avšak výjimku tvoří u bílku obsah bílkovin, který je nutričně významný s hodnotami kolem 13 % (KALORICKÉ TABULKY, 2014).

Ve vaječném bílku je obsaženo zdárné množství esenciálních aminokyselin, jejich příjem je velmi důležitý pro organismus, protože si jej nedokáže sám vytvořit. Nejvíce zastoupenými esenciální aminokyselinami je leucin (1139,0 mg/100 g), valin (869,5 mg/100 g) a lysin (790,0 mg/100 g). Leucin v lidském těle napomáhá udržení a regulaci cukru v krvi stejně tak jako valin, který mimo to je zapojen do metabolismu svalů, opravě a růstu tkání a udržuje rovnovážné množství dusíku v těle. Příjem lysinu je nutný zejména u dětí, kde je nápomocen při růstu a vývoji kostí. Důležitý je i při procesu vstřebávání vápníku a udržení bilance dusíku v těle. Vliv má i na tvorbu hormonů, enzymů, kolagenu, protilátek a opravě tkání. Vejce obsahuje nejen esenciální, ale i neesenciální aminokyseliny. Z nichž nejvíce jsou zastoupeny kyselina asparagová (1488,0 mg/100 g), alanin (739,0 mg/100 g) a serin (665,5 mg/100 g). Kyselina asparagová je důležitá pro produkci energie, zatímco alanin hraje důležitou roli při udržení stále hladiny glukózy v těle a tím napomáhá přeměnit glukózu na potřebnou energii. Alanin také z jater odstraňuje přebytečné toxiny (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

3.8.1.1 Obsah ovotransferinu v křepelčím vejci

Tento protein obsažen v bílkové části křepelčího vejce vykazuje značnou antimikrobiální schopnost. S touto bílkovinou se můžeme setkat i pod názvem conalbumin a tvoří něco kolem 16 % z celkových bílkových proteinů. Jeho funkce tví především v reverzibilním vázání kationtů mědi, železa a zinku a tím se tyto prvky stávají nedostupnými pro bakterie, které je potřebují pro svůj přirozený růst a působí tedy bakteriostaticky (BROULÍK *et al.*, 2010).

VALENTI *et al.* (1985) uvádí vliv ovotranferinu také na kvasinky rodu *Candida*, čímž působí i antifungicidně.

3.8.1.2 Obsah lysozymu v křepelčím vejci

Lysozym neboli také N-acetylmuramidáza je dalším velmi významným proteinem, který zaujímá asi 4 % bílkových proteinů. Jeho hlavní schopností je především rozkládání peptidoglykanových stěn gram pozitivních bakterií jako je *Bacillus* a *Staphylococcus* (BROULÍK *et al.*, 2010). Tyto antibakteriální vlastnosti lysozymu jsou využívány zejména při výrobě potravin, kosmetiky, farmacie a lékařství (MYINT *et al.*, 2012).

V bílku křepelčích vajec se navíc tento protein vyskytuje ve dvou formách a tím pádem dochází ke zvýšení baktericidního účinku oproti účinkům lysozymu izolovaného z vajec slepičích (THAMMASIRIRAK *et al.*, 2007).

3.8.2 Obsah lipidů v křepelčím vejci

Veškerý obsah tuků je ve vejci soustředěn do žloutku a pohybuje se kolem 11 % z celkové hmotnosti (KALORICKÉ TABULKY, 2014).

Tuky vaječného žloutku jsou převážně tvořeny triacylglyceroly (63 % z celkových lipidů) a fosfolipidy, které jsou v zastoupení 30 % (ANGELOVIČOVÁ *et al.*, 2004).

Značně důležitý je obsah jednotlivých fosfolipidů a jejich efekt při napomáhání vstřebávání cholesterolu. Z fosfolipidů, které byly zjištěny v křepelčím vejci, dominuje s obsahem 74,8 % fosfatidylcholin – lecitin, dále pak fosfatidylethanolamin – cefalin (11,3 %), sfingomielin (6,5 %), fosfatidylserin (4,3 %) a lysofosfatidylcholin (3,1 %) (BROULÍK *et al.*, 2010).

Stejně tak jako byl ve vejci zjištěn obsah esenciálních i neesenciálních aminokyselin je tomu i u mastných kyselin a vyskytují se tedy v obou podobách. Jednou z nejvíce zastoupených esenciálních nenasyčených mastných kyselin je kyselina linolové (2,58 g/100 g), která má být v dostatečné míře konzumována pro její blahodárny vliv na lidský organismus. Při jejím nedostatku může docházet ke kožním obtížím, ztrátě vlasů a špatnému hojení ran. Další kyselinou je kyselina dekosahexaenová (0,50 g/100 g) a kyselina arachidonová (0,44 g/100 g). Kyselina dekosahexaenová je v kojeneckém věku nezbytná pro vývoj a růst mozku a také má pozitivní vliv na některá onemocnění, jako je artritida, ateroskleróza, deprese, hypertenze, diabetes, infarkt myokardu a dokonce i některé druhy rakoviny. Z neesenciálních mastných kyselin byly ve žloutky nejvíce zastoupeny kyselina olejová (8,84 g/100 g), palmitová (5,13 g/100 g) a stearová (2,03 g/100 g) (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

Při porovnání obsahů mezi esenciálními a neesenciálními mastnými kyselinami ve vaječném žloutku je výsledek dosti jednoznačný. Celkové neesenciální mastné kyseliny jsou v zastoupení 17,09 g/100 g, kdežto esenciálních je podstatně méně, a to 3,70 g/100 g. Celkový obsah nenasycených mastných kyselin činí 13,3 g/100 g a je složen z MUFA, tedy mono-nenasycených mastných kyselin (9,64 g/100 g) a PUFA polynenasycených mastných kyselin (3,68 g/100 g). Nasycené mastné kyseliny nám dávají hodnoty nižší než je tomu u nenasycených, a to 7,41 g/100 g (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

Z celkového pohledu tedy křepelčí vejce jsou poměrně bohatým zdrojem tuků, avšak bylo zjištěno, že většina z nich jsou ve formě nenasyceným mastných kyselin, které mají na náš organismus pozitivní vliv. A na druhou stranu nižší zastoupení nasycených a trans mastných kyselin, které jsou pro zdraví člověka značně nežádoucí, protože zvýšenou konzumací trans nenasycených mastných kyselin dochází ke zvyšování LDL (low-density lipoprotein) hladiny cholesterolu, který napomáhá při zvýšeném příjmu ukládání cholesterolového plátu na cévní stěny a tím může docházet k rozvoji cévních onemocnění. Ve Spojených státech je množství příjmu trans nenasycených mastných kyselin doporučeno v množství nepřesahující 0,5 g na porci (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

3.8.2.1 Obsah cholesterolu v křepelčím vejci

Vaječný žloutek patří k nejbohatším zdrojům cholesterolu v lidské výživě, a proto je charakterizován jako rizikový faktor zejména u daných skupin lidí, např. diabetiků. Doporučená denní dávka cholesterolu pro zdravé jedince podle WHO činí 300 mg/den. Lze obsah cholesterolu ve vaječném žloutku snížit a to buď geneticky, vlivem složení krmné dávky nebo kombinací těchto dvou faktorů (BAUMGARTNER *et al.*, 2008). Na koncentraci cholesterolu má vliv také způsob chovu křepelky a také staří nosnice. I přesto, že je patrné zvýšení celkového cholesterolu při konzumaci vajec, některé studie prokazují, že dietní cholesterol zvyšuje hladinu nejen LDL cholesterolu, ale i HDL cholesterolu, který chrání před usazováním lipidického plátu na stěny cévní a tím snižuje riziko vzniku ischemické choroby srdeční (WEGGEMANS *et al.*, 2001).

