

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv genotypu na snášku a kvalitu vajec slepic nosného  
typu**

**Bakalářská práce**

**Václav Hron  
Speciální chovy**

**prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.**

**© 2021 ČZU v Praze**



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv genotypu na snášku a kvalitu vajec slepic nosného typu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3. 5. 2021

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé bakalářské práce prof. Ing. Evě Tůmové, CSc. za trpělivost, vstřícný přístup, odborné vedení a všestrannou pomoc při psaní bakalářské práce.

# Vliv genotypu na snášku a kvalitu vajec slepic nosného typu

## Souhrn

Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv genotypu na snášku a kvalitu vajec u genotypů s různou barvou skořápky. Z přehledu literatury je patrné, že genotyp nebo jeho interakce s dalšími vlivy má zásadní vliv na produkci a technologickou kvalitu vajec. Hmotnost vajec dosahovala nejvyšších hodnot u hnědovaječných genotypů chovaných v klecovém systému ustájení a u genotypů s krémovou skořápkou v chovu podestýlkovém. Rozdíly byly nalezeny i u pevnosti skořápky. Vejce s nejpevnější skořápkou produkovaly hnědovaječné genotypy, s nižší pevností bělovaječné genotypy a nejnižších hodnot dosahovali hybridů s krémovou skořápkou. Haughovy jednotky a zbarvení žloutku dosáhly nejvyšších hodnot u genotypů s krémovou skořápkou. Nebyl nalezen zásadní vliv genotypu na index žloutku a výskyt krevních a masových skvrn. Nejvyšší produkce vajec dosahovaly genotypy s hnědou skořápkou. Rozdíly byly nalezeny i v době snesení. Hnědovaječné genotypy snášely vejce v nejkratším intervalu po rozsvícení v hale, později bělovaječné genotypy a v nejdelším intervalu genotypy s krémovou skořápkou. Z rešerše je patrné, že by chovatelé při výběru genotypu nosnice do chovu měli pamatovat na to, že genotyp není jediným faktorem, který působí na produkci vajec. Téměř u všech hodnocených parametrů byl nalezena významná interakce genotypu s dalšími vlivy. Pro zachování maximální produkce a kvality vajec je zásadní znalost těchto interakcí a jejich implementace do chovu.

**Klíčová slova:** slepice, nosný typ, snáška, kvalita vajec

# **The effect of genotype on egg production and egg quality of laying hens**

## **Summary**

The aim of the bachelor thesis was to assess the influence of genotype on the laying and quality of eggs in genotypes with different shell colors. A review of the literature shows that the genotype or its interaction with other factors has a major impact on the production and technological quality of eggs. The weight of eggs reached the highest values in the brown-egg genotypes reared in the cage system and in genotypes with tinted shells on litter system. Differences were also found in the strength of the shell. Eggs with the strongest shell produced brown egg genotypes, lower strength white egg genotypes and the lowest values were reached by hybrids with tinted shell. Haugh units and yolk color were the highest in tinted shell genotypes. No significant effect of genotype on yolk index and occurrence of blood and meat stains was found. The highest egg production was achieved by brown shell genotypes. Differences were also found at the time of the oviposition. Brown-egg genotypes laid eggs in the shortest interval after lighting on, later white-egg genotypes and in the longest interval genotypes with a tinted shell. From the research, it is clear that breeders when choosing the genotype of the laying hen for breeding should keep in mind that the genotype is not the only factor that affects the production of eggs. Significant interaction of genotype with other influences was found in almost all evaluated parameters. To maintain the maximum production and quality of eggs, knowledge of these interactions and their usage in production system is essential.

**Keywords:** hen, laying hen, egg production, egg quality

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Snáška a její hodnocení .....</b>	<b>11</b>
	Intenzita snášky .....	12
	Perzistence snášky .....	12
	Snáška na počáteční stav nosnic .....	12
	Ovipozice .....	13
<b>3.2</b>	<b>Způsoby hodnocení kvality vajec .....</b>	<b>13</b>
3.2.1	Vejce a jeho komponenty .....	13
	Žloutek.....	13
	Bílek.....	14
	Podskořápečné blány .....	14
	Skořápka.....	14
	Kutikula.....	14
3.2.2	Hodnocení vnějších vlastností vajec .....	15
	Hmotnost vejce .....	15
	Tvar vejce.....	15
	Pevnost skořápky .....	16
	Stáří vajec.....	17
3.2.3	Hodnocení vnitřních vlastností vajec.....	17
	Index bílku.....	17
	Haughovy jednotky .....	18
	Index žloutku .....	18
	Barva žloutku.....	19
	Krevní a masové skvrny.....	19
<b>3.3</b>	<b>Vliv genotypu na snášku a kvalitu vajec .....</b>	<b>20</b>
3.3.1	Genotypy s hnědou skořápkou .....	20
	ISA Brown.....	20
	Hisex Brown .....	20
	Dominant hnědý.....	20
	Lohmann Brown .....	20

Bovans Brown .....	21
3.3.2 Genotypy s bílou skořápkou .....	21
Hisex white.. .....	21
Lohmann LSL .....	21
Dekalb White .....	21
3.3.3 Genotypy s krémovou skořápkou .....	21
Dominant Tinted D723 .....	21
Moravia BSL .....	21
3.3.4 Vlastní vliv genotypu na snášku a kvalitu vajec .....	22
Snáška.....	22
Ovipozice.....	22
Hmotnost vajec.....	23
Tvar vejce.....	23
Pevnost skořápký .....	24
Haughovy jednotky .....	24
Barva žloutku .....	24
<b>4 Závěr .....</b>	<b>26</b>
<b>5 Literatura.....</b>	<b>28</b>
<b>6 Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>



# 1 Úvod

Vejsce jsou jedním z nejbohatších zdrojů živin, které jsou nepostradatelné v lidské výživě. Obsahují látky, které chrání organismus člověka před nemocemi z nedostatku některých živin.

Česká republika patří mezi významné producenty vajec. V roce 2019 došlo k navýšení produkce vajec oproti předchozímu roku o 3 % na 2,3 miliardy kusů. Se zvýšením produkce se zvyšuje i spotřeba vajec, ta by podle odhadů měla v roce 2020 dosahovat 260 kusů na obyvatele.

Zvyšující se poptávka po vejcích je způsobena jejich využitím v lidské výživě, ale i kosmetickém a farmaceutickém průmyslu.

Dnešní chovy umožňují vysokou rentabilní produkci vajec, ve které nosnice dosahují průměrné snášky 306 vajec na nosnici. Při takto vysoké produkci je důležitá i vysoká kvalita vajec.

Velká pozornost je věnována kvalitě skořápky. Při jejím porušení hrozí mikrobiální kontaminace obsahu vejce a takováto vejce nelze pro lidskou výživu využít. Porušení skořápky způsobuje i rozsáhlé problémy při balení a distribuci vajec ke spotřebitelům.

Kvalita vejce se určuje především kvalitou bílku, kde za nejdůležitější ukazatel považujeme Haughovy jednotky.

V České republice je zájem především o hnědá vejce, což také podmiňuje vyšší zastoupení hnědovaječných hybridů v našich chovech. V roce 2019 bylo u nás chováno 9,4 miliónu nosnic z čehož zhruba 84 % tvořily genotypy produkující vejce s hnědou skořápkou.

