

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**SIMONA FRAŇKOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

---



Agronomická  
fakulta

Mendelova  
univerzita  
v Brně



**Faktory ovlivňující senzoryckou kvalitu vajec**  
Bakalářská práce

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

*Vypracovala:*  
Simona Fraňková

---

Brno 2017



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Simona Fraňková**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Obor: Technologie potravin  
Název tématu: **Faktory ovlivňující senzorické vlastnosti vajec**  
Rozsah práce: 30 – 40 stran

## Zásady pro vypracování:

1. Prostudování odborné tuzemské i zahraniční literatury týkající se senzorických vlastností vajec
2. Vypracování literární rešerše se zaměřením na faktory ovlivňující senzorické vlastnosti vajec
3. Vypracování literární rešerše se zaměřením na metody hodnocení senzorických vlastností vajec
4. Absolvování pravidelných konzultací, vyhotovení bakalářské práce v požadovaném rozsahu a její odevzdání v termínu dle pokynů vedoucího



Seznam odborné literatury:

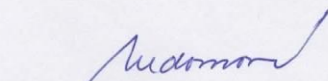
1. SOLOMON, S E. *Egg and Eggshell Quality*. 1. vyd. Ames: Iowa State University Press, 1997. 149 s. ISBN 0-8138-2827-9.
2. NOLLET, L M L. – TOLDRÁ, F. *Sensory analysis of foods of animal origin*. Boca Raton, Filadelfie: CRC Press, 2011. 442 s. ISBN 978-1-4398-4795-4.
3. *Poultry Science*. ISSN 0032-5791.
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. *Archiv fur Tierzucht-Archives of Animal Breeding*. ISSN 0003-9438.
7. BELL, D D. *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. 5. vyd. Massachusetts: Kluwer Academic Press, 2001. 48 s. ISBN 0-7923-7200-X.
8. *Czech Journal of Animal Science*. ISSN 1212-1819.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015

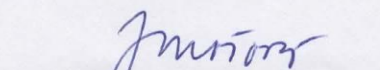
Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017



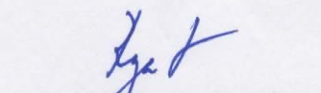
**Simona Fraňková**  
Autorka práce



**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 **Faktory ovlivňující senzoryckou kvalitu 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 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: 25.4.2017



.....  
podpis

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Šárce Nedomové, Ph.D. za její pomoc, cenné rady a připomínky, které mi poskytla při zpracování této práce.

## **Abstrakt**

Senzorická kvalita je ovlivňována vnějšími a vnitřními faktory. Z významných vnitřních faktorů je to zejména genetika, která mimo jiné ovlivňuje barvu vaječné skořápky. Nejdůležitějším vnějším faktorem ovlivňování sensorické kvality vajec je pomocí krmiva. Některé plodiny obsahují barviva, především xantofyly, která pozitivně ovlivňují vaječný žloutek a dávají mu sytě žlutou až oranžovou barvu. Jedná se například o mrkev, řasy, hořčičnou moučku nebo vojtěšku. Zkrmování velkého množství řepkové moučky, betainu nebo lněného oleje či moučky naopak sensorickou kvalitu ovlivňuje negativně, kdy dochází k zápachu vaječného obsahu po rybách. Sensorická kvalita vajec se hodnotí také v případě snahy o zlepšení technologických, chemických a fyzikálních vlastností vajec. Důležité je, aby při zlepšení některých z těchto vlastností nedošlo k negativnímu ovlivnění sensoriky vejce. Přidáváním tuleního oleje dojde k zvýšení množství n-3 polynenasycených mastných kyselin, ale sensorické vlastnosti to negativně neovlivní. V některých případech jako při zkrmování česneku, fenyklu, máty a majoránky lze změnit sensorické vlastnosti vajec, především aroma, čímž lze zvýšit jejich atraktivitu pro spotřebitele.

**Klíčová slova:** bílek, žloutek, skořápka, sensorické vlastnosti, vady vajec, krmivo

## **Abstract**

Sensory quality is affected by external and internal factors. One of the major internal factors is genetics, it affects the colour of the eggshell. The most important external factor, which is influencing sensory quality of the egg, is feed. Some plants contain pigments, especially xanthophylls, which positively affect the egg yolk and give it a deep yellow to orange colour. Feeding large quantities of rapeseed meal or betaine contrary, negatively affects the sensory quality, which leads to egg contents fishy odour. Include carrots, seaweed, mustard flour or alfalfa. Sensory quality eggs are evaluated in case efforts to improve technological, physical chemical properties of eggs. Important is that in improving some of these properties to avoid adversely affecting egg sensors. The addition of seal oil will increase the level of n-3 polyunsaturated fatty acids, but sensory quality is not affected. In some cases, as feeding garlic, fennel, mint, marjoram is intently changed the sensory properties of eggs to improve their attractiveness for consumers.

Keywords: egg white, egg yolk, egg shell, sensory properties, defects of eggs, feed



## **OBSAH**

1	ÚVOD.....	12
2	CÍL PRÁCE .....	13
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	14
3.1	Tvorba vajec.....	14
3.1.1	Vaječník a jeho funkce .....	14
3.1.1.1	Funkce bílkotvorné části.....	15
3.1.1.2	Funkce dělohy .....	15
3.1.1.3	Funkce pochvy.....	16
3.2	Chemické složení .....	16
3.2.1	Chemické složení žloutku.....	16
3.2.1.1	Lipoproteiny ve vaječném žloutku .....	17
3.2.2	Chemické složení bílku.....	18
3.2.3	Chemické složení vaječné skořápky .....	18
3.3	Senzorická kvalita vajec.....	19
3.3.1	Barva vajec .....	19
3.3.2	Vůně vajec .....	20
3.3.3	Zápach vajec .....	20
3.3.4	Chuť vajec.....	20
3.4	Stanovení sensorické kvality vajec .....	21
3.4.1	Odběr vzorků pro hodnocení sensorické kvality vajec.....	21
3.4.2	Senzorické hodnocení skořápky .....	21
3.4.3	Senzorické hodnocení vaječného bílku v syrovém stavu .....	22
3.4.4	Senzorické hodnocení vaječného žloutku v syrovém stavu.....	22
3.5	Ovlivňování sensorické kvality vajec .....	23
3.5.1	Vliv způsobu tepelného opracování na sensorickou kvalitu vajec .....	24

3.5.2	Ovlivňování chuti vajec přísávkem kořenů.....	24
3.5.3	Účinek přísávku brukve, bazalky a tymiánu do krmiva na senzoričké vlastnosti vajec.....	24
3.5.4	Ovlivnění senzoričkých vlastností vajec genotypem, výživou a pícinami v organičkém chovu.....	25
3.5.5	Vliv přísávku organičkých kyselin do krmiva na kvalitu a senzoričké vlastnosti vajec.....	25
3.5.6	Vliv interakce řepkové moučky a lněného oleje v krmivu na senzoričkou kvalitu vajec .....	26
3.5.7	Ovlivnění senzoričké kvality vajec přísávkem lněného oleje do krmiva .	26
3.5.8	Ovlivnění senzoričké kvality vajec zkrmováním lněného semínka s dvěma různými antioxidanty .....	27
3.5.9	Vliv přísávku lnu a slunečnicových semen do krmiva nosnic na senzoričké vlastnosti vajec.....	27
3.5.10	Vliv zkrmování listů brukve zelené na senzoričké vlastnosti vajec .....	27
3.5.11	Vliv krmení nosnic běžným a dezodorizovaným menhadenovým olejem na senzoričkou kvalitu vajec .....	27
3.5.12	Vliv krmení přísávkem lupiny žluté na senzoričkou kvalitu vajec .....	28
3.5.13	Vliv zkrmování lupiny modré na senzoričkou kvalitu vajec .....	28
3.5.14	Vliv zkrmování tuliného tuku na senzoričké vlastnosti vajec .....	29
3.5.15	Faktory ovlivňující kvalitu skořápky .....	29
3.5.15.1	Vliv tepelného stresu na kvalitu skořápky.....	29
3.5.16	Vlivy působící na barvu skořápky .....	29
3.5.17	Faktory ovlivňující barvu žloutku.....	30
3.5.17.1	Luteinem obohacená vejce a jeho vliv na barvu žloutku .....	31
3.5.17.2	Vliv přísávku bavlníkové moučky do krmiva nosnic na senzoričkou kvalitu žloutku .....	33

3.5.18	Vlivy působící na senzoryckou kvalitu bílku .....	33
3.6	Senzorycké hodnocení vajec po tepelné úpravě.....	33
3.7	Změny vaječného obsahu vznikající skladováním.....	33
3.7.1	Změny vůně a chuti.....	34
3.7.2	Změny barvy vaječného obsahu .....	34
3.7.3	Vysychání vajec .....	34
3.7.4	Řídnutí bílku .....	35
3.7.5	Změna koncentrace vodíkových iontů .....	35
3.7.6	Změny ve žloutku .....	35
3.7.7	Změny bodu mrznutí vaječného obsahu .....	36
3.7.8	Vliv délky skladování na barvu vaječných obsahů křepelčích vajec.....	36
3.7.9	Hodnocení senzoryckých vlastností vajec po skladování.....	36
3.8	Hodnocení slepičích konzumních vajec při nákupu.....	37
3.8.1	Hodnocení přijatelnosti vajec s hnědou a bílou skořápkou při nákupu ....	37
3.9	Vady vajec.....	37
3.9.1	Biologické vady .....	38
3.9.2	Mechanické vady .....	39
3.9.3	Mikrobiální vady.....	39
3.9.3.1	Vady způsobené bakteriemi .....	39
3.9.3.2	Vady způsobené plísněmi.....	40
3.9.4	Další senzorycké vady vajec.....	41
4	ZÁVĚR.....	44
5	POUŽITÁ LITERATURA .....	46
6	PŘÍLOHY .....	52

## 1 ÚVOD

Vejde ve výživě člověka jsou významným zdrojem bílkovin, které obsahují esenciální aminokyseliny. Ty si lidské tělo nemůže samo vyrobit, a tak je odkázáno na příjem z potravy. Vysokou výhodou vaječných bílkovin je jejich stravitelnost, která se pohybuje mezi 98 a 100 %.

V současné době je kvalita potravin velmi často diskutovaným tématem, na které je kladen stále větší důraz. To se týká také kvality vajec. Sensorická kvalita potravin je jedním z prvních aspektů, který rozhoduje o tom, zda si člověk zboží koupí, či ne. Názor spotřebitele na potraviny je důležitým aspektem prodejnosti. V posledních letech klesá spotřeba vajec, a tak se producenti snaží vyjít spotřebitelům co nejvíce vstříc. U hodnocení vajec je prvním faktorem kvalita a barva skořápky, kterou jako jedinou mohou zákazníci vidět již v obchodě. Dalším významným faktorem hodnocení kvality vajec je barva žloutku. Každá země preferuje jinou barvu, od světle žluté po sytě oranžovou. Tomu je také přizpůsoben trh v každé zemi. Zatímco v Německu, Nizozemí, Belgii a Španělsku jsou preferované spíše tmavší žloutky s RCF 13-14, v Irsku, Anglii a Švédsku konzumenti preferují spíše žloutky světlé s RCF 8-9. Většina spotřebitelů věří, že barva žloutku vypovídá o kvalitě vejce a zdravotním stavu nosnic. Tyto sensorické požadavky spotřebitelů jsou však chovatelé schopni ovlivnit složením krmiva.

K ovlivnění sensorické kvality vajec dochází také zlepšováním jejich nutričních vlastností. Některé krmiva jsou schopna významně zvýšit výživové vlastnosti, ale mohou způsobit také významné snížení sensorické přijatelnosti. Při posuzování sensorických vlastností jsou hodnotiteli proškolení pracovníci, jejichž hodnocení se často velmi liší od hodnocení běžného, nevyškoleného člověka.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce bylo prostudování odborné tuzemské i zahraniční literatury, která se týká sensorických vlastností vajec, vypracování literární rešerše se zaměřením na faktory, které mohou ovlivňovat sensorické vlastnosti vajec a zaměření se na metody hodnocení sensorických vlastností vajec.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Tvorba vajec

U všech druhů drůbeže je řízena zákonitostmi, které jsou společné pro všechny druhy, vyskytuje se jen několik druhových rozdílů. Nejvíce poznatků o tvorbě, složení a funkci jednotlivých částí máme u slepičího vejce, a proto všechny tyto otázky uvádíme na jeho příkladu. Vejce se tvoří v samičích pohlavních orgánech – ve vaječníku a vejcovodu. Ve vaječníku vznikají vajíčka v biologickém smyslu slova, kdežto ve vejcovodu probíhá tvorba vajec (ŠATAVA, 1984).

