

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



**Technologická hodnota vajec slepic nosného  
typu v závislosti na jejich věku**

Diplomová práce

Autor diplomové práce: Bc. Dita Špringerová, Dis.

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Lukáš Zita, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „**Technologická hodnota vajec slepic nosného typu v závislosti na jejich věku**“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne 10. 4. 2015

.....

podpis autora práce

## **Poděkování**

Je mou milou povinností poděkovat panu Doc. Ing. Lukáši Zitovi, Ph.D. za čas a ochotu spojenou s tvorbou této práce a za rady, které byly cenným přínosem při psaní této práce.

Dále bych tímto chtěla poděkovat za ochotu a realizaci rozborů vzorků České zemědělské univerzity v Praze – Katedře speciální zootechniky, především paní Ing. Ludmile Klesalové za odborné vedení v laboratoři.

# Technologická hodnota vajec slepic nosného typu v závislosti na jejich věku

## Souhrn

V souvislosti s chovem nosnic kura domácího (*Gallus gallus*) musí především velkochovatelé nosných hybridů řešit výslednou kvalitu konzumních vajec, která je dána nutriční a technologickou hodnotou. Nutriční hodnota vajec představuje obsah živin, jejich stravitelnost a organoleptické vlastnosti, naopak technologická hodnota hmotnost, velikost a tvar vejce a vlastnosti jednotlivých částí, tj. žloutku, bílku, skořápky.

Cílem diplomové práce bylo vytvořit základní charakteristiku technologické hodnoty vajec a shromáždit dostupné informace o jednotlivých vlivech působících na tuto hodnotu, s důrazem na vliv věku nosnic. Charakteristika obsahuje popis jednotlivých, běžně stanovovaných hodnot, standardní hodnotu včetně jednotek, popřípadě vzorců a popis možných metod stanovení. V další části jsou porovnány faktory ovlivňující technologickou hodnotu vajec, mezi které patří věk nosnice, druh a plemeno, dědičnost, hmotnost a velikost vejce, doba snesení vejce a jeho pořadí v sérii, individuální vlastnosti nosnice, výživa, ustájení a podmínky skladování již snesených vajec.

Vlastní práce se zaměřuje na technologickou hodnotu vajec v závislosti na věku slepic nosného typu. Do experimentu byla zařazena zvířata z komerčního chovu – nosný hybrid Dominant hnědý D 102. Vejce určená pro rozbor byla odebírána ve věku 29, 35 a 59 týdnů.

Technologickou hodnotu vajec věk nosnice průkazně ovlivňuje. Dle experimentu se s věkem průkazně zvyšuje hmotnost celého vejce. Avšak podíl bílku se s věkem snižuje, podíl žloutku se zvyšuje a podíl skořápky se zvyšuje ve 35 týdnech a následně klesá. Index tvaru vejce se s věkem přibližuje standardu. Index bílku a index žloutku se s věkem snižovaly. Barva skořápky se věkem zesvětluje. Haughovy jednotky s věkem klesají, což poukazuje na snižování kvality vejce. Tloušťka, pevnost a deformace skořápky se s věkem zprvu zvyšují, následně klesají.

Klíčová slova: slepice, věk, kvalita, žloutek, bílek, skořápka

# **The technological value of laying type hens eggs in relation to their age**

## **Summary**

In context with breeding of laying hens (*Gallus gallus*) especially factory farmers must supporting hibrids must deal with resulting quality consumers eggs which is set nutritive and technological value. Nutritional value of eggs presents nutrient content, their digestibility and organoleptic properties. Technological value of eggs presents weight, size of eggs and egg shape and properties of individual parts, i.e. yolk, albumen, eggshell.

Objective of written thesis is to create basic characteristics of technological value of eggs and to gather available information about individual influences on this value. Very important is the influence of the age of laying hens. There is description of the individual commonly specified values, default value including units eventually patterns and description possible methods for determination in my characteristics. There are factors influencing technological value of eggs in the next section. These factors are compared and this includes are age of laying hens, species and breed, heredity, weight and size of eggs, time ablation eggs and its order in the series, individual characteristics of laying hens, nutrition, stabling and storage conditions already assemble eggs.

In final part is described dependence on technological value of eggs at age hens laying type. It was included animals from commercial farming specifically laying hen hybrid Dominant brown D 102 in this experiment. The eggs in ages 29th, 35th and 59th of week was collected and used for analysis.

Age of laying hens significantly influences technological value of eggs. With the age of laying hens in Dominant brown has been proven to be statistically increased whole eggs weight but the proportion of albumen is decreasing, proportion yolk increases and the proportion of eggshell is increases in 35 weeks and subsequently decreases. The egg-shaped index is approaching to the standard with increasing age. Albumen index and yolk index was decreased with increasing age. Eggshell color is lighter with increasing age. The Haughs Units are falling with

increasing age what is resulting in a reduction in the quality of eggs. With increasing age are thickness, strength and deformation of the eggshell is increased and subsequently decreasing.