## **2 Cíl práce**

Genotyp slepic je jedním z hlavních faktorů ovlivňujících užitek a kvalitu vajec. Cílem práce je posoudit rozdíly mezi bělovaječnými, hnědovaječnými genotypy a genotypy s krémovou skořápkou ve vztahu ke snášce, hmotnosti vajec, vnitřní a vnější kvality vajec.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Snáška a její hodnocení

Snáška probíhá v sériích. Série je počet dnů, kdy nosnice snáší vejce každý den bez přestávky. Mezi jednotlivými sériemi ve snášce je přestávka neboli interval. Ten by se dal charakterizovat jako počet dní, kdy nosnice vejce nesnáší. Velikost přestávky i série je dědičná. Snáška probíhá ve třech fázích. První fáze začíná pohlavní dospělostí a trvá přibližně 20 – 24 týdnů. Při této fázi má snáška vysokou intenzitu a nosnice se nachází na vrcholu snášky. Fáze končí mírným poklesem snášky. Následná druhá fáze trvá přibližně 20 týdnů. Snáška dosahuje stále vysokých hodnot i když intenzita snášky mírně klesá. V této fázi nosnice snáší v dlouhých sériích s krátkými intervaly. Poslední třetí fáze je dlouhá zhruba 20 týdnů. Dochází ještě k většímu snížení počtu snesených vajec. Série se zkracují a přestávky mezi sériemi se prodlužují (Ledvinka et al. 2011). Jeden z faktorů, který ovlivňuje snášku je světelný režim. Pro dosažení vysoké snášky je zapotřebí délka světelného dne alespoň 14 hodin. Barva světla není rozhodující, avšak v dnešních chovech se využívá bílého nebo žlutého světla. Je možné využít světla červeného, které snižuje kanibalismus mezi jednotlivými nosnicemi. Pokud ale bylo při odchovu kuřic využito bílého světla a v chovu nosnic použijeme světlo červené dojde k poklesu snášky. Jako jeden z dalších faktorů ovlivňující snášku je teplota. Jako optimální teplota využívaná v moderních chovech je teplota okolo 20 °C, přičemž při snížení teploty o 0,5 °C dochází k poklesu produkce 0,5 vejce za rok a nosnici. Pro co nejvyšší snášku je důležitá konstantní teplota, ta by neměla klesnout pod již dříve uvedenou teplotu. Stejně jako nízké teploty snášku ovlivňují i teploty vysoké. Při teplotách nad 30 °C dochází k vyšším nárokům na výživu a tím k výraznému snížení snášky (Skřivan et al. 2000). Věk nosnice také úzce ovlivňuje snášku, konkrétně délku série, přičemž s přibývajícím věkem se délka série zkracuje, což je způsobeno pomalejším dozráváním folikulů na vaječniku nosnice (Zakaria 1999). Ketta et al. (2020) naznačují, že hladina vápníku v krmivu měla vliv na snášku. Nosnice krmené krmivem s obsahem vápníku 3,5 % měly vyšší produkci oproti nosnicím, jimž bylo zkrmováno krmivo s 3% obsahem vápníku. Podle výsledků studie Lacin et al. (2008) má hmotnostní skupina nosnice vliv na produkci vajec. Uvádějí, že nosnice s vyšší tělesnou hmotností produkují větší množství vajec než nosnice nižších hmotnostních kategorií. Zároveň poukazují na pozitivní korelaci mezi vyšší tělesnou hmotností nosnice a hmotností vajec, ale zároveň na negativní korelaci s vyšší tělesnou hmotností a produkcí vajec.

Základem pro hodnocení snášky je pečlivá denní evidence snesených vajec, počtu nosnic, případně počet krmných dní (Ledvinka et al. 2011). Úroveň snášky je jedním z hlavních faktorů, který se řeší při šlechtění drůbeže. Šlechtitelé kontrolou snášky zjišťují aktuální užitkovost daného genotypu. Hodnocení snášky je řešeno i v rámci užitkových chovů, kde se hodnocením snášky zjišťuje rentabilita chovaného hejna (Anonym 2021k).

### **Intenzita snášky**

Intenzita snášky je jedním z důležitých ukazatelů hodnotící snášku. Využívá se vypočet intenzity za jednotlivé fáze snášky nebo za celý snáškový cyklus. Jedná se o poměr počtu snesených vajec a počtu krmných dnů. Je vyjádřena v procentech (Zapletal et Macháček 2015). Vzhledem k tomu, že tento ukazatel nezahrnuje úhyn, využívá se spíše pro hodnocení kratších období snášky (Ledvinka et al. 2011). Intenzitu snášky vyjadřuje následující vzorec.

$$\text{Intenzita snášky} = \frac{\text{počet snesených vajec}}{\text{počet krmných dnů}} * 100$$

### **Perzistence snášky**

Perzistence snášky se vyjadřuje ve dnech a vyjadřuje počet dní od snesení prvního vejce po začátek přepeřování, kdy dochází k fyziologickému ukončení snášky (Zapletal et Macháček 2015).

### **Snáška na počáteční stav nosnic**

Vyjadřuje počet vajec na počáteční stav nosnic. Výhodou tohoto ukazatele je ten, že zohledňuje i mortalitu nosnic v chovu (Zapletal et Macháček 2015). Tento ukazatel se nejčastěji využívá k posuzování snášky za celý snáškový cyklus (Ledvinka et al. 2011). Snáška na počáteční stav je vyjádřena následujícím vzorcem.

$$\text{Snáška na počáteční stav} = \frac{\text{počet vajec}}{\text{počáteční stav}}$$

## Ovipozice

Ovipozice neboli doba snesení vejce je rozložení snášky během dne. Vlastní dobu snesení ovlivňuje řada faktorů. Jedním z nejdůležitějších je délka světelného dne. Dále doba ovulace, sekrece luteinizačního hormonu, hormonů pohlavních a stres. Uvolnění pohlavních hormonů a luteinizačního hormonu podmiňuje délka světelného dne, protože sekrece hormonů je vázána na cirkadiánní cyklus. Uvádí se, že ke snesení vejce dochází zhruba 6 – 9 hodin po rozsvícení. Stres ovipozici ovlivňuje tím, že při jeho působení se prodlužuje interval mezi snesením jednotlivých vajec. Přibližně 70 % vajec je sneseno v ranních hodinách, konkrétně mezi 7. až 13 hodinou. Doba snesení je zároveň závislá na snesení předchozího vejce, protože s každým dalším vejcem se doba, než se snese nové vejce, prodlužuje. To nazýváme zpožděním ve snášce. Věk nosnice je dalším z faktorů, které ovipozici ovlivňují. U starších nosnic dochází ke zpoždění snášky o 30 – 60 minut. Samotná doba snesení ovlivňuje hmotnost vajec. Těžší vejce jsou snášena ráno a lehčí odpoledne. Zároveň jsou ovlivněny i další části vejce, konkrétně vejce snesená ráno mají větší hmotnost žloutku, zatímco vejce snesená v odpoledních hodinách mají více bílku a vyšší kvalitu skořápky (Ledvinka et al. 2011). Vliv věku nosnice na dobu snesení potvrzují výsledky studie Tůmové et al. (2017b), kdy se průměrná doba ovipozice s věkem zvyšovala.

## 3.2 Způsoby hodnocení kvality vajec

### 3.2.1 Vejce a jeho komponenty

Vejce je složeno ze žloutku, bílku, podskořápečných blan, skořápky a kutikuly. Obsahuje velké množství cenných látek. Bílkoviny obsažené v bílku mají nejvyšší biologickou hodnotu s porovnáním s ostatními bílkovinami přijímanými potravou. Tučky, které obsahuje žloutek jsou zastoupeny v ideálním poměru. Žloutek tvoří přibližně 30 – 35 %, bílek zhruba 52 – 58 % a skořápka tvoří nejmenší část, konkrétně 9 – 14 % (Ledvinka et al. 2011).

#### Žloutek

Žloutek má kulovitý tvar a jeho průměr je přibližně 3,5 – 4 cm. Celý žloutek je obalený vitelinní membránou. Ve středu žloutkové koule se nachází latebra, která je tvořená světlým žloutkem. Kolem latebry se pravidelně střídají vrstvy světlého a tmavého žloutku. (Stupka et al. 2013).