#### 3.1.1 Vaječník a jeho funkce

Jedná se o smíšenou žlázu, která má dvě hlavní funkce (ŠATAVA, 1984):

1. Produkování pohlavních buněk.
2. Produkování pohlavních hormonů.

Vaječník (*ovarium*) je pohlavní orgán slepice, který je na začátku embryonálního vývoje párový. Poté však dochází k diferenciaci pohlaví, která nastává mezi 5. a 6. dnem inkubace, pravý vaječník se stává nefunkčním a intenzivní vývoj nastává pouze u levého vaječníku. Vyvinutý vaječník před první snáškou má délku asi 1,5–2 cm, šířku 1–1,5 cm a je vysoký 3–4 cm. Vaječník je uložen mezi ledvinami a plícemi, a to v na levé straně horní části tělní dutiny. Nalezneme v něm mnoho tzv. Graafových folikulů, což jsou vajíčka, které obsahují vajíčko. Kuřata jich ve vaječníku mají obsaženo kolem 4000. Folikuly postupně dozrávají před začátkem snášky a v jejím průběhu. Tvar vaječníku se dá přirovnat k tvaru hroznu, který obsahuje zrníčka různých velikostí. Přenášením částeczek žloutkové hmoty do vaječnickových folikul dochází k jejich dozrávání. Postupným ukládáním žloutkové hmoty je jádro ze středu vytlačováno až na okraj, kde dochází k tvorbě zárodečného terčíku. Na tělo vaječníku je dozrálý žloutek zavěšen na úzké stopce. Dochází k tvorbě tzv. stigma, což je světlý proužek, který neobsahuje cévy. Vzniká vyklenováním a ztenčováním folikulární blány, a to na místě, které je naproti úponu folikulu. Právě zde dochází k úplnému prasknutí folikulu při úplném dozrání. Vaječník jednodenního kuřete váží okolo 0,03 g, u pětíměsíční kuřice je váha 6–7 g. Hmotnost vaječníku se zvyšuje snesením prvního vejce, a to na 35–40 g, naopak v době, kdy slepice pelichá, snižuje se hmotnost na 2–3 g (ŠATAVA, 1984).

### 3.1.1.1 *Funkce bílkotvorné části*

Bílkotvorná část (bílkotvorné klíčky) vejcovodu je místem, kde dochází k tvorbě všech typů bílku – tuhého, řídkého a chalázového (ŠATAVA, 1984).

#### **Struktura bílku**

Bílek nemá jednotnou strukturu. Střídají se v něm vrstva bílku, která má strukturu gelu s vrstvami řídkého bílku se strukturou solu. Tyto rozdílné struktury se liší tekutostí, pohyblivostí, viskozitou a bodem mrznutí. Bílek má celkem 4 vrstvy (HEJLOVÁ, 2001):

1. Vnitřní bílek – tzv. chalázový, představuje tenkou vrstvu, která obaluje žloutek. Na obou pólech žloutkové koule přechází do spirálovitě stočených provazců – chaláz, které přecházejí přes ostatní vrstvy bílku. Udržují žloutek ve středové poloze. Vnitřní hustý bílek tvoří asi 3 % z celkového množství bílku. Svou strukturou je to gel. Ve starších vejcích chalázový bílek řídne, v důsledku čehož se žloutek uvolní a může vyplavat pod povrch skořápky.
2. Vnitřní řídký bílek – je strukturou sol (koloidní BK v roztoku). V čerstvém vejci tvoří 20 % celkové hmotnosti bílku. Jeho množství závisí na plemenné příslušnosti nosnice, na věku a teplotě vejce při skladování. Při delším skladování se podíl vnitřního řídkého bílku zvyšuje. Tvoří řídkou výplň bílkovinného vaku.
3. Vnější hustý bílek – dosahuje největší podíl z celkového množství bílku, až 60 %. Tvoří tzv. bílkový vak. Strukturou je to gel. Množství a konzistence bílku je ukazatelem čerstvosti vejce. Jeho obsah ve vejci značně kolísá. Kvalitu a množství hustého bílku ovlivňuje druhová a plemenná příslušnost nosnice, jako i ošetřování a skladování vejce.
4. Vnější řídký bílek – je svou strukturou sol. Obaluje bílkovinný vak a chalázové provazce v místech, kde se upínají na skořápku. Obsahuje nejvíce vody.

### 3.1.1.2 *Funkce dělohy*

Děloha umožňuje tvorbu skořápky, kterou zvládne vytvořit za 18–21 hodin. Skořápka je tvořena z organických a anorganických látek, a to v poměru 1:5. Skořápkovou hmotu tvoří především  $\text{CaCO}_3$ . Množství vápníku ve skořápce je 2–2,4 g. Slepíci vejce je tvořeno mamilární vrstvou, která tvoří přibližně 1/3 tloušťky skořápky

a vnější vrstvou skořápky neboli spongiózní vrstvou. Na povrchu skořápky nalezneme vrstvu kutikuly, která je propustná pouze pro plyny, má schopnost zabránit vniknutí mikroorganismů z vnějšího prostředí a umožňuje odpařování vody z vaječného obsahu (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

### **3.1.1.3 Funkce pochvy**

Pochva se podílí na snesení vajec. Snášení reguluje neurohormonální mechanismus. Vejce z dělohy vypuzují svalové stahy a stěna dělohy posouvá s vejcem až do řitního otvoru. Vejce se při průchodu pochvou a kloakou vůbec nedotýká stěn. Ve vejcovodu probíhá pohyb vejce ostrým koncem napřed a snášení probíhá nejčastěji tupým koncem napřed. Denní doba, při které dochází ke snášení je ovlivněna pořadím v sérii, ale i vnějšími vlivy. Celková doba, za kterou se vejce vytvoří se pohybuje mezi 22 a 28 hodinami. Doba, po kterou se vejce tvoří může mít vliv i na některé vlastnosti vejce (KŘÍŽ, 1997).

## **3.2 Chemické složení**

Žloutek i bílek obsahují téměř všechny výživné látky, které jsou potřebné k výživě člověka. Nejvyšší zastoupení mají především tuky a bílkoviny, dále také minerální látky a vitaminy. Výživová hodnota vaječného obsahu je velmi vysoká, srovnatelnými potravinami jsou jen maso a mléko (KŘÍŽ, 1997).

### **3.2.1 Chemické složení žloutku**

Žloutek je tvořen z 50 % sušinou, která je převážně tvořena z 32 % bílkovinami a z 65 % tuky. Lipidy jsou ve vaječném žloutku obsaženy v různých formách: jednoduché lipidy, lipidy vázané na dusík, fosfor a cukry. Jsou vysoce stravitelné (97–100 %), díky schopnosti emulgovat (KŘÍŽ, 1997).

Výživovou hodnotu tuků ovlivňuje skladba mastných kyselin, které jsou v něm obsažené. V tomto případě se jedná o kyseliny nasycené, které tvoří 34 % (stearová, palmitová) a kyseliny nenasycené (linolová, linolenová), tvořící 66 % mastných kyselin (KŘÍŽ, 1997).

Bílkoviny obsažené ve žloutku jsou složeny z fosfoproteinů a lipoproteinů. Množství minerálních látek obsažených ve vejci je poměrně nízký. Ve vaječném



žloutku je nejvíce obsažen fosfor, síra, vápník, draslík a chloridy. V menším množství se zde nachází sodík, hořčík a železo (KŘÍŽ, 1997).

Množství vitaminů je závislé na množství a kvalitě vitaminové výživy, proto může obsah značně kolísat. Žloutek obsahuje vitamin C a všechny další důležité vitaminy, především vitamin A, D3 a vitaminy ze skupiny B. V menší míře je zde zastoupen i vitamin E a K (KŘÍŽ, 1997).

Velmi důležitou a často řešenou složkou žloutku je cholesterol. Jeho obsah je kolem 3–3,5 % a není ovlivněn ani výživou, ani druhem drůbeže. V menší míře je přítomen ve formě esterů, ve volné formě je přítomen z 84 %. Estery cholesterolu vznikají reakcí organické kyseliny a alkoholu, za odštěpení molekuly vody. Roční spotřeba vajec na osobu není žádným rizikem pro vznik a výskyt koronárních onemocnění (KŘÍŽ, 1997).

Jedno vejce standardní velikost o hmotnosti asi 60 g, obsahuje mezi 150–340 mg cholesterolu. Nejčastěji se množství cholesterolu pohybuje okolo 170–200 mg, což nepředstavuje překročení denní doporučené dávky, která je 300 mg (MÍKOVÁ, 2010).

Žloutek obsahuje ještě malé množství pigmentů, především karotenoid, a to 0,2 %. Také hormony a enzymy (KŘÍŽ, 1997).

### ***3.2.1.1 Lipoproteiny ve vaječném žloutku***

Na rozdíl od vaječného bílku, je vaječný žloutek homogenizovaná emulgovaná tekutina. Hlavní složkou žloutku jsou lipoproteiny, které jsou separovány z plazmy (YAMAMOTO, 1997).

#### **LDL cholesterol**

LDL frakce cholesterolu je hlavní bílkovinou a tvoří 65 % z celkového obsahu bílkovin. Má emulgační vlastnosti, které se však ničí mražením. LDL obsahuje kolem 80–89 % tuků. Když se LDL smísí s etherem, dojde zadržení na rozhraní mezi etherem a vodou, vzniká lipovitelin. Lipovitelin obsahuje kolem 40 % lipidů (YAMAMOTO, 1997).

## **HDL cholesterol**

HDL frakce cholesterolu je složena z alfa a beta lipoproteinů. Oba tyto lipoproteiny obsahují 21–22 % tuků. HDL existuje jako komplex s fosfoproteinem a tvoří fosfovitin (YAMAMOTO, 1997).

## **Fosfovitin**

Fosfoprotein obsahující kolem 10 % fosforu. 80 % fosforu obsaženého ve vaječném žloutku je právě ve formě fosfovitinu. Fosfovitin obsahuje 54 % serinu, ale žádný methionin (YAMAMOTO, 1997).

## **Livetin**

Jedná se o ve vodě rozpustnou bílkovinu. Která obsahuje 30 % plazmatických bílkovin. Většina enzymů ve vejcích je obsažena právě v této frakci. Těmito enzymy jsou především alfa amylázy, cholinesterázy, fosfatázy a další (YAMAMOTO, 1997).

### **3.2.2 Chemické složení bílku**

Z převážné části je bílek tvořen vodou, a to z 89 %. Sušinu bílku tvoří především bílkoviny (92 %). Vaječné bílkoviny obsahují aminokyseliny, které jsou nepostradatelné. Jejich stravitelnost se pohybuje až okolo 98 %. Obsah aminokyselin, obsažených v bílku je mnohem bohatší než v mase a mléce. Z 54 % má ve vaječném bílku zastoupení ovoalbumin. Jedná se o nejhodnotnější složku. Ovotransferin má zejména antibakteriální účinky a jeho množství v bílku je okolo 13 %. Bílkoviny mohou obsahovat také enzymy, jako např. lysozym, glykosidázy, peptidázy a esterázy. Ve vaječném bílku se také mohou v malém množství vyskytovat cukry (0,7 %), lipidy (0,03 %), minerální látky, jako například síra, chloridy, draslík a sodík. Z vitaminů má zastoupení riboflavin, pyridoxin, kyselina pantothenová a další (KŘÍŽ, 1997).

### **3.2.3 Chemické složení vaječné skořápky**

Tvořena je zejména uhličitanem vápenatým (89–97 %), v menší míře také uhličitanem hořečnatým (2 %) a fosforečnanem vápenatým, hořečnatým (0,5–5 %). Množství vody ve vaječné skořápce se pohybuje okolo 1–2 % (KŘÍŽ, 1997).

### 3.3 Senzorická kvalita vajec

Mezi lety 1996-1999 byla provedena studie v Evropě, do které se zapojily Francie, Německo, Španělsko, Itálie, Velká Británie, Polsko a Řecko. Cílem bylo zjistit, jaké mají preference lidé z různých států v Evropě při výběru vajec. Zjišťovaly se požadavky na vaječnou skořápku, žloutek a bílek (HERNÁNDEZ, 2005).

Z výsledků se ukázalo, že primárním požadavkem spotřebitelů v Německu byla zejména pevnost skořápky, dle které se rozhoduje 65 % respondentů, naopak pouze pro 17 % respondentů je pro výběr vajec důležitá čistota skořápky. Ve Španělsku 49 % dotázaných preferuje pevnou skořápku a 23 % preferuje, aby skořápka byla čistá. V Itálii je poměr mezi pevností a čistotou skořápky zásadně menší – pevnou skořápku preferuje 26 % respondentů a čistotu požaduje 17 % respondentů (HERNÁNDEZ, 2005).

Při otázce na preferovaný aspekt bílku, byly odpovědi více vyrovnané. Ve Španělsku 52 % dotázaných zvolilo konzistentní, 28 % odpovědělo čirý. Ve Francii byly výsledky shodné pro obě odpovědi, 33 % respondentům záleží na tom, aby byl bílek homogenní, stejné množství požaduje bílek čirý (HERNÁNDEZ, 2005).