Obsah cholesterolu ve vaječném žloutku je často diskutovanou složkou lidské stravy vzhledem k možnému negativnímu působení na rozvoj kardiovaskulárních onemocnění. Z celkového množství lipidů se jeho obsah pohybuje mezi hodnotami 3,99 až 5,17 %.

Množství tohoto sterolu ve žloutku je dáno také působením různých faktorů ať už vnitřních či vnějších, jako je stáří nosnice, složení krmné dávky, intenzita snášky a podmínky chovu. Při podávání běžně dostupné krmné směsi činí hodnoty cholesterolu 1340,0 mg/100 g, kdežto při zkrmování směsi s přídatkem 5 a 10 % amarantu byly hodnoty prokazatelně nižší a to 1260,0 a 1210,0 mg/100 g (ANGELOVIČOVÁ *et al.*, 2004).

3.8.2.2 Obsah lecitinu v křepelčím vejci

Lecitin, jakožto hlavní dominující fosfolipid výrazně omezuje intestinální vstřebávání cholesterolu, a tím má tedy vysoký obsah lecitinu v křepelčím vejci výrazný efekt na absorpci cholesterolu lidským organismem. K této důležité funkci přispívá také sfingomyelin, a to především svou schopností redukce vstřebávání cholesterolu lymfatickou cestou. Z dietologického hlediska je tedy prospěšnost konzumace křepelčích vajec připisována jejich lepší stravitelnosti, nikoli však nižšímu obsahu cholesterolu, jehož obsah je obdobný jako u vajec slepičích s nepatrnými odchylkami (BROULÍK *et al.*, 2010).

3.8.3 Obsah sacharidů v křepelčím vejci

Vejce z nutričního hlediska není zdrojem sacharidů. Z celkového procentuálního zastoupení jednotlivých složek zaujímají asi 0,4 % (KALORICKÉ TABULKY, 2014).

3.8.4 Obsah vitamínů v křepelčím vejci

Především žloutek je bohatým zdrojem vitamínů a to zejména skupiny rozpustných v tucích. Konkrétně vitamín A (retinol) s obsahem 294,5 µg/100 g žloutku, vitamín D (cholecalciferol) v zastoupení 1,667 µg/g žloutku a vitamín E (tokoferol) jehož obsah činí 3,93 µg/100 g žloutku (BROULÍK *et al.*, 2010).

Ze zjištění výsledků vědecké práce v Bangkoku však vyplývají u některých výsledných hodnot značné rozpory. Zejména v zastoupení vitamínu E jsou naměřené hodnoty několikanásobně vyšší než u zjištěných hodnot předchozího zdroje a činí 5920,0 µg/100 g žloutku. U vitamínů A došlo také k jisté odchylce, avšak ne až tak výrazné. Hodnota u tohoto vitamínu je 717,0 µg/100 g. Jediný vitamín, který se plus mínus shoduje u obou zdrojů, je vitamín D, který se pohybuje mezi hodnotami 1 až 2 µg/100 g (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

Pro svůj obsah je vejce dobrým zdrojem vitamínu E. Tento vitamín se řadí mezi antioxidanty a vyskytuje se v potravinách v osmi odlišných formách neboli isomerech. Nejvýznamnější ze všech forem je alfa-tokoferol, který je u lidského organismu neaktivnější. Při jeho suplementaci bylo zjištěno snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění o 24 % (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

3.8.5 Obsah organických a minerálních látek v křepelčím vejci

Jednou z hlavních organických látek celých vajec je dusík, který patří mezi nejdůležitější z prvků. V křepelčím vejci celém je obsažen z 6,39 %, avšak častěji jej nalezneme v bílku se zastoupením 12,2 %. Dusík je velmi důležitou složkou potřebnou pro lidský organismus. Je součástí řady látek jako třeba nukleových kyselin, proteinů, koenzymů a hormonů. Zatímco dusík se vyskytuje převážně v bílkové části vejce, další důležité prvky jsou typičtější pro žloutek. Řadí se mezi ně železo a zinek s obsahem 116,0 mg/l a 70,6 mg/l. V celém vejci jsou hodnoty těchto železitých prvků následující. Pro železo je hodnota 80,8 mg/l a pro zinek 46,9 mg/l (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

Železo má v lidském organismu nezastupitelnou roli a je také velmi důležitým prvkem pro udržení zdravého imunitního systému. V podobě hemoglobinu slouží jako transportér kyslíku. Při jeho nedostatku dochází ke vzniku onemocnění zvaného anémie z nedostatku obsahu železa. Toto onemocnění je pravděpodobně nejčastějším potravinovým onemocněním na světě (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

Zinek je potřebný pro mnoho reakcí, které jsou pro náš organismus nezbytné. Podílí se na tvorbě a opravě tělních tkání a je tedy velmi důležitý pro tvorbu šlach a vazů. Z dalších z jeho vlastností prospěšných pro náš organismus je pozitivní vliv na růst a zdravý vzhled vlasů, nehtů, zubů a kostí (TUNSARINGKARN *et al.*, 2013).

3.9 Morfologické vlastnosti křepelčích vajec

Kvalita vaječných komponentů je značně proměnlivá a závisí na různých faktorech. Mezi hlavní z těchto faktorů, který má vliv na vaječné složky, patří věk nosnice a doba skladování, což jsou faktory značící změny ve vejci, které jsou podstatné i pro spotřebitele. S věkem nosnice a následně délkou skladování jsou spjaté kvalitativní zkoušky, které nám udávají jakost vajec.

Jednotlivé parametry, které určují čerstvost, nezávadnost a jakost vajec, mají své dané zákonitosti a jsou pro všechny druhy vajec stejné, tedy i pro vejce křepelčí (viz Tab. 4). Tyto parametry se dají hodnotit pomocí senzoričkových, fyzikálně-chemických a mikrobiologických analýz a jsou rozděleny na vnitřní a vnější. Patří mezi ně i mimo jiné hmotnost celého vejce, tvarový index vejce, hmotnost žloutku, index žloutku, procentuální zastoupení žloutku, hmotnost bílku, index bílku, procentuální zastoupení bílku, Haughovy jednotky, hmotnost skořápky, procentuální zastoupení skořápky, tloušťka skořápky, velikost a nepohyblivost vzduchové bubliny, popřípadě přítomnost krevních či masových skvrn. Dále lze pozorovat barvu, celistvost skořápky a její po případné znečištění, pach vejce, barvu žloutku a pH jednotlivých složek (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Tab. 4 Základní ukazatele kvality křepelčích japonských nosného typu (Baumgartner 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

3.9.1 Vnější morfologické vlastnosti křepelčích vajec

K vnějším morfologickým znakům patří především zkoušky zaměřené na kvalitu skořápky a vejce jakožto celku. Můžeme zde zařadit i senzorickou analýzu, která je subjektivním hodnotícím prvkem stanovujícím pomocí smyslů hodnotitele a je tedy plně závislá na jeho vjemech. Tato analýza je rozdělena na stanovování u vajec buďto syrových či vařených vajec.

Z vnějších vlastností lze hodnotit hmotnost vejce, tvarový index, barvu skořápky, pach vejce, znečištění skořápky, celistvost či neporušenost skořápky a její tvar a povrchové odchylky či abnormality.