Barvu žloutku určuje koncentrace pigmentů ze skupiny karotenoidů, které nosnice přijímá krmivem. Pokud je koncentrace pigmentů nízká, má žloutek bledě žlutou barvu, v případě vysoké koncentrace má barvu tmavě oranžovou (Saláková 2014).

#### Bílek

Bílek se ukládá ve vrstvách okolo žloutku. Bílek má čtyři vrstvy, přičemž první vrstvu tvoří chalázový bílek. Druhou vrstvu tvoří vnitřní řídký bílek, následuje třetí vrstva tvořená vnitřním tuhým bílkem a poslední, čtvrtá vrstva, tvořená vnějším tuhým bílkem. (Ledvinka et al. 2011).

Podíl jednotlivých vrstev bílku se liší s každým vejcem. Některá vejce mají 30 % tuhého bílku, jiná vejce mohou mít až 80 % tuhého bílku. To je způsobeno dědičnou schopností slepic produkovat vejce s větším nebo menším podílem bílku, stářím vejce a teplotou skladování (Saláková 2014).

#### Podskořápečné blány

Podskořápečné blány tvoří přibližně 0,5 % hmotnosti vejce. Rozeznáváme dvě blány, které se po snesení vejce od sebe na tupém konci oddělí a tím vzniká vzduchová komůrka (Stupka et al. 2013).

#### Skořápka

Skořápku tvoří dvě vrstvy, vnitřní a vnější, vnitřní vrstva představuje jednu třetinu tloušťky skořápky a vnější vrstva tvoří dvě třetiny. Skořápka je z převážné většiny tvořená minerálními látkami, což způsobuje její pevnost (Stupka et al. 2013). Ve vnější vrstvě jsou obsaženy barviva, která určují barvu skořápky (Saláková 2014).

#### Kutikula

Kutikula je ve vodě rozpustná vrstva, složená převážně z glykoproteinů, která chrání celé vejce. Kutikula je ochranná vrstva skořápky, která brání vstupu mikroorganismů do vejce, zároveň reguluje plynnou výměnu přes skořápku. Rozsah a ukládání kutikuly je ovlivněn věkem a užitkovostí nosnic (Samiullah et Roberts 2014) a genotypem (Ketta et Tůmová 2017).

### 3.2.2 Hodnocení vnějších vlastností vajec

#### Hmotnost vejce

Tloušťka skořápky výrazně ovlivňuje hmotnost vajec, konkrétně s rostoucí tloušťkou skořápky dochází i k zvýšení hmotnosti. Zároveň výsledky studie ukazují, že hmotnost vajec byla vyšší v klecovém chovu než v chovu podestýlkovém (Ketta et Tůmová 2018). Lacin et al. (2008) uvádějí, že interakce hmotností skupiny nosnice a věku má významný vliv na hmotnost vajec. Nys et al. (2011) uvádějí pozitivní korelaci mezi hmotností nosnice a hmotností vejce. Systém ustájení nosnic téměř neovlivňuje hmotnost vajec oproti tomu interakce mezi věkem a systémem ustájení; genotypem a systémem ustájení již má významný vliv na hmotnost vajec. Oproti tomu Ledvinka et al. (2008) uvádějí, že při srovnání jednotlivých systémů ustájení byla nejvyšší hmotnost u nosnic chovaných v obohacených klecích a nejnižší u nosnic chovaných na podestýlce. Tento výsledek je v rozporu s výsledky, které uvádějí Ketta et al. (2020) v jejichž studii byla vyšší hmotnost vajec u nosnic chovaných na podestýlce než v klecích. Vliv na hmotnost vajec má i pohlavní dospělost a věk nosnice. Na začátku snášky snášejí nosnice vejce s nižší hmotností než při vrcholu a na konci snášky (Ledvinka 2003; Zita et al. 2009; Ledvinka et al. 2012; Tůmová et al. 2017b; Kraus et Zita 2019). Poměrný vliv na hmotnost vajec má doba, mezi kterou jsou jednotlivá vejce snesena. V krátkých a středních sériích nosnice produkují těžší vejce než v delších sériích, kde dochází ke snižování hmotnosti (Halaj 1983). Hmotnost ovlivňuje také výživa a technika krmení, resp. teplota prostředí. Z hlediska výživy je to především obsah bílkovin. Pokud denní příjem bílkovin klesne pod 15 g a metabolizovatelná energie pod 1 130 kJ ME dochází ke snížení hmotnosti vajec. S tím souvisí i teplota prostředí, která ovlivňuje příjem krmiva. Při teplotách vyšších než 30 °C dochází ke snížení příjmu krmiva a tím dochází ke snížení hmotnosti vajec (Halaj et Golian 2011). Důležitý faktor ovlivňující hmotnost vajec je ovipozice. Vejce snesená v ranních hodinách má vyšší hmotnost než vejce snesená v hodinách odpoledních (Tůmová et Ebeid 2005; Tůmová et al. 2017a).

#### Tvar vejce

Slepičí vejce mají nejčastěji vejčitý tvar s jedním tupým a jedním ostrým koncem. Tvar vejce vzniká při jeho tvorbě tlakem stěn vejcovodu (Saláková 2014). Tvar vajec je určen poměrem šířky a délky vejce. Tento poměr se také nazývá index tvaru a je vyjádřen následujícím vzorcem.

$$\text{Index tvaru} = \frac{\text{šířka}}{\text{výška}} * 100$$

Čím je hodnota indexu menší, tím je vejce protáhlejší. Index ideálního vejce je asi 73–74. Tvar je vajec je důležitou hodnotu pro balení vajec, jelikož jen vejce s ideálním indexem tvaru se dají transportovat ke spotřebiteli beze ztrát. V případě balení atypických tvarů vajec hrozí, že se vejce poškodí během své cesty ke spotřebiteli (Ledvinka et al. 2011). Pokud má index tvaru vyšší hodnoty je k prasknutí skořápky potřeba vyvinout větší sílu (Altuntaş et Şekeroğlu 2008). Interakce věku a hmotnostní skupiny nosnice nemá statisticky významný vliv na index tvaru (Lacin et al. 2008). Ledvinka et al. (2008) naznačují, že systém ustájení ovlivňuje tvar vajec, přičemž nosnice chované ve voliérách a na podestýlce mají vyšší index tvaru. To potvrzuje i studie Ledvinky et al. (2012), kde výsledky potvrzují, že v podestýlkových chovech byla pokládána vejce s vyšší hodnotou indexu. Zároveň naznačují, že i věk nosnic ovlivňuje tento ukazatel, přičemž stárnutím nosnic došlo k prodlužování tvaru vajec. Ke stejnému výsledku došli i Kraus et Zita (2019) v jejichž studii docházelo s přibývajícím věkem ke snižování hodnoty indexu. Délka série má také vliv na index tvaru, kdy při kratších a středních sériích bývá index vyšší než při dlouhých sériích (Halaj 1983).

#### Pevnost skořápky

Pevnost skořápky je jedna z nejdůležitějších vlastností skořápky. Pevnost skořápky se zjišťuje nejčastěji destrukční metodou. Ta spočívá v tom, že se vejce položí podélnou osou na pevnou podložku a následně se vyvine tlak nutný k prasknutí skořápky. Moderní přístroje jsou propojeny s počítačem a výslednou sílu nutnou k prasknutí skořápky samostatně vyhodnotí a zaznamenají, u strašších přístrojů je hodnotu nutno odečíst manuálně. Pro hodnocení lze využít i metod nedestruktivních, konkrétně měřením odrazu  $\beta$  – paprsků (Halaj et Golian 2011). Ketta et Tůmová (2018) uvádějí, že pevnost skořápky ovlivňuje tloušťka skořápky. Lacin et al. (2008) uvádějí, že interakce věku a hmotnostní kategorie nosnice má velmi významný vliv na sílu skořápky a tím i na její pevnost. Uvádějí, že se zvyšováním tělesné hmotnosti nosnic se snižují hodnoty pevnosti skořápky. Oproti tomu Ledvinka et al. (2012) uvádějí, že věk nosnic nemá významný vliv na její pevnost. Systém ustájení nosnic má také vliv na pevnost skořápky, přičemž Ledvinka et al. (2008) a Tůmová et Ebeid (2005) uvádějí, že pevnost skořápky byla vyšší u nosnic chovaných v klecích než u nosnic z podestýlkového chovu. Oproti tomu Ketta et al. (2020) uvádějí, že systém ustájení nemá vliv na pevnost vajec. Ketta et al. (2019) uvádějí



významný vliv obsahu vápníku v krmivu na pevnost skořápky. Přičemž nosnice krmené vyšší hladinou (3,5 %) vápníku měly vejce s vyšší pevností skořápky.