Při výběru vejce ovlivňuje barva žloutku 89 % Francouzů, 84 % Italů, 80 % Němců, 65 % Španělů a 59 % Italů. Barva 14 na stupnici La Roche je v Německu preferována z 61 %, ve Španělsku a Itálii z 60 %, ve Francii z 48 % a Velké Británii z 33 % (HERNÁNDEZ, 2005).

Z výzkumu bylo určeno, že pevná skořápka, homogenní bílek a intenzita barvy žloutku jsou nejdůležitější parametry, dle kterých zákazníci určují kvalitu vajec (HERNÁNDEZ, 2005).

#### 3.3.1 Barva vajec

Vnímání barev je komplexní proces lidského oka a u každého jedince je jiný. K popsání barvy je potřeba pěti smyslových vjemů, a to jasů, světlosti, sytosti, barevnosti a odstínu (NOLLET a TOLDRÁ, 2011).

Posuzuje se barva bílku a žloutku čerstvých vajec. Požadovaná barva má být sytě žlutá, barva bílku může mít slabý nazelenalý nádech. Bílek musí být čirý a průhledný. V bílku ani žloutku se nesmí objevovat krevní nebo masové skvrny (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### 3.3.2 Vůně vajec

Čerstvé vejce hned po snesení nemá žádnou specifickou vůni (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

Bílek i žloutek má nspecifickou, příjemnou vůni bez cizích pachů. Při skladování dochází ke změnám, vaječný obsah získá určité aroma. Jelikož vejce absorbují cizí pachy z okolního prostředí, je nutné, aby byly skladovány odděleně od ostatních potravin (HEJLOVÁ, 2001).

Z technologického hlediska má mít vaječný obsah neutrální nebo příjemnou vůni bez cizího pachu (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### 3.3.3 Zápach vajec

Zápach vajec nejčastěji způsobuje krmivo s výrazným aromatem nebo nevhodné skladovací podmínky. Pokud jsou nosnice v nadbytku krmeny například řepkou nebo rybím tukem nízké kvality (BENNION a PRICE, 1940).

Dále skladování v přítomnosti kyselého mléka, aromatických nebo shnilých potravin, dezinfekčních přípravků nebo např. petroleje, vede k tomu, že vejce bude zapáchat (CHUKWUKA a kol., 2011).

### 3.3.4 Chut' vajec

Chut' určuje žloutek, jehož chut' má být příjemná a lahodná. Bílek nemá typickou chut'. Chut' vejce ovlivňuje především složení krmiva (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

Mezi nevhodná krmiva patří především rybí moučka ve vyšších dávkách. Chut' po rybách se vyskytuje velmi často, i když rybí moučka nebyla zkrmována. Tato vada nastává při podávání krmiva, které má vyšší obsah betainu (HEJLOVÁ, 2001).

Betain se přidává pro jeho velkou škálu účinků do krmiva nosnic. Díky jeho nižší ceně nahrazuje přídavek cholinu a methioninu. Předchází ztučnění jater a snižuje tvorbu mokré podestýlky, což zabraňuje produkci špinavých vajec a vzniku zánětů běháků. Působí také preventivně proti tepelnému stresu. Podporuje tvorbu skořápky a lepší funkci střev (ROMBOLA, 2016).

## **3.4 Stanovení senzorické kvality vajec**

### **3.4.1 Odběr vzorků pro hodnocení senzorické kvality vajec**

Vzorek se získá namátkovým výběrem z reprezentativního počtu vajec z každé skupiny. Jakost se posuzuje pomocí smyslů, ale také chemicky, fyzikálně a mikrobiologicky. Při senzorické analýze posuzujeme, zda vaječná skořápka je čistá, neporušená a jaký je její tvar, dále posuzujeme povrchovou vůni a pach. Dle velikosti vzduchové bubliny posuzujeme čerstvost vejce. Vzduchová bublina nesmí být pohyblivá. Další parametr, který se sleduje je celkový vzhled, průhlednost a tuhost bílku, viditelnost a nepohyblivost žloutku. Posledním faktorem je vůně a chuť obsahu po rozbití, chuť se stanovuje až po tepelné úpravě (SIMEONOVÁ a kol., 2001).

Senzorická hodnocení vajec mohou být provedena různými způsoby, jako je preferenční test, rozlišovací test nebo pomocí popisných analýz zahrnujících bodování (Tab. 1 v příloze) (HAMMERSHØJ a STEENFELDT, 2015).

### **3.4.2 Senzorické hodnocení skořápky**

Skořápka standardního vejce je na dotek hladká. Krátce po snesení je poloprůsvitná, ale procesem stárnutí vajec a vysycháním dochází k tomu, že je skořápka matná. Skořápka však může mít také anomálie, které nastávají z různých důvodů, například vyšším obsahem vody, nedostatkem vápníku nebo vitamínu D (SIMEONOVÁ a kol., 2001).

Kvalita skořápky je ovlivněna širokou škálou vnějších i vnitřních faktorů. Mezi vnitřní faktory ovlivňující kvalitu skořápky, zahrnujeme denní dobu, kdy je vejce sneseno, věk nosnice a genotyp. Z vnějších faktorů, které kvalitu skořápky ovlivňují, je to například systém ustájení, výživa nosnic a mikroklima (KETTA a TŮMOVÁ, 2016).

Pevnost vaječné skořápky nezávisí tolik na její tloušťce, ale především záleží na její struktuře (LAZAR, 1986).

Pevnost může být určována přímou nebo nepřímou metodou. Mezi přímé metody patří například stanovení, kdy se určuje pevnost vaječné skořápky, které je odvozeno od změřené síly tlaku působícího na podélnou osu vejce, který je potřebný k prasknutí skořápky (LEDVINKA a GARDIÁNOVÁ, 2003).

Nepřímá metoda stanovení pevnosti skořápky je založena na tom, že čím je tloušťka skořápky a její pevnost vyšší, tím méně dojde k deformaci skořápky (LEDVINKA a GARDIÁNOVÁ, 2003).

Studie prokázaly, že obsah vápníku 3,20 % v krmné směsi je naprosto dostačující pro tvorbu kvalitní skořápky v průběhu celého snáškového cyklu (ŚWIĄTKIEWICZ a kol., 2015).

### **3.4.3 Senzorické hodnocení vaječného bílku v syrovém stavu**

Kvalita bílku se určuje prosvěcováním. Nekvalitní bílek poznáme, když při prosvícení je zakalený a řídký nebo se v něm vyskytují skvrny. Pokud vyklepneme čerstvé vejce, může se stát, že je bílek lehce zakalený, to je způsobeno CO<sub>2</sub>, který se v něm nahromadil. Tento zákal však zmizí vlivem unikání oxidu uhličitého z bílku. Přípouští se také lehký nazelenalý odstín bílku (HEJLOVÁ, 2001).

Kvalitu bílku můžeme vyjádřit např. indexem bílku, šlehatelnosti bílku, pH bílku atd. (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.4.4 Senzorické hodnocení vaječného žloutku v syrovém stavu**

Tvar žloutku čerstvého vejce je kulovitý, ve směru osy je však mírně zploštělý. Velikost žloutkové koule je přibližně 3,4 cm a 3,1 cm. Hmotnost žloutku tvoří asi 30 % hmotnosti celého vejce. Při prosvícení je viditelný pouze stín žloutku, čerstvé vejce má žloutek ve středu. Při manipulaci s vejcem se žloutek nesmí pohybovat. Přítomnost zárodka je nepřipustná. Barva žloutku se pohybuje od nažloutlé až po oranžovou. Technologická kvalita žloutku se může stanovovat pomocí indexu žloutku (HEJLOVÁ, 2001).

#### ***Hodnocení barvy žloutku pomocí DSM YolkFan***

Hodnocení by mělo probíhat na bílém matném povrchu, aby se zabránilo narušování hodnocení vlivem okolních barev. Při vyhodnocování by se mělo využít nepřímého denního světla, nikoliv umělého, jelikož denní světlo zabraňuje odražení barev od lesklého povrchu žloutku. Vzorník by měl být držen bezprostředně nad vaječným žloutkem a pozorování by mělo probíhat kolmo shora. Čísla barev by měla směřovat dolů a hodnocený žloutek by měl být mezi dvěma odstíny (Obr. 1 v příloze). Vyhodnocení by mělo být provedeno stejným pozorovatelem. Po použití musí být DSM

YolkFan vyčištěn a skladován mimo přímé sluneční záření, aby barvy na vzorníku nevybledly (DSM, 2011).

### ***Chemické stanovení koncentrace barviv***

Chemické stanovení koncentrace pigmentu žloutku tvoří základní metodu pro objektivní měření barvy žloutku. Pigmenty je nejdříve potřeba vyextrahovat acetonem a poté pomocí spektrofotometru dojde k porovnávání barvy s roztoky karotenů. Optická hustota extraktu žloutku je pak vyjádřena jako  $\mu\text{g}$   $\beta$ -karotenu na 1 g žloutku (CARTER, 1968).

## **3.5 Ovlivňování sensorické kvality vajec**

Pouze 5 % spotřebitelů z Velké Británie si myslí, že všechna vejce chutnají stejně, a že na systému chovu nezáleží. Více než 50 % zákazníků uvádí, že vejce mají rozdílnou chuť a 35 % respondentů věří, že za rozdílnou chuť může způsob chovu. Všeobecně je velmi dobře známo, že některé přísady v krmivech mohou mít negativní vliv na sensorickou kvalitu vajec, např. rybí olej, rybí moučka, řepková moučka. Mohou mít také zesilující účinek na chuť samotného vejce, jako například oves.

Několik studií se zabývalo nápadem na produkce vajec s vyšší hodnotou pozitivních sensorických vlastností, což je možné krmením například tymiánem, bazalkou, česnekem, fenylem, mátou nebo majoránkou, což má za následek aromatickou chuť (NYS a kol., 2011).

Při studiích sensorických vlastností vajec chovu z volného výběhu a z chovu v klecích, bylo zjištěno, že sensorické vlastnosti mohou být odlišné vlivem zkrmování pícnin. Chov s volným výběhem a organický chov má přístup k vegetaci nebo je přístup nahrazován pícninami. Nosnice mohou být krmeny také přidávkem koření, bylinami nebo jinými rostlinami obsahující aroma, což může zvyšovat rozmanitost sensorických vlastností vajec pro spotřebitele, a to nejen na základě systému chovu, ale také v parametrech kvality vajec (RICHTER a kol., 2002).

### 3.5.1 Vliv způsobu tepelného opracování na sensorickou kvalitu vajec

Vejsce byla po snesení skladována 48 hodin při teplotě 23 °C. Bylo využito tři způsobů vaření vajec natvrdo. Prvním způsobem bylo vaření v páře po dobu 20 minut, druhým způsobem byl plný var po dobu 20 minut a třetím způsobem byl pomalý var po dobu 20 minut. Vejce byla oloupána a byl oddělen žloutek od bílku. Všechna vejce měla typické aroma a chuť. Nepatrný rozdíl byl zaznamenán pouze v textuře vaječných obsahů (SHELDON a KIMSEY, 1985).

### 3.5.2 Ovlivňování chuti vajec přidavkem koření

Pro test byli vybráni bílí hybridní nosnic. Změny vlastností hodnotilo 10 kvalifikovaných osob. Zkoumal se účinek přidavku česneku a jeho extraktu (*Allium sativum*), šalvěže (*Salvia officinalis*), kmínu (*Carum carvi*), máty peprné (*Mentha piperita*), fenyklu obecného (*Foeniculum vulgare*), tymiánu (*Thymus vulgaris*), papriky (*Capsicum annuum*), majoránky (*Majorana hortensis*), kardamomu (*Elettaria cardamomum*) na sensorickou kvalitu vajec. Byly zaznamenány částečné změny vůně a chuti. Nejlépe kořeněná chuť byla získána zkrmováním česneku, fenyklu, máty a majoránky, které zvyšují aroma vajec. Aplikace těchto přísad do krmiv je možná, ale velmi finančně náročná (RICHTER a kol., 2002).

### 3.5.3 Účinek přísadku brukve, bazalky a tymiánu do krmiva na sensorické vlastnosti vajec

Krmením 300 nosnic po dobu 5 týdnů různými krmnými dávkami: kukuřičnou siláží, kukuřičnou siláží s 15 g·kg<sup>-1</sup> bazalky (*Ocimum basilicum*), kukuřičnou siláží s 30 g·kg<sup>-1</sup> bazalky, kukuřičnou siláží s 15 g·kg<sup>-1</sup> tymiánu (*Thymus vulgaris*) nebo čerstvými listy brukve (*Brassica oleracea ssp. acephala*) (HAMMERSHØJ a STEENFELDT, 2012).

Barva žloutku byla výrazně oranžovější po zkrmování siláže s kapustou, při zkrmování bazalky byl žloutek dle sensorického hodnocení žlutější. Přídavek tymiánu způsobil snížení pevnosti gelu bílku, což je z pohledu sensorického hodnocení nepodstatné (HAMMERSHØJ a STEENFELDT, 2012).