3.9.1.1 Hmotnost křepelčího vejce

Hmotnost je jednou z hlavních kvalitativních ukazatelů jakosti všech vajec (INGR *et al.*, 1993). Je měřena s přesností na jedno desetinné místo a její hodnoty se pohybují okolo 11 g (VAŠÁK, 2008). Hmotnost celého vejce je snadno odvoditelná z hodnot jeho délky a šířky (ALKAN *et al.*, 2010). Na hmotnost vejce má vliv složení krmné směsi, věk nosnice, genotyp a plemenná příslušnost (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

3.9.1.2 Index tvaru vejce křepelčích vajec

Tento index souvisí s velikostí vejce. Pro jeho zjištění je nutno posoudit poměr mezi příčnou a podélnou osou. Hodnoty indexu tvaru vejce se pohybují mezi 77 až 78 % (ZITA *et al.*, 2013). Vejce má za normálních okolností oválný tvar, avšak vlivem fyziologických faktorů může docházet ke tvarovým odchylkám a jeho hodnotu lze vypočítat dle vztahu (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999):

$$I_t = b/a \times 100 [\%],$$

kde a je hodnota podélné osy,

b je hodnota příčné osy.

3.9.1.3 Barva skořápky křepelčích vajec

Barva skořápky je značně rozmanitá a je pro jednotlivé druhy ptáků jedním z typických znaků, kterým je lze od sebe odlišit. Křepelčí vejce jsou svou pigmentací

značně kropenatá a zaujímají pestrou škálu barev od bílé přes hnědou až k černé (SOLOMON, 1997).

WOODARD *et al.* (1964) uvádí závislost barvy skořápky na času snesení vejce po ovulaci. Snesené vejce 21 h po ovulaci se vyznačují barvou bílou, kdežto po delším pobytu v *utheru* nosnice se barva skořápky zintenzivňuje.

Pigment určující barevnou kombinaci je uložen v kutikulární vrstvě vejce. Veškeré barevné kombinace vajec jsou u ptactva přírodně tvořena pro schopnost kamufláže zejména u volně žijících ptáků s neschopností tvorby hnízda a slouží tedy k jejich ochraně proti okolí. Pigmentace může mít také funkci tepelné regulace. Nicméně schopnost kamufláže a tepelné regulace má vliv především u volně žijících ptáků, avšak u hospodářsky chovaných, tento vliv zaniká a barva skořápky se stává pouze obchodním znakem (SOLOMON, 1997).

Pigment

Pigment neboli barvivo je u skořápky variací porfyrinu, ooporfyrinu nebo protoporfyrinu. Jsou to cyklické složky, které jsou tvořeny čtyřmi pyrrolovými kruhy. Většina vajec s hnědou či černou kolorací skořápky obsahuje složky protoporfyrinu, kdežto vejce zeleně a modře pigmentovaná zahrnují ve své kutikulární vrstvě dané množství biliverdinu a biliverdin chelátu zinku. Tmavě zbarvená vejce tedy obsahují barviva více než vejce bílá. Jako nosiče pigmentu slouží ionty kovu zinku, železa, mědi a manganu (SOLOMON, 1997).

3.9.1.4 Znečištění skořápky křepelčích vajec

Na znečištění vejce má vliv především způsob chovu. K patrnějšímu znečištění dochází při chovu na podestýlkách oproti chovu klecovému. Jako znečištění povrchu skořápky lze považovat zbytky trusu a podestýlky, které překračují hranici povoleného znečištění daného povrchu. Toto hodnocení je opět subjektivním a při překročení znečištění jsou tato vejce vyřazena z prodeje. Obvykle se za znečištěná vejce považuje zašpinění z více než 1/8 povrchu vejce (EAGRI, 2015).

3.9.1.5 Celistvost skořápky křepelčích vajec

Skořápka, jakož to ochranná složka vaječných komponentů, čelí značnému namáhání a může tedy dojít k jejímu porušení, což může vést k průniku nežádoucích mikroorganismů a plísní do vnitřních složek a tím dojít ke kažení vejce.

Porušenost skořápky lze sledovat pouhým okem či lehkým poklepem dvou vajec o sebe, kdy dojde při porušených vejcích ke křaplavým zvukům. Dalším prvkem ke zjištění prasklin na skořápce lze použít lampu, kterou se vejce prosvítí a praskliny jsou hned patrné.

3.6.1.6 Pevnost a tloušťka skořápky křepelčích vajec

Pevnost je důležitým kvalitativním znakem, na kterém závisí odolnost vejce proti poškození. Pevnost je dána strukturou skořápky a při vyšší pórovitosti je skořápka křehčí. Tloušťka a pevnost spolu úzce souvisí, avšak jejich souvislost není přímo úměrná (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999). Hodnota pevnosti křepelčí skořápky se pohybuje okolo 24,4 N (BAUMGARTNER a HETÉNYI, 2001). Tloušťka skořápky u křepelčích vajec se pohybuje mezi hodnotami 0,191 až 0,219 mm a záleží na cyklu a stáří nosnice, proto bývají tyto hodnoty odlišné (GENCHEV, 2012). Pevnost skořápky se měří pomocí zesilovaného tlaku na vejce a tloušťka za konstantních podmínek na ostrém, tupém konci vejce a ve středové poloze. Z těchto třech hodnot se vytvoří průměr (EAGRI, 2015).

3.9.1.7 Pach křepelčích vajec

Zkouška pachu vajec je snadná. Vejce, které má pokojovou teplotu, je vloženo do prázdné skleněné nádoby a pomocí čichu se stanoví jeho pach. Pach skořápkových vajec může být rozmanitý a to buď typický nebo po stelivu či trusu.

3.9.1.8 Struktura skořápky křepelčích vajec

Povrch vejce se zkoumá pomocí zraku a hmatu. Vejce od zdravé nosnice s vyváženou stravou s dostatkem vitamínů a látek potřebných pro tvorbu skořápky by měla mít hladký povrch bez jakýchkoli zřejmých abnormalit.

Znetvoření povrchu vejce může být způsobeno nerovnováhou iontů, která je nepředvídatelná a závislá na řadě faktorů. Mezi hlavní faktory patří především stres, který hraje významnou roli při tvorbě skořápky. Abnormality vznikající na povrchu

vejce při tvorbě skořápky a mají stejné složení jako skořápka sama. Dochází pouze buď k většímu nánosu látek tvořících skořápku a tím k abnormálnímu ukládání vápenatých solí na úsecích vejce anebo naopak ke snížení tvorby skořápky a tím dochází ke vzniku velmi tenké skořápky, která nepříliš chrání vejce před poškozením (SOLOMON, 1997).

3.9.2 Vnitřní morfologické a fyzikálně-chemické vlastnosti křepelčích vajec

Stanovení vnitřních kvalitativních znaků probíhá zejména na bázi fyzikálně-chemické analýzy a je jednou z hlavních prostředků, pomocí které se stanovuje kvalita vaječných komponentů. Na fyzikálních základech je založena většina zkoušek pro hodnocení jak vnitřních tak vnějších částí vejce, která udává kvalitu a s tím související stáří vajec.

Do této analýzy vajec patří především hmotnost žloutku, hmotnost bílku, procentuální zastoupení jednotlivých složek, hmotnost skořápky, index žloutku, index bílku, barva žloutku, Haughovy jednotky, velikost a pohyblivost vzduchové bubliny, přítomnost masových či krevních skvrn a koncentrace vodíkových iontů.

Všechny tyto ukazatele jsou závislé na mnoha faktorech, především pak na délce skladování, ale i věku nosnice a složení krmné dávky. Po snesení by vejce mělo mít hodnoty, které jsou známkou čerstvosti vejce. Během procesu skladování však dochází k velmi patrnému zhoršování hodnot, které vede až k neúdržnosti vejce.