#### Stáří vajec

Stáří vajec se hodnotí podle velikosti vzduchové komůry na tupém konci vejce. U čerstvě snesených vajec je komůrka 1,6 – 3 mm velká, přičemž čím je vejce starší tím více se zvětšuje i vzduchová komůrka (za 14 dní přibližně na 10 – 15 mm). To je způsobeno odparem vody, při kterém dochází i ke snížení hmotnosti vejce (0,3 % hustoty za den). Velikost vzduchové komůrky zjišťujeme a měříme k tomu určenou měrkou (Halaj et Golian 2011).

### 3.2.3 Hodnocení vnitřních vlastností vajec

#### Index bílku

Index bílku je jedním z ukazatelů čerstvosti vajec. Určuje množství a kvalitu hustého bílku. Vyjadřuje se poměrem mezi výškou tuhého bílku a průměrnou šířkou bílku podle následujícího vzorce.

$$\text{Index bílku} = \frac{\text{výška tuhého bílku}}{\frac{\text{šířka podélné osy} + \text{šířka příčné osy}}{2}} * 100$$

Průměrná výška bílku se pohybuje v rozmezí 4 – 8 mm a průměrná šířka 70 – 90 mm. Hodnoty indexu bílku se pohybují od 52 do 130. Čím je hodnota indexu vyšší, tím je vyšší i kvalita bílku. Při dlouhodobém skladování se index bílku snižuje. Pokud klesne pod hodnotu 50, je potřeba vejce vyskladnit a spotřebovat (Halaj et Golian 2011). Lacin et al. (2008) ve svém výzkumu uvádějí, že nosnice s vyšší tělesnou hmotností vykazují vyšší hodnoty indexu než u nosnic s nižší tělesnou hmotností. Ledvinka et al. (2012) naznačuje, že index bílku byl vyšší u nosnic chovaných v podestýlkovém chovu než u nosnic chovaných v klecích. Zároveň dodává, že významný vliv na index bílku má interakce věku nosnice a jejich genotypu a interakce genotypu a systému ustájení.

## Haughovy jednotky

Haughovy jednotky se stejně jako index bílku využívají k hodnocení kvality bílku. Na rozdíl od indexu bílku se jedná o komplexnější vyjádření kvality bílku, protože k posouzení kvality využívá i hmotnost bílku. Je vyjádřen tímto vzorcem.

$$\text{Haughovy jednotky} = 100 * \log (V - 1,7 * W^{0,37} + 6,7)$$

Čerstvá vejce mají hodnotu Haughových jednotek 80 – 90, vejce staré mají hodnotu 50 – 70 (Halaj et Golian, 2011). (Ledvinka et al., 2012) uvádí, že Haughovy jednotky dosahovaly vyšších hodnot u nosnic chovaných v klecích než u nosnic chovaných v podestýlkovém chovu. Hodnotu Haughových jednotek ovlivnil i věk nosnic. S rostoucím věkem nosnic se hodnoty snižovaly, nejnižších hodnot dosahovaly mezi 56. – 60. týdnem. Ledvinka et al. (2008) potvrzují, že vejce z klecového chovu, stejně jako v předchozím případě, měly vyšší hodnoty (hodnota Haughových jednotek 91,34) než vejce z podestýlkového chovu (hodnota Haughových jednotek 90,62). To je v rozporu s výsledky studie Tůmové et al. (2005), kteří uvádějí, že hodnota Haughových jednotek je vyšší u vajec z podestýlkového chovu než u vajec z klecí. Tůmová et al. (2017a) uvádějí vliv ovipozice na hodnotu Haughových jednotek. Vejce snesená v odpoledních hodinách měla nižší skóre než vejce snesená ráno.

## Index žloutku

Index žloutku vyjadřuje relativní poměr výšky k průměrné šířce žloutku podle tohoto vzorce.

$$\text{Index žloutku} = \frac{\text{výška}}{\text{průměrná šířka}} * 100$$

Index se u čerstvě snesených vajec pohybuje okolo hodnoty 45, zatímco u starých vajec se pohybuje okolo hodnoty 20. Pokud hodnota indexu žloutku klesne pod hodnotu 25 dochází často k prasknutí žloutkové blány a roztečení žloutku (Halaj et Golian 2011). Ledvinka et al. (2012) a Kraus et Zita (2019) naznačují, že s přibývajícím věkem nosnic docházelo ke snižování hodnot indexu žloutku.

## Barva žloutku

Barva žloutku je silně ovlivněná obsahem karotenoidů, které způsobují intenzitu zbarvení žloutku (Nys 2000). Barva žloutku je důležitý znak kvality vejce a jedna z nejvíce hodnocených vlastností, které si spotřebitel všímá. Intenzita zbarvení by měla být ideálně sytější žlutá až zlatooranžová. Hodnotí se vizuálně, porovnáním se stupnicí barevného vějíře firmy Hoffman La Roche °HLR. K jejímu měření lze využít i přístroje hodnotící vlnovou délku. Barevná škála má rozpětí hodnot od 1 – 16, při zkrmování běžných krmných směsí dosahují žloutky hodnot 6 – 8 ° HLR. (Halaj et Golian 2011). Nosnice s vyšší tělesnou hmotností vykazovaly vyšší hodnoty barvy žloutku (Lacin et al. 2008). Kraus et Zita (2019) uvádějí, že barva žloutku nebyla významně ovlivněna věkem nosnice. Systém ustájení má jistý vliv na zbarvení žloutku. Intenzivnější zbarvení žloutku mají vejce od nosnic chovaných v podestýlkovém chovu než nosnice z klecových chovů (Sokołowicz et al. 2018; Zita et al. 2012).

## Krevní a masové skvrny

Krevní skvrny se vyskytují na žloutku ve žloutkové bláně. Vznikají puknutím folikulární blány vaječnicku mimo stigmata folikulu a krev se z vlásečnice vyleje na žloutkovou blánu (Halaj et Golian 2011). Přítomnost krevních skvrn se zjišťuje prosvěcováním vejce v klasifikačním přístroji. Při této proceduře se využívá vlastnosti hemoglobinu obsaženém v krvi. Hemoglobin má tři hlavní absorpční vrcholy 415, 541 a 577 nm. Skořápka je schopná propustit určité množství světla, proto se využívá při prosvěcování světlo reagující na absorpční vrchol 577 nm (Ketelaere et al. 2004). Masové skvrny se vyskytují na bílku. Vznikají tím, že se část výstelky vejcovodu uvolní a přidá se k bílku při jeho tvorbě. Pro detekci se podobně jako u krevních skvrn využívá prosvěcování, nejčastěji xenonovou lampou (Anonym 2021j). Krevní a masové skvrny jsou ovlivněny faktory prostředí, nejčastěji stresem nosnice během tvorby vejce (Wolc et al. 2012).