### **3.5.4 Ovlivnění sensorických vlastností vajec genotypem, výživou a pícninami v organickém chovu**

Experiment byl prováděn na 1200 nosnicích dvou genotypů, a to Lohmann Silver a New Hampshire. Byly testovány tři různé krmné diety, které se lišily v obsahu bílkovin, tedy i obsahu methioninu. Obsah bílkovin diety A, B a C byl v průměru 203, 199 a 182 g·kg<sup>-1</sup> sušiny v tomto pořadí, obsah methioninu byl v průměru u A 3,9 g·kg<sup>-1</sup>, u B 3,1 g·kg<sup>-1</sup> a u C 3,0 g·kg<sup>-1</sup> sušiny. Osmkrát během pokusného období, od 22 do 41 týdnů věku, byly vejce sbírány a analyzovány na barvu vaječného žloutku, obsah karotenoidů žloutku. Dvakrát během této studie byly vejce vařeny a vyhodnoceny na sensorické vlastnosti. Výsledky ukázaly, že genotyp nosnic významně ovlivňuje všechny analyzované parametry kvality vajec. Kromě toho také obsah živin v krmivu měl vliv na hmotnost vejce, barvu vaječného žloutku a obsah karotenoidů. Krmení vojtěškovou siláží vedlo k tmavší, žlutější a červenější barvě žloutku, dále k vyššímu obsahu karotenoidů, ale nižšímu obsahu karotenů (HAMMERSHØJ a STEENFELDT, 2015).

### **3.5.5 Vliv přídavku organických kyselin do krmiva na kvalitu a sensorické vlastnosti vajec**

Experiment probíhal na 24 nosnicích Hisex Brown ve věku 30 týdnů. Nosnice byly rozděleny do dvou skupin, v každé bylo 12 nosnic. První skupina byla kontrolní, experimentální skupině se do krmiva přidával produkt sloužící jako konzervační činidlo pro kontrolu bakterií rodu *Salmonella*, *E. coli* a dalších bakterií v krmivu. Produkt obsahoval kyselinu propionovou, kyselinu mravenčí, kyselinu citrónovou, kyselinu octovou a volné kyseliny. Experiment probíhal 24 týdnů a sensorické parametry byly hodnoceny každých 28 dní. Pro stanovení sensorických vlastností byly využity sensorické testy. Tyto testy zahrnovaly stanovení intenzity zápachu vejce, netypického zápachu vejce, tuhosti bílku, chuti bílku, netypické chuti bílku, intenzity barvy žloutku, chuti a netypické chuti žloutku (GRASHORN a kol., 2013).

Testy probíhaly u vajec uvařených natvrdo. Vejce se ponořila do vařící vody a nechala se vařit po dobu 10 minut, poté se vložila pod proud studené vody, kde se nechala zchladit, následně se oloupala, nakrájela se podélně na čtvrtiny a hodnotila se (GRASHORN a kol., 2013).

Studie prokázala jasně lepší senzoričké vlastnosti vajec z experimentální skupiny, které byly podávány organické kyseliny. V této skupině byla stanovena intenzivnější vůně a chuť, více homogenní barva a odolnější bílek. Tyto vlastnosti však mohou být konzumenty vnímány také negativně. Výzkum prokázal, že kromě intenzivnější vůně a chuti byly ostatní vlastnosti nižší než v kontrolní skupině, žloutek měl méně intenzivní barvu, byl více zrnitý a měl pachut' (GRASHORN a kol., 2013).

### **3.5.6 Vliv interakce řepkové moučky a lněného oleje v krmivu na senzoričkou kvalitu vajec**

Pokus probíhal na nosnicích Lohman White po dobu 4 týdnů. Nosnice byly rozděleny do čtyř skupin, dle krmiva, které dostávaly. První skupině bylo do krmiva přidáno 24 % řepkové moučky, druhé skupině 7,5 % lněného oleje, třetí skupina dostávala do krmiva řepkovou moučku i lněný olej a čtvrtá skupina byla kontrolní a dostávala standartní krmivo bez přísadků (GOLDBERG a kol., 2016).

Senzoričká kvalita se hodnotila u vajec uvařených natvrdo. Hodnotilo se 7 vůní: vaječná, krémová, máslová, slaná, sladká, stájová a mořská. Dále se hodnotilo 6 chutí: vaječná, krémová, máslová, vývarová, slaná a mořská (GOLDBERG a kol., 2016).

Přídavek lněného oleje výrazně zvýšil intenzitu mořské chuti, ale vaječná a krémová chuť se naopak snížila. Přídavek řepkové moučky nevedl k žádné výrazné změně senzoričkých vlastností. Kombinace řepkové moučky a lněného oleje vedla ještě větším senzoričkým změnám než při zkrmování samotného lněného oleje. Analýzy prokázaly souvislost s mořskou chutí a omega-3 PUFA a dále korelaci máslové a smetanové chuti s přítomností omega-6 PUFA a palmitové kyseliny (GOLDBERG a kol., 2016).

### **3.5.7 Ovlivnění senzoričké kvality vajec přísadkem lněného oleje do krmiva**

Výzkum probíhal na vejčích nosnic Lohmann Brown. Vejce byla rozdělena do čtyř experimentálních a jedné kontrolní skupiny. Každá skupina obsahovala 30 nosnic. Experimentální skupiny dostávaly 1,2,3 a 4 % lněného oleje do krmiva. Experiment probíhal po dobu 8 týdnů. Testy ukázaly, že barevné změny mezi skupinami nebyly významné. Znamená to, že přísadka takového množství lněného oleje, a tedy i změny ve složení mastných kyselin neovlivňují barvu vaječného žloutku (PETROVIČ a kol., 2016).

### **3.5.8 Ovlivnění sensoriky vajec zkrmováním lněného semínka s dvěma různými antioxidanty**

Slepice krmeny stravou obsahující 0 % lněného semínka, 10 % lněného semínka s přídatkem 100 IU·kg<sup>-1</sup> antioxidantu vitamínu E a 10 % lněného semínka s přídatkem 100 mg·kg<sup>-1</sup> butylovaného hydroxytoluenu. Vejce byla podrobena sensorické analýze na chuť, pachů, vůni a zápach a celkový rozdíl. Zkrmováním lnu s 10 % vitamínu E mělo největší vliv na zvýšení aroma a chuti, stejně jako pachuti. Zatímco při zkrmování samotného lnu byly hodnoty aroma 2,5, len s butylovaným hydroxytoluenem 2,5 a u lnu s vitamínem E to bylo 2,9. Chuť při zkrmování běžného lnu měla hodnotu 2,9, u lnu s butylovaným hydroxytoluenem 3,3 a při přídatku vitamínu E byla hodnota 3,7 (HAYAT a kol., 2010).

### **3.5.9 Vliv přídatku lnu a slunečnicových semen do krmiva nosnic na sensorické vlastnosti vajec**

Studie probíhající na nosnicích Leghorn White v 16 měsících věku. Krmeny byly buď 15 % lněného semena, 18 % vysoce olejnatého slunečnicového semena nebo 3 % živočišným lojem. Vejce se hodnotila po jejich uvaření natvrdo. Barva žloutku byla měřena pomocí vzorníku barev La Roche. Vejce nosnic krmených lnem měla nejvyšší index barvy, naopak vejce nosnic krmených vysoce olejnatým slunečnicových semen měla index barvy nejnižší. Index barvy žloutku se zvýšil po 6 týdnech skladování. Přibližně 36 % ze smyslových hodnocení vykazala rybí chuť při zkrmování lnu (JIANG a kol., 1992).

### **3.5.10 Vliv zkrmování listů brukve zelené na sensorické vlastnosti vajec**

Krmením nosnic čerstvými listy brukve zelené (*Brassica oleracea*) došlo k ovlivnění sensorické kvality vajec. Vejce měla výrazně menší zápach po síře a méně vodnatou chuť, naopak výrazně vyšší řeřichovou/ zelenou chuť a tmavší žloutek (HAMMERSHØJ a STEENFELDT, 2015).

### **3.5.11 Vliv krmení nosnic běžným a dezodorizovaným menhadenovým olejem na sensorickou kvalitu vajec**

Experiment byl proveden za účelem zjištění, zda by dezodorizovaný menhadenový olej mohl zlepšit sníženou sensorickou kvalitu vajec. Menhadenový olej

je rybí olej získaný z čeledi sledřovitých. Výzkum byl proveden na vejcích 224 nosnic Leghorn White. Bylo jim podáváno 0, 2, 4, 6 % běžného nebo dezodorizovaného rybího tuku. Sensorické hodnocení bylo prováděno na vejcích nosnic kontrolní skupiny, krmených 2 % dezodorizovaného menhadenového oleje a 2 % běžného menhadenového oleje, a která byla skladována po dobu 2 týdnů. Hodnotícími znaky bylo aroma, chuť, vůně a celková přijatelnost vajec. U vajec krmených 2 % dezodorizovaného a 2 % běžného menhadenového olejem, byly tyto hodnoty nižší než u vajec z kontrolní skupiny. Nebyly nalezeny žádné rozdíly mezi vejci nosnic, které byly krmeny běžným menhadenovým olejem a vejci nosnic krmených dezodorizovaným menhadenovým olejem. Dezodorizovaný menhadenový olej tedy nemá žádný vliv na zlepšení sensorické kvality vajec nosnic krmených menhadenovým olejem (GONZALEZ ESQUERRA a LEESON, 2000).

### **3.5.12 Vliv krmení přídatkem lupiny žluté na sensorickou kvalitu vajec**

Lupina žlutá (*Lupinus luteus*) byla podávána 224 nosnicím Lohmann Brown ve věku 32 týdnů a byla zkrmována po dobu 16 týdnů. Kontrolní skupina byla krmena sójovou moučkou. Sójová moučka byla nahrazena v experimentálních skupinách moučkou ze semen lupiny žluté v množství 100, 200 a 300 g·kg<sup>-1</sup>. Ve 48. týdnu bylo z každé skupiny vybráno náhodně 20 vajec, která prošla sensorickou analýzou (KRAWCZYK a kol., 2015).

Pro sensorické hodnocení byla vejce nejdříve uvařena po dobu 12 minut ve vroucí vodě, ochlazena na pokojovou teplotu, oloupána a rozdělena na poloviny. Žloutky byly umístěny do transparentních plastových nádob a uzavřeny pro uchování všech pachových látek. Hodnotitelé byli zaměřeni nejdříve na vůni a barvu a poté na chuť a texturu odděleného žloutku (KRAWCZYK a kol., 2015).

Výsledky sensorické analýzy ukázaly, že došlo k výraznému zlepšení barvy žloutku, v kontrolní skupině byla hodnota 5,9 v experimentální skupině s přídatkem moučky žluté lupiny 300 g·kg<sup>-1</sup> byla hodnota 7,4. Chuť a textura žloutku se však nezměnila (KRAWCZYK a kol., 2015).

### **3.5.13 Vliv zkrmování lupiny modré na sensorickou kvalitu vajec**

Výzkum zjišťoval vlivy lupiny modré (*Lupinus angustifolius*) při jejím zkrmování v množství 0, 15 a 25 % na sensoriku vajec. V případě 0 % přídatku lupiny,

zkrmovaly nosnice běžný krmný materiál obsahující mrkev a kukuřičnou siláž. Vejce produkovaná nosnicemi, které zkrmovaly mrkev a kukuřičnou siláž měla výrazně vyšší hodnoty pachuti po síře, ale tmavší a méně zelené vaječné žloutky. Krmivo s 25 % lupiny modré mělo znatelně světlejší a více žluté zbarvení žloutků. Lupina však výrazně zvýšila produkci vajec (HAMMERSHØJ a STEENFELDT, 2005).

#### **3.5.14 Vliv zkrmování tuleního tuku na sensorické vlastnosti vajec**

Výzkum probíhal na 72 nosnicích Leghorn White, které byly krmeny rafinovaným tulením tukem, který obsahoval 22,2 % omega-3 mastných kyselin. Výsledky ukázaly, že množství rafinovaného tuleního tuku neměl vliv na sensorickou kvalitu vejce. Vejce tedy může mít optimalizované složení n-3 polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem, aniž by došlo k negativním ovlivnění jeho sensorických vlastností (SCHREINER a kol., 2004).

#### **3.5.15 Faktory ovlivňující kvalitu skořápky**

U starších nosnic, které stále snášejí vejce, velmi často dochází k tomu, že vaječná skořápka již nemá odpovídající kvalitu. Je to způsobeno nedostatečnou schopností nosnice produkovat potřebné množství uhličitanu vápenatého. Kvalitu vaječné skořápky je také ovlivněna dobou snášky. Vejce snesená ráno mají více pórovitou skořápku než vejce snesená odpoledne. Je prokázáno, že prakticky všechny vady vajec způsobené při tvorbě vejce, jsou snášeny mezi 6 a 8 hodinou ráno. Na kvalitu skořápky také mohou mít vliv různé nemoci, jako například Newcastleeská nemoc nebo některá léčiva (BELL, 2002).