Keywords: hen, age, quality, yolk, albumen, eggshell

## Obsah

1. Úvod .....	8
2. Cíl práce .....	9
3. Literární rešerše.....	10
3.1 Technologická hodnota vajec.....	13
3.1.1 Hmotnost, velikost, objem a plocha .....	13
3.1.2 Tvar .....	14
3.1.4 Bílek .....	15
3.1.3 Žloutek .....	18
3.1.5 Skořápka .....	22
3.2 Nutriční hodnota vajec.....	24
3.3 Faktory ovlivňující technologickou hodnotu vajec .....	25
3.3.1 Vliv věku .....	25
3.3.2 Vliv plemenné příslušnosti a genotypu .....	27
3.3.3 Vliv hmotnosti a velikosti vejce .....	29
3.3.4 Vliv počtu snesených vajec .....	29
3.3.5 Vliv doby snesení vejce a jeho pořadí v sérii .....	30
3.3.6 Vliv individuálních vlastností nosnice.....	31
3.3.7 Vliv výživy .....	31
3.3.8 Vliv prostředí a ustájení .....	32
3.3.9 Vliv skladování.....	33
4. Materiál a metodika .....	35
4. 1 Design experimentu .....	35
4. 2 Analýzy vajec a sledované parametry .....	37
4. 2. 1 Celé vejce .....	37
4. 2. 2 Bílek .....	37
4. 2. 3 Žloutek .....	38
4. 2. 4 Skořápka .....	38
4. 3 Statistické zpracování .....	40
5. Výsledky a diskuse .....	41
6. Závěr .....	48
7. Seznam literatury.....	49

## 1. Úvod

Chov drůbeže, zejména kura domácího, zaujímá na celém světě velmi významnou roli v zabezpečení racionální a zdravé výživy obyvatelstva. Drůbeží produkty, především maso a vejce, řadíme mezi velmi oblíbenou komoditu pro jejich nutriční hodnotu a nízký obsah tuků, rychlou a různorodou přípravu, bezproblémovou dostupnost a nízkou cenu. Účelně lze využít i vedlejší produkty těchto chovů, tedy droby, krev, trus a peří.

Význam slepičích vajec tkví nejen v nenahraditelné výživové hodnotě a přípravě široké škály pokrmů, ale i ve využití v různých odvětvích průmyslu. V potravinářském průmyslu se využívají jako látka k technickým účelům, ve farmaceutickém průmyslu k výrobě léčiv apod. Nalíhlá vejce se uplatňují při výrobě různých očkovacích látek pro humánní medicínu. Do značné míry používá kožedělný průmysl technické bílky a žloutky k činění jemných druhů glazovaných a nepromokavých kůží. V textilním průmyslu se přidává sušený bílek jako ztužovací činitel při barvení tkanin. Okrajově se dají vejce zužitkovat v chemickém, sklářském a grafickém sektoru.

Početní stav drůbeže v České republice k 1. 4. 2014 činil přibližně 21 464 000 kusů, z toho 8 756 000 kusů nosnic. Nepatrně menší polovina nosnic se chová v zemědělském sektoru, zbylá část v domácích hospodářstvích. Celková snáška konzumních vajec na nosnici ve velkochovech je průměrně 308 vajec/rok, v menších chovech dosahuje 195 kusů vajec za rok. Spotřeba vajec v České republice na obyvatele a rok se pohybuje kolem 242 kusů, což představuje vedle Španělska a Maďarska jednu z nejvyšších spotřeb v zemích Evropské unie. Celková výroba drůbežích vajec a masa ve světě vzrůstá, zatímco v České republice zaznamenáváme mírné snížení produkce. Soběstačnost ČR ve výrobě vajec činí 92,6 % a aktuálně převažuje dovoz nad vývozem. Z hlediska ekonomického se průměrná cena výkupu pohybuje kolem 1,83, Kč za kus, s obvyklou prodejní cenou 3,01,- Kč.

V souvislosti s nároky spotřebitelů se sleduje kvalita masa jatečné drůbeže a kvalita konzumních vajec, jež představují jednu z nejdůležitějších rolí v celkové drůbežářské výrobě a jejím růstu, produktivitě, rentabilitě a efektivitě chovu.



## **2. Cíl práce**

Cílem práce je soustředit odbornou, především však vědeckou literaturu a vypracovat základní charakteristiku technologické hodnoty vajec slepic nosného typu a výčet nejdůležitějších faktorů ovlivňujících kvalitu slepičích vajec. Dále porovnat kvalitu vajec, především technologickou hodnotu vajec, u nosného typu slepic v závislosti na jejich věku.

Hypotézou je, že kvalita vajec je průkazně ovlivňována věkem nosnic.

