

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Porovnání snášky a kvality vajec různých genotypů  
slepice**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Adam Zoglauer**

**Obor studia: Živočišná produkce**

**Vedoucí práce: Ing. Darina Chodová, Ph.D.**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání snášky a kvality vajec různých genotypů slepic" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Darině Chodové, Ph.D. za vstřícnost, trpělivost, odborné rady, a čas, který mi věnovala. Také bych chtěl poděkovat mé přítelkyni za poskytnutou podporu a péči v průběhu psaní této práce.

# Porovnání snášky a kvality vajec různých genotypů slepic

## Souhrn

Tato práce se zabývala technologickou kvalitou vajec od vybraných hnědovaječných a bělovaječných nosných hybridů slepic. V praktické části byl sledován soubor tří skupin nosnic příslušících k vybraným hybridům. V rámci hnědovaječných nosnic byli pozorováni zástupci Bovans Brown a ISA Dual. Za bělovaječné hybridy byl vybrán zástupce Dekalb White. Hodnocené parametry se stávaly z technologických kvalitativních ukazatelů vajec a parametru snášky, které byly vztahovány ke genotypu a jeho samotnému vlivu. Výsledkem sledování bylo zjištění těsné vazby mezi genetickým založením jedinců a manifestací jednotlivých znaků.

V rámci hmotnosti vajec dosahoval hnědovaječný hybrid Bovans Brown nejvyšších hodnot. Nejnižší hmotnost vajec vykazoval jediný zástupce bělovaječných nosnic Dekalb White. Pro hodnoty indexu tvaru vejce byla zaznamenána nízká proměnlivost. Všechny genotypy měly téměř totožné hodnoty. V rámci měření hmotnosti bílku opět dominoval hnědovaječný hybrid Bovans Brown. Nejnižších hodnot dosahoval bělovaječný hybrid Dekalb White. Jednoznačně nejvyšších hodnot indexu bílku dosáhl Dekalb White. ISA Dual a Bovans Brown vykazovaly téměř totožné hodnoty. Nejvyšší hodnotu Haughových jednotek vykazoval zástupce bělovaječných hybridů Dekalb White. Bovans Brown a ISA Dual měly podobné Haughovy jednotky. Největší podíl bílku vykazoval hybrid Bovans Brown. Druhý nejvyšší výsledek v měření byl zjištěn u hybrida Dekalb White. Nejnižší výsledek dosáhl hybrid ISA Dual. V rámci hmotnosti žloutku výrazně dominoval svými výsledky hnědovaječný hybrid ISA Dual. Hybridi Bovans Brown a Dekalb White dosáhli obdobných hmotností žloutku. U indexu žloutku nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, taktéž u barvy žloutku. Nejvyššího podílu žloutku ve vejci dosahoval zástupci hybrida ISA Dual. Nejnižší podíl žloutku byl zaznamenán u jedinců Bovans Brown. V parametru barvy skořápky byla potvrzena očekávaná rozdílnost mezi hnědovaječnými a bělovaječnými hybridy. Pro hodnotu pevnosti skořápky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl taktéž pro hmotnost skořápky, tloušťku skořápky a podíl skořápky. Hodnoty všech hybridů vykazovaly zanedbatelnou variabilitu hodnot u těchto znaků.

**Klíčová slova:** snáška, genotyp, kvalita, nosnice, vejce

# Comparison of egg production and egg quality of different hens genotypes

## Summary

This thesis judged the technological quality of eggs from selected brown-egg and white-egg hybrids of laying hens. In the practical part, a set of three groups of laying hens belonging to selected hybrids was observed. Representatives of Bovans Brown and ISA Dual were observed within the brown-egg laying hens. Dekalb White was selected for white-egg hybrids. Evaluated parameters became the technological quality indicators of eggs and egg production that were related to the genotype and its effect. The result of the observation was the finding of a close link between the genetic establishment of individuals and the manifestation of individual traits.

In terms of egg weight, the brown-egg laying hybrid of Bovans Brown was at its highest values. The lowest weight of eggs was shown by the sole representative of the white-egg hybrid, Dekalb White. Low variability was noted for the egg shape index values. All genotypes were nearly identical. The Bovans Brown dominated in the measured values of albumen weight. The lowest values were achieved by the white-egg laying hybrid Dekalb White. Clearly, the highest albumen index values were achieved by Dekalb White. ISA Dual and Bovans Brown were almost similar. The highest value of Haugh's units was detected in the white-egg laying hybrid Dekalb White. Bovans Brown and ISA Dual had similar Haugh units. The Bovans Brown hybrid showed the largest proportion of albumen. The second highest albumen percentage was found in the Dekalb White hybrid. The lowest result was achieved by the ISA Dual hybrid. Within the weight of the yolk, the brown-egg laying hybrid ISA Dual had the significantly highest results. Bovans Brown and Dekalb White reached similar yolk percentage. There was no statistically significant difference in the yolk index and also in the yolk color. The highest yolk percentage in egg was achieved by the ISA Dual hybrid. The lowest proportion of yolk was observed in Bovans Brown. In the egg-shell color parameter, the expected difference between brown-egg and white-egg laying hybrids was confirmed. There was no statistically significant difference in egg-shell weight, shell thickness and egg-shell percentage. The values of all hybrids showed negligible variability of values for these traits.

**Keywords:** egg production, genotype, quality, laying hens, egg

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Hypotéza .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Literární rešerše .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Šlechtitelské cíle nosného typu slepic .....</b>	<b>4</b>
<b>4.2</b>	<b>Plemena slepic využívaná při šlechtění .....</b>	<b>4</b>
<b>4.3</b>	<b>Nosní hybridy.....</b>	<b>5</b>
4.3.1	Bělovaječní hybridy.....	5
4.3.2	Hnědovaječní hybridy.....	6
<b>4.4</b>	<b>Snáška .....</b>	<b>7</b>
<b>4.5</b>	<b>Složení vejce .....</b>	<b>8</b>
4.5.1	Výživná hodnota vajec.....	8
4.5.2	Vitaminy.....	8
4.5.3	Minerály .....	8
<b>4.6</b>	<b>Tvorba vejce.....</b>	<b>9</b>
<b>4.7</b>	<b>Technologická kvalita vajec .....</b>	<b>10</b>
4.7.1	Vnější kvalita vajec.....	10
4.7.1.1	Index tvaru vejce .....	10
4.7.1.2	Hmotnost vajec.....	10
4.7.1.3	Vlastnosti vaječné skořápky.....	12
4.7.2	Vnitřní kvalita vajec .....	14
4.7.2.1	Hodnocení kvality žloutku .....	14
4.7.2.2	Hodnocení kvality bílku.....	16
<b>4.8</b>	<b>Vnitřní faktory ovlivňující snášku a technologickou kvalitu vajec.....</b>	<b>17</b>
4.8.1	Kvalita vajec s hnědou a bílou skořápkou .....	18

<b>4.9</b>	<b>Vnější faktory ovlivňující snášku a technologickou kvalitu vajec .....</b>	<b>19</b>
4.9.1	Nejrozšířenější typy technologií pro nosnice .....	20
4.9.2	Faktory ovlivňující kvalitu vajec po snesení.....	21
<b>4.10</b>	<b>Vliv genotypu na kvalitu vajec .....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>24</b>
5.1	Snáška .....	24
5.2	Metody hodnotící technologickou kvalitu vajec .....	25
5.3	Zpracování dat.....	27
<b>6</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>40</b>
<b>10</b>	<b>Seznam Tabulek a grafů .....</b>	<b>46</b>

# 1 Úvod

Chov nosnic je velice perspektivním odvětvím živočišné výroby. Produkce vajec je vysoce efektivní z hlediska krmivových vstupů a jejich konverze. Další výhodou chovu nosnic je krátký generační interval. Pro lidskou výživu představují vejce vysoce ceněný zdroj kvalitních živin, zejména proteinů, které jsou tvořeny pro tělo nezbytnými esenciálními aminokyselinami. Dále vejce obsahují lipidy, minerální látky a bohaté spektrum vitaminů. Vejce jsou vysoce stravitelná a z tohoto důvodu jsou často zařazována do většiny lidských diet.

V rámci globálních potravinových zdrojů jsou vejce součástí téměř všech celosvětových jídelníčků, a to zejména z důvodu klimatické adaptability a snadnosti chovu slepic. V poslední době byl zaznamenán mírný propad v konzumaci vajec, který byl způsoben obavou ze zvýšeného cholesterolu spojeného s konzumací vajec. Tato obava již byla vyvrácena mnoha studii a spotřeba opět roste.

Většina vyspělých zemí, využívá v rámci chovu nosnic technologii klecového ustájení, která prošla v posledním desetiletí značnou modernizací. Došlo k nahrazení klasických klecí novými, obohacenými bateriemi, které mají za úkol svým zvětšením, a rozšířením o nové komponenty, zlepšit welfare chovaných zvířat.

Abychom dosáhli vysoké produkce vysoce kvalitních konzumních vajec je potřeba dobře zvládnout management chovu, ve kterém se zaměřujeme na eliminaci působení negativních vnějších vlivů.

Další kritéria, která znatelně působí na konečnou kvalitu vajec, a to zejména na jejich nutriční a organoleptické vlastnosti a na samotnou bezpečnost, jsou veškeré navazující operace plynoucí ze všech procesních kroků vedoucích od samotného výrobce ke konečnému spotřebiteli. Všechny tyto články je potřeba optimálně kontrolovat. Jedině tak zabezpečíme vysoký standard produkovaných vajec na našem trhu.

Spotřebitelé si uvědomují rizika spojená s přepravou a se zahraničními chovy, které v posledních letech zaznamenaly problémy spojené s výskytem Salmonely. Z tohoto důvodu většina spotřebitelů vybírá tuzemská vejce od našich chovatelů, která dosahují špičkové kvality. Paradoxně se však dostávají do popředí vejce pocházející z alternativních chovů, která však v parametrech mikrobiálního znečištění skořápky představují mnohem větší riziko kontaminace patogenními bakteriemi než vejce pocházející z klecového systému.

Zvyšování efektivnosti prvovýroby kvalitních konzumních vajec z pohledu genetiky je otázkou dnešního šlechtění nových hybridních kombinací, které značně snižují náklady na produkci vaječné hmoty.



## **2 Hypotéza**

Předpokládáme, že spolu s rozdíly ve snášce u různých genotypů slepic bude ovlivněna také kvalita vajec určená jejich technologickou hodnotou.

### **3 Cíl práce**

Cílem diplomové práce je porovnání snášky a technologické kvality vajec vybraných bělovaječných a hnědovaječných nosných hybridů a slepic kombinovaného genotypu.

## 4 Literární rešerše

### 4.1 Šlechtitelské cíle nosného typu slepic

Primární producenti nosných hybridů využívají programy, které jsou založeny na chovu rodičovských párů různých linií, které se následně mezi sebou kříží, tak aby daly vzniku finálnímu nosnému hybridu. V tomto procesu se upevňují genové mutace, které v oblasti produkce vajec získaly na své hodnotě, a jsou ve značné míře důležitým aspektem pro posouvání hranice užitečnosti. Chovatelské cíle byly zaměřeny zejména na zvyšování počtu vajec připadajících na jednu nosnici, avšak v dnešní době jsme téměř dosáhli biologické hranice jednoho vejce za den. Další vlastnosti, které získaly v posledním desetiletí na důležitosti, jsou spotřeba krmiva, vnitřní a vnější jakost vajec (velikost vajec, hmotnost vajec, síla skořápky, vlastnosti povrchu skořápky, barva skořápky), ale také schopnost adaptace na chovné prostředí (Goldsmith 2019).

Martin Jedlička (2016) ve svém článku potvrzuje, že se šlechtitelské firmy snaží u nosnic prodlužovat snášku. Udává jako příklad nizozemskou společnost Hendrix Genetics, která ve svém prohlášení udává, že by bílé nosnice v roce 2020 za dobu 110 týdnů v produkci měly snést až 520 vajec, u hnědých nosnic by to mělo být průměrně 480 vajec při jejich využití do 100 týdnů stáří. Prodlužování snášky je ekonomičtější, ale paralelně tím dochází k významnému snižování kvality vajec a nosnice jsou vnímavější k různým onemocněním.

Nosní hybridy současnosti vynikají vysokou persistencí snášky s intenzitou přesahující 85 % za týden. Roční produkce vajec roste průměrně o 1 %. Dále se každoročně urychluje pohlavní dospělost, průměrně o jeden týden každé 4 roky. Významné pokroky zaznamenáváme v dosažení vyšší tělesné hmotnosti, většího tělesného rámce, a lepší využitelnosti krmiva. Progrese se uvádí v hodnotě až 20 % na 1 kg vyprodukované vaječné hmoty (Papešová 2000).

### 4.2 Plemena slepic využívaná při šlechtění

#### Leghornka bílá

Leghornky pocházejí ze selských slepic z okolí Livorna v Itálii. Slepice jsou lehkého typu, středního tělesného rámce, se středně velkým listovým hřebenem a s dlouhým, bohatým, vějířovitě utvářeným ocasem. Vyznačují se živým temperamentem, velmi rychlým růstem, mimořádnou raností a vysokou snáškou. Při šlechtění se leghornka využívá pro tvorbu bělovaječných hybridů v otcovské i mateřské pozici (Drowns 2012).

Snáška Leghornky bílé se pohybuje okolo 280 vajec za rok. V klecovém chovu lze dosáhnout až 320 vajec ročně. Hmotnost vajec se průměrně pohybuje okolo 55 g (Roland 2014).

### **Rodajlendka červená**

Plemeno rodajlendka červená pochází z Ameriky, ze státu Rhode Island, a její šlechtění začalo v roce 1830. Za účelem zlepšení užitkovosti místních plemen byla do Ameriky přivážena plemena z Asie. V roce 1854 byli ke křížení použiti kohouti červených malajek. Rodajlendka červená je středně těžké plemeno s vodorovně neseným trupem obdélníkového tvaru (Appleby et al. 2011).