##### **3.5.15.1 Vliv tepelného stresu na kvalitu skořápky**

Studie prokázaly, že tepelný stres má velký význam na nosnice a kvalitu jejich vajec. Množství uhličitanu vápenatého ve skořápce vejce v letních měsících je výrazně nižší než v zimních měsících. V důsledku toho je produkováno v letních měsících největší procento rozbitých a prasklých vajec (NIKOLOVA a kol., 2008).

#### **3.5.16 Vlivy působící na barvu skořápky**

Barva skořápky je dána zejména geneticky, nosnice s bílým peřím mají vejce bílá naopak slepice s peřím hnědým vejce hnědá (FAIRFULL a GOWE, 1990).

Plemeno nosnic Aracuana má dokonce barvu skořápky zelenou (SIMEONOVÁ a kol., 2001).

Průhlednost skořápky je dána barvou. Čím je barva skořápky tmavší, tím se její průhlednost snižuje (HEJLOVÁ, 2001).

V době, kdy se formuje skořápka u nosnic s hnědým peřím, dochází k tomu, že epitelové buňky lemují povrch skořápkové žlázy, syntetizují a shromažďují pigmenty, jako například biliverdin-IX, jeho chelát zinku a protoporfyrin-IX. (BUTCHER a MILES, 2003).

V posledních 3–4 hodinách tvorby skořápky jsou právě tyto pigmenty převedeny do viskózní pokožky bohaté na bílkoviny. Množství, které přejde do pokožky, poté určuje, jakou barvu bude vejce mít (FAIRFULL a GOWE, 1990).

Na barvu skořápky má také vliv délka snáškového období. Zatímco na začátku a na konci snášky bývají vejce nejtmaší, uprostřed snášky jsou světlejší (SIMEONOVÁ a kol., 2001).

Dominantním pigmentem u hnědých vajec je ovoporfyrin, bílá vejce tento pigment nemají (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.5.17 Faktory ovlivňující barvu žloutku**

Pro spotřebitele je velmi důležitá barva žloutku, čím tmavší odstín vaječného žloutku, tím jsou pro ně přijatelnější. Z tohoto důvodu jsou nosnicím do krmiva přidávány barviva. Žluté až oranžové zbarvení nejčastěji způsobují xantofyly a kyslíkaté deriváty karotenů. Kromě zbarvení žloutku tyto látky mají vliv také na barvu kůže, běháků a tuku. Z krmiv, které obsahují dostatečnou koncentraci se jedná zejména o vojtěškovou moučku ( $260\text{--}350\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) a také žluté odrůdy kukuřice ( $20\text{--}25\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Nejdůležitějším xantofylem, který je obsažen ve vojtěškové moučce, je lutein. U žlutých odrůd kukuřice najdeme kromě luteinu i beta-kryptoxantin se zeaxantinem. Tyto dva xantofyly poskytují zlaté, někdy až žlutooranžové zbarvení. Nevýhodou xantofylů je, že velmi snadno podléhají oxidaci, těmto ztrátám však můžeme předejít aplikací antioxidantů. Aby xantofyly měly vliv na zbarvení žloutků, je potřeba, aby jejich obsah byl nejméně 15 mg v 1 kg krmné směsi, což odpovídá použití 40–50 % žluté odrůdy kukuřice a 2–3 % vojtěškové moučky (ZELENKA a kol., 2007).

Základní krmná směs většinou neobsahuje dostatečné množství barviv, proto se využívají krmná aditiva, která obsahují přírodní pigmenty. Mezi aditiva zařazujeme

například kapsantin a kapsorubin, což jsou pigmenty, které získáváme ze sušené červené papriky. Jako další můžeme zmínit translutein a transzeaxantin, které jsou obsažené v moučce z květů aksamitníku. Nejužívanější jsou ale syntetická barviva, jako například červený kantaxantin nebo žlutý ethylester kyseliny apokarotenové (ZELENKA, 2014).

#### **3.5.17.1 Luteinem obohacená vejce a jeho vliv na barvu žloutku**

Lutein je karotenoid, který je považován za živinu, která zabraňuje makulární degeneraci lidí, která způsobuje ztrátu zraku. Obohacení vejce luteinem je odvozeno od průměrné hmotnosti vejce, to je 60 g. Přídavkem 250 mg luteinu do 1 kg krmné směsi došlo ke zvýšení jeho obsahu ve vejci z 0,10 mg na 1,7 mg na 60 g vejce (ENGLMAIEROVÁ, 2016).

Přídavkem luteinu ve vyšší koncentraci 375 mg na 1 kg krmné směsi, došlo ke zvýšení obsahu luteinu ve žloutcích o 1,2 mg, a to z 0,3 mg na 1,5 mg na 60 g vejce. Zvýšením dávky nad 375 mg·kg<sup>-1</sup> krmné dávky však nepřineslo již žádné zvýšení obsahu luteinu. Vejce obohacená luteinem jsou mnohem lépe dostupné pro člověka než jiní doplňky (ENGLMAIEROVÁ, 2016).

#### **Extrakt z afrikánu**

Mezi zdroje karotenoidů, které nejsou příliš finančně náročné patří afrikán (*Tagetes erecta L.*). Jedná se o velmi bohatý zdroj xantofylů, a to především luteinu. Díky němu dochází ke zlepšení barvy vaječného žloutku. Aby měl požadované účinky, musí se jeho obsah v krmné směsi zvýšit na 30 až 40 mg·kg<sup>-1</sup>. Mnohem efektivnější je použití zmýdelněného luteinu z extraktu květu afrikánu než použití zmýdelněného luteinu z moučky květu afrikánu (ENGLMAIEROVÁ, 2016).

#### **Mrkev**

Pokud přidáme do krmných směsí nosnic třibarevné odrůdy mrkve, a to na úroveň 70 g na nosnici denně, dojde ke zvýšení hodnoty barevných ukazatelů vaječného žloutku, ale také celkového obsahu karotenoidů. Mluvíme opět především o obsahu luteinu, ale také  $\alpha$  a  $\beta$ -karotenu. Došlo ke zvýšení koncentrace luteinu z 7,5 na 8,2–12,2 mg·kg<sup>-1</sup> a koncentrace karotenoidů z 10,8 mg na 14,0–20,2 mg·kg<sup>-1</sup> (ENGLMAIEROVÁ, 2016).

## **Řasy**

Pokud se do krmné směsi nosnic přidají mořské mikrořasy *Nannochloropsis oculata* a to na úroveň 20 % sušiny krmné směsi, dojde ke zvýšení obsahu karotenoidů ve vejcích. Aplikací mikrořas po dobu 4 týdnů, došlo ke zvýšení obsahu luteinu a zeaxanthinu ve vaječných obsazích na  $22 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , tj.  $1,32 \text{ mg}/60 \text{ g}$  vejce. Celkové ukládání karotenoidů do vaječného žloutku ovlivnilo také přidávání 10 a 20 g sušené řasy chlorella do krmné směsi nosnic o 49 a 119 %. Maximální koncentrace, které bylo dosaženo po 4 týdnech, bylo 25 a 40 mg na 1 g žloutku. Přídavek řasy chlorella v množství  $12,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  krmné směsi, zvýšil koncentraci luteinu z  $12,8 \text{ mg}$  na  $49 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny. Množství zeaxanthinu se zvýšilo z  $9,2 \text{ mg}$  na  $40,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny. Obsah retinolu vzrostl o  $1,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny žloutku (ENGLMAIEROVÁ, 2016).

## **Vojtěška**

Vojtěška nebo vojtěšková moučka se využívá ve výživě nosnic ze dvou důvodů. Prvním důvodem je obsah xantofylů, které mají vliv na barvu žloutku, ale také běháků a kůže. Dále se také využívá při dietách, kdy chtějí chovatelé dosáhnout pelichání slepic. Bylo prokázáno, že vysoké množství vojtěšky snižuje množství salmonel ve výkalech (JACOB, 2015).

## **Moučka z bobulí rakytníku**

Jedná se o zdroj dihydroxyxantofylů, tedy luteinu a zeaxanthinu. Barviva z bobulí rakytníku mají taktéž schopnost se akumulovat ve vaječném žloutku a tím pozitivně ovlivnit jeho barvu (ENGLMAIEROVÁ, 2016).

## **Hořčičná moučka**

Hořčičná moučka v množství 10 mg na 1 kg krmné směsi nosnic, ovlivňuje barvu žloutku podobným způsobem, jako kdybychom přidali lutein v množství 100 mg na 1 kg krmné směsi (ENGLMAIEROVÁ, 2016).

Přírodní zdroje barviv jsou tedy levnější a velmi vhodnou alternativou syntetických karotenoidů (ENGLMAIEROVÁ, 2016).



### ***Kukuřičné peletové výpalky***

Studie prokázaly, že přidáním 20 % kukuřičných peletových výpalků do krmné směsi nosnic, dojde, díky obsahu barviv zeaxanthinu a luteinu, ke zvýšení koncentrace barvy žloutku, bez žádných dalších negativních vlivů (SHIN a kol., 2016).

#### ***3.5.17.2 Vliv přídavku bavlníkové moučky do krmiva nosnic na senzorickou kvalitu žloutku***

Přidáváním bavlníkové moučky do krmné směsi dochází k odbarvování žloutku. Tento jev je samozřejmě nežádoucí, a tak i přes své dobré výživové hodnoty není možné její zkrmování nosnicemi (DALE, 2008). Zkrmování semen bavlníku také může způsobit růžové zbarvení bílku (BEYER, 2006).

#### **3.5.18 Vlivy působící na senzorickou kvalitu bílku**

##### ***Rybí zápach***

LAZAR (1986) uvádí, že k rybímu zápachu dochází v případě, pokud je u nosnic narušena schopnost metabolizovat trimethylamin.

Bylo zjištěno, že rybí zápach způsobuje také zkrmování 10 % řepkové moučky přidané do krmné směsi a tím dojde k znehodnocení vajec (EMANNUEL a kol., 1984).

### **3.6 Senzorické hodnocení vajec po tepelné úpravě**

Obsah se posuzuje po vaření 3 a 10 minut. Bílek po 3 minutách vaření má být převážně sražený, čistě bílý. Žloutek má být ještě tekutý. Vaječný obsah má mít příjemnou vůni a lahodnou chuť (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

Vejce vařené 10 minut má plně vysrážený bílý bílek. žloutek má být tuhý a umístěný ve středu bílku. Vůně má být neutrální, chuť lahodná (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### **3.7 Změny vaječného obsahu vznikající skladováním**

Kvalita vajec se v průběhu skladování mění působením vnějších činitelů. Změny nastávají v kvalitě bílku, žloutku a velikosti vzduchové bubliny (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

Ihned po snesení začne ve vejci docházet k pozvolným změnám vlastností působením prostředí. Změny mohou být fyzikální, chemické a mikrobiální. Vliv na tyto změny má především teplota a vlhkost. Dalším důležitým faktorem působícím na změny vaječného obsahu je doba působení daného prostředí, jinak řečeno, jak dlouho bylo vejce v daném prostředí uloženo (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.7.1 Změny vůně a chuti**

Vejce si vůni a chuť uchovává pouze velmi krátkou chvíli po snesení. Vnitřní změny ve vejci způsobují, že vejce svoji typickou vůni a chuť ztrácí. Za běžných podmínek dojde ke ztrátě během jednoho až dvou týdnů, pokud však dojde k působení vyšší teploty, dojde ke ztrátě ještě dříve. Skladováním dochází k tomu, že vaječné obsahy přejímají pachy z vnějšího prostředí, proto je nežádoucí skladovat vejce s jinými potravinami (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.7.2 Změny barvy vaječného obsahu**

Působením vnitřních změn, dochází k tmavnutí vaječného žloutku vlivem hromadění pigmentu na jeho povrchu. Dále také distribuce vody může způsobit u starších vajec častější výskyt skvrn na žloutku. Dlouhým skladováním může dojít k růžovému zabarvení bílku, které je způsobeno přechodem železa ze žloutku právě to vaječného bílku (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.7.3 Vysychání vajec**

Hmotnost vejce se snižuje od okamžiku snesení vejce. Póry ve vaječné skořápce jsou propustné pro vodní páry a další plyny, jako jsou například  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$  a  $\text{H}_2\text{S}$ , které jsou uvolňovány při chemických rozkladných procesech. Snižování hmotnosti je závislé na okolním prostředí, zejména na teplotě a vlhkosti, dále na propustnosti vaječných obalů nebo také rychlosti proudění vzduchu. Vejce menší velikosti mají větší povrch a dochází k tomu, že se jejich hmotnost snižuje více. U vajec, která mají vyšší podíl tuhého bílku dochází k menšímu vysychání než u vajec s vyšším podílem bílku řídkého. Slepíčí vejce mají o 20–30 % vyšší vysychavost než vejce kachní, protože kachní vejce obsahují méně pórů a větší tuhost vaječných blan. Vysychání způsobuje snížení objemu vaječných obsahů a tím zvětšení vzduchové bubliny. Vysycháním dochází také ke snížení specifické hmotnosti vejce. Pokles specifické hmotnosti vejce pod hranici 1,00 způsobuje, že vejce ve vodě plave a neponoří se (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.7.4 Řídnutí bílku**

Ihned po snesení, se ve vejci mění poměry tuhého a řídkého bílku. Zatímco obsah řídkého bílku se zvětšuje, obsah bílku tuhého se naopak zmenšuje. Intenzita zvyšování obsahu řídkého bílku závisí na jeho pH. Na rozdíl od ostatních případů, v tomto případě nemá vlhkost a teplota prostředí žádný vliv. Řídnutí bílku je způsobeno tím, že při snížení koncentrace oxidu uhličitého ztrácí mucinová vlákna tuhého bílku schopnost koloidně poutat vodu, mucin se uvolňuje a přechází do bílku řídkého (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.7.5 Změna koncentrace vodíkových iontů**

Snížením koncentrace oxidu uhličitého v bílku, dochází ke změně pH z hodnoty 7,6 až na pH 9,5. Největší únik, a tím i snížení koncentrace oxidu uhličitého nastává hned v prvních hodinách po snesení vejce. Vyšší teplota prostředí způsobuje, že proces probíhá rychleji. Koncentrace vodíkových iontů má také vliv na řídnutí bílku. Čím je vyšší, tím dochází k rychlejšímu řídnutí. Žloutek čerstvě sneseného je koncentrace vodíkových můstků pouze okolo 6, postupně však dochází ke zvýšení až na 7 (HEJLOVÁ, 2001).