3.9.2.1 Měrná hmotnost křepelčích vajec

Měrná hmotnost je udávána jako poměr hmotnosti vejce k jeho objemu za konstantní teploty. Průběhem skladování se měrná hmotnost mění vlivem teploty, vlhkosti a doby skladování. Měrná hmotnost vaječného obsahu je dvakrát menší než měrná hmotnost skořápky (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999). GONZÁLEZ (1995) uvádí hodnoty měrné hmotnosti mezi 1,066 – 1,072 g/cm³.

3.9.2.2 Bod mrznutí křepelčích vajec

Bod mrznutí je ovlivněn úbytkem CO₂ ve vejci a s klesajícím obsahem se jeho hodnota zvyšuje. K největším změnám dochází v prvních 12 h po snesení. U bílku je bod mrznutí vyšší než je tomu u žloutku to však záleží na obsahu vody a její difúzi (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

3.9.2.3 Hmotnost žloutku křepelčích vajec

Hmotnost žloutku se stanovuje v gramech s přesností na jedno desetinné místo a to ze žloutku zbaveného veškerých zbytků ulpělého bílku. Jeho zastoupení z celého vejce se následně určí i procentuálně. Žloutek křepelčího vejce váží asi 4,3 až 4,5 g a do značné míry určuje kvalitu vejce jako celku. Relativní podíl žloutku k celému vejci se pohybuje mezi 31 – 37 % (GENCHEV, 2012).

3.9.2.4 Hmotnost bílku křepelčích vajec

Hmotnost vaječného bílku se stanoví v gramech s přesností na jedno desetinné místo a dopočítá se jeho procentuální zastoupení ve vztahu k hmotnosti celého vejce. Průměrná hmotnost bílku u křepelčích vajec se pohybuje v rozmezí 4,9 až 5,0 g, tj. asi 53,5 až 59,5 % (GENCHEV, 2012).

3.9.2.5 Hmotnost skořápky křepelčích vajec

Hmotnost skořápky závisí na tloušťce a pevnosti (HEJLOVÁ, 2001). Její procentuální zastoupení k celému vejci činí okolo 7 %, což při hmotnosti vejce 11 g odpovídá hodnotě 0,77 g (YANNACOPOLOUS a TSERVENI-GOUSHI, 1986).

3.9.2.6 Index žloutku křepelčího vejce

Index žloutku je ukazatelem čerstvosti vajec a je zjištěn pomocí poměru výšky a šířky žloutku pomocí posuvného měřidla po vytlučení na podložku. Žloutek čerstvých vajec má po vyklepnutí na podložku pravidelný, polokulovitý tvar, který udržují vlivem plastičnosti a elastičnosti žloutkové membrány, která s přibývajícím dobou skladování zhoršuje své vlastnosti (HEJLOVÁ, 2001). Index žloutku se u čerstvých křepelčích vajec pohybuje v rozmezí 48 – 52 % a s přibývajícím věkem má tendenci nárůstu až k hodnotě 54 % (GENCHEV, 2012). Index lze vypočítat podle vzorce (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999):

$$I_z = V/\check{S} \times 100 [\%],$$

kde V je výška žloutku [mm],

\check{S} je šířka žloutku v [mm].

3.9.2.7 Index bílku křepelčího vejce

Index bílku je stejně jako index žloutku ukazatelem čerstvosti vajec, kdy vlivem stárnutí dochází k řidnutí tuhého bílku. Z toho je patrné, že čím jsou zjištěné hodnoty vyšší, tím je vejce jakostně kvalitnější (INGR *et al.*, 1993). U čerstvých křepelčích vajec se jeho hodnota pohybuje mezi 3 až 15 % (GENCHEV, 2012).

Index bílku je dán poměrem výšky a šířky hustého bílku a vyjádřen exponenciální rovnicí (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999):

$$I_b = H/G 0,5 - (30 W^{0,37} - 100),$$

kde H je výška hustého bílku [mm],

G je konstanta 32,2,

W je hmotnost vejce [g].

3.9.2.8 Barva žloutku křepelčího vejce

Barva žloutku je u syrových rozklepnutých vajec hodnocena pomocí stupnice La Roche, což je paleta odstínů žluté až oranžové barvy označená čísly 1 až 15. Tato barevná škála je přikládána ke žloutku a při hodnocení hodnotitel zaznamenává číslo, které se nejbližší podobá barvě pozorovaného žloutku. Barva vaječného žloutku může být ovlivněna složením krmné dávky a to především přidavkem karotenoidů, které jsou obsaženy v krmné směsi s kukuřicí, v zeleném krmení nebo přidáním specifických doplňkových látek (BEARDSWORTH a HERNANDEZ, 2004). Přesnější jsou stanovení pomocí metody fotometrické nebo spektrofotometrické (INGR *et al.*, 1993).

Je známo, že barva žloutku je pro spotřebitele velmi značným ukazatelem, což bylo zjištěno i při průzkumu v řadě zemí (Francie, Německo, Španělsko, Polsko, Velká Británie a Řecko). Zbarvení žloutku probíhá ve dvou procesech – první je proces nasycení, kdy dochází ke vzniku žluté základny vlivem ukládání karotenoidu. Druhou fází je zmírňování ukládání karotenoidu a zamezení vzniku až načervenalých barev, tedy žloutek se zlatožlutou barvou. Existují tři hlavní karotenoidy se žlutým zbarvením (lutein, zeaxantin a apo-ester) a tři se zbarvením do červena (kanthaxanthin, citranaxanthin a kapsanthin / kapsorubin) (BEARDSWORTH a HERNANDEZ, 2004).

3.9.2.9 Haughovy jednotky křepelčích vajec

Haughovy jednotky vyjadřují pomocí vztahu mezi výškou tuhého bílku a hmotností vejce jejich jakost. U křepelčích vajec Haughovy jednotky vychází ze vztahu (ZITA *et al.*, 2013):

$$HU = 100 \times \log (H + 7,57 - 1,7 \times W^{0,37}),$$

kde W je hmotnost vejce [g],

H je výška hustého bílku [mm].

3.9.2.10 pH bílku křepelčích vajec

U čerstvých vajec se pH bílku pohybuje okolo hodnoty 7,6 až 8,5 (COUTTS *et al.*, 2007). Vlivem skladování však dochází ke zhoršování kvality uvolňováním CO₂ a tím dochází ke změně rovnováhy rozpuštěného CO₂, uhličitany a hydrogenuhličitany ionty a proteiny, kdy dochází ke zvyšování hodnot pH až k 9,7. Na změnu pH má vliv především doba a teplota skladování (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Po třídním skladování při 3 °C vykazoval bílek hodnoty pH 9,18 a po 21 dnech dosahoval k hodnotě 9,4 bez ohledu na teplotu (COUTTS *et al.*, 2007).

3.9.2.11 pH žloutku křepelčích vajec

U čerstvého vejce se pH žloutku pohybuje kolem hodnoty 6,0. Vlivem doby skladování se hodnoty mění a mohou dosahovat hodnot 6,4 až 6,9 (COUTTS *et al.*, 2007).