Rodajlendky červené se svou užitkovostí a odolností považují za jedny z nejlepších čistokrevných plemen. Jejich snáška se pohybuje kolem 200 vajec s průměrnou hmotností 56 g. Snáška je ovlivněna mnoha faktory, které ji mohou zvyšovat, ale i snižovat. Rodajlendky jsou v rámci působení vnějších vlivů vysoce odolné a nesnižují snášku ani v zimním období (Prombergerová 2008).

## **4.3 Nosní hybridy**

V rámci slepic nosného typu se využívají vícelinioví užitkoví hybridy. V důsledku cíleného šlechtění došlo ke vzniku dvou skupin hybridů, a to hybridů bělovaječných a hnědovaječných. Rozdíl mezi těmito typy je spojen s genetickým založením. V České republice převažuje chov hnědovaječných hybridů, a to především z důvodu jejich nižšího úhynu v průběhu odchovu a následného chovu. Dále se tyto hybridy vyznačují lepší adaptabilitou vůči jednotlivým systémům chovu

### **4.3.1 Bělovaječní hybridy**

Hybridy, kteří snášejí bílá vejce jsou lehčího typu a pocházejí z leghornky bílé, což má značný vliv na stavbu jejich těla. Hmotnost nosnic bělovaječných hybridů bývá na začátku snášky 1,2 až 1,3 kg a na konci snášky 1,6 až 1,7 kg. Pohlavní dospělosti nosnice dosahují ve věku 18 týdnů. Typickým nejčastěji chovaným zástupcem z řad bělovaječných hybridů je Dekalb White.

#### **Dekalb White**

Dekalb White, je charakteristickým představitelem bělovaječného nosného hybridu, který kombinuje vynikající životaschopnost, špičkovou vytrvalost, možnost chovu v prodlouženém snáškovém cyklu, a jedinečný poměr konverze krmiva. Jeho další předností je snáška vysokého počtu prvotřídních vajec připadajících na jednu ustájenou nosnici. Díky své

adaptabilitě a výborné životaschopnosti se snadno přizpůsobí různým typům prostředí, ale také systémům ustájení. Vejce se vyznačují pevnou skořápkou a vynikajícími kvalitativními parametry. Díky těmto vlastnostem je hojně využívaným nosným hybridem jak v intenzivních, tak v alternativních chovech (Visscher 2018)

Živá hmotnost v 17 týdnech věku je 1255 g. Nosnice dosahují chovatelské dospělosti ve věku 18 týdnů. Vejce dosahují průměrně hmotnosti 62,5 g při snášce 427 vajec připadajících na jeden snáškový cyklus. Průměrná spotřeba na jeden krmný den činí 109 g (Anonym 2018 a).

#### **4.3.2 Hnědovaječní hybridy**

Hybridy, kteří snášejí vejce s hnědou skořápkou, bývají těžší a zbarvením, ale také stavbou těla připomínají plemena původně s kombinovanou užitkovostí, jakými jsou např. rodajlendka červená. Hmotnosti nosnic hnědovaječných hybridů se na začátku snášky pohybují kolem 1,4 až 1,7 kg a na konci snášky 1,9 až 2,3 kg. Za snáškový cyklus nosnice snese 250–320 vajec. Pohlavní dospělost hnědovaječných kuřic nastává ve věku 19–21 týdnů.

Nejrozšířenějšími hnědovaječnými hybridy, v rámci komerčních velkochovů, jsou Isa Brown, Bovans Brown a Hisex Brown. V oblasti drobných chovů je to pak Dominant černý, hnědý, žíhaný, sussex a modrý, a Horal černý, hnědý a žíhaný

##### **Bovans Brown**

Bovans Brown, je považován za velice univerzálního a odolného nosného hybridu. Jeho přednosti kombinují vysokou snášku, výraznou vytrvalost ve snášce a vyrovnanou hmotnost vajec, která zabezpečuje vysokou produkci hnědě zbarvených vysoce kvalitních vajec. Díky své odolnosti a vysoké přizpůsobivosti se hybrid Bovans Brown snadno a rychle adaptuje jakémukoliv klimatu, chovným programům, ale také systémům ustájení.

Živá hmotnost v 17 týdnech věku je 1460 g. Nosnice dosahují chovatelské dospělosti ve věku 18 týdnů. Vejce dosahují průměrně hmotnosti 63,8 g při snášce 408 vajec připadajících na jeden snáškový cyklus. Průměrná spotřeba na jeden krmný den činí 114 g (Anonym 2018b).

##### **ISA Dual**

Hybrid ISA Dual jak již název napovídá je specifickým zástupcem, který kombinuje nosného hybridu a masného brojlera. Po vylíhnutí kuřat, a následném sexování putují kuřičky do chovů, kde se z nich stanou nosnice, a kohoutci jsou určeni k produkci masa a putují do výkrmů. Historie hybridů ISA Dual sahá až do samého začátku produkce hybridů. V poslední době však získává opět na oblíbenosti a vrací se zpět do našich chovů.

V důsledku vyváženého šlechtitelského programu jsou nosnice vysoce všestranné a robustní stavby těla. Chov tohoto hybridu je populární z důvodu dobrých ukazatelů snášky, a hmotnosti vajec u nosnic, a s poměrně dobrými růstovými schopnostmi u kohoutků a výbornou kvalitou masa. Živá hmotnost v 17 týdnech věku je 1695 - 1770 g. Nosnice dosahují chovatelské dospělosti ve věku 18 týdnů. Vejce dosahují průměrně hmotnosti 61,2 g při snášce 304 vajec připadajících na jeden snáškový cyklus. Průměrná spotřeba na jeden krmný den činí 130 g (Anonym 2018c).

#### **4.4 Snáška**

Produkce vajec, respektive vaječné hmoty je jedna z nejdůležitějších užitkových vlastností drůbeže. Obecně se tato užitková vlastnost drůbeže nazývá pojmem nosnost. Její podstatou je schopnost samic ptáků snášet vejce. Snáška vyjadřuje počet snesených vajec za určité období. Počet snesených vajec, jejich hmotnost a kvalita nám pak definují samotnou míru produkce vajec v chovu. Doba, po kterou slepice nepřetržitě snáší vejce každý den, se nazývá série. Je fyziologicky řízena ovulačním cyklem oocytů na vaječniku (Lichovnicková 2015).

Sérii z hlediska kontinuity můžeme rozdělit na sérii pravidelnou a nepravidelnou. Série pravidelná se nachází převážně uprostřed snášky, a nepravidelná zejména na jejím začátku a konci (Carmen et al. 1988). Od ukončení jedné série do začátku další vznikne časový prostor, kdy nosnice přestane na nějakou dobu snášet vejce. Tento časový úsek se nazývá interval (Gous et al. 2006). Délka intervalu a série je geneticky předurčena, a proto je v dnešní době důležitým předmětem šlechtění, zejména u nosných hybridů.

Vytrvalost snášky, respektive perzistence snášky, označuje časový úsek počínající snesením prvního vejce a končícím snesením posledního vejce, před vlastním pelicháním nosnice, což značí fyziologické ukončení snášky. V konvenčních chovech se často ukončuje snáška nosnic dříve, a to ještě před začátkem jejího přirozeného fyziologického ukončení vyvolaného pelicháním. Řízené ukončení snášky je ovlivněné ekonomickým aspektem, který zohledňuje vynaložené náklady na produkci jednoho vejce, které se s prodlužující snáškou úměrně zvyšují v závislosti na nižším počtu snesených vajec připadajících na jednu nosnici. Tímto způsobem ukončenou snášku nazýváme jako snáškový cyklus. V České republice se u nosných slepic produkujících konzumní vejce využívá zejména jednocyklová snáška, která trvá přibližně jeden rok (Kulíková 2007).

## 4.5 Složení vejce

Vejce se skládá ze skořápky, která činí 10 % z celku, dále z bílku (58 %) a žloutku (32 %).

### 4.5.1 Výživná hodnota vajec

Vejce z hlediska nutriční hodnoty představuje jednu z nejkompexnějších potravin. Slepičí vejce poskytuje přibližně 313 kJ energie, z níž 80 % pochází ze žloutku. Vejce obsahuje přibližně 75 % vody a zbytek je tvořen bílkoviny (12 %) a tuky (12 %). Což u průměrného velkého vejce (50 g) odpovídá 6,3 g bílkovin, 0,6 g sacharidů a 5,0 g tuku (z toho 0,21 g cholesterolu). Vaječný protein je vysoce kvalitní a snadno stravitelný (Carmen et al. 1988). Téměř veškerý tuk ve vejci se nachází ve žloutku a je snadno tráven (Damerow 2017). Vejce také obsahuje cenné antioxidanty, jakými jsou lutein a zeaxanthin. Tyto látky napomáhají předcházet makulární degeneraci oka. Další významnou látkou ve vejci je cholin, ten příznivě ovlivňuje fungování mozku a přispívá ke snížení rizika vzniku onemocnění srdce. Žloutek je v podstatě emulze oleje a vody obsahující bílkoviny, tuky, pigmenty a množství mikroživin. Žloutky obsahují také lecitin, který funguje jako emulgátor. Některé práce poukazují na fakt, že lecitin může pozitivně ovlivňovat funkci lidského mozku.

### 4.5.2 Vitaminy

Vejce obsahují ve svém složení všechny vitaminy vyjímaje vitaminu C. Vejce jsou obzvláště bohatá na vitaminy A, D a B12 ale také obsahují vitamin B1 a riboflavin. Za předpokladu, že je krmivo, respektive krmná směs pro nosnice optimálně vyvážená v oblasti obsahu vitaminů, můžeme vejce považovat za velice důležitý zdroj základního zásobování vitaminy pro lidský organismus.

### 4.5.3 Minerály

Vejce jako taková jsou cenným zdrojem železa, fosforu, vápníku, mědi, jodu, hořčíku, manganu, draslíku, sodíku, zinku, chloridu a síry. Všechny tyto minerály jsou přítomné jako organické cheláty, což zajišťuje jejich vysokou biologickou dostupnost v jedlé části vejce (Jeffrey et al. 2007).

## 4.6 Tvorba vejce

Formování vejce probíhá po dobu asi 25 hodin. Mnoho orgánů a systémů pomáhá přeměnit složky z potravy, které slepice konzumují, a přetransformovat je na struktury, které se stávají součástí vejce. Vlastní tvorba vejce probíhá v pohlavní soustavě slepice, která je tvořena vaječníkem a vejcovodem. V průběhu embryonálního vývoje dochází u zárodka k založení vaječníků a vejcovodů oboustranně, ale do další fáze vývinu vstupuje pouze levá část pohlavní soustavy. Slepice, na rozdíl od většiny zvířat, má pouze jeden funkční vaječník, a to ten levý, který je umístěn v tělní dutině v blízkosti páteře. Po vylíhnutí má kuřička až 4000 drobných oocytů z nichž pouze některé dosáhnou plnohodnotného stádia vývinu v průběhu života nosnice (Damerow 2017).

Po dosažení pohlavní dospělosti a dozrání Graafova folikulu se zralý žloutek uvolní a putuje do nálevky vejcovodu. Vejcovod je tvořen svinutou nebo složenou trubicí o délce asi 80 cm. Je rozdělen na pět odlišných sekcí, z nichž každá má určitou funkci, jak je shrnuto v Tabulce 1 (Jeffrey et al. 2007).

Tabulka č. 1 Funkce různých úseků vejcovodu

<b>Sekce</b>	<b>Časový interval</b>	<b>Funkce části vejcovodu</b>
<b>Nálevka vejcovodu</b>	15 minut	Zachytí žloutek z vaječníku. Pokud je přítomnost živých spermií dochází k oplození (komerčně vyráběné konzumní vejce nejsou oplozeny)
<b>Bílkotvorná část</b>	3 hodiny	Zde dochází k vylučování a vrstvení bílku
<b>Krček</b>	1 hodina	Přidávají se vnitřní a vnější plášťové membrány, stejně jako některé vodní a minerální soli
<b>Děloha</b>	21 hodin	Zde dochází k retenci vody a postupnému obalování uhličitanem vápenatým s utilizací pigmentu.
<b>Pochva</b>	méně než 1 minutu	Vejce prochází tímto úsekem těsně před samotným snesením

(Reece et al. 2017)



## 4.7 Technologická kvalita vajec

Technologická kvalita vajec zahrnuje vnější ale i vnitřní vlastnosti vajec. Tato kritéria jsou velice důležitým aspektem pro koncového odběratele. Snesená vejce se od sebe liší velikostí, vlastnostmi skořápky, tvarem vejce a samotným obsahem vaječné hmoty.

### 4.7.1 Vnější kvalita vajec

#### 4.7.1.1 Index tvaru vejce

Narushin et al. (2004) zmiňuje, že tvar vejce je ovlivněn genetickými faktory a individuálními rysy.

Index tvaru vejce vyjadřuje poměr jeho šířky ku jeho délce násobeno sty. Samotný tvar můžeme zatřídit do dvou kategorií, první kategorie zahrnuje tvar symetrický (kulovitý) nebo tvar asymetrický (vejčitý). Požadavek producentů v závislosti na přepravu a na rozměry balení je standardizovat velikosti vajec při třídění a nestandardní vejce vyřazovat z daného oběhu. Tvar vejce je ovlivněn mnoha faktory, mezi které řadíme stáří nosnice, plemeno, linii, ale také fázi snáškového cyklu, přičemž vejce snesená na začátku snáškového období nemají ještě pro nosnici typický vejčitý tvar (Hejlová 2001).

Ledvinka et al. (2002) uvádějí, že s rostoucím věkem nosnice dochází k prodlužování samotného vejce a také k častějšímu výskytu tvarových změn. Koeficient dědivosti tvarových změn je nízký.

$$It = \frac{b}{a} \times 100 (\%)$$

*vzorec pro výpočet indexu tvaru vejce*

Autoři Narushin et al. (2004) a Ledvinka et al. (2002) říkají, že hodnoty indexu klasického vejčitého tvaru odpovídající standardnímu vejci nabývají hodnoty 75 %, přičemž u běžných konzumních vajec může docházet k tvarové proměnlivosti v rozpětí od 63 % do 85 %

Předpokládá se, že hodnoty pod 74 % jsou příčinou vyššího výskytu prasklin a rozbití vajec.