Čím vyšší je teplota prostředí, tím rychleji změny koncentrace vodíkových iontů, ve žloutku i bílku, probíhají (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.7.6 Změny ve žloutku**

Změny, které ve žloutku probíhají jsou závislé na difúzi vody. Voda z bílku do žloutku pomocí osmotického tlaku přechází už v období, kdy se vejce teprve tvoří ve vejcovodu. Tento proces pokračuje i po snesení vejce. Rychlost difúze je ovlivněna teplotou prostředí. Čím je vyšší, tím probíhá rychleji. Přechodem vody z bílku do žloutku dochází k tomu, že žloutek zvětšuje svůj objem. Vlivem zvětšování objemu je namáhána žloutková membrána, které ztrácí elasticnost, pevnost a ztenčuje se. Za ztenčováním žloutkové blány také stojí změny v obsaženém mucinu, které probíhají podobně, jako při řídnutí bílku. Při řídnutí bílku také dochází k tomu, že se žloutek ze střední polohy posouvá ke skořápce. Při vylití vaječného obsahu se tento žloutek roztéká. Dosáhne-li index žloutku hodnoty menší než 25, žloutková membrána praská (HEJLOVÁ, 2001).

Voda bílku do žloutku přechází tak dlouho, dokud nenastane stav, kdy bílek i žloutek budou mít vyrovnaný obsah sušiny. Dalším vysycháním dochází k opačnému přestupu vody, tedy ze žloutku zpět do bílku (HEJLOVÁ, 2001).

Přechodem vody z bílku do žloutku nastává zhoršení jakosti vaječných obsahů, které se vyjadřují indexy bílku a žloutku (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.7.7 Změny bodu mrznutí vaječného obsahu**

Za normálního stavu má žloutek čerstvého vejce bod mrznutí asi  $-0,58$  °C, bílek okolo  $-0,45$  °C. Přestupem vody z bílku do žloutku a tím vyrovnáním sušiny, se rozdíl v bodu mrznutí vyrovná (HEJLOVÁ, 2001).

### **3.7.8 Vliv délky skladování na barvu vaječných obsahů křepelčích vajec**

V experimentu se hodnotila vejce křepelky japonské. Skladování těchto vajec probíhalo při  $6$  °C a relativní vlhkosti  $75$  %. Měření barvy probíhalo celkem 7x, v den snášky a 1. den, 2. den, 7. den, 15. den, 43. den a 57. den po snesení vejce.

Tento výzkum prokázal, že bílek vlivem skladování začal světlat, žloutek při delším skladování, v tomto případě mezi 43. a 57. dnem, začíná červenat a vaječná melanž po delším skladování nepatrně ztrácí barvu (PYTEL a kol., 2016).

### **3.7.9 Hodnocení senzorických vlastností vajec po skladování**

Senzorickou analýzou byla hodnocena čerstvá vejce a vejce po 7, 14, 28 a 42 dnech skladování v lednici. Vejce byla ve vodě vařena 10 minut a poté byla ochlazená na pokojovou teplotu. U každé skupiny byl hodnocen vzhled, barva, chuť, vůně, textura a celková přijatelnost. Kromě tohoto se také využilo hodnocení hédonických preferencí experimentální a kontrolní skupiny vajec. Každá skupina vajec byla připravena třemi různými způsoby. První způsob byl varem po dobu 10 minut, dále smažením homogenizovaných vajec na teflonové pánvi po dobu 5 minut bez přídavku oleje a v mikrovlnné troubě při  $600-700$  W po dobu 4 minut (PETROVIČ a kol., 2016).

Během skladování se pachův vyskytla u všech skupin po 14 dnech skladování. Barevné změny ve vejci začaly probíhat po 28 dnech skladování, což je trvanlivost vajec v souladu s platnými předpisy (PETROVIČ a kol., 2016).

### **3.8 Hodnocení slepičích konzumních vajec při nákupu**

Z nákupu jsou vyloučena vejce s neúplnou skořápkou, vejce prasklá s porušenými podskořápečnými blanami, vejce obsahující cizí tělíska, vejce plesnivá, hnilobná a jinak nepoživatelná, vejce silně znečištěná trusem, vejce mytá a vejce vyrazená z líhni. (INGR, 2001).

#### **3.8.1 Hodnocení přijatelnosti vajec s hnědou a bílou skořápkou při nákupu**

Pro hodnocení přijatelnosti vajec s hnědou a bílou skořápkou bylo vybráno 52 žen, které běžně nakupují a používají vejce. Respondentky byly v rozmezí 20 až 60 let věku. 53,8 % zodpovědělo, že konzumují vejce dvakrát až třikrát týdně, 40,4 % konzumuje vejce alespoň každé dva týdny (JOHNSTON a kol., 2011).

Respondentky byly dotazovány na otázky, které měly více možností odpovědi pro stanovení jejich tendencí k nákupu speciálních vajec, jejich preference pro vaječnou skořápkou, barvu a reakci na hnědé nebo červené skvrny ve vejcích. Následně hodnotily barvy vajec a jejich preference (JOHNSTON a kol., 2011).

15,3 % žen již někdy nakupovalo speciální vejce. U 50 % to byla vejce z volného chovu, 28,6 % nakupuje nebo někdy nakoupilo vejce od nosnic, které byly organicky krmeny a 21,4 % nakoupilo vejce obohacena o n-3 polynenasycené mastné kyseliny (JOHNSTON a kol., 2011).

Hodnocení vajec probíhalo v Utahu, kde jsou v obchodech vejce s bílou skořápkou. 90,4 % žen tedy preferovalo vejce s bílou skořápkou. Díky návykům v této oblasti se předpokládalo, že pouze pár jedinců někdy spotřebovalo vejce s hnědou skořápkou. Mnoho respondentů (38,5 %) však považovalo vejce s hnědou skořápkou za bohatší na n-3 polynenasycené mastné kyseliny, 44,2 % předpokládalo, že vejce s hnědou skořápkou pochází z domácího chovu a 30,8 % považovalo vejce s hnědou skořápkou za vejce od organicky krmených nosnic. 52,5 % respondentek odpovědělo, že vejce s hnědou nebo červenou skvrnou by spotřebovalo, 47,4 % by je jednoduše vyhodilo (JOHNSTON a kol., 2011).

### **3.9 Vady vajec**

Jedná se o odchylky od požadovaných znaků konzumních vajec. Tyto vady snižují využitelnost nebo jejich použití naprosto vylučují (MATUŠOVIČOVÁ a kol. 1986).

Vady vajec mohou vznikat již v době jejich tvorby nebo po snesení vlivem vnějšího prostředí, manipulace apod. Podle způsobu vzniku se rozdělují do tří skupin: Vady biologické, mechanické nebo mikrobiální (MATUŠOVIČOVÁ a kol. 1986).

### **3.9.1 Biologické vady**

Vady vznikající v době tvorby vejce ve vaječníku či vejcovodu. Mezi nejběžnější vady biologického původu se řadí: krevní a masové skvrny, krvavý kroužek, cizí těleso nebo abnormality, jak ve stavbě, tak velikosti a tvaru vejce (MATUŠOVIČOVÁ a kol. 1986).

#### ***Krevní skvrny***

Krevní skvrny se nejčastěji nacházejí ve žloutku. Jsou způsobeny prasknutím žilky ve vaječníku. U vysoce aktivních nosnic je pravděpodobnost krevních skvrn vyšší. Volně chované slepice získávají z trávy rutin, který zabraňuje praskání žilek a tím i krevním stopám. Nejedná se však o vadu, kvůli které by se vejce nemohlo spotřebovat, pouze jde o senzorickou vadu, která pro spotřebitele není příliš lákavá. (DANIELS, 2009 a).

#### ***Masové skvrny***

Masové skvrny se naopak nejčastěji objevují v bílku. Jedná se o části výstelky vejcovodu (MATUŠOVIČOVÁ a kol. 1986). Objevují se zejména u starších a nemocných nosnic, ale také jsou ovlivněny druhem a plemenem. (DANIELS, 2009 b).

#### ***Krvavý kroužek***

Krvavý kroužek je způsoben odumřením zárodku v určitém vývojovém stupni. Vejce s touto vadou mohou být použitelné pouze pro technologické účely, a to za předpokladu, že nejsou oplodněné a zárodečný terčík nevykazuje stopy vývoje zárodku (MATUŠOVIČOVÁ a kol. 1986).

#### ***Cizí těleso ve vaječném obsahu***

Cizí těleso ve vaječném obsahu nastává při abnormální změně peristaltiky (SIMEONOVÁ a kol.2001). Nejčastěji se jedná o zrnka písku, kamínky, slámu apod. Těleso se do vaječného obsahu dostává přes kloaku. Vejce s touto vadou jsou využitelná pouze pro nepotravinářské účely (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### **3.9.2 Mechanické vady**

Jedná se především o následek nesprávné manipulace s vejci, a to ve fázi sběru, přepravy a skladování. (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986). Řadíme sem například drobné praskliny skořápky., jako mechanická vada se také počítá například uvolněná vzduchová bublina a žloutek. (SIMEONOVÁ a kol. 2001).

#### ***Praskliny***

Praskliny jsou vady, které nemusí být vidět pouhým okem a jsou viditelné až při prosvěcování. Tato vejce se nehodí k následnému skladování a putují ke zpracování na vaječné hmoty. (SIMEONOVÁ a kol. 2003).

#### ***Pohyblivá vzduchová bublina a žloutek***

Pohyblivost žloutku vzniká v důsledku přetržení chaláz, následkem toho dojde k tomu, že se žloutek uvolní a stane se pohyblivým (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

Z podobných důvodů dochází také k pohyblivosti vzduchové bubliny. Ta se uvolňuje v důsledku protrhnutí bílkové blány (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

Obě vady se zjistí během prosvěcování a vejce putují k výtlučku a následnému zpracování na melanž (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### **3.9.3 Mikrobiální vady**

Mikroorganismy se do vejce mohou dostat pomocí dvou cest. První cesta je endogenní, kdy dochází vstupu mikroorganismů do vejce, již při jeho tvorbě, přes nosnici. Druhou možností je cesta exogenní, kterou se mikroorganismy do vejce dostanou až po snesení, z vnějšího prostředí. (MATUŠOVIČOVÁ a kol. 1986).

Mikrobiální vady jsou velmi zrádné, protože je není možné zjistit prosvěcováním. Následně dochází ke změně vzhledu bílku i žloutku a smíchání vaječných obsahů (SIMEONOVÁ a kol.,2001).

#### ***3.9.3.1 Vady způsobené bakteriemi***

##### ***Černá hniloba***

Dojde k zřidnutí bílku a změně jeho barvy na zelenou až hnědou. Žloutek se zbarvil do černa a je tuhý. Dochází k produkci silného zápachu, jelikož v něm vzniká

sirovodík. Černou hnilobu je možné určit již při prosvěcování. Způsobuje ji bakterie *Proteus vulgaris* a *Proteus melanovogenes* (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### **Zelená hniloba**

Bílek je řídký a zelený. Typický je zápach po rybách, kapustě nebo sýru. Vadu způsobuje rod *Pseudomonas*, který produkuje zelený pigment (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### **Červená hniloba**

Vejce mají pouze slabý zápach. Vaječný obsah bývá velmi tekutý a v bílku se objevují červené skvrnky. Žloutek má červený nádech. Tato vada prozrazuje, že vejce byla uchovávána při vyšší teplotě, než měla. Způsobuje ji rod *Pseudomonas* a *Serratia* (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### **Bílá hniloba**

Projevuje se pohyblivým žlutkem a jasnou bílou barvou při prosvěcování. Způsobuje ji rod *Pseudomonas* a *Achromobacter* (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

### **3.9.3.2 Vady způsobené plísněmi**

#### **Tečkovaná skvrnitost**

Jedná se o počáteční stádium plesnivění. Na povrchu nebo na vnitřní straně skořápky dojde k růstu kolonií, jejichž barva je závislá na druhu plísně. Rod *Penicillium* způsobuje žluté, zelené až modré skvrny, rod *Cladosporium* tmavě zelené až černé skvrny a rod *Sporotrichum* způsobuje skvrny růžové (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).