3.10 Funkční vlastnosti křepelčích vajec

K funkčním vlastnostem vajec patří technologické vlastnosti, které se značně využívají v potravinářství. Jsou to tvorba pěny, její šlehatelnost a trvanlivost, kterou lze vyjádřit indexem šlehatelnosti a trvanlivosti pěny, dále tvorba gelu a emulgační schopnost, které jsou využívány při výrobě a přípravě potravin (SUKOVÁ, 2005). Mimo tyto vlastnosti vejce přispívá při přípravě potravin barvou, chutí, vůní a potlačením krystalizace (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

3.10.1 Tvorba pěny, index šlehatelnosti a trvanlivosti pěny

Pěna je disperzní systém tvořen dvěma fázemi, vzduchem a denaturovanými proteiny. K denuraci bílkovin dochází vlivem mechanického namáhání, což je v tomto případě šlehání, kdy proteiny mění své prostorové konformace a vystupují na povrch hydrofobní částice, které jsou původně soustředěny uvnitř molekuly (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Šlehatelnost bílku se hodnotí pomocí indexu šlehatelnosti, tedy procentuálním poměrem mezi objemem našlehaného bílku a objemem bílku před našleháním a je schopností vaječného bílku tvořit pěnu. Je dána vzorcem (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999):

$$I_s = (O_p/O_b) \times 100 [\%],$$

kde O_p je objem pěny [ml],

O_b je objem bílku [ml].

U křepelčích vajec index šlehatelnosti dosahuje hodnot kolem 460 %. V důsledku chemických změn během skladování vajec však dochází k postupnému snižování této hodnoty (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Další technologickou vlastností, která souvisí s indexem šlehatelnosti je trvanlivost pěny a tento vztah je vyjádřen pomocí indexu trvanlivosti, který udává o kolik procent se objem pěny zmenší za daný stanovený čas (asi 30/60 minut) (HEJLOVÁ, 2001). Trvanlivost pěny je u starších nosnic vyšší než u mladších, vlivem vyššího obsahu sušiny. Index trvanlivosti pěny je vyjádřen vzorcem (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999):

$$I_{tp} = (O_p - O_{b1}/O_b) \times 100 [\%],$$

kde O_p je objem pěny [ml],

O_b je objem bílku [ml],

O_{b1} je objem zkapalněného bílku po 30 [60] min [ml].

3.10.2 Tvorba gelu

Denaturace je procesem, kdy dochází k přechodu proteinů a polysacharidů z uspořádaného systému do neuspořádaného a kovalentní vazby se rozpadají za vzniku nové trojrozměrné struktury. K denuraci může dojít vlivem působení několika faktorů

např. šleháním, záhřevem, mícháním, adsorpcí na fázovém rozhraní a chemickou cestou. Vlivem denaturace dochází k fyzikálně-chemickým změnám vlastností proteinů. Při agregaci dochází ke vzájemnému působení proteinů, což vede k tvorbě komplexů o velké molekulové hmotnosti. Jednou z forem agregace je koagulace, při které dochází k působení polymerních molekul nebo polymerů s rozpouštědly. Koagulát bývá obvykle zakalený a termo-ireverzibilní. Tvorba gelu je ovlivněna řadou faktorů, z nichž nejvýznamnějším je teplota. Při teplotě mezi 60 – 70 °C přechází bílek ze skupenství kapalného do pevného, při 70 – 74 °C se zvyšuje elasticita a při dosažení 89 °C dochází ke stabilizaci gelu. Dalším z faktorů je koncentrace proteinů, pH a zvýšení iontové síly. Bílek jelikož neobsahuje lipidy má výrazně lepší schopnost tvorby gelu než žloutek (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

3.10.3 Tvorba emulze

Emulze je disperzní systém dvou kapalin, které jsou nemísitelné a jedna v druhé jsou jemně rozptýleny. Jsou známy dva typy emulzí a to olej ve vodě a voda v oleji. Ke stabilitě emulze přispívá emulgátor, což je látka snižující povrchové napětí. Vaječný žloutek je jednou z nejlepších přírodních emulzí a má schopnost tvorby emulze. Na emulgační schopnost má vliv sušení, záhřev a pH (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

3.11 Mikrobiologická kvalita křepelčích vajec

Z pohledu ochrany spotřebitelů patří tyto vlastnosti k nejdůležitějším. Mezi nejčastěji se vyskytující příčiny kažení vajec jednoznačně patří jejich znečištění, rosení vlivem nesprávného skladování, poškození skořápky a stáří vajec (HEJLOVÁ, 2001).

K mikrobiální kontaminaci může dojít dvěma způsoby. Buďto průnikem z vnějšího prostředí přes skořápku vejce (exogenní kontaminace) nebo vlivem onemocnění nosnice prostupem z krevního řečiště (endogenní kontaminace). K endogenní kontaminaci dochází ještě před ovulací vlivem transovariálního přenosu, kdy jsou mikroorganismy dopravovány do tvořícího se žloutku. Mezi původce této kontaminace především patří viry a bakterie řadící se mezi patogenní mikroorganismy (např. *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, mykobakterie, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, původci infekční bronchitidy a další. Častější a více rozšířenější je však exogenní kontaminace, která je zcela závislá na čistotě prostředí a podmínkách skladování, kdy největší nebezpečí hrozí u čerstvě sneseného vejce, které má ještě

vlhkou a lepivou kutikulu. Většina mikroorganismů pocházejících z prostředí patří mezi nepatogenní saprofytickou mikroflóru, ale mohou se zde vyskytnout i mikroorganismy patogenní jako např. *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Schigella*. Dalším ze zdrojů exogenní kontaminace mohou být hlodavci, hmyz, ale i lidé. Kromě výše zmíněných mikroorganismů se na skořápce mohou vyskytnout i kvasinky a plísně (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

Vitálnost mikroorganismů na skořápce je poměrně dlouhá a závisí především na podmínkách skladování. Průnik mikroorganismů do vaječného obsahu podporuje řada faktorů (znečištění skořápky, poškození kutikuly, defekty a porušenost skořápky, vysoké teploty skladování a vysoká relativní vlhkost vzduchu, vysoká koncentrace mikroorganismů a délka skladování). Patogenní i nepatogenní mikroorganismy jsou schopny produkovat enzymy, které zapříčiňují rozklad vaječných složek, zejména pak proteinů a lipidů (SIMEONOVÁ *et al.*, 1999).

3.12 Senzorické vlastnosti křepelčích vajec

Tyto vlastnosti se řadí k senzorické analýze, která se provádí jak u syrových, tak vařených vajec. Hodnotícím znakem je barva, vůně a chuť bílku i žloutku. Barva bílku by měla být čirá s nazelenalým nádechem. Barva žloutku je z nutričního hlediska nepodstatná, avšak spotřebitelsky hodnocená, proto chovatelé zkrmují krmivo ovlivňující jeho barvu (STEINHAUSEROVÁ, 2003). Vůně jak bílku, tak žloutku by měla být typická, příjemná bez nežádoucích pachů. Proto by vejce měla být skladována odděleně od ostatních potravin kvůli možnému přejímání pachu. Nositel chuti je žloutek. Bílek je svou chutí neutrální (HEJLOVÁ, 2001).

3.13 Faktory ovlivňující kvalitu křepelčích vajec

3.13.1 Vliv věku nosnic na kvalitu křepelčích vajec

Věk křepelk japonských ovlivňuje především celkovou hmotnost vejce. Ke zvyšování hmotnosti vejce dochází ve věku do 25. týdne. Po překročení této hranice se hmotnost postupně začne snižovat až do konce snášky. Index tvaru vejce však nebývá značně ovlivněn a s přibývajícím věkem nosnice dosahuje pouze k nepatrnému kolísání hodnot (viz Tab. 5). Dochází také ke zvyšování hmotnosti bílku, a to do 25. týdne věku

(ZITA *et al.*, 2013), avšak hodnoty indexu bílku vykazují s přibývajícím věkem nosnic zhoršující se hodnoty (NOWACZEWSKI *et al.*, 2010).