#### 4.7.1.2 Hmotnost vajec

Hmotnost vajec je velice důležitým kritériem, který rozhoduje o specifickém zatřídění každého vejce do předem stanovené hmotnostní třídy. Hmotnostní rozptyl může nabývat různých hodnot nejčastěji od 30 do 80 g. Standardní hmotnost konzumních vajec odpovídá hmotnosti 60 g. Samotná hmotnost je ovlivněna mnoha faktory. Můžeme je rozdělit na faktory vnitřní a vnější (Hejlová 2001).

## Hmotnostní třídění vajec

Bylo stanoveno několik kritérií pro konzumní vejce (vejce třídy A a vejce EXTRA A), dle kterých je možné každé vejce hmotnostně zatřídit do jednotlivé váhové kategorie. Celkově byly vytvořeny čtyři třídy, jak uvádí Tabulka č. 2.

Tabulka č. 2 Hmotnostní třídění vajec

Hmotnostní kategorie	Hmotnost v gramech	vejce	Minimální hmotnost v kg (100 ks vajec)
<b>XL velmi velká</b>	> 73		7,3
<b>L velká</b>	63 - 73		6,4
<b>M střední</b>	53 - 63		5,4
<b>S malá</b>	< 53		4,5

(Boháčková 2014).

Mezi nejvýznamnější vnitřní faktory Ledvinka et al. (2002) uvádějí genotyp nosnic. Pro tento ukazatel koeficient dědivosti dosahuje hodnot  $h^2 = 0,51 - 0,63$ . Vliv genotypu na hmotnost vajec lze demonstrovat na hnědovaječných a bělovaječných plemenech, která vykazují právě v tomto ukazateli určité rozdílnosti. Bylo zjištěno, že hmotnost vajec přímo koreluje s hmotností nosnice. Nosnice, které snášejí bílá vejce jsou lehčího typu fenotypově připomínajícího leghornku bílou. Hmotnost bělovaječných nosnic na konci snášky odpovídá 1,6 – 1,7 kg, přičemž průměrná hmotnost vajec za snášku se pohybuje v rozmezí 57 až 62 g. Hnědovaječná plemena jsou těžší a svým zevnějškem připomínají kombinovaná plemena, jakým je například rodajlendka červená. Hmotnost těchto plemen na konci snáškového období kolísá v rozmezí 1,9 až 2,3 kg. Průměrná hmotnost vajec těchto plemen je 60–63 g.

Hejlová (2001) zmiňuje, že se zvyšujícím věkem nosnice dochází kontinuálně ke zvyšování hmotnosti vajec. Pokud dojde k oddálení pohlavní dospělosti, například výživou, světelným režimem apod., dojde současně ke zvýšení hmotnosti produkovaných vajec oproti předčasné snášce, která se vyznačuje vejci s nižší hmotností, a to zvláště na jejím počátku. Mezi intenzitou snášky a hmotností vajec byla zjištěna negativní fenotypová a genotypová korelace. Nosní hybridy vyšlechtění k produkci konzumních vajec dosahují vysoké snášky za současné vysoké hmotnosti vajec.

Milisits et al. (2015) ve svém výzkumu uvádějí, že podstatný vliv na hmotnost vajec má množství tělesného tuku u nosnic na počátku snáškového období. Pro výzkum bylo vybráno 120 nosnic, které byly rozděleny do 3 kategorií, a to sestupně dle obsahu tělního tuku. Obsah tělesného tuku byl změřen pomocí počítačové tomografie. V závislosti na výsledcích byl zaznamenán významný statistický rozdíl mezi skupinou nosnic s nízkým obsahem tělního tuku a skupinou s vysokým obsahem tělního tuku. Slepice s nízkým nebo s průměrným obsahem tuku produkovaly těžší vejce oproti druhé skupině slepic s vysokým počátečním obsahem tuku v těle, které navíc snášely o 11-14 vajec méně než první dvě skupiny slepic s nízkým nebo s průměrným obsahem tuku. Na složení vajec neměl obsah tělního tuku žádný vliv (Milisits et al. 2015).

V rámci výživy je potřeba zabezpečit v krmné dávce dostatečné množství bílkovin, které je limitující pro optimální hmotnost vajec. Pokud dojde k poklesu bílkovin o 15 % v krmné dávce a denní množství přijatých bílkovin se sníží o 14 g dojde k výraznému snížení hmotnosti vajec. K tomuto snížení dochází zejména při nevyrovnaném obsahu limitujících aminokyselin – lyzinu a methioninu (Hejlová 2001)

Autoři Hejlová (2001) a Ledvinka et al. (2002) se shodují, že obsah nenasycených mastných kyselin, zejména obsah kyseliny linolové, v krmné dávce má pozitivní vliv na zmiňovanou hmotnost.

#### **4.7.1.3 Vlastnosti vaječné skořápky**

Funkce skořápky spočívá v poskytnutí ochrany embryu před vystavením nepříznivým vlivům venkovního prostředí. Dále poskytuje kromě mechanické ochrany také řízené prostředí pro kontinuální výměnu vody a plynů na principu pasivní difuze. V případě konzumních vajec plní funkci obalu pro vaječnou hmotu určenou k potravinářskému využití (Hincke 2012).

Skořápka je tvořena z 95 % anorganickou složkou, která je vystavěna uhličitánem vápenatým. V minoritním množství se zde nachází i uhličitan hořečnatý a fosforečnan vápenatý. Dále je skořápka tvořena z 3,5 % organickou částí a z 1,5 % vodou. Organickou část tvoří kutikula, která se nachází na povrchu skořápky a dvě podskořápečné membrány (Hincke 2012).

Anorganická část je tvořena třemi vrstvami.

#### **Mamilární vrstva**

Neboli bradavkovitá vrstva je vnitřní hluboká vrstva skořápky. Tato vrstva představuje téměř třetinu tloušťky skořápky. Mamilární vrstva je tvořena výběžky, které se nazývají

mamilární tělíska. Tato tělíska mají zúžené konce kalcitových sloupců/kuželů, které míří směrem k povrchu skořápky. Hrají klíčovou úlohu ve formování skořápky, ale i v resorpci. Právě tvorbou mamilárních tělísek začíná tvorba skořápky na podskořápečné membráně. Zdá se, že struktura mamilár je mnohem komplexnější než navazujících palisád. Je to pravděpodobně způsobeno tím, že mají právě „zakládací“ funkci (zde začíná tvorba skořápky), ale i funkci zdroje vápníku pro kostru rostoucího zárodku v oplodněném a inkubovaném vejci (Hunton 2005).

### **Houbovitá vrstva**

Tato vrstva je vrstvou střední. Je tvořena prizmatickými trámci, které navazují na základny kuželových výběžků bradavkovité vrstvy a směřují na povrch skořápky (Solomon 2010).

### **Krystalická vrstva**

Mezi kutikulou a kalcifikovanými vrstvami, které tvoří podstatu stěny skořápky, se nachází tenká krystalická vrstva tvořená z krystalů uhličitanu vápenatého, které jsou vertikálně orientované. Tato vrstva je pokryta kutikulou. Pigmenty vajec jsou obsaženy hlavně v kutikule a pravděpodobně i v této krystalické vrstvě, jak uvádí Mikšík (2014).

## **Vlastnosti skořápky**

### **Barva skořápky**

Barva skořápky nemá vliv na výživovou hodnotu vaječné hmoty. Zbarvení skořápky je velice rozmanité, pohybující se nejčastěji ve škále barev od bílé po hnědou. Barva vajec je způsobena hlavně pigmenty protoporfirinu a biliverdinu, které se nacházejí v kutikule, ale také v samotné skořápce (Weaver 2011).

Barvu skořápky negativně ovlivňuje stres a narušení zdravotního stavu. Tradičně se barva skořápky měří za použití kolorimetrie nebo subjektivně za pomoci 15-ti bodové barevné stupnice La Roche (Cassey et al. 2010).

### **Tloušťka skořápky**

Tloušťka skořápky se pohybuje v rozmezí od 0,30 do 0,42 mm. Tloušťka je ovlivněna mnoha faktory, jakými jsou obsah vitamínů D a K, obsah minerálních látek, velikost vejce, ale také zvýšení teploty nad 21 °C v ustájecím prostředí (Hejlová 2001).

## **Pevnost skořápky**

Pevnost skořápky je velice důležitým kritériem, který má přímý vliv na ochranu vaječného obsahu před mikrobiální kontaminací. Pevnost skořápky se snižuje postupně s věkem nosnice, nedostatkem vitamínů K a D v krmné směsi a ovlivňují ji i genetické faktory, léčiva ale také velikost a tvar vejce. Metody pro měření pevnosti skořápky lze obecně rozdělit na metody přímé a nepřímé (Nys et al. 2011).

Roberts (2004) uvádí, že metody přímé jsou destruktivního charakteru. Nepřímé metody jsou svým charakterem metodami nedestruktivními. Nedestruktivní metody jsou založené na měření parametrů úzce souvisejících s pevností skořápky.

Měření tloušťky skořápky se často používá jako indikátor pevnosti skořápky. Dalším parametrem technologické kvality vejce je výpočet hmotnostního procenta vaječné skořápky. Třetí, široce používaná, nepřímá metoda je založena na použití pevného nedestruktivního zatížení během kvazi-statického kompresního testu (Nys et al. 2011).

## **Hmotnost skořápky**

Hmotnost optimálně utvořené skořápky se pohybuje v rozmezí 70 – 95 mg. cm<sup>2</sup>. V závislosti na hmotnosti skořápky můžeme odhadnout i její pevnost a tloušťku. Hmotnostní podíl skořápky vztažený k celkové hmotnosti vejce je méně vhodný ukazatel kvality skořápky. Větší vejce mají relativně menší povrch a podíl skořápky klesá se zvyšováním hmotnosti vejce (Hejlová 2001).

### **4.7.2 Vnitřní kvalita vajec**

#### **4.7.2.1 Hodnocení kvality žloutku**

Žloutek u čerstvého vejce připomíná tvar mírně zploštělé koule. Průměr žloutku uvnitř vejce se pohybuje v rozmezí 3,4 cm – 3,1 cm (Hejlová, 2001).

Barva žloutku, často bývá mylně považována spotřebitelem za dostatečně průkazný zdroj informací pro odhad kvality žloutku. Faktickou kvalitou je možné odhadnout stanovením indexu tvaru žloutku, který lze objektivně použít jako odhad míry čerstvosti vajec (Roberts 2004).

#### **Hmotnost žloutku**

Žloutek se po rozklepnutí vejce na podložku odebere lžičkou a zbaví se všech zbytkových částí bílku. Po jemném vysušení filtračním papírem se zváží na laboratorní váze.

### **Index tvaru žloutku**

Index tvaru žloutku závisí především na pevnosti vitelinní membrány. Hodnoty u čerstvých vajec jsou 35 – 45 %. Index tvaru žloutku u vejce klesá v závislosti na době jeho snesení. Dalšími činiteli negativně ovlivňujícími hodnoty indexu tvaru žloutku jsou vlivy fyzikálních a chemických změn. V praxi se výška a šířka žloutku obvykle měří bez oddělení žloutku od bílku.

Index žloutku (YI) se vztahuje k výšce žloutku (YH) a žloutkové šířce (YW) a vypočte se dle následujícího vzorce:

$$YI = \frac{YH}{YW} \times 100$$

Během skladování vajec dochází k prostupu vody z oblasti bílku přes vitelinní membránu do žloutku a tím dochází ke zvětšování jeho objemu. V důsledku toho dojde k narušení stability vitelinní membrány, žloutek se zplošťuje, mění svůj tvar a v konečném důsledku po rozbití vejce praská.

### **Barva žloutku**

Spotřebitelem je barva žloutku považována za jeden z hlavních atributů dobré kvality konzumních vajec. Zbarvení žloutku je ovlivněno prioritně krmivem. Čím více se nachází karotenoidů ve výživě nosnic, tím červenější a tmavší bude žloutek. Barva žloutku je tradičně definována pomocí barevné škály La Roche nebo pomocí fotokolorimetrických nebo spektrofotometrických přístrojů. Přístroj měří poměr červeného, zeleného a modrého spektra odraženého od žloutku při osvětlení bílým světlem a porovnává tyto hodnoty se stupnicí La Roche (Cole et al. 2013).

Barva žloutku, jako kvalitativní aspekt, nemá relevantní vypovídající hodnotu o výživové nebo jiné kvalitě vejce. Jedná se pouze o subjektivní preference spotřebitele. V různých spotřebitelských průzkumech provedených v posledních deseti letech v řadě evropských zemí (Francie, Německo, Itálie, Spojené království, Španělsko, Polsko a Řecko) byly nabízeny vzorky vajec s různými stupni zbarvení dle stupnice La Roche. Většina dotazovaných lidí ve všech zemích preferovala vejce se žloutky s nejtmaším odstínem (Nys et al. 2011).

#### 4.7.2.2 Hodnocení kvality bílku

Hejlová (2001) uvádí, že se bílek skládá ze 4 vrstev. První vrstvou je vnitřní chalázový bílek, který plní funkci tenkého obalu žloutku. Další vrstvou je vnitřní řídký bílek. V čerstvém vejci tvoří téměř 20 % z celkové hmotnosti bílku. Třetí vrstvou je vnější hustý bílek, jehož podíl na celkové hmotnosti bílku představuje 60 %. Poslední vrstvou je vnější řídký bílek. V této vrstvě se nachází největší množství vody.

Jakostní kvalitu bílku lze odhadnout na základě výšky vnějšího hustého bílku nebo indexu tvaru bílku. Primární faktory, které negativně ovlivňují kvalitu bílku, jsou věk nosnice a stáří vejce. Kvalita bílku je charakterizována Haughovými jednotkami, pH, indexem tvaru bílku a výškou hustého bílku.

#### Index tvaru bílku

Tento index je kvalitativním ukazatelem čerstvosti vejce. Určuje množství a kvalitu hustého bílku. Index se vypočítá podle poměru výšky hustého bílku ku jeho šířce násobeno jedním stem. Přičemž rozměr pro šířku je průměrem dvou na sebe kolmých šířek hustého bílku

$$S_b = V/\bar{S} * 100$$

Hodnoty indexu bílku u čerstvých vajec se pohybují optimálně v rozmezí 5 – 12 %. V závislosti na době skladování, věku nosnice, a vnějších podmínkách dochází k jejich poklesu. V případě snížení hodnoty na úroveň 5 % a níže je potřeba neprodleně vejce zkonsumovat, neboť dosáhla minimální jakostní hranice určené pro konzumaci.