### 3.3 Vliv genotypu na snášku a kvalitu vajec

#### 3.3.1 Genotypy s hnědou skořápkou

##### ISA Brown

ISA Brown je celoplášťově světle červeně zbarvený hybrid s bíle zbarveným koncem ocasu. Je řazený mezi hybridy s nejvyšší užitkovostí a ziskovostí především díky výborné konverzi krmiva. Díky jeho přizpůsobivosti je vhodný do různých systémů ustájení a klimatických podmínek. Díky vysoké vytrvalosti ve snášce, ideální velikosti vejce a pevnosti skořápky je vhodný pro delší snáškové cykly. (Anonym 2021a) Průměrná snáška na počáteční stav za 56 týdnů byla průměrně 336,2 vajec na nosnici (Machander et Zimová 2020). Ledvinka et al. (2012) uvádí průměrnou hmotnost vajec 59,4 g.

##### Hisex Brown

Hisex Brown je zbarven světle červenou barvou s ojedinělými bílými pery, bílým ocasem a kresbou v krčním závěsu. Je ceněný především pro velmi tmavou barvu a pevnost skořápky. Vyznačuje se svou vysokou produkcí a vytrvalostí snášky (Anonym 2021e). Tůmová et al. (2017b) uvádí průměrnou hmotnost vajec 59,7 g.

##### Dominant hnědý

Dominant hnědý je celoplášťově světle červený, letky a pera ocasu jsou bíle zbarvena. Jedná se o hybrid s kombinovanou užitkovostí, kdy kohouti jsou vysexováni a využiti pro produkci masa. Vyniká vysokou snáškou a typicky hnědou barvou skořápky. (Anonym 2021g)

##### Lohmann Brown

Jedná se o celočerveně zbarveného hybridu s poněkud světleji zbarveným ocasem. Vyniká vysokou produkcí vajec a pro spotřebitele atraktivní hnědou barvou vajec (Anonym 2021ch). Průměrná snáška nosnice na počáteční stav při snášce 56 týdnů je 339,7 vajec na nosnici (Machander et Zimová 2020).

Bovans Brown

Je hybrid s velmi dobrou snáškou, stabilní hmotností vajec a tmavě hnědou skořápkou. Nosnice jsou odolné a dobře adaptovatelné na různé klimatické podmínky i systémy ustájení (Anonym 2021c). Průměrná snáška na počáteční stav na 56 týdnů je 335 vajec na nosnici (Machander et Zimová 2020).

### **3.3.2 Genotypy s bílou skořápkou**

Hisex white

Hisex white je jeden z nejrozšířenějších bělovaječných hybridů vykazující stálost snášky, velmi dobrou kvalitu vajec se silnou skořápkou. Je vhodný spíše do klecových chovů pro jeho vyšší nároky na výživu a prostředí (Anonym 2021f).

Lohmann LSL

Jedná se o hybrida s velmi dobrou produkcí kvalitních vajec a nízkou mortalitou. Jako většina bělovaječných hybridů je zbarven bílou barvou. (Anonym 2021i)

Dekalb White

Je hybrid vyznačující se vysokou produkcí velice kvalitních vajec. Skvělou konverzí krmiva, dobrou adaptovatelností a životaschopností (Anonym 2021d). Tůmová et al. (2017b) uvádí průměrnou snášku 322 vajec za 70 týdnů a průměrnou hmotnost vajec 61,8 g.

### **3.3.3 Genotypy s krémovou skořápkou**

Dominant Tinted D723

Dominant Tinted je hybrid snášející vejce s krémovou skořápkou, vykazuje vysokou užitkovost a svými vlastnostmi se hodí do intenzivních i extenzivních chovů (Anonym 2021h). Průměrná snáška nosnice na počáteční stav za 74 týdnů je 338 vajec s průměrnou hmotností vajec 63,1 g (Machander et Zimová 2017).

Moravia BSL

Moravia BSL je černě zbarvený hybrid se zlatě zbarveným krkem. V chovech je ceněný především pro krémovou barvu skořápkou, vysokou produkci, adaptovatelnost na různé systémy

ustájení a nízkou mortalitu. (Anonym 2021b). Ledvinka et al. (2012) uvádí průměrnou snášku 294 vajec za 70 týdnů a průměrnou hmotnost vajec 64,3 g. Tůmová et al. (2017b) uvádí průměrnou hmotnost vajec 59,6 g.

### 3.3.4 Vlastní vliv genotypu na snášku a kvalitu vajec

#### Snáška

Výsledky studie Tůmové et al. (2017a) ukazují, že genotyp má významný vliv na snášku. Konkrétně genotypy snášejí vejce s hnědou skořápkou měly významně vyšší snášku než bělovaječní hybridy a hybridy s tónovanou barvou skořáčky. Stejný trend byl pozorován u střední délky sekvence. Výsledky dále ukazují, že nosnice, které mají vyšší produkci vajec, snášejí vejce dříve než nosnice s nižší produkcí. Ketta et al. (2020) uvádějí významný vliv genotypu a interakce systému ustájení, genotypu a hladiny vápníku v krmivu na produkci vajec. V této studii ISA Brown dosahovala nejvyšší intenzity snášky (84,2 %) ve srovnání s Moravia BSL (74,3 %) a Bovans Brown (71,4 %). Při vyhodnocení interakce uvedených faktorů zjistili nejvyšší snášku (89,6 %) u ISA Brown jež byla krmena směsí obsahující 3,5 % vápníku a byla chována v klecovém systému a nejnižší (55,8 %) u Bovans Brown při 3% úrovni vápníku v krmivu a stejném systému ustájení. Zvýšení produkce vajec se zvýšením obsahu vápníku v krmivu je v souladu s výsledky studie, která potvrzuje, že zvýšení obsahu vápníku z 3 % na 3,5 % zvýšilo produkci vajec u všech hybridů kromě ISA Brown, která měla vyšší produkci při nižší hladině vápníku v krmivu. Tento protiklad si autoři vysvětlují vyšší schopností hybridu ISA lépe využívat vápník z krmiva (Ketta et al. 2019).

#### Ovipozice

Doba snesení vajec je silně ovlivněna genotypem. Tůmová et al. (2009) ve svém pokusu srovnávaly dobu ovipozice mezi třemi hybridy, konkrétně ISA Brown, Moravia a Hisex Brown. Zjistily, že každý genotyp má jinou dobu ovipozice. ISA snesla nejvíce vajec 6 hodin, Hisex v 10:00 a 14:00 a Moravia v 10:00 a 14:00. Genotyp ovlivnil dobu snesení, zatímco systém ustájení ovlivnil vzor snášky. Všechny genotypy snášely v ranních hodinách více vajec, pokud byly chovány v podestýlkovém chovu než nosnice chované v klecích. U obou systémů počet vajec snesených v odpoledních hodinách poklesl. Ovipozici ovlivňuje jak genotyp, tak systém ustájení a jejich interakce. Tůmová et al. (2017a) uvádějí, že jednotlivé genotypy vykazují rozdíly v době ovipozice. Hnědovaječní hybridy kladli vejce v brzkých ranních hodinách.

Bělovaječní hybridi snášeli vejce v ranních hodinách, přičemž více než 30 % vajec bylo sneseno mezi 6:00 a 9:00. Hybridy s tónovanou barvou skořápky snášeli většinu vajec okolo 9. hodiny s tím, že přibližně 25 % vajec snesli v odpoledních hodinách, což bylo nejvíce v porovnání s ostatními. Výsledky studie ukazují, že genotyp významně ovlivňoval ovipozici, délku sekvence a rychlost snášení.