#### **Plísňová hniloba**

V tomto stupni plesnivění dochází k prorůstání plísně do vnitřku vajec. Hyfy plísní způsobí koagulaci bílku a vznikají také barevné skvrny, například plísňová červená hniloba nebo černá skvrnitost. Vejce nesnesitelně zapáchají. (MATUŠOVIČOVÁ a kol., 1986).



### **3.9.4 Další senzorické vady vajec**

#### ***Tenká a měkká skořápka***

Tenká a měkká skořápka je způsobena především věkem nosnice, vysokou teplotou prostředí, nemocemi dýchacího ústrojí, jako jsou bronchitidy a laryngitidy, stresem, nízkým příjmem vápníku, zkrmování velkého množství NaCl atd. (BEYER, 2006).

Předejít těmto vadám můžeme jejich výměnou po 12ti až 14ti měsících snášky, kontrolovat teplotu prostředí a zajistit dostatečné množství vody, dodržovat doporučený program pro očkování, zabránit působení vnějších faktorů, které vyvolávají stres atd. (BEYER, 2006).

#### ***Kalciové skvrny, jemný poprašek, těžký poprašek, vápenatý nános***

S vnějšími vápenatými usazeninami se můžeme setkat poměrně často. Jsou způsobeny dočasnou iontovou nerovnováhou obalu skořápkové žlázy. Nejčastěji tuto vadu způsobuje stres, Množství usazenin se nedá předem odhadnout, jelikož ptáci různě reagují na různé odchylky od standardu v jejich prostředí (SOLOMON, 1997).

#### ***Hnědá až žlutá skořápka***

Hnědou až žlutou barvu způsobuje například Nicarbazin, což je přípravek pro léčbu kokcidiózy u brojlerů, dále také používání antibiotik jako je tetracyklin nebo aueromycin (BEYER, 2006).

#### ***Bílá až hnědá skořápka***

Bílou až hnědou skořápku způsobuje velké množství železa, přítomné ve vodě, která je používána k mytí vajec. Zabránit této vadě se dá udržováním množství železa pod 0,1 ppm (BEYER, 2006).

#### ***Vybledlá barva***

Vybledlá barva je způsobena nízkým množstvím vápníku ve stravě. Vzniku této vady zabráníme dostatečným příjmem vápníku, což se také podepíše na lepší pevnosti a kvalitě skořápky (BEYER, 2006).

### ***Vlnitá skořápka***

Vejce s vlnitou skořápkou mají dost hrubý a vrásčitý povrch. Příčiny vzniku této vady mohou být různé. Vliv na vlnitou skořápkou může mít vejcovod, ale také vysoký obsah vody při tvorbě skořápky, to znamená, že na tuto vadu má vliv také *magnum*, *isthimus* a skořápková žláza (SOLOMON, 1997).

### ***Mramorovaná skořápka***

Mramorování skořápky nastává při obsahu vody vyšším než 29 %. Dochází k zadržení vody proteiny v houbovitě vrstvě skořápky (BEYER, 2006).

Prevencí je zamezení vzniku prasklin a udržováním vlhkosti na 80 % (BEYER, 2006).

### ***Pórovitost skořápky***

Pórovitost skořápky je způsobena stářím a plemenem nosnice, dále vysokou teplotou prostředí a ročním obdobím. Prevencí je opět výměna nosnic po 12 až 14 měsících snášky, výběr typu plemena, které má silnou strukturu skořápky a udržování nízké teploty prostředí (BEYER, 2006).

### ***Slabý, tenký nebo vodnatý bílek***

Vliv na slabý, tenký nebo vodnatý bílek má především věk slepic, amoniak z výkalů, zvýšená alkalita, onemocnění dýchací soustavy, dědičnost, vysoká teplota prostředí, sulfanilamid. Předcházení výměnou nosnic po 12ti až 14ti měsících snášky, zlepšení ventilace a tím snížení množství amoniaku, udržování správné teploty prostředí atd. (BEYER, 2006).

### ***Zakalený bílek***

K zakalení bílku dochází nejčastěji olejováním nově snesených vajec a chlazením nově snesených vajec (BEYER, 2006).

### ***Zelený žloutek***

Vznik zeleného žloutku způsobuje velké množství 100–250 mg chlorofylinu sodíku, což je barvivo získané například zkrmováním vojtěšky, v potravě a zkrmování semena z lusků kokošky pastuší tobolky (BEYER, 2006).

### ***Mramorované nebo poškozené žloutky***

Mramorované nebo poškozené žloutky způsobuje Nicarbazin, což je kokcidiostatikum používané k prevenci a léčbě kokcidiózy, semena bavlníku, piperazin citrát, využívaný k léčbě vnitřních parazitů, a přesun vody z vaječného bílku přes membránu do vaječného žloutku (BEYER, 2006).

### ***Hustý, pastovitý, gumový nebo sýrovitý žloutek***

Hustý, pastovitý, gumový nebo sýrovitý žloutek je způsoben podáváním surového oleje ze semen bavlníku, dále také může být příčinou slabá žloutková membrána, newcastleská nemoc nebo vysoká teplota prostředí (BEYER, 2006).

## 4 ZÁVĚR

Senzorické vlastnosti jsou jedním z nejdůležitějších aspektů, které hodnotí spotřebitelé, předtím, než si koupí daný produkt. V každé zemi jsou jiné zvyklosti a tradice, díky kterým jsou požadavky na sensorickou kvalitu odlišné.

Cílem této práce bylo vypracování literární rešerše se zaměřením na faktory, které ovlivňují sensorické vlastnosti vajec a na metody, kterými se sensorická kvalita vajec hodnotí.

Při určování sensorických vlastností vejce se využívá smyslů a hodnotí se celkový vzhled, barva, vůně a po tepelné úpravě také chuť a konzistence vejce.

Faktory, které ovlivňují sensorické vlastnosti vajec lze rozdělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory, které ovlivňují sensorickou kvalitu vajec řadíme například genotyp, věk a zdravotní stav nosnic. Genotyp nosnic ovlivňuje především barvu skořápky, například plemeno nosnic Hisex Brown snáší vejce s hnědou skořápkou, díky ovoporfyrinu, pigmentu, který se vyskytuje pouze u vajec s hnědou skořápkou. Plemeno Leghorn White snáší vejce se skořápkou bílou. Vyšší věk nosnic způsobuje méně kvalitní skořáčku. Starší nosnice totiž nejsou schopny produkovat dostatečné množství uhličitanu vápenatého. Z tohoto důvodu jsou po určitém období nosnice vyřazovány.

Mezi vnější faktory, které ovlivňují sensorickou kvalitu vajec patří tepelný stres způsobený vysokou teplotou prostředí, který může způsobit až úhyn nosnic. Dalším vnějším faktorem je ovlivnění sensorických vlastností vajec pomocí krmiva. Přídavkem lnu do krmiva nosnic dochází k negativnímu ovlivnění sensorické kvality vajec, jelikož len způsobuje rybí chuť. Přídavek česneku, fenyklu, máty nebo majoránky do krmiva nosnic pozitivně ovlivňuje vůni vaječného obsahu tím, že zvyšují jeho aroma a vejce mají specifickou vůni po koření, které bylo zkrmováno. Negativní vliv na vůni vejce má řepková moučka, jejíž přidání do krmiva ve větším množství způsobuje nepříjemný rybí zápach. Přídavek lupiny žluté, mrkve, kukuřičné siláže, pícnin, moučky z bobulí rakytníku nebo například extraktu z afrikánu do krmiva pozitivně ovlivňuje barvu žloutku vejce. Důvodem je obsah luteinu, xantofylového barviva, žluté až oranžové barvy, díky kterému může být barva žloutku zbarvena až do sytě oranžova. Přídavek rostlin s přírodními barvivy je navíc mnohem levnější než ovlivňování barvy žloutku pomocí barviv syntetických. Negativně barvu žloutku ovlivňuje přídavek bavlníkové moučky, které odbarvuje vaječný žloutek a může také způsobit růžové zbarvení bílku.

Barva žloutku se může stanovovat dvěma způsoby. Prvním způsobem je využití

vzorníku barev, dříve dle La Roche, nyní pomocí DSM YolkFan. Druhým způsobem je využití objektivní metody měření, chemickým stanovením koncentrace barviv žloutku.

Pro spotřebitele jsou senzorické vlastnosti vajec, především barva skořápky a barva žloutku, velmi důležitým faktorem. Podle jejich požadavků na senzorické vlastnosti vajec je přizpůsoben trh. Ve střední Evropě je populární vejce s hnědou skořápkou, která je ovlivněna plemenem nosnice a tmavě žlutými žloutky 13–14 RCF, které producenti zajistí vhodným složením krmné směsi.

## 5 POUŽITÁ LITERATURA

BELL D. D., 2002: *Commercial Chicken Meat and Egg Production* [online]. 5. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, [cit. 2017-04-24]. ISBN 978-0-7923-7200-4. Dostupné z:

[https://books.google.cz/books?id=6XfdBgAAQBAJ&pg=PT1470&lpg=PT1470&dq=bell,+d+d.+commercial+chicken+meat+and+egg+production.&source=bl&ots=xIUATacD5&sig=0pH115jIW4Af\\_a0H5YaC1oIhSI&hl=cs&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi959Co3r3TAhXLjiwKHQlmDrcQ6AEISjAL#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=6XfdBgAAQBAJ&pg=PT1470&lpg=PT1470&dq=bell,+d+d.+commercial+chicken+meat+and+egg+production.&source=bl&ots=xIUATacD5&sig=0pH115jIW4Af_a0H5YaC1oIhSI&hl=cs&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi959Co3r3TAhXLjiwKHQlmDrcQ6AEISjAL#v=onepage&q&f=false)

BENNION N. L. a PRICE F. E., 1940: *Factors Affecting Egg Quality* [online]. Oregon: Oregon State Collage, [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/12556/StationCircular138.pdf;jsessionid=1EE2EF28EBE1C5B04B1062810299FD4A?sequence=1>

BEYER S. R., 2006: Factors affecting egg quality. In: *The poultry site* [online] [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://www.thepoultrysite.com/articles/329/factors-affecting-egg-quality/>

BUTCHER G. D. a MILES R. D., 1995: *Factors Causing Poor Pigmentation of Brown-Shellled Eggs* [online]. University of Florida [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/VM/VM04700.pdf>

CARTER T. C., 1968: *Egg quality: a study of the hen's egg* [online]. Edinburgh: Oliver [cit. 2017-04-18]. ISBN 978-005-0017-005. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=XApBAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=XApBAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

DALE N., 2008: Alternative ingredients offer little comfort. *Poultry international.*, 47(12). ISSN 0032-5767

DANIELS T., 2009 a: *Blood Spots in Eggs* [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <https://poultrykeeper.com/egg-problems/blood-spots-in-eggs/>

DANIELS T., 2009 b: *Meat Spots in Eggs* [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <https://poultrykeeper.com/egg-problems/meat-spots-in-eggs/>

DSM, 2011 [online]. 2011 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: [https://www.dsm.com/markets/anh/en\\_US/products/products-solutions/products\\_solutions\\_tools/Products\\_solutions\\_tools\\_EggYolk.html](https://www.dsm.com/markets/anh/en_US/products/products-solutions/products_solutions_tools/Products_solutions_tools_EggYolk.html)

EMANNUEL B., GOH Y. K., BERZINS R., ROBBLEE A. R. a CLANDININ D. R., 1984: The Entry Rate of Trimethylamine and Its Deposition in Eggs of Intact and Cecectomized Chickens Fed Rations Containing Rapeseed Meal or Supplementary Choline. *Poultry science* [online]. 63(1): 139-143 [cit. 2017-03-12]. ISSN 0032-5791.

Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article-abstract/63/1/139/1578587/The-Entry-Rate-of-Trimethylamine-and-Its?redirectedFrom=fulltext>

ENGLMAIEROVÁ M., 2016: Vliv karotenoidů na kvalitu vajec. *Drůbežář*. Praha 10(2): 12-16. ISSN 2464-5729.

FAIRFULL R. W. a GOWE R. S., 1990: *Genetics of Egg Production in Chickens: Poultry Breeding and Genetics*, New York: Elsevier.