#### Haughovy jednotky

Haughovy jednotky (HU) se vypočtou na základě hmotnosti vejce (H) a výšky tuhého bílku (v). V současnosti se HU stanovují přístrojem. Hodnoty u čerstvých vajec by měly být na úrovni 72 jednotek. Konzumní vejce během skladování by se měla svými hodnotami pohybovat v rozmezí 60 – 72 jednotek.

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

V závislosti na stáří vejce dochází k poklesu Haughových jednotek, indexu tvaru bílku a výšky hustého bílku. V případě hodnot pH dochází k jejich růstu v závislosti na prodlužování

doby od snesení vejce. Pokles výšky bílku spočívá v proteolýze ovomucinu (Tůmová et al. 2009).

Existuje mnoho faktorů, které negativně ovlivňují Haughovy jednotky, patří mezi ně: doba a teplota skladování, věk nosnice, výživa (obsah bílkovin a limitujících aminokyselin) a zdravotní stav. Rychlé ochlazení vajec pomocí oxidu uhličitého zlepšuje údržnost Haughových jednotek (Roberts 2004).

#### **4.8 Vnitřní faktory ovlivňující snášku a technologickou kvalitu vajec**

Kvalita vajec může být ovlivněna zejména genotypem, stářím nosnic, nutričními faktory: (vápník, fosfor, vitamíny, kvalita vody, neškrobové polysacharidy, enzymy a kontaminace krmiva), tepelným stresem, ale také chorobami (Roberts 2004).

##### **Věk**

Mladé nosnice, které ještě nedokončily svůj tělesný vývin vykazují nižší kvalitu produkovaných vajec, a to zejména z hlediska hmotnosti vajec, velikosti vajec, kvality skořápky a podílu bílku. V průběhu dokončování tělesného vývinu nosnic dochází k optimalizaci kvalitativních parametrů (Rajkumar et al. 2009).

##### **Genotyp**

Příslušnost nosnice k určitému genotypu má nezanedbatelný vliv na složení vejce, ale také na poměr jeho jednotlivých částí. Genotyp ve vztahu ke zbarvení vajec, respektive skořápky, majoritně ovlivňuje fenotypový projev.

##### **Zdravotní stav**

Jakákoliv nežádoucí změna zdravotního stavu se negativně projeví na samotné snášce a zejména na kvalitě vajec. Zvláště infekční bronchitida vyvolává u dospělých ptáků významné zhoršení kvalitativních ukazatelů vajec. Po nakažení touto chorobou dochází k jejímu prudkému a rychlému propuknutí. Přenos infekce mezi zvířaty probíhá exponenciálně a její identifikace je velice obtížná z důvodu málo zřejmých vnějších příznaků. Nemoc se projevuje výrazným poklesem produkce vajec. Po odeznění nemoci může návrat k běžné produkci vajec trvat až několik týdnů. Kvalita vajec prochází drastickými změnami. Vejce jsou měkká, deformovaná, zvrásněná a jejich struktura je porézní s křídovým povrchem. Hnědá vejce jsou světlé barvy. Bílek mění svou strukturu na vodnatou. V případě pozitivního východiska z nemoci u nakažených zvířat nelze předpokládat plnohodnotné navrácení požadované kvalitativní úrovně vajec. Onemocnění trvá od 4 do 10 dnů. Některé sérotypy infekční bronchitidy také způsobují i onemocnění ledvin. Tyto sérotypy jsou známy jako nefrotropní (Donald et al. 2002).



#### 4.8.1 Kvalita vajec s hnědou a bílou skořápkou

Barvu skořáčky určuje pigment, který se ukládá na vnější straně skořáčky. Barva skořáčky je primárně ovlivněna plemenem, ačkoliv v rámci jednoho plemene, respektive jedné skupiny nosnic čili hejnu, je často možné pozorovat určité rozdíly v odstínu zbarvení. Tento fakt je způsoben různými vlivy, kterými mohou být zdravotní stav, věk, výživa či fáze snášky, ve které se nosnice nachází. Všeobecně však platí, že plemena s bílými ušnicemi obvykle snášejí bílá vejce, zatímco plemena s červenými ušnicemi snášejí hnědá vejce (Jacob et al. 2011).

Mnozí autoři se shodují, že samotná barva nemá žádný vliv na technologickou kvalitu vejce. Jde spíše o samotné plemeno či hybrida nosnice, které ovlivňuje zbarvení a parametry spojené s kvalitou vejce (Zita et al. 2016).

Autoři Samiullah a Roberts (2015) ve svém výzkumu poukazují na to, že vejce s hnědou skořáčkou vykazují větší hmotnost a pevnost skořáčky v porovnání s bílými vejci.

Dále bílá vejce mají nižší index tvaru vejce, což znamená, že jejich tvar je více kulatější. Tento fakt je negativní z hlediska logistiky, jelikož tato vejce vykazují mnohem vyšší procento poškození v průběhu převážení. Někteří autoři poukazují na to, že bělovaječní hybridy vykazují lepší hodnoty v rámci technologické kvality bílku. Znatelný rozdíl mezi bílými a hnědými vejci vykazují Haughovy jednotky, kdy bílá vejce dosahují statisticky vyšších hodnot. Dále byl zjištěn vztah genotypu a zbarvení žloutku. Ačkoliv je barva ovlivněna zejména výživou tak v některých studiích je poukazováno na tmavší zbarvení žloutku u hnědovaječných nosnic (Zita et al. 2016).

Autoři Yang a Wang (2009) uvádějí, že odhad vnitřní kvality vajec na základě zbarvení je značně nepřesný. V rámci jejich pokusu nenalezli významnějšího vztahu mezi barvou a vnitřními kvalitativními parametry vejce. Dále ve své práci poukazují na určité spotřebitelské preference hnědě zbarvených vajec ve světě.

Výskyt masových a krevních skvrn byl pozorován v měřítku dvakrát až třikrát větším u hnědovaječných nosnic v porovnání s bělovaječnými nosnicemi. Princip vzniku těchto skvrn je založen na poškození segmentu cév, ze kterých se uvolní malé množství krve a ta je následně obalena bílkem. Hnědá barva je způsobena rozkladem oxyhemoglobinu na methemoglobin (Zita et al. 2016).

## 4.9 Vnější faktory ovlivňující snášku a technologickou kvalitu vajec

### Způsob chovu

Ledvinka (2013 a) ve své studii označuje způsob chovu za velice důležitého činitele, který výrazně ovlivňuje kvalitu vajec, a to zejména parametry vaječné skořápky. Způsob chovu zahrnuje jak systém ustájení, tak chovatelské podmínky, jakými jsou teplota, světelný režim a relativní vlhkost vzduchu. Odlišné způsoby chovu, do kterých řadíme chovy podestýlkové, výběhové či klecové chovy nosnic, se významně projevují na kvalitě skořápky. Zejména stresové faktory, které jsou v těsné interakci se způsobem chovu zapříčiňují u nosnic chovaných v klecích zeslabení skořápky, a to hlavně v konečné fázi snášky. Oproti tomu u zbývajících dvou způsobů chovu je kvalita skořápky nezměněna.

V částečném rozporu je studie, kterou prezentují ve své knize autoři Appleby et al. (2011), kteří uvádějí, že nosnice chované na podestýlce jsou vystaveny obdobné hladině stresu jako slepice v klecích.

Je známo, že stresové faktory mají negativní vliv zejména na délku průchodu vejce vejcovodem. Dále zvyšují hladinu adrenalinu v krevním řečišti, což má za následek zkrácení procesu tvorby vejce. Jedním z nejdůležitějších stresových faktorů je nedostatek pitné vody a neodpovídající světelný režim. Dalším faktorem, který významně ovlivňuje hmotnost vajec, počet snesených vajec a jejich kvalitu zejména pak kvalitu skořápky je teplota vnějšího prostředí, která má i nedílný vliv na množství přijatého krmiva.

Autoři Tůmová a Englmaierová (2009) potvrzují předešlou studii a ve svém výzkumu uvádějí, že v parametrech tloušťky skořápky opravdu dosahovaly vyšších hodnot nosnice chované na podestýlce oproti klecovému ustájení. Paradoxně však tato vejce vykazovala nižší pevnost

Také Hidalgo et al. (2008) ve svém výzkumu potvrzují, že nosnice chované v klecích dosahují v parametrech tloušťky skořápky nižších hodnot oproti podestýlkovému chovu, ale paralelně vykazují prospěšné ultrastrukturální rysy, které zvyšují sílu skořápky.

Hidalgo et al. (2008) ve svém výzkumu dále prokázali, že organická vejce pocházející z alternativních chovů dosahují nejvyšších parametrů šlehatelnosti a konzistence pěny. Na druhou stranu bylo u těchto vajec zaznamenáno zhoršených parametrů čerstvosti způsobených zvětšením vzduchové komůrky což je jedním z hlavních kritérií při zatřídění. Klecová vejce vykazovala nižších hodnot šlehatelnosti, ale nejvyšší odolnost vůči rozbití.

Velice důležitým faktem zůstává, že významný vliv má interakce typu ustájení a určitého nosného hybridu. Bylo prokázáno, že různí hybridi dosahují různých stupňů užitkovosti v závislosti na typu ustájení. Například ze studie od autorů Tůmové et al. (2011) vyplývá, že u nosnic ISA Brown a Hisex Brown chovaných na podestýlce byly žloutky výrazně lehčí ve srovnání se skupinou totožných hybridních nosnic chovaných v klecích.

#### **4.9.1 Nejrozšířenější typy technologií pro nosnice**

Princip chovu drůbeže obecně spočívá v co největší koncentraci zvířat na jednotku ustájovací plochy v halách s řízeným prostředím, tak aby došlo k co největší ekonomické úspoře. V posledních několika letech se k základnímu parametru, který byl založen na dosažení co nejvyšší produkce zařadily i požadavky na welfare zvířat, kvalitu zemědělských produktů a požadavky na ochranu životního prostředí (Jedlička 2016).

Nejběžnějším typem technologií pro chov nosnic jsou obohacené klece. Dále se hojně využívají systémy, kde se nosnice chovají ve voliérách nebo na podestýlce. Voliérové chovy jsou však náročné na management, a to zejména ze strany chovatele. Je nutné, aby obsluha pečlivě plnila stanovené postupy chovu. Každá voliéra je vybavena snáškovým hnízdem, etáží s krměním a napájením. Součástí instalace jsou také hřady a rampy, které napomáhají nosnicím k lepší orientaci ale také pohybu uvnitř technologií. Posledním významným způsobem chovu nosnic je chov na podestýlce. Základními prvky, kterými je tato technologie vybavena jsou snášková hnízda, napáječky, dřevěné či pozinkované hřady a v poslední řadě řetězová nebo misková krmítka. Za předpokladu, že je k dispozici výběh, jsou haly vybaveny průlezy (Příkryl 2012).

#### **Obohacený klecový systém**

Tento systém je jediným povoleným způsobem chovu nosnic v klecích v rámci produkce konzumních vajec v EU. Tato technologie se skládá z prefabrikovaných klecových baterií, které se instalují v podélných řadách v několika patrech tzv. etážích. V závislosti na prostorové možnosti objektů se nejčastěji přistupuje k uspořádání protilehlých 3 až 4 etážových podélných řad s uličkou alespoň 900 mm.

V tomto systému ustájení není využíváno žádného druhu podestýlky, tudíž se jedná o bezstelivový způsob chovu. Nosnice jsou zde ustájeny skupinově. Principem tohoto způsobu chovu je maximální produkce na jednotku užité plochy. Z tohoto důvodu se neomezuje prostorové uspořádání jednotlivých klecí pouze na přízemní části budovy, ale je zde využito maximální kubický prostor daného objektu systémem patrových (etážových) baterií. Počet

podlaží není nikterak omezen, ale je potřeba zajistit dostatečnou kontrolu ve všech patrech. Design klecí musí zabránit jakémukoliv poranění, jak při samotném pohybu chovaných zvířat, tak při jejich naskladňování, či vyskladňování v rámci jednotlivých chovatelských operací. Počet chovaných nosnic v jednotlivých klecích není pevně daný a závisí na daném výrobci. Nejčastěji pro dělené klece se udává kapacita 10 až 14 kusů a pro nedělené 20 až 28 nosnic (Přikryl 2012).

Veškeré klecové systémy od všech výrobců musí v rámci obohacených klecí splňovat následující požadavky:

Minimální podlahová plocha pro jednu nosnici činí 0,075 m<sup>2</sup> z čehož 0,06 m<sup>2</sup> musí být plocha využitelná. Minimální šířka této plochy musí být alespoň 300 mm se sklonem podlahy nepřesahujícím 8° (14 %). Světlá výška nesmí být menší než 450 mm, do které se nezahrnuje prostor pro hnízda tzn. výška v jakémkoliv bodě klece mimo využitelnou plochu musí poskytovat alespoň 200 mm. V rámci podlahy musí být dodrženo minimální plochy 0,20 m<sup>2</sup>. Je potřeba konstruovat oka klecí tak, aby bylo zajištěno dostatečné opory pro každý dopředu směřující prst nosnice. Dále musí být prostor klece vybaven snáškovým hnízdem, materiálem, ve kterém může nosnice hrabat či klovat a hřady, které poskytují minimálně 150 mm prostoru pro každou nosnici.

Dále musí být součástí instalace žlábkové krmítko, ke kterému musí být nosnici zajištěn přístup bez omezení. Minimální délka krmítka připadající na jednu nosnici nesmí být menší než 120 mm. V rámci každé klece musí být zajištěn napájecí systém odpovídající kapacitě klece. Napájecí zařízení může být provedeno formou kapátkové nebo kalíškové napáječky, přičemž se musí nacházet v dosahu každé nosnice alespoň dvě napáječky. Dále musí být vytvořena mezi jednotlivými řadami klecových baterií ulička o minimální šíři 900 mm. Klece, které jsou v těsné blízkosti s podlahou se musí nacházet ve výšce alespoň 350 mm. V poslední řadě musí být klec vybavena vhodným prostředkem pro zkracování drápů (Anonym 2004d).