#### Hmotnost vajec

Tůmová et al. (2011) ve své studii zjistili, že genotyp nebo systém ustájení neovlivňuje hmotnost vajec, ale jejich vzájemná interakce již má významný vliv na hmotnost. Nejtěžší vejce snesl Hisex Brown v klecích a nejlehčí vejce stejný hybrid ustájený v podestýlkovém chovu. Podobných výsledků vzájemné interakce dokázali u dalších hybridů zahrnutých do studie. Moravia BSL produkovala nejlehčí vejce v klecích a nejtěžší na podestýlce, ISA Brown, stejně jako Hisex Brown, kladl nejtěžší vejce do klecí. Ledvinka et al. (2012) uvádějí významný vliv genotypu na hmotnost vajec. Nejlehčí vejce byla produkována nosnicemi ISA Brown, v porovnání s Hisex Brown a Moravia. Výsledky studie Tůmové et al. (2017a) neprokazují žádný vliv genotypu, ovipozice nebo jejich interakce na hmotnost vajec. Uvádějí, že u jednotlivých genotypů pozorovali proměnlivý trend v hmotnosti vajec. Tyto výsledky se neshodují s výsledky Tůmové et al. (2009), kdy výsledky potvrzovaly významný vliv interakce genotypu a doby snesení na hmotnost vajec. Vliv genotypu na hmotnost vajec ukazují i výsledky studie Kraus et Zita (2019). Wolc et al. (2010) uvádějí koeficient dědivosti pro hmotnost vajec jako 0,50, což by znamenalo, že se jedná o znak se střední dědivostí.

#### Tvar vejce

Tůmová et al. (2017a) zjistili, že tvar vejce je ovlivňován mnohými faktory jako je genotyp, systém ustájení, ovipozicí a podmínkami prostředí. V ranních hodinách byla sbírána vejce kulatější, což jak se autoři domnívají způsobila interakce genotypu a doby snesení. Vejce s nejvyšší hodnotou indexu tvaru snesl hybrid Bovans Brown ve 12 hodin a nejnižší hodnotu měl hybrid Bovans Spenser v 9 hodin. Touto interakcí autoři vysvětlují protichůdné výsledky vlivu ovipozice na index tvaru vajec. Ledvinka et al. (2015) uvádějí významný vliv genotypu nosnice na tvar indexu vajec.

## Pevnost skořápky

Pevnost skořápky ovlivňuje jak systém ustájení, genotyp, ovipozice, tak i jejich vzájemná interakce. Hmotnost skořápky klesá s dobou snesení. Pevnost skořápky koreluje s její hmotností. Hmotnost skořápky byla vyšší u nosnic z klecového chovu než z podestýlkového. Zároveň se vliv genotypu významně promítl do hmotnosti skořápky. Hybrid Moravia měl nižší hmotnost skořápky než ISA Brown a Hisex Brown. Nejvyšších hodnot skořápka dosahovala u vajec sbíraných ve 14:00 u hybridu Hisex Brown, který byl chován v klecích a nejnižší byla nalezena u vajec sbíraných ve stejnou dobu u Moravie chované na podestýlce (Tůmová et al. 2009). Tůmová et al. (2017a) uvádějí nejvyšší pevnost skořápky u genotypů s hnědou skořápkou. Genotypy s bílou barvou skořápky měly vyšší pevnost skořápky než genotypy s tónovanou barvou skořápky. Ledvinka et al. (2015) a Ketta et Tůmová (2017) podle výsledků svých studií uvádějí významný vliv genotypu na celkovou kvalitu skořápky.

## Haughovy jednotky

Haughovy jednotky jsou ovlivněny především genotypem, systémem ustájení a ovipozicí. Tůmová et al. (2009) uvádějí, že skóre Haughových jednotek je ovlivněno především interakcí genotypu a systému ustájení. Vejce od Moravie měla nejvyšší hodnotu, když byly nosnice chovány na podestýlce, Hisex Brown měl nejnižší skóre při chovu v klecích, přičemž Moravia měla vyšší skóre Haughových jednotek ve srovnání s ISA Brown a Hisex Brown bez ohledu na použitý systém ustájení. Tůmová et al. (2011) pozorovali nejvyšší Haughovy jednotky u Moravia BSL chovaných v obohacených klecích. Zatímco ISA Brown měla nejnižší skóre ve všech systémech ustájení. Kraus et Zita (2019) uvádějí významný vliv genotypu a jeho interakce s věkem na hodnotu Haughových jednotek. Zhang et al. (2005) odhadují dědivost skóre Haughových jednotek na 0,30 – 0,41, což představuje nižší až střední dědivost.

## Barva žloutku

Tůmová et al. (2011) zjistili vzájemnou interakci genotypu a systému ustájení na intenzitu barvy žloutku. Přičemž uvádějí, že systém ustájení má vyšší vliv než samotný genotyp nosnice. V jejich studii produkovala nejtmaší žloutek Moravia BSL na podestýlce. Ledvinka et al. (2012) zjistili významný vliv genotypu a věku na barvu žloutku a jejich vzájemnou interakci, kdy Moravia produkovala vejce s nejtmaším žloutkem oproti Hisex Brown a ISA Brown. Zároveň se intenzita zbarvení žloutku snižovala se zvyšující se produkcí vajec. To autoři



vysvětlují možným ředěním pigmentů u obou hybridů se světlejším žloutkem, kteří během vrcholu snášky produkovaly větší množství vajec než zmíněná Moravia. Ledvinka et al. (2015) uvádějí významný vliv genotypu na intenzitu zbarvení žloutku.

## 4 Závěr

- Snáška patří k jedním z nejdůležitějších užitkových vlastností řešených v chovu nosnic. Produkce vajec výrazně ovlivňuje ekonomiku chovu. Řada autorů uváděla významný vliv genotypu na parametry snášky. Podle výsledků studií je nejvýznamnější interakce genotypu s výživou nosnice, délkou světelného dne a systémem ustájení. Významný vliv na celkovou kvalitu vajec má i ovipozice na níž má genotyp nosnice významný vliv. Výsledky studií ukazují rozdíly mezi dobou snesení vajec mezi genotypy s hnědou, bílou a krémovou barvou skořápky. Hnědovaječní hybridi snášeli své vejce nejdříve.
- Mezi hlavní parametry kvality vajec patří hmotnost vajec, kvalita vaječné skořápky a kvalita bílku, zastoupená hodnotou Haughových jednotek.
- Autoři ve svých studiích uvádějí průkazný vliv genotypu na hmotnost vajec. Zároveň se shodují na vlivu věku nosnice. Studie potvrzují, že nosnice zvyšujícím se věkem snášejí těžší vejce. Nelze opomenout vliv ovipozice. Vejce snesená v ranních hodinách jsou těžší než vejce snesená odpoledne.
- Tvar je vajec je důležitý faktor při balení vajec. Nevhodný tvar vajec může způsobit jejich poškození během distribuce ke spotřebitelům. Výsledky studií ukazují, že index tvaru významně ovlivňuje věk nosnic. Starší nosnice produkují delší vejce. Zároveň studie prokazují vliv systému ustájení na tvar vajec.
- Pevnost skořápky je, společně s tvarem vajec, důležitá při balení a transportu vajec. Nejvíce ekonomických ztrát je způsobeno poškozením skořápky. Autoři prokazují ve svých studiích signifikantní vliv genotypu na kvalitu skořápky. Její kvalitu ovlivňuje i výživa nosnice, především obsah minerálních látek, resp. vápníku.
- Kvalita bílku je prezentována Haughovými jednotkami. Autoři uvádějí vliv věku, systému stájení, ovipozice a genotypu. S rostoucím věkem nosnic se hodnota Haughových jednotek snižovala. Vejce snesená v ranních hodinách měla vyšší skóre než vejce snesená odpoledne. Autoři se neshodují u vlivu ustájení. Výsledky prokazují významný vliv, ovšem část autorů uvádí vyšší hodnoty Haughových jednotek v klecovém systému ustájení a další část vyšší hodnoty v podestýlkovém chovu. Je uváděn i významný vliv genotypu a jeho interakce se systémem ustájení.
- Kvalitu žloutku představuje především index žloutku. Autoři uvádí vliv věku na kvalitu žloutku, která se se zvyšujícím věkem nosnice snižovala. Pro spotřebitele je důležité zbarvení žloutku, resp. jeho intenzita. Ta je obecně ovlivňována výživou,

především obsahem karotenoidů v krmivu. Byl nalezen vliv v systému ustájení, snášce a genotypu nosnic. V podestýlkových chovech měly žloutky tmavší barvu. Zbarvení žloutku dosahovalo nižších hodnot při vyšší intenzitě snášky. Nosnice, které produkovaly vejce na vrcholu snáškového cyklu snášely vejce se světlejším žloutkem než na počátku a na konci snášky. Výsledky studií ukazují, že různé genotypy produkují žloutky s různou intenzitou zbarvení.