Křepelčí vejce mají podíl žloutku vyšší než slepičí. Věk nosnice má také vliv na hmotnost žloutku, která se stejně tak jako u bílku s postupným stářím zvyšuje a ke konci snášky dochází k nepatrnému poklesu. Totéž platí i pro index žloutku, kdy relativně vysoké hodnoty byly zjištěny ve věku 9. a 37. týdne (ZITA *et al.*, 2013). Všeobecně ovšem platí, že s přibývajícím věkem dochází ke zhoršení indexu žloutku stejně tak jako i snižování hodnot Haughových jednotek (viz Tab. 5), které jsou považovány za jeden z hlavních matematicky vyjádřených znaků kvality vejce (NOWACZEWSKI *et al.*, 2010).

Věk nosnic má také vliv na kvalitu skořápky vejce. Mnoho autorů uvádí, že vlivem věku dochází ke zvyšování hmotnosti skořápky, kdežto na tloušťku skořápky věk nosnice vliv nemá (ZITA *et al.*, 2013).

Tab. 5 Vliv stáří vajec na jednotlivé parametry (Zita *et al.*, 2013)

Stáří v týdnech	Hmotnost vejce [g]	Index tvaru [%]	Hmotnost bílku [g]	Index bílku [%]	Hmotnost žloutku [g]	Index žloutku [%]	Haughovy jednotky
9	11,96	77,97	7,07	12,47	3,44	49,11	90,13
13	12,69	77,64	7,30	12,33	3,79	47,66	90,88
17	12,29	78,77	7,11	12,38	3,72	46,81	90,50
21	13,00	77,54	7,38	10,47	3,99	46,82	85,98
25	13,03	77,38	7,53	10,54	3,95	46,82	87,13
29	12,78	77,37	7,25	9,86	3,89	48,05	85,10
33	12,46	77,84	7,10	10,29	3,82	51,90	85,47
37	12,39	78,24	7,09	9,53	3,80	50,81	83,89
41	12,40	78,02	6,98	8,92	3,83	47,34	82,98
45	12,36	77,82	6,92	8,88	3,78	45,25	82,90
49	12,23	78,23	6,91	9,84	3,72	44,15	85,15
Průměr	12,52	77,85	7,14	10,39	3,80	47,80	86,15

3.13.2 Vliv skladování křepelčích vajec na jejich kvalitu

Délka skladování je jedním z faktorů, které negativně ovlivňují kvalitu křepelčích vajec. Nutriční potenciál však musí být pro lidský konzum zachován i v průběhu jejich uložení. Protože období od snesení po přepravu může trvat i týdny je patrné, že vlivem času dochází ke zhoršování vnitřní kvality vaječných složek a to již od snesení. Společně s časem negativně na skladovaná vejce působí i skladovací teplota. Vejce skladovaná při pokojové teplotě se vyznačují horší kvalitou než vejce skladovaná v chladu. Chlazení je jedním z hlavních prostředků uchování vnitřní kvality vajec, nicméně například v Brazílii neexistuje žádný zákon, který by nařizoval danou teplotu skladování a tak jsou vejce většinou uložena na prodejním trhu při pokojových teplotách (NEPOMUCENO *et al.*, 2014).

Proces zhoršování vnitřní kvality vajec se většinou značí rozkladem kyseliny uhličitě na oxid uhličitý a vodu. Oxid uhličitý je pomocí pórů skořápky veden ven, kdežto voda zůstává ve vejci a vlivem jejího působení dochází ke zkapalnění bílku, což vede ke zvyšování pH a tím ke zhoršování jeho kvality. Při dlouhodobém skladování také dochází ke zhoršování kvality žloutku, což se projevuje zploštěním a oslabením jeho membrány. Při oslabení žloutkové membrány může dojít k její ruptuře a tím ke smísení složek bílku a žloutku. Pokud dojde k uvolnění žloutku z poutek nebo ke smísení složek, stává se vejce nevhodné pro lidský konzum (NEPOMUCENO *et al.*, 2014). Vejce skladovaná 1 až 2 dny vykazovaly vyšší zjištěné hodnoty indexu bílku, žloutku a Haugových jednotek než vejce po 9. až 10. dnech skladování (NOWACZEWSKI *et al.*, 2010). Během skladování při pokojové teplotě v létě po 14 dnech nebyly prokázány značné změny mikrobiální kvality, avšak po 21 až 28 dnech došlo k výskytu gramnegativních bakterií a plísní. Vlivem skladování za vyšších teplot dochází také ke změnám vnitřní kvality vajec. Došlo k úbytku hmotnosti po 14 dnech o 2,99 % a po 27 dnech o 5,9 %. Index žloutku klesal rychle ve srovnání s vejci slepičími a jeho kvalita se značně zhoršovala a po uplynutí 21 dnů byl žloutek těžko oddělitelný od bílku (IMAI *et al.*, 1986).

Vlivem stárnutí vajec také dochází k dehydrataci a zániku kutikuly, která těsní póry vejce. U takových vajec je umožněn snadnější průchod mikroorganismů do vnitřních vrstev, což vede ke zhoršení vnitřní kvality vajec vlivem rozvoje nežádoucích mikroorganismů (NEPOMUCENO *et al.*, 2014).

3.13.3 Vliv genotypu na kvalitu křepelčích vajec

HRNČÁŘ *et al.* (2014) uvádí vliv genotypu jak na vnitřní, tak na vnější kvalitu vaječných složek. Tento vliv byl pozorován na křepelkách umístěných do klecí o velikosti 0,12 m² s obsazeností 1 samec a 3 samice. Ke krmení jim dle libosti byla podávána komerční krmná směs s přídatkem dusíkatých látek a voda. Vnitřní a vnější kvalita vajec byla hodnocena ve 20. týdnu věku vždy ve 24 hodinových intervalech. Výzkum se zaměřil především na tyto znaky hmotnost vejce, délku a šířku vejce a s tím související index tvaru vejce, hmotnost skořápky, tloušťka a síla skořápky, hmotnost bílku, index bílku, hmotnost žloutku a jeho index, barva žloutku a Haughovy jednotky (HRNČÁŘ *et al.*, 2014).

U masného typu křepelek byly prokázány vyšší hodnoty u celkové hmotnosti vajec (v průměru 13,06 g), hmotnosti žloutku, indexu žloutku a hmotnosti skořápky, kdežto u křepelek nosného typu byly tyto parametry nižší a například průměrná hmotnost vejce vykazovala hodnotu 11,48 g. Ve prospěch křepelek nosného typu však byly zjištěny vyšší hodnoty u hmotnosti bílku a indexu bílku. U dalších kvalitativních parametrů (Haughovy jednotky, barva žloutku, tloušťka a síla skořápky) nebyly zjištěny žádné významnější rozdíly vlivem genotypu (HRNČÁŘ *et al.*, 2014).

3.13.4 Vliv složení krmné dávky na kvalitu křepelčích vajec

3.13.4.1 Vliv suplementace vitamínu C

Působení vyšší teploty nad rámec teplotního komfortu má negativní vliv na užitkovost nosnic, příjem krmiva, produkci vajec, přírůstek tělesné hmotnosti a tloušťku a hmotnost skořápky. K teplotnímu stresu může dojít při teplotách přesahujících 27 °C, což způsobuje vyšší spotřebu energie, zrychlené dýchání, vyšší odpařování a vede až k přehřátí organismu nebo dokonce k úmrtím. Nicméně při suplementaci vitamínu C, což je vitamín rozpustný ve vodě, který se běžně do krmné dávky nepřidává, bylo zjištěno pozitivní působení během vystavení nosnic vysokým teplotám a tudíž teplotnímu stresu. Pozitivní vliv byl prokázán u produkce, hmotnosti vajec a hmotnosti skořápky, kdežto na spotřebu krmiva, konverzi krmiva a tloušťku skořápky neměl přídatek vitamínů C vliv žádný (BARDAKÇIOĞLU *et al.*, 2005).