#### **4.9.2 Faktory ovlivňující kvalitu vajec po snesení**

Pro minimalizaci problémů s kvalitou vajec po snesení je důležité dodržovat jejich častý sběr, a to zejména v horkých měsících s následným uložením do chladících prostor. Nejlepších výsledků dosáhneme při teplotě 10 ° C. Existuje několik hlavních faktorů ovlivňujících vnitřní kvalitu vajec: stáří vejce, teplota, vlhkost, manipulace a skladování.

#### **Stáří vajec**

Několik dnů staré vejce vykazuje vodnatý a slabý bílek, ztráta oxidu uhličitého má za následek přeměnu vnitřního prostředí na zásadité, které výrazně ovlivňuje příchut' vajec.

### **Teplota**

Vysoké teploty způsobují rychlou degradaci vnitřní kvality vajec. Při překročení teploty přes 15,5 ° C během skladování zvyšuje značně ztráty hmotnosti vajec.

### **Vlhkost**

Tak, aby se zabránilo během skladování k vysokým ztrátám vody z vajec, a aby bílek zůstal čerstvý po delší dobu je potřeba udržovat uvnitř skladovacích prostor vysokou relativní vlhkost vzduchu ideálně nad 70 %.

### **Manipulace s vejcem**

Nepřiměřené zacházení s vejci má za následek nejen riziko destrukce vajec, ale také může dojít k výraznému ovlivnění vnitřní kvality.

### **Skladování**

Během skladování mají vejce vysokou schopnost vstřebávat různé pachy z okolí. Z tohoto důvodu je požadováno, aby uložená vejce byla skladována samostatně. Výchozí kvalita vajec při skladování je dána teplotou a relativní vlhkostí skladovacích prostor. V případě vysokých teplot ve spojitosti s vysokou relativní vlhkostí dochází k rychlému poklesu kvality vajec. Požadované hodnoty pro skladovací prostředí v České republice jsou stanoveny pro teplotu 5 až 18 °C a pro relativní vlhkost 70–75 %. Všeobecně se udává, že s prodlužující se dobou skladování současně klesá kvalita vajec. V průběhu skladování se z vajec odpařuje voda, společně s tím dochází ke ztrátě vitaminů, k zeslabení viteliní membrány, degradaci barvy žloutku a zvětšování vzduchové komůrky.

Tyto výsledky podporuje i studie vědců Scotta a Silversidera (2000), kteří sledovali vývoj kvalitativních parametrů u vajec, která skladovali při pokojové teplotě po dobu (1 – 10 dnů). U desetidenních vajec došlo k výraznému snížení výšky bílku ale také hmotnosti.

## **4.10 Vliv genotypu na kvalitu vajec**

Od genetické informace k projevu jednotlivých užitkových znaků vede velmi dlouhá cesta. Všechny užitkové znaky jsou výsledkem nespočtu enzymatických reakcí, kde každá tato reakce může být ovlivněna jak genotypem, tak vnitřním či vnějším prostředím. Je potřeba poskytnout chovaným zvířatům vysoký standard chovného prostředí. Jedině dobře zvládnutý management chovného prostředí zabezpečí co největší manifestaci genetického potenciálu nosnic (Stratil 1978).

Hmotnost vejce je kvalitativním parametrem, který je v rámci genotypu výrazně ovlivněn. Koeficient dědivosti pro ukazatel hmotnosti vajec se uvádí v rozptylu  $h^2 = 0,51 - 0,63$ . Nejvýraznější projev genotypu můžeme demonstrovat při porovnání bělovaječných a hnědovaječných nosnic. Hybridi nosnic snášející bílá vejce, dosahují v průměrné hmotnosti vajec nižších hodnot oproti hnědovaječným hybridům. Tento fakt je dán fylogenetickým původem těchto nosnic. Bělovaječní hybridy jsou lehčího typu, pocházející z Leghornky bílé, a hnědovaječní hybridy z těžší Rodajlendky červené. Leghornka dosahuje na konci snášky hmotnosti 1,6 až 1,7 kg, Rodajlendka červená dosahuje na konci snášky 1,9 až 2,3 kg. Genotypová korelace mezi živou hmotností nosnice, a hmotností vejce se pohybuje v rozmezí 0,2 – 0,3 (Ledvinka 2002 b).

Všeobecně je možné říci, že existuje vysoká pozitivní korelace mezi hmotností vejce a jeho jednotlivých komponent. Zejména pak žloutku a bílku. Pro hmotnost žloutku byl zjištěn nízký koeficient dědivosti  $d^2 = 0,12$  až  $0,15$  v porovnání s hodnotami pro kvalitativní parametry bílku, které dosahují hodnot koeficientu dědivosti  $d^2 = 0,3$  až  $0,6$  (Ledvinka 2002c).

V částečném rozporu s touto studií je výzkum Skřivana et al. (1988) kteří uvádějí, že zvýšení hmotnosti vajec přes specifickou hranici způsobí snížení podílu žloutku ve vztahu k celkové hmotnosti vejce. V této studii bylo ke sledování použito nosnic hisexe hnědé, který dosahuje vysoké průměrné hmotnosti vajec (Ledvinka 2002c).

Kvalita skořápky je charakterizována základními parametry, kterými jsou hmotnost skořápky, podíl skořápky, pevnost a tloušťka skořápky. Je zřejmé, že nejdůležitějšími činiteli, které ovlivňují technologickou kvalitu skořápky jsou genetické založení jedince, věk nosnice, období snášky a vnější prostředí. Významné rozdíly kvalitativních parametrů skořápky vyplývají z liniové, rodinné a plemenné příslušnosti nosnice. Hmotnost skořápky je přímo úměrná velikosti vejce a jeho hmotnosti. Zároveň mezi tloušťkou skořápky a pevností existuje vysoká pozitivní korelace v rozmezí 0,92 – 0,97 v závislosti na genotypu (Ledvinka 2002a).

## 5 Metodika

Praktická část byla vyhodnocována v závislosti na pozorování vybraných nosných hybridů, kterými byly ISA Dual, Bovans Brown a Dekalb White.

V rámci diplomové práce byl realizován pokus se třemi genotypy nosnic v testační stanici ÚKZÚZ Lípa v okrese Havlíčkův Brod. Nosnice (15 ks/ genotyp) byly ustájeny individuálně v klecích (550 cm<sup>2</sup>/nosnici) od 16. týdne věku až do konce pokusu v 70 dnech. Před pokusem byly odchovávány ve stejných podmínkách jako v chovu. Během periody odchovu byl využit 19-ti hodinový světelný režim, který byl po prvním týdnu snižován na 9 hodin světla, kterých bylo dosaženo v 6. týdnu věku. Devět hodin světla bylo dodržováno od 6. do 15. týdne a poté se postupně světelná perioda zvyšovala na 16 hodin v 20 týdnech věku.

Samotný pokus začal ve 20. týdnu věku slepic. V průběhu experimentu byly nosnice krmeny od 20. do 56. týdne komerční krmnou směsí N1, která obsahovala 17,6 % N-látek, 11 MJ metabolizovatelné energie a 3,3 % Ca) a od 57. týdne do konce pokusu krmnou směsí N2 s 15,6 % N-látek, 9,9 MJ metabolizovatelné energie a 3,7 % Ca. Slepice byly krmeny *ad libitum* a rovněž voda byla dostupná neomezeně. Během pokusu byl použit 16-ti hodinový světelný režim. Podmínky mikroklimatu odpovídaly běžným požadavkům pro chov nosnic. Snáška byla hodnocena v průběhu celého snáškového cyklu, tj. od 20. do 70. týdne věku nosnic. Průměrná snáška byla vypočtena jako podíl snesených vajec v experimentálním období vydělený počtem dnů v tomto období.

Pro stanovení technologické hodnoty byla ve 42. týdnu věku odebrána vždy všechna vejce od každého genotypu nosnic (celkem 68 vajec).

Sledované znaky zahrnovaly parametry vnější a vnitřní technologické kvality vajec. V rámci vnější technologické kvality se hodnotily tyto parametry: hmotnost vejce, index tvaru vejce a vlastnosti vaječné skořápky. Pro vnitřní kvalitu vejce byly hodnoceny ukazatele pro kvalitu žloutku a bílku.

### 5.1 Snáška

Snáška vyjadřuje počet snesených vajec za určité období. Snáška byla hodnocena v průběhu celého snáškového cyklu, tj. od 20. do 70. týdne věku nosnic. Průměrná snáška byla vypočtena jako podíl snesených vajec v experimentálním období vydělený počtem dnů v tomto období.

## 5.2 Metody hodnotící technologickou kvalitu vajec

Výchozí metody jsou založeny na pozorování chemických, fyzikálních a biologických vlastností vajec. Nařízení (ES) č. 1234/2007 stanovuje minimální kvalitativní požadavky, které musí splňovat vejce, tak aby mohla být uvedena na evropský trh.

### Hmotnost vajec

K měření tohoto parametru byla využita certifikovaná, validovaná laboratorní váha. Výsledná hodnota byla zaokrouhlena na dvě desetinná místa.

### Index tvaru vejce

Index tvaru vejce vyjadřuje poměr jeho šířky ku jeho délce násobeno jedním stem. Měření se provádí posuvným měřítkem, kterým byla změřena největší délka osy vejce a největší šířka osy vejce. Z těchto rozměrů byl vypočítán Index tvaru vejce dle vzorce:

$$I_t = \frac{\text{š}}{d} \times 100 (\%)$$

$I_t$ : Index tvaru vejce

š: Délka krátké osy

d: Délka dlouhé osy

### Hmotnost bílku

Hmotnost bílku byla vypočítána z hmotnosti celého vejce, od kterého byla odečtena hmotnost skořápky a žloutku.

### Index tvaru bílku

Index byl vypočítán z poměru výšky hustého bílku ku jeho šířce násobeno jedním stem.

$$S_b = \frac{V}{\text{Š}} \times 100$$

V: výška hustého bílku

Š: průměrná šířka hustého bílku (vypočteno z dvou na sebe kolmých šířek hustého bílku)



### **Haughovy jednotky**

Při výpočtu Haughových jednotek se vycházelo z hmotnosti samotného vejce a výšky tuhého bílku. Samotný výpočet HU byl proveden dle vzorce:

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

H: hmotnost vejce

V: výška tuhého bílku

### **Podíl bílku**

Výpočet podílu bílku vychází z poměru jeho hmotnosti ku hmotnosti vejce násobeno jedním stem.

$$\frac{\text{Hmotnost bílku}}{\text{Hmotnost vejce}} \times 100$$

### **Hmotnost žloutku**

Po rozklepnutí vejce na podložku byl žloutek odebrán lžičkou a zbaven všech zbytkových částí bílku. Čistý žloutek byl zvážen na laboratorní váze.

### **Index tvaru žloutku**

Výpočet indexu tvaru žloutku vychází ze dvou rozměrů, a to z výšky žloutku a šířky žloutku. Tyto rozměry byly zjišťovány bez oddělení žloutku od bílku pomocí posuvného měřítka. Index tvaru žloutku byl vypočten dle vzorce:

$$\frac{\text{Výška žloutku}}{\text{Šířka žloutku}} \times 100$$

### **Barva žloutku**

Barva žloutku byla měřena subjektivně pomocí stupňové barevné škály La Roche.

### **Podíl žloutku**

Výpočet podílu žloutku vychází z poměru jeho hmotnosti ku hmotnosti vejce násobeno jedním stem a byl zjištěn dle vzorce:

$$\frac{\text{Hmotnost žloutku}}{\text{Hmotnost vejce}} \times 100$$

### **Barva skořápky**

Barva skořápky byla zjištěna kolorimetrem QCC (TSS, York, Velká Británie).

### **Pevnost skořápky**

Pevnost skořápky byla zjišťována pomocí přímé destrukční metody přístrojem Instron – model 3342 (Instron, USA) jehož funkce je založena na určení síly, které je potřebné vyvinout k prasknutí skořápky.

### **Hmotnost skořápky**

Skořápka zbavená zbytků bílku se sušila 24 hodin při pokojové teplotě. Po vysušení byla skořápka zvážena na laboratorní váze.

### **Tloušťka skořápky**

Tloušťka skořápky byla měřena za pomoci digitálního posuvného měřítka. Vaječná skořápka byla před samotným měřením zbavena podskořápečných blan. Měření se provádělo na třech místech: z tupého konce, ostrého konce a ze středu. Výsledkem měření je průměr z těchto tří naměřených hodnot. Měření bylo prováděno s přesností na 0,01 mm.

### **Podíl skořápky**

Procentický podíl skořápky byl stanoven pomocí vzorce:

$$\frac{\text{Hmotnost skořápky}}{\text{Hmotnost vejce}} \times 100$$

## **5.3 Zpracování dat**

Výsledky byly statisticky zpracovány programem SAS (Static Analysis Institute INC, 2003). Pro zjištění hodnoty byla využita analýza rozptylu ANOVA. Vyhodnocená data byla analyzována ve vztahu ke genotypu. Průkazné rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny Duncanovým testem. Hodnota  $p \leq 0,05$  byla považována za průkaznou.

## 6 Výsledky

V rámci parametru snášky vykazoval největšího počtu snesených vajec bělovaječný hybrid Dekalb White s průměrným počtem vajec na počáteční stav 350 ks. Druhým v pořadí byl hnědovaječný hybrid Bovans Brown s počtem 347 ks vajec. Nejnižší počet snesených vajec na počáteční stav vykazoval hnědovaječný hybrid ISA Dual (310 ks). Pro tento parametr byl zjištěn statisticky významný rozdíl kdy průkaznost vykazovala hodnotu  $p \leq 0,001$ .