- Krevní a masové skvrny jsou vadou především pro spotřebitele. Vejce s rozsáhlými skvrnami jsou prosvícením z prodeje odstraněna. Autoři uvádějí především vliv vnějšího prostředí na vznik této vady. Konkrétně stresem nosnice.
- Četné experimenty potvrdily vliv genotypu, případně jeho interakce s ostatními hodnocenými vlivy, na všechny parametry kvality vajec, kromě indexu žloutku a krevních a masových skvrn. Hmotnost vajec byla nejvyšší u genotypů s hnědou skořápkou chovaných v klecích a genotypů s krémovou skořápkou z podlahových chovů. Pevnost vajec dosahovala nejvyšších hodnot u hnědovaječných genotypů, nižších hodnot u bělovaječných genotypů a nejnižší u genotypů s krémovou skořápkou. Haughovy jednotky, stejně jako zbarvení žloutku, dosáhlo nejvyšších hodnot u hybridů s krémovou skořápkou. Nebyl potvrzen významný vliv genotypu na index žloutku a výskyt krevních a masových skvrn. Vliv genotypu studie potvrdily i u snášky a ovipozice. Kde v obou parametrech vykazovaly nejlepší výsledky genotypy s hnědou skořápkou. Nejkratší doby ovipozice dosáhly hnědovaječní hybridi, v pozdějším intervalu od rozsvícení v hale ke snesení vejce dosahovaly bělovaječné genotypy a nejpozdější ovipozice byla nalezena u genotypů s krémovou barvou skořápky.

Má-li si chovatel vybrat vhodný genotyp do chovu, měl by pamatovat na to, že genotyp není jediný faktor, který působí na produkci a kvalitu vajec. Téměř u všech hodnocených parametrů byly nalezeny významné interakce genotypu s jinými vnitřními a vnějšími vlivy. Jak je z přehledu literatury patrné hodnoty technologické kvality vajec byly různé v rámci jednoho genotypu v různém systému ustájení, jiné výživě, věku nosnice či například fázi snáškového cyklu.

## 5 Literatura

Altuntaş E, Şekeroğlu A. 2008. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *Journal of Food Engineering* **85**:606-612.

Anonym. 2021a. Isa Brown. Hendrix Genetics. Available from: <https://www.integrazabcice.cz/cs/produkty/isa-brown-cz/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021b. Moravia BSL. Hendrix Genetics. Available from: <https://www.integrazabcice.cz/cs/produkty/moravia/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021c. Bovans Brown. Hendrix Genetics. Available from: <https://www.integrazabcice.cz/cs/produkty/bovans-brown-cz/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021d. Dekalb White. Hendrix Genetics. Available from: <https://www.integrazabcice.cz/cs/produkty/dekalb-white-cz/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021e. Hisex brown. Hisex. Available from: <https://www.hisex.com/en/product/hisex-brown/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021f. Hisex white. Hisex. Available from: <https://www.hisex.com/en/product/hisex-white/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021g. Dominant hnědý D102. Dominant CZ. Available from: <https://dominant-cz.cz/programy/hneda-skorapka/dominant-hnedy-d102/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021h. Dominant Tinted D723. Dominant CZ. Available from: <https://dominant-cz.cz/programy/kremova-skorapka/dominant-tinted-d723/> (accessed April 2021)

Anonym. 2021ch. Lohmann Brown. Lohmann GB Limited. Available from: <https://lohmann-breeders.com/strains/lohmann-brown/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021i. Lohmann LSL. Lohmann GB Limited. Available from: <https://lohmann-breeders.com/strains/lohmann-lsl/> (accessed March 2021)

Anonym. 2021j. Zpracování zemědělských produktů – živočišná část: Zevní prohlídka a prosvěcování skořápkových vajec. Mendelova univerzita. Available from: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=4861&typ=html#:~:text=Pod ud%20se%20p%C5%99i%20tvorb%C4%9B%20b%C3%ADku,vejcovodu%20p%C5%99i%20abnorm%C3%A1ln%C3%AD%20zm%C4%9Bn%C4%9B%20peristaltiky](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4861&typ=html#:~:text=Pod%20se%20p%C5%99i%20tvorb%C4%9B%20b%C3%ADku,vejcovodu%20p%C5%99i%20abnorm%C3%A1ln%C3%AD%20zm%C4%9Bn%C4%9B%20peristaltiky) (accessed April 2021)

Anonym. 2021k. Pokrok v genetice nosnic. Hendrix Genetics. Available from: <https://www.integrazabcice.cz/cs/odborn%C3%A9/layer-genetics-cz/> (accessed April 2021)

- de Ketealere, B., Bamelis, F., Kemps, B., Decuypere, e., Baerdemaeker, J. 2004. Non-destructive measurements of the egg quality. *World's Poultry Science Journal*. **60** (3): 289-302. DOI: 10.1079/WPS200417
- Halaj M. 1983. Sériovosť znášky sliepok a jej vplyv na niektoré vlastnosti vajec. I. Štúdium sériovosti znášky sliepok. *Pol'nohospodárstvo* **29**:379-387.
- Halaj M, Golian J. 2011. Vajce biologické, technické a potravinárske využitie. Garmond, Nitra.
- Ketta M, Tůmová E. 2017. Eggshell characteristics and cuticle deposition in three laying hen genotypes housed in enriched cages and on litter. *Czech Journal of Animal Science* **63**:11-16.
- Ketta M, Tůmová E. 2018. Relationship between eggshell thickness and other eggshell measurements in eggs from litter and cages. *Italian Journal of Animal Science* **17**:234-239.
- Ketta M, Tůmová E, Chodová D. 2019. Response of three laying hen genotypes to two feed calcium levels. *Czech Journal of Animal Science* **64**:504-510.
- Ketta M, Tůmová E, Englmaierová M, Chodová D. 2020. Combined Effect of Genotype, Housing System, and Calcium on Performance and Eggshell Quality of Laying Hens. *Animals* **10**.
- Kraus A, Zita L. 2019. The Effect of Age and Genotype on Quality of Eggs in Brown Egg-Laying Hybrids. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **67**:407-414.
- Lacin E, Yildiz A, Esenbuga N, Macit M. 2008. Effects of differences in the initial body weight of groups on laying performance and egg quality parameters of Lohmann laying hens. *Czech Journal of Animal Science* **53**:466-471.
- Ledvinka Z. 2003. Vliv vnitřních a vnějších faktorů na kvalitu vajec: habilitační práce. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Ledvinka Z, Tůmová E, Štolc L. 2008. Užítokovosť nosnic a kvalita vajec v různých systémech chovu: metodika pro praxi. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Ledvinka Z, Tůmová E, Zita L, Skřivanová E. 2011. Chov drůbeže I. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Ledvinka Z, Tůmová E, Englmaierová M, Podseníček M. 2012. Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. *Archiv für Geflügelkunde* **76**:38-43.
- Ledvinka Z, Zita L, Říšská I, Klesalová L. 2015. Performance and eggs quality of hens of genetic resources of the Czech republic and Slovakia. *Journal of Central European Agriculture* **16**:219-224.
- Leiblová J. 2020. Situační a výhledová zpráva: Drůbež – Drůbeží maso a vejce. Ministerstvo zemědělství, Praha.