3.13.4.2 Vliv užití černého kmínu a petržele na kvalitu vajec

Přídavek černého kmínu a sušené petržele do krmné dávky má vliv nejen na kvalitu vajec (Haughovy jednotky, tloušťka skořápky a obsah cholesterolu ve žloutku), ale i na hmotnost nosnic a konverzi krmiva (TAHAN *et al.*, 2011).

AKHTAR *et al.* (2003) prokázali, že různé obsahy semen rostliny *Nigella sativa* neboli Černuchy seté (lidově černého kmínu) ve výživě výrazně pozitivně ovlivnily produkci, hmotnost vajec, tloušťku skořápky a Haughovy jednotky a množství cholesterolu ve žloutku se významně snížilo, avšak došlo k negativnímu působení na barvu žloutku.

Semena petržele (*Petroselinum crispum*) obsahují éterické oleje a glykosid zvaný apiin a lze je zahrnout do stravy křepelek místo kukuřice až z 16 %, avšak byl prokázán i negativní vliv, ale pouze na spotřebu krmiva (TAHAN *et al.*, 2011).

3.13.5 Vliv způsobu chovu na kvalitu křepelčích vajec

PADMAKUMAR *et al.* (2000) zjišťoval vliv způsobu chovu křepelek v klecích a na hluboké podestýlce na kvalitu jejich vajec. Křepelky chované v klecovém systému byly rozmístěny v klecích se 100, 150, 200 a 250 cm² na jeden kus a při chovu na hluboké podestýlce 150, 200 a 250 cm² na kus.

Pokus byl proveden u křepelek starých od 5. do 50. týdne věku a byl prokázán vliv typu chovu především na hmotnost celého vejce, kdy vejce křepelek chovaných v klecích vykazovaly vyšších hodnot, než hmotnosti vajec křepelek chovaných na hluboké podestýlce. Mimo hmotnost vajec však způsoby chovu neměly významný vliv na kvalitativní parametry vajec (index bílku, index žloutku, Haughovy jednotky, tloušťka skořápky), ale byl u obou systémů chovu při odlišné podlahové ploše významně ovlivněn index tvaru vajec (PADMAKUMAR *et al.*, 2000).

4 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vypracování literární rešerše se zaměřením na kvalitativní parametry křepelčích vajec a metody jejich stanovení.

V současné době došlo ke zvýšené oblibě a poptávce po křepelčích vejcích a vlivem zvýšení poptávky spotřebitelů, tak došlo k nárůstu jejich produkce. Světové prvenství produkce křepelčích vajec zaujímají asijské státy, a to především Čína.

Vejce patří k jedné z nejvíce konzumovaných živočišných potravin, které mají velmi významné chemické složení a pro člověka se stávají dobře stravitelnými. Nejvyšší zastoupení jednotlivých obsahových složek zaujímají proteiny (13 %), které díky své skladbě a složení esenciálních aminokyselin mají na lidský organismus pozitivní vliv. Další složku tvoří lipidy (11 %), které jsou ve vejci soustředěny do žloutku a staly se obávaným prvkem kvůli zastoupení výrazného množství cholesterolu. V této době je však tvrzení nežádoucího vlivu vyvráceno řadou studií a i přesto, že křepelčí vejce jsou zdrojem cholesterolu, působí však na zvyšování jeho HDL formy, která působí blahodárně a protiateroskleroticky na lidský organismus.

Nutriční hodnota křepelčích vajec vykazuje podobných hodnot jako je tomu u vajec slepičích a činí u bílku 200,9 kJ/100g a u žloutku 1527,7 kJ/100g. Při průměrných hodnotách hmotnosti křepelčího vejce 10 g je pak celková energetická hodnota 60 kJ.

Jakost jednotlivých vaječných komponentů bývá posuzována pomocí specifických sensorických, fyzikálně-chemických a mikrobiálních metod. Spotřebitelé se soustřeďují zejména na vizuální charakteristiky kvality, jako je čistota a neporušenost skořápky. Významně pak lze kvalitu vajec prokázat pomocí indexu žloutku, kdy čerstvá vejce vykazují hodnoty okolo 50 %, indexu bílku s hodnotou u čerstvých vajec zhruba 11 % a v neposlední řadě pomocí Haughových jednotek, které se u čerstvých křepelčích vajec pohybují okolo hodnoty 100. Všechny kvalitativní parametry jsou ovlivněny mnoha faktory jako např.: stáří nosnice, složení krmné dávky, nevhodné skladování a jeho dlouhá doba, kdy působením těchto faktorů většinou dochází ke zhoršování kvality křepelčích vajec a může vést až k jejich nepoživatelnosti.

V dnešní době jsou již křepelčí vejce v obchodních sítích běžně dostupná a pro spotřebitele mohou být zajímavou náhradou za vejce slepičí.

5 POUŽITÁ LITERATURA

AKHTAR, M. S., NASIR, Z., ABID, A. R. Effect of feeding powdered *Nigella sativa* L. seeds on poultry egg production and their suitability for human consumption. *Veterinarski arhiv*, 2003, 73, 3, s. 181–190. ISSN 0372-5480.

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*, 2010, 16, 2, s. 239–244. ISSN 1300-6045.

ANGELOVIČOVÁ, M.; ANGELOVIČ, M.; TURJANICA, I. Obsah cholesterolu v slepačích, prepeličích a pštrosích vajíkách. *Risk factors of food chain-Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 2004, 15, s. 15–18. ISSN 1338-5178.

BARDAKÇIOĞLU, H. E., TÜRKYILMAZ, M. K., NAZLIGÜLİ, A., ÖNOL, A. G. Effects of vitamin C supplementation on egg production traits and eggshell quality in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) reared under high ambient temperature. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 2005, 29, 5, s. 1185–1189. ISSN 1303-6181.

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

BAUMGARTNER, J., KONCEKOVA, Z., BENKOVÁ, J., PESKOVICOVA, D., SIMENOVOVÁ, J., CUKA, J. Changes in egg quality traits associated with long-term selection for lower yolk cholesterol content in Japanese quail. *Czech Journal of Animal Science*, 2008, 53, 3, s. 119–127. ISSN 1805-9309.

BEARDSWORTH, P. M., HERNANDEZ, J. M. Yolk colour—an important egg quality attribute. *International Poultry Production*, 2004, 12, s. 17–18. ISSN 1994-7992.

BERTECHINI, A. G., 2012 [online]. [cit. 2015-08-04]. Dostupné z: http://www.facta.org.br/wpc2012-cd/pdfs/plenary/Antonio_Gilberto_Bertechini_.pdf

BULKOVÁ, V. *Nauka o poživatinách*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1999, 204 s. ISBN 80-7013-293-01.

BROULÍK, P., DOSTÁLOVÁ, J., FRIČ, P., GABROVSKÁ, D., KOHOUT, P., MACH, I., MAXOVÁ, M., MOTÁŇ, J., VEVERKA, J., VLČEK, J. *Potraviný - součást zdravého životního stylu*. Olomouc: Solen, 2010, 106 s. ISBN 978-80-87327-39-5.