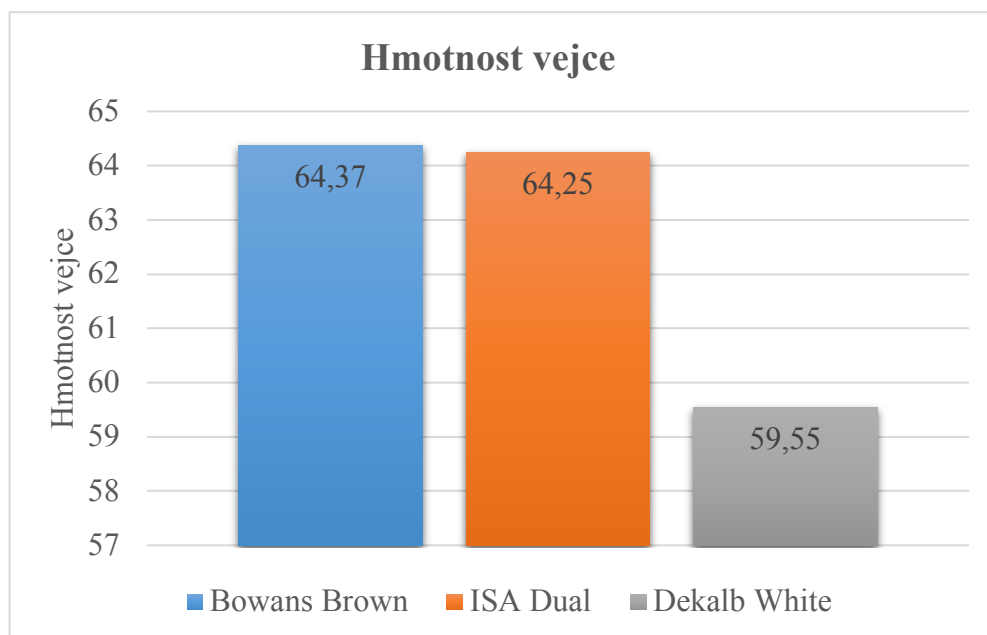
Tabulka č. 3 Výsledky snášky

	Věk při snesení 1. vejce	Počet vajec na počáteční stav (ks)
<b>Bovans Brown</b>	124 <sup>a</sup>	347 <sup>b</sup>
<b>ISA Dual</b>	120 <sup>b</sup>	310 <sup>c</sup>
<b>Dekalb White</b>	124 <sup>a</sup>	350 <sup>a</sup>
<b>SEM</b>	0,46	4,41
<b>Průkaznost</b>	$\leq 0,001$	$\leq 0,001$

SEM – střední chyba průměru

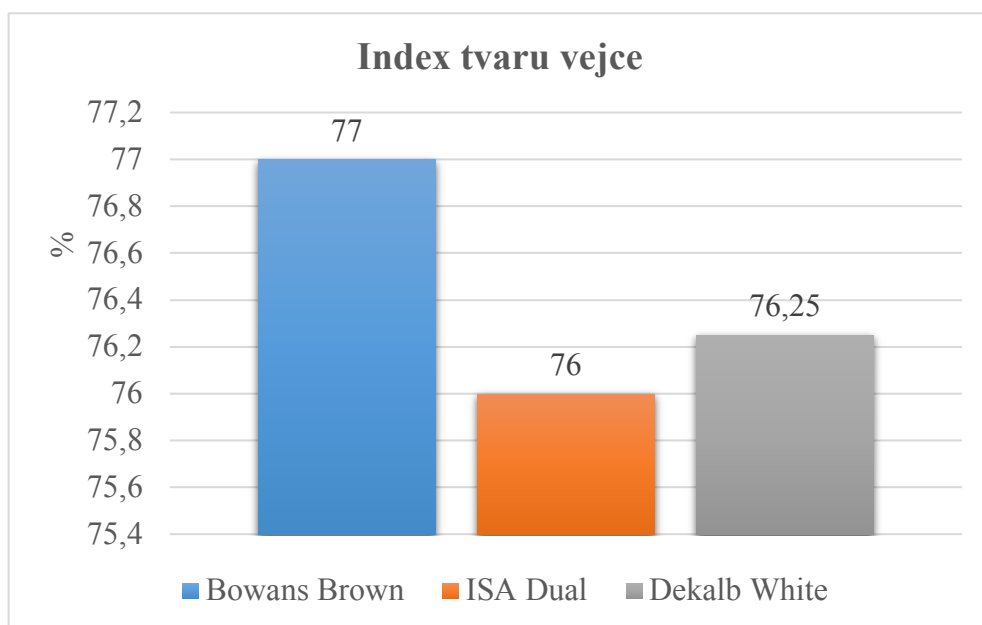
<sup>a,b</sup>  $P \leq 0,05$

V rámci hmotnosti vajec byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $p = 0,018$ ). Téměř totožných hodnot hmotnosti vajec dosáhly hybridy Bovans Brown a ISA Dual. Jak je patrné z grafu č. 1. Nejvyšších hodnot průměrné hmotnosti vajec dosahoval hnědovaječný hybrid Bovans Brown (64,37 g). Na dalším místě v parametru hmotnosti vajec byl druhý hnědovaječný hybrid ISA Dual (64,25 g), a nejnižší hmotnost vajec vykazoval jediný zástupce bělovaječných nosnic Dekalb White (59,55 g).



Graf č. 1 Hmotnost vejce

Pro hodnoty indexu tvaru vejce byla zaznamenána nízká proměnlivost. Všechny genotypy měly téměř totožné hodnoty, jak je z Grafu č.2 patrné. Nebyl zde zjištěn statisticky významný rozdíl ( $p = 0,606$ ).



Graf č. 2 Index tvaru vejce

V rámci měření hmotnosti bílku dominoval hnědovaječný hybrid Bovans Brown, který dosahoval průměrných hodnot 39,97 g. Druhý v pořadí byl hnědovaječný hybrid ISA Dual (38,3 g) a nejnižších hodnot dosahoval bělovaječný hybrid Dekalb White (35,82 g).

Pro ukazatel hmotnosti bílku byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $p = 0,014$ ). Hmotnost bílku u jednotlivých genotypů souvisela s hmotností celého vejce.

Jednoznačně nejvyšších hodnot indexu bílku dosáhl Dekalb White 10,02. ISA Dual a Bovans Brow, vykazovaly téměř totožné hodnoty indexu tvaru bílku 8,12 (ISA Dual), a 8,01 (Bovans Brown). Průkaznost měření indexu tvaru bílku byla  $p = 0,017$ .

Haughovy jednotky jsou nejvýznamnějším ukazatelem kvality vejce. Pro Haughovy jednotky byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p = 0,015$ ). Nejvyšší hodnotu HU vykazoval zástupce bělovaječných hybridů Dekalb White (88,49). Bovans Brown a ISA Dual měly navzájem téměř totožné hodnoty (80,19 a 81,18).

Největší podíl bílku vykazoval hybrid Bovans Brown (62,05 %). Druhý nejvyšší výsledek v měření byl zjištěn u hybridu Dekalb White (60,18 %). Nejnižší výsledek dosáhl hybrid ISA Dual (59,57 %). Průkaznost měření byla ( $p = 0,034$ ).

Tabulka č. 4 Ukazatelé kvality bílku

	Hmotnost bílku	Index bílku	Haughovy jednotky	Podíl bílku
<b>Bovans Brown</b>	39,97 <sup>a</sup>	8,01 <sup>b</sup>	80,19 <sup>b</sup>	62,05 <sup>a</sup>
<b>ISA Dual</b>	38,3 <sup>ab</sup>	8,12 <sup>b</sup>	81,18 <sup>b</sup>	59,57 <sup>b</sup>
<b>Dekalb White</b>	35,82 <sup>b</sup>	10,02 <sup>a</sup>	88,49 <sup>a</sup>	60,18 <sup>ab</sup>
<b>SEM</b>	0,60	0,33	1,31	0,42
<b>Průkaznost</b>	0,014	0,017	0,015	0,034

SEM – střední chyba průměru

<sup>a,b</sup>  $P \leq 0,05$

V rámci hmotnosti žloutku výrazně dominoval svými výsledky hnědovaječný hybrid ISA Dual, který vykazoval průměrnou hmotnost žloutku 19,38 g. Hybridi Bovans Brown a Dekalb White dosáhli navzájem téměř totožných výsledků hmotnosti v měření a to 17,53 g a 17,25 g. Průkaznost těchto výsledků byla na úrovni ( $p = 0,007$ ).

U indexu žloutku nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Pro ukazatel průkaznosti byla zjištěna hodnota ( $p = 0,739$ ). Mírně zvýšené hodnoty oproti zbývajícím dvěma hybridům vykazoval Bovans Brown.

Taktéž u barvy žloutku nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Hodnoty všech hybridů se téměř nelišily.

Pro hodnoty podílu žloutku byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $p = 0,003$ ). Nejvyšší podíl žloutku ve vejci dosahovali zástupci hybridu ISA Dual (30,20 %). Druhým zástupcem

s nejvyšším podílem žloutku byl Dekalb White (28,94 %). Nejnižší podíl žloutku byl zaznamenán u jedinců Bovanse Browna.

Tabulka č. 5 Ukazatelé kvality žloutku

	Hmotnost žloutku	Index žloutku	Barva žloutku	Podíl žloutku
<b>Bovans Brown</b>	17,53 <sup>b</sup>	43,04	13,17	27,27
<b>ISA Dual</b>	19,38 <sup>a</sup>	42,45	12,91	30,20
<b>Dekalb White</b>	17,25 <sup>b</sup>	42,58	12,73	28,94
<b>SEM</b>	0,31	0,32	0,18	0,38
<b>Průkaznost</b>	0,007	0,739	0,627	0,003

SEM – střední chyba průměru

<sup>a,b</sup>  $P \leq 0,05$

V parametru barvy skořápky byla potvrzena očekávaná rozdílnost mezi hnědovaječnými a bělovaječnými hybridy. Dále však byl pozorován určitý stupeň variability zbarvení skořápky i mezi samotnými hnědovaječnými hybridy, neboť ISA Dual má krémové zbarvení skořápky, zatímco Bovans Brown hnědé zbarvení. Průkaznost pro tento sledovaný znak byla  $p \leq 0,001$ .

Tabulka č. 6 Ukazatelé kvality skořápky

	Barva skořápky	Pevnost skořápky	Hmotnost skořápky	Tloušťka skořápky	Podíl skořápky
<b>Bovans Brown</b>	26,71 <sup>b</sup>	42,72	6,38	0,361	9,92
<b>ISA Dual</b>	30,23 <sup>b</sup>	41,94	5,99	0,342	9,33
<b>Dekalb White</b>	82,59 <sup>a</sup>	42,87	5,84	0,356	9,79
<b>SEM</b>	4,48	1,07	0,10	0,003	0,13
<b>Průkaznost</b>	< 0,001	0,935	0,072	0,076	0,131

SEM – střední chyba průměru

<sup>a,b</sup>  $P \leq 0,05$

Pro hodnotu pevnosti skořápky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Mírné rozdílnosti, která nebyla nikterak statisticky významná, dosáhl hnědovaječný hybrid ISA Dual (Tabulka č. 6).

Také pro hmotnost skořápky, tloušťku skořápky a podíl skořápky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Hodnoty všech hybridů vykazovaly zanedbatelnou variabilitu hodnot u těchto znaků.

## 7 Diskuze

V rámci parametru snášky vykazoval největšího počtu snesených vajec bělovaječný hybrid Dekalb White s průměrným počtem vajec na počáteční stav 350 ks. Druhým v pořadí byl hnědovaječný hybrid Bovans Brown s počtem 347 ks vajec. Nejnižší počet snesených vajec na počáteční stav vykazoval hnědovaječný hybrid ISA Dual (310 ks). Tyto hodnoty korespondují s původem těchto nosnic. Jak již bylo zmíněno z fenologického hlediska bělovaječní hybridy pocházejí z Leghornky bílé a hnědovaječní hybridy z Rodajlendky červené (Prombergerová 2008; Roland 2014) Tito předci dnešních hybridů byli v parametrech snášky navzájem výrazně rozdílní, kdy zástupci plemene Leghornky bílé dosahovali průměrně vyšší snášky vajec v porovnání se zástupci plemene Rodajlendky červené. Tuto vlastnost si zachovala i výchozí generace hybridních nosnic, kdy bělovaječní hybridy stále dominují v produkci vajec během snáškového období v porovnání s hnědovaječnými hybridy. Tato skutečnost je v souladu s naším měřením, ve kterém bělovaječný hybrid Dekalb White dosahoval nejvyšších hodnot snášky v porovnání se zbývajícími dvěma hnědovaječnými hybridy. V našem měření bylo u hybridů Bovanse Browna, ISA Dual a Dekalba Whitea zaznamenáno výrazného propadu v rámci počtu snesených vajec na počáteční stav v porovnání s údaji uváděnými producentem v technologické dokumentaci příslušící ke každému ze zmiňovaných hybridů. Hnědovaječný hybrid Bovans Brown by měl dle Anonyma (2018 b) dosahovat produkce 418 ks vajec na počáteční stav, což je o 71 vajec více oproti našemu měření. Další ze zástupců hnědovaječných hybridů ISA Dual se dle autora Anonyma (2018c) nacházel v rámci našeho měření také pod hranicí udávanou producentem s rozdílem 6ti ks vajec. Pro bělovaječného hybrida Dekalba Whitea činí rozdíl v počtu snesených vajec na počáteční stav 77 ks vůči technologické dokumentaci pro tohoto hybrida (427 ks) (Anonym 2018 a). Jediný zástupce, který téměř dosáhl udávané hranice producentem byl hnědovaječný hybrid ISA Dual, jemuž do požadované hodnoty scházelo pouhých 6 vajec. Příčinu těchto rozdílů v počtu snesených vajec na počáteční stav přisuzujeme rozdílnému vymezení snáškového období, kdy v našem měření představoval počátek snášky dosažení 20 týdnů stáří u nosnic. Přičemž v technologické dokumentaci začíná toto období již v 18 týdnech stáří. Bělovaječný hybrid Dekalb White vykazoval v našem měření nejnižších hodnot hmotnosti vajec v porovnání s hnědovaječnými hybridy. Toto zjištění potvrzuje výzkum autorů Ledvinky et al. (2002), kteří uvádějí, že hmotnost vejce přímo koreluje s hmotností nosnice. Dekalb White je bělovaječný hybrid fenotypově připomínající leghornku bílou, která je považována za konstitučně lehčí nosnici v porovnání s hnědovaječnými plemeny. Průměrná hmotnost vajec