GOLDBERG E. M., RYLAND D., ALIANI M. a HOUSE J. D., 2016: Interactions between canola meal and flaxseed oil in the diets of White Lohmann hens on fatty acid profile and sensory characteristics of table eggs. *Poultry Science* [online]. 95(8): 1805-1812 [cit. 2017-04-14]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article-abstract/95/8/1805/2563636/Interactions-between-canola-meal-and-flaxseed-oil?redirectedFrom=fulltext>

GONZALEZ-ESQUERRA R. a LEESON S., 2000: Effect of feeding hens regular or deodorized menhaden oil on production parameters, yolk fatty acid profile, and sensory quality of eggs. *Poultry Science* [online]. 79(11): 597-602 [cit. 2017-04-18]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11092332>

GRASHORN M., GRUZAUSKAS R., DAUKSIENE A., RACEVICIUTE-STUPELIENE A., JARULE V., MIEŽELIENE A., ALENCIKIENE G. a SLAUSGALVIS V., 2013: Influence of dietary organic acids on quality and sensory attributes of chicken eggs. *European Poultry Science: Archive für Geflügelkunde* [online]. 77(1): 29-34 [cit. 2017-04-14]. ISSN 0003-9098. Dostupné z: <https://www.european-poultry-science.com/Influence-of-dietary-organic-acids-on-quality-and-sensory-attributes-of-chicken-eggs,QUIEPTQyMjExMTMmTUIEPTe2MTAxNA.html>

HAMMERSHØJ M. a STEENFELDT S., 2005: Effects of blue lupin in organic layer diets and supplementation with foraging material on egg production and some egg quality parameters. *Poultry Science* [online]. 84(5): 723-733 [cit. 2017-04-18]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article/84/5/723/1502434/Effects-of-blue-lupin-Lupinus-angustifolius-in?searchresult=1>

HAMMERSHØJ M. a STEENFELDT S., 2012: The effects of kale (*Brassica oleracea* ssp. *acephala*), basil (*Ocimum basilicum*) and thyme (*Thymus vulgaris*) as forage material in organic egg production on egg quality. *British Poultry Science* [online]. 53(2): 245-256 [cit. 2017-04-18]. ISSN 1466-1799. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071668.2012.681770?scroll=top&needAccess=true&journalCode=cbps20>

HAMMERSHØJ M. a STEENFELDT S., 2015: Organic egg production. II: The quality of organic eggs is influenced by hen genotype, diet and forage material analyzed by physical parameters, functional properties and sensory evaluation. *Animal Feed Science*

*and Technology* [online]. 208(10): 182-197 [cit. 2017-04-12]. ISSN 0377-8401. Dostupné z: [http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(15\)00240-0/abstract](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(15)00240-0/abstract)

HAYAT Z., CHERIAN G., PASHA T. N., KHATTAK F. M. a JABBAR M. A., 2010: Sensory evaluation and consumer acceptance of eggs from hens fed flax seed and 2 different antioxidants. *Poultry Science* [online]. 89(10): 2293-2298 [cit. 2017-04-18]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article/89/10/2293/1501062/Sensory-evaluation-and-consumer-acceptance-of-eggs?searchresult=1>

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

HERNÁNDEZ J. M., 2005: *Sensory perception of quality of products across Europe* [online]. In: ESN Network 2005 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://www.esn-network.com/fileadmin/inhalte/documents/Conference-ESN-Hernandez.pdf>

CHUKWUKA O. K. a kol., 2011: Egg Quality Defects in Poultry Management and Food Safety. In: *Asian Journal of Agricultural Research* [online]. 5(1): 1-16 [cit. 2017-03-11]. DOI: 10.3923/ajar.2011.1.16. ISSN 18191894. Dostupné z: <http://www.scialert.net/abstract/?doi=ajar.2011.1.16>

INGR I., 2001: *Zpracování zemědělských produktů*. 2. nezměn. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-520-8.

JACOB J., 2015: *Feeding alfalfa to poultry* [online] 2015. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://articles.extension.org/pages/65503/feeding-alfalfa-to-poultry>

JIANG Z., AHN D. U., LADNER L. a SIM J. S., 1992: Influence of Feeding Full-Fat Flax and Sunflower Seeds on Internal and Sensory Qualities of Eggs. *Poultry Science* [online]. 71(2): 378-382 [cit. 2017-04-18]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article-abstract/71/2/378/1540186/Influence-of-Feeding-Full-Fat-Flax-and-Sunflower?redirectedFrom=fulltext>

JOHNSTON N. P., JEFFERIES L. K., RODRIGUEZ B. a JOHNSTON D. E., 2011: Acceptance of brown-shelled eggs in a white-shelled egg market. *Poultry Science* [online]. 90(5): 1074-1079 [cit. 2017-04-18]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article/90/5/1074/1503694/Acceptance-of-brown-shelled-eggs-in-a-white?searchresult=1>

KETTA M. a TŮMOVÁ E., 2016: Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. *Czech journal of animal science* [online]. 61(7): 299-309 [cit. 2017-03-08]. ISSN 1805-9309 Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/190136.pdf>



KRAWCZYK M., PRZYWITOWSKI M. a MIKULSKI D., 2015: Effect of yellow lupine (*L. luteus*) on the egg yolk fatty acid profile, the physicochemical and sensory properties of eggs, and laying hen performance. *Poultry Science* [online]. 94(6): 1360-1367 [cit. 2017-04-18]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article/94/6/1360/2088010/Effect-of-yellow-lupine-L-luteus-on-the-egg-yolk?searchresult=1>

KŘÍŽ L., 1997: *Zpracování a ošetření drůbežích produktů*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. ISBN 80-7105-160-8.

LAZAR V., 1986: *Chov drůbeže*. Brno: Vysoká škola zemědělská.

LEDVINKA Z. a GARDIÁNOVÁ I., 2003: Pevnost vaječné skořápky. *Náš chov*. Praha: Profi Press., 63(5): 56. ISSN 0027-8068

MATUŠOVIČOVÁ E. a kol., 1986: *Technológia hydinárskeho priemyslu*. Bratislava: Príroda.

MÍKOVÁ K., 2010: *Naše vejce: Vejce jako vynikající potravina* [online]. [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.nasevejce.cz/o-vejci/vejce-jako-potravina>

NIKOLOVA N., PAVLOVSKI Z., MILOŠEVIC N. a WAHNER M., 2008: Influence of heat stress and age on the percentage of calcium carbonate in eggshell and the percentage of broken and cracked eggs. *Archiv Tierzucht* [online]. 51(4): 389-396 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://www.archanimbreed.com/pdf/2008/at08p389.pdf>

NOLLET M. L. a TOLDRÁ F., 2011: *Sensory analysis of foods of animal origin*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4398-4796-1.

NYS Y., BAIN M. a VAN IMMERSEEL F., 2011: *Improving the safety and quality of eggs and egg products*. Oxford: Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition. ISBN 978-184-5697-549.

PETROVIĆ M., KARAČIĆ V., MAZIJA H., VAHČIĆ N. a MEDIĆ H., 2016: Stability and sensory evaluation of eggs produced by addition of different amount of linseed oil into feed. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* [online]. 11(1-2): 41-48 [cit. 2017-04-14]. ISSN 18473423. Dostupné z: <http://hrcak.srce.hr/file/246030>

PYTEL R., NEDOMOVÁ Š., KUMBÁR V. a SÝKORA V., 2016: *Sborník XLII. konference o jakosti potravin a potravinových surovin: Vliv délky skladování na barvu vaječných obsahů křepelčích vajec* [online]. Mendel University in Brno, 2016, s. 244-250 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: [https://is.mendelu.cz/dok\\_server/slozka.pl?id=91628;download=173672;z=1](https://is.mendelu.cz/dok_server/slozka.pl?id=91628;download=173672;z=1)

RICHTER T., BRAUN P. a FEHLHABER K., 2002: Influence of spiced feed additives on taste of hen's eggs. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift Journal* [online]. 115(5-6): 200-2 [cit. 2017-04-12]. ISSN 0005-9366. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12058595>

ROMBOLA L. G., 2016: *All About Feed: Benefits od betaine in laying hen diets* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Partner/2016/12/Benefits-of-betaine-in-laying-hen-diets-65460E/>

SHELDON B. W. a KIMSEY H. R. JR., 1985: The Effects of Cooking Methods on the Chemical, Physical, and Sensory Properties of Hard-Cooked Eggs. *Poultry Science* [online]. 64(1): 84-92 [cit. 2017-04-18]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article-abstract/64/1/84/1622101/The-Effects-of-Cooking-Methods-on-the-Chemical?redirectedFrom=fulltext>

SHIN H.S., KIM J.W., KIM J.H., LEE D.G., LEE S. a KIL D.Y., 2016: Effect of feeding duration of diets containing corn distillers dried grains with solubles on productive performance, egg quality, and lutein and zeaxanthin concentrations of egg yolk in laying hens. *Poultry Science* [online]. 95(10): 2366-2371 [cit. 2017-02-28]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article/95/10/2366/2223527/Effect-of-feeding-duration-of-diets-containing>

SCHREINER M., HULAN H. W., RAZZAZI-FAZELI E., BÖHM J. a IBEN C., 2004: Feeding Laying Hens Seal Blubber Oil: Effects on Egg Yolk Incorporation, Stereospecific Distribution of Omega-3 Fatty Acids, and Sensory Aspects. *Poultry Science* [online]. 83(3): 462-473 [cit. 2017-04-18]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ps/article/83/3/462/1482663/Feeding-Laying-Hens-Seal-Blubber-Oil-Effects-on?searchresult=1>

SIMEONOVÁ J. a kol., 2001: *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Vyd. 2. nezměněné. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-891-2.

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

ŚWIĄTKIEWICZ S., ARCZEWSKA-WŁOSEK A., KRAWCZYK J., PUCHAŁA M. a JÓZEFIAK D., 2015: Effects on performance and eggshell quality of particle size of calcium sources in laying hens' diets with different Ca concentrations. *Archiv für Tierzucht* [online]. 58(2): 301-307 [cit. 2017-03-03]. ISSN 0003-9438 Dostupné z: <http://www.arch-anim-breed.net/58/301/2015/>

ŠATAVA M., 1984: *Chov drůbeže: (velká zootechnika)*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

VÁCLAVOVSKÝ J., 2000: *Chov drůbeže*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. ISBN 80-7040-446-9.

YAMAMOTO T., 1997: *Hen eggs: their basic and applied science* [online]. Boca Raton: CRC Press. [cit. 2017-02-10]. ISBN 0-8493-4005-5. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=fLmAYGxmTfIC&pg=PA25&dq=yamamoto+egg&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwiqtoWw987SAhUBoCwKHZb8B\\_wQ6AEINjAE#v=onepage&q=yamamoto%20egg&f=false](https://books.google.cz/books?id=fLmAYGxmTfIC&pg=PA25&dq=yamamoto+egg&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwiqtoWw987SAhUBoCwKHZb8B_wQ6AEINjAE#v=onepage&q=yamamoto%20egg&f=false)

ZELENKA J., HEGER J. a ZEMAN L., 2007: *Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež: Recommended nutrient content in poultry diets and nutritive value of feeds for poultry*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-091-6.

ZELENKA J., 2014: *Výživa a krmení drůbeže*. Olomouc: Agriprint. ISBN 978-80-87091-53-1.

## 6 PŘÍLOHY

Tab. 1. Faktory pro senzorické posuzování kvality vajec (NYS a kol., 2011).

Část vejce	Znaky	Popis	Pozitivní/negativní/neutrální	
Aroma celého vejce	Čerstvost	Jak čerstvé je aroma vejce?	+	
	Síra	Jak moc vejce zapáchá po síře?	-	
	Řeřicha	Jak moc vejce zapáchá po řeřiše?	0	
	Čistota	Jak špinavě vejce zapáchá?	-	
	kyselost	Jak kysele vejce zapáchá?	+	
Vzhled žloutku	Barva	Jak žlutý je žloutek?	0	
Textura bílku	Tuhost při prvním kousnutí	Jak tuhý je bílek při prvním kousnutí	0	
	Tuhost při žvýkání	Jak tuhý je bílek při žvýkání	0	
	Soudržnost	Jak moc drží části bílku dohromady?	0	
	Chut' bílku	Čerstvost	Jak čerstvě bílek chutná?	+
	Síra	Jak moc chutná bílek po síře?	-	
	Sladkost	Jak moc sladce chutná bílek?	+	
	Řeřicha	Jak moc bílek chutná po řeřiše?	0	
	Čistota	Má bílek čistou chut'?	-	
	Vodnatost	Jak moc je bílek vodnatý?	0	
Textura žloutku	Suchost	Jak je žloutek suchý?	-	
Chut' žloutku	Čerstvost	Jak čerstvě žloutek chutná?	+	
	Síra	Jak moc chutná žloutek po síře?	-	
	Sladkost	Jak sladce chutná žloutek?	+	
	Řeřicha	Jak moc chutná žloutek po řeřiše?	0	
	Čistota	Má žloutek čistou chut'?	-	
	Kyselost	Jak moc kysele chutná žloutek?	+	
	hořkost	Jak moc je žloutek hořký?	-	



Obr. 1. Posuzování barvy žloutku pomocí DSM YolcFan (DSM, 2011).