COUTTS, J. A., WILSON, G. C., FERNÁNDEZ, S. *Optimum Egg Quality: A Practical Approach*, 2007, 63 s. ISBN 0953015068.

ĐUKIĆSTOJČIĆ, M., MILOŠOVIĆ, N., PERIĆ, L., JAJIĆ, I., TOLIMIR, N. Egg quality of Japanese quail in Serbia (*Coturnix coturnix japonica*). *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2012, 28, 3, s. 425–431. ISSN 2217-7140.

EAGRI, [online]. [cit. 2015-15-03]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/>

FERNANDEZ, I. B., CRUZ, V. C., POLYCARPO, G. V. Effect of dietary organic selenium and zinc on the internal egg quality of quail eggs for different periods and under different temperatures. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2011, 13, 1, s. 35–41. ISSN 1516-635X.

GENCHEV, A. Quality and composition of Japanese quail eggs (*Coturnix japonica*). *Trakia Journal of Sciences*, 2012, s. 91–101. ISSN 1313-3551.

GONZÁLEZ, M. Influence of age on physical traits of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Annales de Zootechnie*, 1995, 44, 3, s. 307–312. ISSN 1627-3591.

HEJLOVÁ, Š. *Hygiena a technologie vajec a vaječných výrobků*. 1.vyd. Újezd u Brna: Straka, 2001, 72 s. ISBN 80-9027758-6.

HRNČÁŘ, C., HANUSOVÁ, 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 1338-0095.

IMAI, C.; MOWLAH, A.; SAITO, J. Storage stability of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs at room temperature. *Poultry Science*, 1986, 65, 3, s. 474–480. ISSN 0032-5791.

INGR, I., BURYŠKA, J., SIMEONOVÁ, J. *Hodnocení živočišných výrobků*. Brno: MZLU, 1993, 128 s. ISBN 80-7157-088-5.

KALORICKÉ TABULKY, 2014 [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://www.kaloricketabulky.cz/vejce-krepelci/>

KREITZER, J. F. The effect of embryonic development on the thickness of the egg shells of *Coturnix* quail. *Poultry Science*, 1972, 51, 5, s. 1764–1765. ISSN 0032-579.

KUMARI, B. P., GUPTA, B. R., PRAKASH, M. G., REDDY, A. R. A study on egg quality traits in japanese quails. *Tamilnadu Journal Veterinary & Animal Sciences*, 2008, 4, 6, s. 227–231. ISSN 0973-2942.

MYINT, S. L., KINOSHITA, K., SHIMOGIRI, T., IBRAHIM, H. R., TSUSAKI, T., TANOUE, T., OKAMOTO, S. Effect of polymorphism in egg white lysozyme on muramidase and antibacterial activities as well as hatchability in the Japanese quail. *Journal of Animal Science*, 2012, 90, 6, s. 1747–1755. ISSN 1525-3163.

NEPOMUCENO, R. C., WATANABE, P. H., FREITAS, E. R., BRAGA CRUZ, C. E., MENDES PEIXOTO, M. S., DE SOUSA, M. L. Quality of quail eggs at different times of storage. *Ciência Animal Brasileira*, 2014, 15, 4, s. 409–413. ISSN 1809-6891.

NOWACZEWSKI, S., KOBERLING, S., KONTECKA, H., KORONOWSKI, P., ROSIŃSKI, A. Egg quality of Japanese quail depends on layer age and storage time. *Folia biologica*, 2010, 58, 3-4, s. 201–207. ISSN 0015-5500.

NOWACZEWSKI, S., KONTECKA, H., KRYSZTIANIAK, S., ROSIŃSKI, A. WITKIEWICZ, K. Eggs weight of Japanese quail vs. eggs quality after storage time and hatchability results. *Archiv fur Tierzucht-Archives of Animal Breeding*, 2010, 53, s. 720–731. ISSN 0003-9438.

PADMAKUMAR, B., NAIR, G. R., RATNAKRISHNAN, A. Effect of floor space on egg weight and egg quality traits of Japanese quail reared in cages and deep litter. *Indian Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 2000, 31, s. 34–36. ISSN 0973 – 2942.

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

SIMEONOVÁ, J, MÍKOVÁ, K., KUBIŠOVÁ, S., INGR, I. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999, 241 s. ISBN 80-715-7405-8.

SOLOMON, S. E., *Egg and Eggshell Quality*. 1. vyd. Ames: Iowa State University Press, 1997. 149 s. ISBN 0-8138-2827-9.

STEINHAUSEROVÁ, I., SIMEONOVÁ, J., NÁPRAVNÍKOVÁ, E., TREMLOVÁ, B. *Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2003, 82 s. ISBN 80-7305-462-0.

SUKOVÁ, I.: *Funkční vlastnosti vajec*. 2005 [online], [cit. 2015-13-03] Dostupné z: http://www.agronavigator.cz/inf_pult.asp?ids=0&ch=0&zobraz=1&id_dotazu=954

TAHAN, M., BAYRAM, I. Effect of using black cumin (*Nigella sativa*) and parsley (*Petroselinum crispum*) in laying quail diets on egg yield, egg quality and hatchability. *Archiva Zootechnica*, 2011, 14, 4, s. 39–44. ISSN 2344-4592.

THAMMASIRIRAK, S., PREECHARRAM, S., PONKHAM, P., DADUANG, S., ARAKI, T., SVASTI, J. New variant of quail egg white lysozyme identified by peptide mapping. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 2007, 147, 2, s. 314–324. ISSN 1096-4959.

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.

VÁCLAVOVSKÝ, J. *Chov drůbeže*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000, 150 s. ISBN 80-704-0446-9.

VALENTI, P., VISCA, P., ANTONINI, G., ORSI, N. Antifungal activity of ovotransferrin towards genus *Candida*. *Mycopathologia*, 1985, 89, 3, s. 169–175. ISSN 1573-0832.

V AŠÁK, P. *Drůbež a její chov v ilustracích Pavla Procházky*. 1. vyd. Ilustrace Pavel Procházka. Praha: Aventinum, 2008, 264 s. ISBN 978-80-86858-86-9.

WALTERS, M., TAYLOR, H.. *Ptačí vejce*. 1. vyd. Praha: Knižní klub, 2007, 256 s. ISBN 978-80-242-1880-9.

WEGGEMANS, R. M., ZOCK, P. L., KATAN, M. B. Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 2001, 73, 5, s. 885–891. ISSN 1938-3207.

WOODARD, A. E., MATHER, F. B. The timing of ovulation, movement of the ovum through the oviduct, pigmentation and shell deposition in Japanese quail. *Poultry Science*, 1964, 43, 6, s. 1427–1432. ISSN 0032-5791.

WOODARD, A. E.; ABPLANALP, H.; WILSON, W. O., Japanese quail husbandry in the laboratory (*Coturnix coturnix japonica*). *Department of Avian Sciences University of California*, Davis, 1973, s. 1–22.

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

ZITA, L., Z. LEDVINKA, L. KLESALOVÁ, ZITA, L., Z. LEDVINKA, L. KLESALOVÁ. 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.

6 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Části vejcovodu a jejich funkce při tvorbě vejce (Václavovský, 2000)	16
Tabulka 2 Procentuální zastoupení jednotlivých složek křepelčího vejce (Shanaway, 1994)	17
Tabulka 3 Kalorická hodnota křepelčích vajec [kJ/100 g] (Shanaway, 1994)	22
Tabulka 4 Základní ukazatele kvality křepelk japonských nosného typu (Baumgartner a Hetényi, 2001)	28
Tabulka 5 Vliv stáří vajec na jednotlivé parametry (Zita <i>et al.</i> , 2013)	39