od bělovaječných nosnic za snášku se pohybuje v rozmezí 57 až 62 g. Průměrná hmotnost vajec od hnědovaječných nosnic je 60–63 g. Antagonistická studie od autorů Alsobayet et al. (2011) popisuje, že vyšší hmotnosti dosahují bělovaječné nosnice v porovnání s hnědovaječnými, což je však v přímém rozporu s autory Ledvinka et al. (2002) a s naším zjištěním. Dle produktového letáku by měl bělovaječný hybrid s obchodním názvem Dekalb White, průměrně dosahovat hmotnosti vajec 62,5 g (Anonym 2018 a). V našem měření však dosahuje hmotnosti vajec pouhých 59,55 g. Tato hmotnost je o celé 3 gramy nižší, než uvádí producent hybridu v průvodních materiálech. Rozdílné výsledky mohou být způsobeny podmínkami prostředí. Pro hnědovaječného hybridu Bovans Brown producenti v technologické dokumentaci garantují při optimálním managementu chovu užitkovost v parametru hmotnosti vajec průměrné hodnoty na úrovni 63,8 g. V našem měření dosahuje Bovans Brown 64,37 g což je zhruba o 1,5 g více (Anonym 2018 b). Nejvyšších hodnot v našem měření dosahuje další ze zástupců hnědovaječných hybridů ISA Dual a to 64,25 g. Tato hodnota je o více jak 3 gramy nad hmotností, kterou udává producent tohoto hybridu ve své technologické dokumentaci (61,2 g) (Anonym 2018c). Dle autorů Boháčková et al. (2014) vejce, která snášel bělovaječný hybrid Dekalb White, svou hmotností (59,55 g) můžeme zařadit do hmotnostní třídy M, tedy střední velikost. Zbývající dva hnědovaječní hybridy Bovans Brown a ISA Dual dosahovali svými průměrnými hmotnostmi vajec (64,37 g a 64,25 g) třídy L, tedy velká velikost. Pro hodnoty indexu tvaru vejce byla zaznamenána nízká proměnlivost. Všechny genotypy měly téměř totožné hodnoty. Naměřené hodnoty všech hybridů inklinovaly k hodnotě 77 % což odpovídá tolerované proměnlivosti, kterou ve svém výzkumu uvádějí autoři Ledvinka et al. (2002) „hodnoty indexu klasického vejčitého tvaru odpovídající standardnímu vejci nabývají hodnoty 75 %, přičemž u běžných konzumních vajec může docházet k tvarové proměnlivosti v rozpětí od 63 % do 85 %“. Také autoři Narushin et al. (2004) zmiňují ve svém výzkumu, minimální hodnotu indexu tvaru vejce, která je 75 % a více pro dosažení co nejnižšího výskytu prasklin a rozbití vajec. Naše měření je svými výsledky v rozporu s autory Alsobayet et al. (2011), kteří ve svém výzkumu poukazují na všeobecně průměrně nižší index tvaru u bílých vajec (cca 74,55 %) v porovnání s hnědými vejci (cca 76,14 %). Dle autorů Samiullah et al. (2015) by měla bíle zbarvená vejce dosahovat nižších hodnot indexu tvaru vejce oproti hnědým vejcím. Toto tvrzení se nepotvrdilo. Vylučuje jej hnědovaječný hybrid Isa Dual, který měl nejnižší hodnoty indexu tvaru vejce (72 %) v našem pozorování, a tudíž se nacházel v žebříčku hodnot pro tento ukazatel pod bělovaječným hybridem, kterým byl Dekalb White (76,2 %). V rámci měření hmotnosti bílku dominoval hnědovaječný hybrid Bovans Brown, druhý v pořadí byl hnědovaječný hybrid ISA

Dual a nejnižších hodnot dosahoval bělovaječný hybrid Dekalb White. Autoři Ledvinka et al. (2002c) Ve svém výzkumu poukazují na existenci vysoké pozitivní korelace mezi hmotností vejce a jeho jednotlivých komponent. Zejména pak žloutku a bílku. Naše zjištění je v částečném rozporu s touto studií, jelikož jedinci, kteří dosahovali znatelně nejvyšší hmotnosti vajec, (Bovans Brown 64,37 g a ISA Dual 64,25 g) nedominovali vždy v hmotnostních parametrech žloutku a bílku ve stejném pořadí, tak jako u hmotnosti vajec. Například zcela potvrzující studií je hmotnost bílku, která se snižovala ve stejném pořadí jako samotná hmotnost vajec. U hmotnosti žloutku však došlo ke změně pořadí, kdy ISA Dual, která dosahovala druhé nejvyšší hmotnosti vajec, zde u tohoto ukazatele dominovala a Bovans Brown s nejtěžšími vejci dosahoval prostřední hodnoty hmotnosti žloutku. Průkazně nejvyšších hodnot indexu bílku dosáhl Dekalb White 10,02. ISA Dual a Bovans Brown, vykazovaly téměř totožné hodnoty indexu tvaru bílku 8,12 (ISA Dual) a 8,01 (Bovans Brown). Pro Haughovy jednotky byl zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p = 0,015$ ). Hodnoty HU by měly u čerstvých vajec být na úrovni 72 jednotek (Tůmová et al. 2009). Vejce od sledovaných hybridů dosahovaly značně vyšších hodnot HU, než uvádí autoři Tůmová et al. (2009). Nejvyšší hodnotu HU vykazoval zástupce bělovaječných hybridů Dekalb White (88,49). Autoři Zita et al. (2016), poukazují na znatelný rozdíl mezi bílými a hnědými vejci v rámci Haughových jednotek, kdy bílá vejce dosahují statisticky vyšších hodnot což se potvrdilo i v našem měření. Podobné výsledky našli také Rayan et al. (2013), kteří zjistili, že bělovaječné nosnice dosahují signifikantně vyšších hodnot Haughových jednotek. Studii od autorů Rayan et al. (2013) potvrzuje naše měření pouze z části, a to v rámci Haughových jednotek, které má nejvyšší Dekalb White. Bovans Brown a ISA Dual měli navzájem téměř totožné hodnoty Haughových jednotek (80,19 a 81,18). Konzumní vejce by se měla během skladování svými hodnotami pohybovat v rozmezí 60–72 jednotek. Dle technologické dokumentace by měl bělovaječný hybrid Dekalb White dosahovat v dobře řízeném chovu 80 jednotek HU. V našem měření sledovaní jedinci tuto hranici s přehledem překročili o celých 8 a ½ jednotek. (Anonym 2018a). Pro zbývající dva hnědovaječné hybridy technologické dokumentace vymezují hodnoty HU v rozsahu 80 (Bovans Brown) a 82 (ISA Dual) (Anonym. 2018 b, c). Pouze Bovans Brown dosáhl svými výsledky (80,19) garantovaných hodnot HU uvedených v produkčních materiálech pro tyto nosnice. Isa Dual zaostával pod garantovanou hranicí zhruba o jednu jednotku (81,18). Podíl bílku u sledovaných skupin nosnic se pohyboval v rozsahu 59–60 % z podílu (hmotnosti) celého vejce, což odpovídá výsledkům autorky Hejlová (2001), která ve své publikaci uvádí, že hmotnost bílku činí asi 56-60 % hmotnosti vejce. Největší podíl bílku vykazoval hybrid Bovans Brown

(62,05 %). Druhý nejvyšší výsledek v měření byl zjištěn u hybridu Dekalb White (60,18 %). Nejnižší výsledek dosáhl hybrid ISA Dual (59,57 %). Autoři Silversides et al. (2000) ve svém výzkumu došli k závěru, že účinky genotypu byly významné pro všechny ukazatele vnitřní kvality vajec. Vejce od hnědovaječných nosnic měly větší podíl bílku. Dekalb White, zástupce bělovaječných hybridů v ukazatelích podílu bílku dosahuje vyšších hodnot než hnědovaječný hybrid ISA Dual. V rámci hmotnosti žloutku výrazně dominoval svými výsledky hnědovaječný hybrid ISA Dual, který vykazoval průměrnou hmotnost žloutku 19,38 g. Hybridy Bovans Brown a Dekalb White dosáhli navzájem téměř totožných výsledků hmotnosti v měření a to 17,53 g a 17,25 g. Autoři Joseph et al. (2000) uvádějí, že podíl žloutku představuje asi 32 % z celého vejce. Při našem měření jsme dosáhli nižších hodnot podílu žloutku pohybující se v hodnotách od 27 do 30 %. Rayan et al. (2013) ve svém výzkumu zjistil, že vejce s bílou skořápkou vykazují větší hmotnost žloutku v porovnání s hnědými vejci. Tato studie je v antagonistickém postavení vůči našemu zjištění, které je založeno na protikladném výsledku, kdy bylo zjištěno, že nejvyšší hmotnost žloutku dosahují právě hnědá vejce. Autoři Halaj et al. (1998) potvrzují svým výzkumem naše výsledky a uvádějí, že hnědá vejce mají větší hmotnost žloutku. U indexu žloutku nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Mírně zvýšené hodnoty oproti zbývajícím dvěma hybridům vykazoval Bovans Brown. Taktéž u barvy žloutku nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Hodnoty všech hybridů se téměř nelišily. Ačkoliv průkaznost u tohoto ukazatele nebyla zjištěna a číselný rozptyl mezi skupinami se pohybuje v rámci dvou desetín, jak je zřejmé z Tabulky č. 5, že bělovaječný hybrid Dekalb White má nižší hodnotu barvy žloutku oproti zbývajícím dvěma hnědovaječným hybridům. Studie, kterou ve své publikaci uvádí Zita et al. (2016) poukazuje na to, že ačkoliv je barva žloutku ovlivněna zejména výživou tak v některých studiích je poukazováno na tmavší zbarvení žloutku u hnědovaječných nosnic což se projevilo i v našem měření. Právě jedna z těchto studií, která uvádí, že hnědovaječné nosnice mají tmavší barvu žloutku v porovnání s bělovaječnými nosnicemi pochází od autorů El-sheikh et al. (2014). Průkazně nejvyššího podílu žloutku ve vejci dosahovali zástupci hybridu ISA Dual (30,20 %). Dále Dekalb White (28,94 %) a nejnižší podíl žloutku byl zaznamenán u jedinců Bovans Brown (27,27 %). Autoři Silversides et al. (2000) ve svém výzkumu došli k závěru, že účinky genotypu byly významné pro všechny ukazatele vnitřní kvality vajec. Vejce od hnědovaječných nosnic měla méně žloutku. Halaj et al. (1998) zdůrazňuje, že s růstem hmotnosti vejce se konstantně mění i jednotlivé poměry, respektive hmotnosti jeho části. Poukazuje na to, že když dojde ke zvýšení hmotnosti vejce o 1 g dojde zároveň k nárůstu hmotnosti bílku o 0,532 g, také skořápky o 0,027 g a v poslední řadě žloutku o 0,441 g. Hejlová (2001) ve své publikaci uvádí, že podíl

žloutku by měl představovat 30 % z hmotnosti vejce. Dle našich zjištěných hodnot této hranice dosáhli zástupci pouze jediného nosného hybridu (ISA Dual). Zbylí dva hybridy byli pod touto hranicí. Autoři Rayan et al. (2013) zjistili, že bělovaječné nosnice dosahují signifikantně vyšších hodnot podílu žloutku v porovnání s hnědovaječnými nosnicemi. Tato studie je v přímém rozporu s naším měřením, ve kterém bělovaječný hybrid Dekalb White dosahuje horších výsledků než hnědovaječný hybrid ISA Dual. V parametru barvy skořápky byla potvrzena očekávaná rozdílnost mezi hnědovaječnými a bělovaječnými hybridy. Pro hodnotu pevnosti skořápky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Mírné rozdílnosti, která nebyla nikterak statisticky významná, dosáhl hnědovaječný hybrid ISA Dual. Je potřeba však říci, že pevnost skořápky jednotlivých hybridních nosnic přímo korelovala s jejich tloušťkou. Vejce, u kterých byla naměřena větší tloušťka skořápky signifikantně dosahovala i vyšších parametrů pevnosti. Tento poznatek popisuje autor Ledvinka (2002 a) „Mezi tloušťkou skořápky a pevností existuje vysoká pozitivní korelace v rozmezí 0,92 – 0,97 v závislosti na genotypu“. V rámci našeho analyzování výsledků bylo dále zjištěno, že hnědovaječní hybridy nedosahují pokaždé vyšší pevnosti a hmotnosti skořápky v porovnání s bělovaječnými hybridy. Toto zjištění je však v rozporu s výzkumem autorů Samiullah a Roberts (2015), kteří ve své publikaci poukazují na to, že vejce s hnědou skořápkou vykazují větší hmotnost a pevnost skořápky v porovnání s bílými vejci. Také pro hmotnost skořápky, tloušťku skořápky a podíl skořápky nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Hodnoty všech hybridů vykazovaly zanedbatelnou variabilitu hodnot u těchto znaků. Autoři El-Sheikh et al. (2014) ve své práci zaznamenali u hnědovaječných nosnic vyšší hmotnost skořápky v porovnání s bělovaječnými nosnicemi. Také autoři Jones et al. (2010) a Ledvinka et al. (2000) ve svých výzkumech došli ke stejnému výsledku dominance hnědovaječných hybridů v parametru hmotnosti skořápky. Rovněž naše měření potvrzuje prezentované výsledky předchozích autorů, jelikož námi sledovaný, bělovaječný hybrid Dekalb White, dosahoval nejnižší hmotnosti skořápky z celé skupiny sledovaných nosnic. Dalším předmětem mnoha studií byla tloušťka skořápky. Autoři El-Sheikh et al. (2014) prezentují ve svých výzkumech větší tloušťku skořápky u hnědovaječných nosnic v porovnání s bělovaječnými nosnicemi. K obdobným výsledkům dospěli také autoři Jones et al. (2010). K protikladnému závěru došel Skřivan (1990), při pozorování hnědovaječných nosnic Moravia SSL a bělovaječných nosnic Shaver Starcross 288. Hnědovaječné nosnice v jeho výzkumu dosahovaly tenčí skořápky v porovnání s bělovaječnými nosnicemi. V našem sledování jsme nenalezli významný vztah mezi zbarvením vejce a tloušťkou skořápky. Tak jako v parametrech podílu skořápky vylučuje tyto studie svými výsledky bělovaječný hybrid Dekalb White, který dosahuje vyšších hodnot