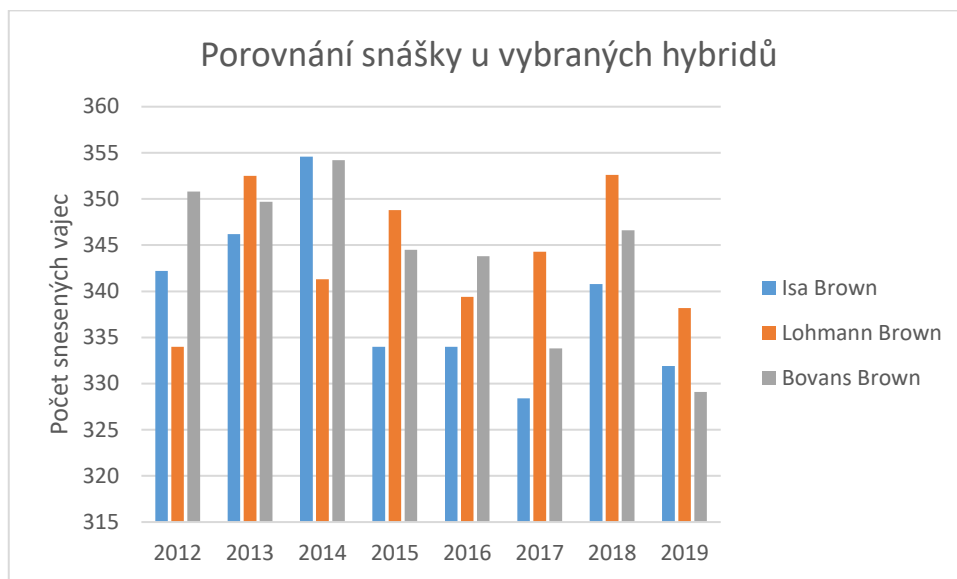
- Machander V, Zimová S. 2017. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2016. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.
- Machander V, Zimová S. 2020. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2019. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.
- Nys Y. 2000. Dietary carotenoides and egg yolk coloration – a review. *Archiv Für Geflügelkunde* **64**:45-54.
- Nys Y, Bain M, van Immerseel F. 2011. Improving the safety and quality of eggs and egg products – Volume 1: Egg chemistry, production and consumption. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Saláková A. 2014. Hygiena a technologie drůbeže, vajec a zvěřiny. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno.
- Samiullah S, Roberts JR. 2014. The eggshell cuticle of the laying hen. *World's Poultry Science Journal* **70**:693-708.
- Skřivan M a kol., 2000. Drůbežnictví 2000. Agrospoj, Praha.
- Sokołowicz Z, Krawczyk J, Dykiel M. 2018. The Effect of the Type of Alternative Housing System, Genotype and Age of Laying Hens on Egg Quality. *Annals of Animal Scienc* **18**:541-556.
- Stupka R, et al. 2013. Chov zvířat. Powerprint, Praha.
- Tůmová E, Ebeid T. 2005. Effect of time of oviposition on egg quality characteristic in cages and in a litter housing system. *Czech Journal of Animal Science* **50**:129-134.
- 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 Journal of Animal Science* **54**:17-23.
- 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, Vlčková J, Chodová D. 2017a. Differences in oviposition and egg quality of various genotypes of laying hens. *Czech Journal of Animal Science* **62**:377-383.
- Tůmová E, Uhlířová L, Tůma R, Chodová D, Máchal L. 2017b. Age related changes in laying pattern and egg weight of different laying hen genotypes. *Animal Reproduction Science* **183**:21-26.
- Wolc A, Bednarczyk M, Lisowski M, Szwaczkowski T. 2010. Genetic relationships among time of egg formation, clutch traits and traditional selection traits in laying hens. *Journal of Animal and Feed Sciences* **19**:452-459.

- Wolc A, Arango J, Settar P, O'sullivan NP, Olori VE, White IMS, Hill WG, Dekkers JCM. 2012. Genetic parameters of egg defects and egg quality in layer chickens. *Poultry Science* **91**:1292-1298.
- Zakaria AH. 1999. Ovarian follicular growth in laying hens in relation to sequence length and egg position in various sequence length. *Archiv für Geflügelkunde* **63**:264 – 269.
- Zapletal D, Macháček M. 2015. Chov hospodářských zvířat: Multimediální učební pomůcka pro předmět Chov hospodářských zvířat a veterinární prevenci. Mendelova univerzita, Brno.
- Zhang LC, Ning ZH, Xu GY, Hou ZC, Yang N. 2005. Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in brown-egg dwarf layers. *Poultry Science* **84**:1209-1213.
- Zita L, Tůmová E, Štolc L. 2009. Effects of Genotype, Age and Their Interaction on Egg Quality in Brown-Egg Laying Hens. *Acta Veterinaria Brno* **78**:85-91.
- Zita L, Ledvinka Z, Klesalová L. 2012. Kvalita vajec české slepice v různých systémech ustájení s ohledem na jejich dobu snesení. Pages 159-164 in Zita L, editor. *Drůbežářské dny 2012*. Powerprint, Praha.





## 6 Samostatné přílohy



Graf 1 - Porovnání snášky u vybraných hybridů

### Zdroje dat:

Machander V, Zimová S. 2013. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2012. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2014. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2013. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2015. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2014. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

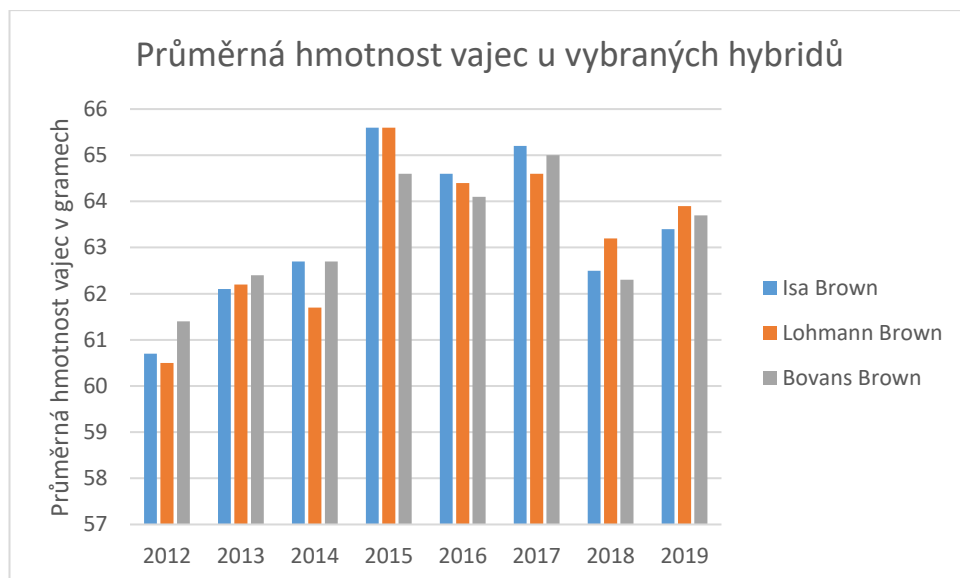
Machander V, Zimová S. 2016. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2015. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2017. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2016. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2018. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2017. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2019. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2018. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2020. Stavby a užitkovost drůbeže v roce 2019. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.



Graf 2 - Průměrná hmotnost vajec u vybraných hybridů

### Zdroje dat:

Machander V, Zimová S. 2013. Stav a užitkovost drůbeže v roce 2012. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2014. Stav a užitkovost drůbeže v roce 2013. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2015. Stav a užitkovost drůbeže v roce 2014. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2016. Stav a užitkovost drůbeže v roce 2015. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2017. Stav a užitkovost drůbeže v roce 2016. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2018. Stav a užitkovost drůbeže v roce 2017. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2019. Stav a užitkovost drůbeže v roce 2018. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.

Machander V, Zimová S. 2020. Stav a užitkovost drůbeže v roce 2019. Mezinárodní testování drůbeže, s.p., Ústrašice.