v parametru tloušťky skořápky než hnědovaječný hybrid, ISA Dual naopak v porovnání s druhým hnědovaječným hybridem Bovansem Brownem dosahuje nižších hodnot. Další výzkumy poukazují na vyšší podíl skořápky u hnědých vajec v porovnání s bílými vejci. Právě k tomuto závěru dospěli během svých sledování autoři Rayan et al. (2013) a El-Sheikh et al. (2014). Antagonistický postoj zaujímá studie od autora Skřivan (1990), který ve svém výzkumu sledoval vztahy mezi hnědovaječnými nosnicemi Moravia SSL a bělovaječnými nosnicemi Shaver Starcross 288. Výsledkem této studie bylo zjištění, že hnědovaječné nosnice dosahovaly nižšího podílu skořápky v porovnání s bělovaječnými nosnicemi. Autoři Silversides et al. (2000) ve svém výzkumu došli k závěru, že účinky genotypu byly významné pro všechny ukazatele vnitřní kvality vajec. Vejce od hnědovaječných nosnic měla větší podíl skořápky. V našem sledování jsme nenalezli spojitost mezi barvou vejce a podílem skořápky. Bělovaječný hybrid Dekalb White dosahoval podílu skořápky 9,79 % což je prostřední hodnota mezi dvěma hnědovaječnými hybridy Bovanse Browna (9,92 %) a ISA Dual (9,33 %). Dle autorů Ledvinka et al. (2002c), kteří ve svém výzkumu poukazují na existenci vysoké pozitivní korelace mezi hmotností vejce a jeho jednotlivých komponent by se měl podíl skořápky paralelně zvyšovat. V našich výsledcích se však hodnoty podílů skořápky pro jednotlivé skupiny nosnic nenacházejí ve stejném pořadí tak jako hodnoty pro hmotnosti vajec. Pouze zástupci hybridu Bovanse Browna odpovídají svými výsledky tezi této studie, když dominují jak v rámci hmotnosti vajec, tak v podílu skořápky nad zbývajícími dvěma skupinami nosnic. Isa Dual, která se v parametru hmotnosti vajec nachází na druhém místě v žebříčku před Dekalb White, vykazuje nejnižší podíl skořápky.

## 8 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala vlivem genotypu nosnic na technologickou kvalitou vajec. Na základě analýzy výsledků této práce byl potvrzen vztah mezi genotypem a některými technologickými parametry vajec a snáškou. Zejména zde byla prokázána významná rozdílnost v parametru hmotnosti vajec a Haughových jednotek mezi hnědovaječnými a bělovaječnými nosnými hybridy. Značná diference byla zaznamenána také u některých kvalitativních ukazatelů skořápky. Zástupci hnědovaječných hybridů ISA Dual a Bovans Brown v parametru hmotnosti skořápky vykazovaly vyšší hodnoty v porovnání s bělovaječným zástupcem (Dekalb White). V parametru hmotnosti vajec dominoval hnědovaječný hybrid Bovans Brown. Naopak nejnižší hmotnost vajec byla zaznamenána u bělovaječného hybridu Dekalba Whitea. V parametru Haughových jednotek však zástupce bělovaječných hybridů Dekalb White dominoval před ostatními hnědovaječnými nosnicemi.

Hnědovaječný hybrid Bovans Brown všeobecně dominoval ve většině kvalitativních ukazatelích. Krom již zmíněné hmotnosti vejce a hmotnosti skořápky to byly také další parametry jako, index tvaru vejce, hmotnost bílku, index žloutku, barva žloutku, tloušťka skořápky, podíl skořápky a podíl bílku. Zbývající dva hybridy dominovaly ve sledovaných ukazatelích: dvakrát (ISA Dual) a třikrát (Dekalb White). Isa Dual vykazoval nejvyšší hodnoty v parametrech podílu žloutku a hmotnosti žloutku. Dekalb White dominoval v ukazatelích Indexu bílku, barvě skořápky a pevnosti skořápky, dále také vykazoval nejvyšší počet snesených vajec během snáškového období.

Z výsledků této práce lze usuzovat, že genotyp hraje v problematice kvality vajec a samotné produkce důležitou roli. Z tohoto hlediska je důležité, aby v chovech bylo zajištěno optimálních chovatelských podmínek v souladu s potřebami chovaných hybridních zástupců. Ve sledovaném systému chovu, který byl aplikován v rámci našeho měření vykazoval průměrně nejlepší hodnoty hnědovaječný hybrid Bovans Brown.

## 9 Literatura

Alsobayel AA, Albadry MA. 2011. Effect of storage period and strain of layer on internal and external quality characteristics of eggs marketed in Riyadh area. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. **10**: 41–45.

Anonym. 2018a. Dekalb White Manual. Available from <https://www.integrazabcice.cz/cs/produkty/dekalb-white-cz/> (february 2019).

Anonym. 2018b. Bovans Brown produktový leták cs. Available from <https://www.bovans.com/en/product/bovans-brown/> (february 2019).

Anonym. 2018c. ISA Dual produktový leták cs. Available from <https://docplayer.cz/28642953-Isa-dual-prirozene-systemy-obsah-uvod-uvod-3-chov-isa-6-tabulka-odchovu-pro-kurice-8-tabulka-odchovu-pro-kohouty-9-graf-odchovu-kuric-10.html> (february 2019).

Anonym. 2004d. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 208 ze dne 26. dubna 2004, o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat. Pages 12306-12358 in *Sbírka zákonů České republiky, 2004, částka 69*. Česká republika.

Appleby MC., Mench JA., Olsson IAS., Hughes BO. 2011. *Animal Welfare*. CABI. USA.

Boháčková B. 2014. *Vejce*. Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny. Praha.

Cassey P, Portugal SJ, Maurer G, Ewen JG, Boulton RL, Hauber ME, Blackburn TM. 2010. Variability in Avian Eggshell Colour. *Journal pone*. **5**: 10.

Carmen R, George J. 1988. *Poultry meat and egg production*. Van Nostrand Reinhold Co.

Cole DJA, Haresign W. 2013. *Recent Advances in Animal Nutrition*. Elsevier Weaver S. 2011. *Chickens: tending a small-scale flock*. Hobby Farm Press. Calif.

Damerow G. 2017. Storey's guide to raising chickens: breed selection, facilities, feeding, health care, managing layers & meat birds. Storey Publishing. North Adams.

Donald D, William D. 2002. Commercial Chicken Meat and Egg Production. Kluwer Academic Publishers.

Drowns G. 2012. Storey's guide to raising poultry: chickens, turkeys, ducks, geese, guineas, game birds. Storey. North Adams.

El-Sheikh TM, Abdel-Kareem AAA, Youn S. 2014. Egg quality traits and shell microbial contaminations in two commercial layer strains affected by flock age and storage period. Conference: 7th International Poultry Conference. Red Sea – Egypt

Goldsmith B. What Is Hybrid Poultry. 2012. PUBLIC-HEALTH. Available from <https://www.farmforward.com/#!/blog?blogid=what-is-hybrid-poultry> (accessed february 2019).

Gous R, Morris TR, Fisher C. 2006. Mechanistic modelling in pig and poultry production. Cambridge. UK.

Hejlová Š. 2001. Hygiena a technologie vajec a vaječných výrobků. Ivan Straka. Újezd u Brna.

Hendrix Genetics BV. 2019. Available from <https://www.integrazabcice.cz/cs/odborn%C3%A9/layer-genetics-cz/>. accessed February 2019).

Hidalgo A, Rosii M, Clerici F, Ratti S. 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from diferent housing systém. Food chemistry. **3**: 1031-1038

Hincke MT. 2012. The eggshell. Frontiers in Bioscience. Frontiers in Bioscience **17**: 1266-1280.



Hunton P. 2005. Research on eggshell structure and quality. *Brazilian Journal of Poultry Science*. **7**: 67-71.

Jacob RD, Miles and Mather FB, Jacob JP, Richard D. Miles F, Mather B. 2011. Egg Quality. Animal Sciences Department. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Available from <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/42/62/00001/PS02000.pdf>. accessed February 2019).

Jedlička M. 2018. *Náš Chov*. Profi Press. Available from <https://naschov.cz/jak-zlepsit-kvalitu-skorapky-vajec/> (accessed february 2019).

Jedlička M. 2016. *Náš Chov*. Profi Press. **7**: 23-24

Jones D.R., Anderson KE, Thesmar HS. 2010. Physical quality and composition of retail shell eggs. *Poult. Sci.* **89**: 582-587.

Joseph NS, Robinson FE, Korver DR, Renema RA. 2000. effect of dietary protein intake during the pullet-to-breeder transition period on early egg weight and production in broiler breeders. *Poult. Sci.* **12**: 1790- 1796

Jeffrey AC, Graham CW, Sergio F. 2007. *Optimum Egg Quality*. 5M Publishing. USA.

Kulíková L. 2007. *Zdravotní problematika v chovech nosnic*. Available from [file:///C:/Users/Adam-pc/Desktop/zdravotni\\_problematika\\_nosnic.pdf](file:///C:/Users/Adam-pc/Desktop/zdravotni_problematika_nosnic.pdf) (february 2019).

Ledvinka Z, Klesalová L. 2002a. Faktory ovlivňující kvalitu vaječné skořápky. *Náš chov*. **8**. 48.

Ledvinka Z, Klesalová L. 2002b. Hmotnost vajec a faktory, které ji ovlivňují. *Náš chov*. **7**. 54.

Ledvinka Z, Klesalová L. 2002c. Faktory ovlivňující kvalitu žloutku a bílku. *Náš chov*. **9**. 56.

Mikšík I. 2014. Skořápka vajec. *Sluka*. **10**: 49–56.

Milisits GE, Szentirmai TDZ, Budai JU. 2015. Effect of starting body fat content and genotype of laying hens on the changes in their live weight, body fat content, egg production and egg composition during the first egg-laying period. *British poultry science*. GB. **56**: 666-672.

Narushin VG, van Kempen TA, Wineland MJ, Christensen VL. 2004. Comparing Infrared Spectroscopy and Egg Size Measurements for predicting Eggshell Quality. *Biosystems Engineering*. **3**: 367-373

Papešová L. 2000. Vliv moderní výživy a některých dalších faktorů na výrobu vajec a její ekonomiku. **6**. 70.

Prombergerová I. Ifauna. 2008. Available from <https://www.ifauna.cz/drubez/clanky/r/detail/6474/rodajlendky/> (february 2019).

Příkryl M. 2012. Chov nosnic pro produkci konzumních vajec: technologické systémy uplatňující standardy pro ochranu nosnic. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha

Rajkumar U, Sharma RP, Rajaravindra KS, Niranjana M, Reddy BLN, Bhattacharya TK. 2009. Effect of Genotype and Age on Egg Quality Traits in Naked Neck Chicken under Tropical Climate from India. *International Journal of Poultry Science* **8** (12): 1151-1155.

Rayan GN, Mahrous MY, Galal A, El-Attar AH. 2013. Study of some productive performance and egg quality traits in two commercial layer strains. *Poult. Sci.* **2**: (357-369).

Reece WO, Rowe EW. 2017. Functional anatomy and physiology of domestic animals. Hoboken. NJ.

Roberts JR. 2004. Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *The Journal of Poultry Science*. **3**: 161-177

Roland R. 2014. Leghorn Chickens. Leghorn Chickens As Pets. Amazon Digital Services. USA.

Samiullah S, Roberts JR, Chousalkar K. 2015. Eggshell color in brown-egg laying hens. *Poultry Science*. **94**(10): 2566-75.

Skřivan M, Mandák K, Tůmová E, Orlíková Z. et al. 1988. Užitkovost kontrastních hybridů nosnic z hlediska efektivnosti výroby vajec v ČSSR. VSZ-AF. Praha.

Skřivan M. 1990. Výkonnost kontrastních typů slepic z hlediska velkoobchodu vajec. VŠZ. Praha.

Solomon SE. 2010. Strength, structure and function. *British Poultry Science*. **51**: 52-59.

Stratil A. 1978. Genetika a reprodukce v teorii a praxi. *Náš chov*. **3**. 98-100.

Tůmová E, Englmaierová M, Ledvinka Z, Charvátová V. 2011. Interaction between housing system and genotype in relation to internal and external egg quality parameters. *Czech Journal of Animal Science*. **56**. 490-498.

Tůmová E, Skřivan M, Englmaierová M, Zita L. 2009. The effect of genotype, housing system and egg collection time on egg quality in egg type hens. *Czech University of Life Sciences in Prague*. **1**: 17–23. Czech Republic

Tůmová E, Englmaierová M, Ledvinka Z. 2009. Skladovatelnost vajec z různých systémů ustájení. Česká zemědělská univerzita. Praha.

Visscher J. Hendrix Genetics BV. Netherlands. 2018. Available from <https://www.dekalb-poultry.com/en/product/dekalb-white/> (february 2019).

Yang HM, Wang ZY. 2009. Study on the relationship between eggshell colors and egg quality as well as shell ultrastructure in Yangzhou chicken. *African Journal of Biotechnology*. **8**: (12) 2898-2902.

Nys Y, Bain M, Immerssel E. 2011. Improving the safety and quality of eggs and egg products. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition. Oxford.

Základy chovu kura domácího. 2015. Martina Lichovníková. Available from [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=4585&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4585&typ=html) (february 2019).

Zita L, Ledvinka Z. 2016. Kvalita vajec s bílou a hnědou barvou skořápky. *Drůbežář* **10**: 18-19.

## 10 Seznam Tabulek a grafů

Tabulka č. 1 Funkce různých úseků vejcovodu.....	9
Tabulka č. 2 Hmotnostní třídění vajec.....	11
Tabulka č. 3 Výsledky snášky.....	28
Tabulka č. 4 Ukazatelé kvality bílku .....	30
Tabulka č. 5 Ukazatelé kvality žloutku.....	31
Tabulka č. 6 Ukazatelé kvality skořápky .....	31
Graf č. 1 Hmotnost vejce .....	29
Graf č. 2 Index tvaru vejce.....	29