### 3. Literární řešerše

Kur domácí (*Gallus gallus f. domestica* Linné, 1758) vznikl z původního divokého kura bankivského (*Gallus gallus*) a patří spolu s krůtami, husami, perličkami a kachnami k nejvýznamnějším hospodářským zvířatům u nás i ve světě. Z hlediska taxonomie jej řadíme do třídy ptáků (*Aves*), řádu hrabaví (*Galliformes*), čeledi bažantovití (*Phasianidae*) (Peter et al., 1986). O významu drůbeže již bylo všeobecně pojednáno v úvodu a dále se budeme věnovat hlavní otázce této práce, kvalitě vajec.

Pro možné vyhovění požadavkům, které jsou kladeny na vejce jako na tržní výrobek, surovinu a potravinu nutno alespoň krátce pojednat o vzniku vejce, jeho struktuře a složení jednotlivých částí.

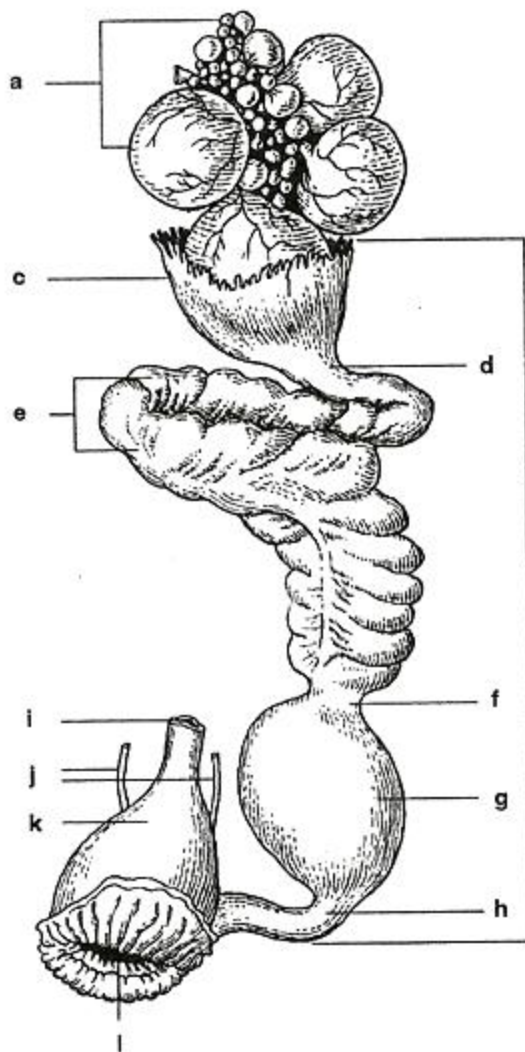
K oplození vajíčka dochází v těle samice, avšak mláďata se vyvíjejí mimo tělo matky ve vejcích, jejichž tvorba se děje v reprodukčních orgánech nosnic tvořených vaječником a vejcovodem. Tyto orgány se embryonálně zakládají na obou stranách, nicméně vyvíjí se pouze levá strana. Pokud se objeví pravostranné orgány, jedná se o rudimenty bez funkce (Hlouška a kol., 1956). Pouze v případě, kdybychom u vylíhnuté kuřičky levý vaječnik vyjmuli, vyvíjí se pravý vaječnik způsobilý tvorby vajíčka schopného ovulace (Uhrín a Halaj, 1973).

Vaječnik leží pod stropem tělní dutiny, ventrálně od aorty a zadní duté žíly, kde je připojen ke kraniálnímu konci levé ledviny. U dospělých jedinců do něho částečně vrůstá levá nadledvina. Ventrálně je kryt levým břišním vzdušným vakem a na dorzální straně je připevněn duplikaturou pobřišnice. U kura postupně vzrůstá jeho hmotnost z 0,5 g na 60 g. V době mimo snášku dosahuje asi 3 cm délky a 2 cm šířky, v době dospívání a snášky se zvětšuje a má hroznovitý tvar. U mláďat se skládá až z tisíců mikroskopických folikulů (Komárek a kol., 1979, 1982), dle Cotterilla and Funka (1963) je to kolem 12 000 oocytů, ale pouze stovky jsou schopny dozrát a dočkat se ovulace. U dospělých nosnic nacházíme folikuly s vajíčky v různém stádiu zrání, tyto neobsahují tekutinu a jsou celé vyplněné vajíčkem (Hlouška a kol., 1956).

Vejcovod představuje dlouhou, tlustostěnnou trubici vytvářející četné kličky a ústící do kloaky. Ve svém průběhu je upevněn dorzálním a ventrálním vazem. V době pohlavní aktivity měří 60 – 80 cm a vyplňuje

tak značnou část kaudální tělní dutiny (Komárek a kol., 1979, 1982). Dělíme je na pět částí: *infundibulum* (nálevka), *magnum* (bílkotvorná část), *isthmus* (krček), *uterus* (děloha) a *vaginu* (pochva), na rozdíl od tří částí známých u savců: vejcovod, děloha, pochva (De Ocampo, 2008).

**OBR 1. Pohlavní aparát slepice dle Kříže (1997)**

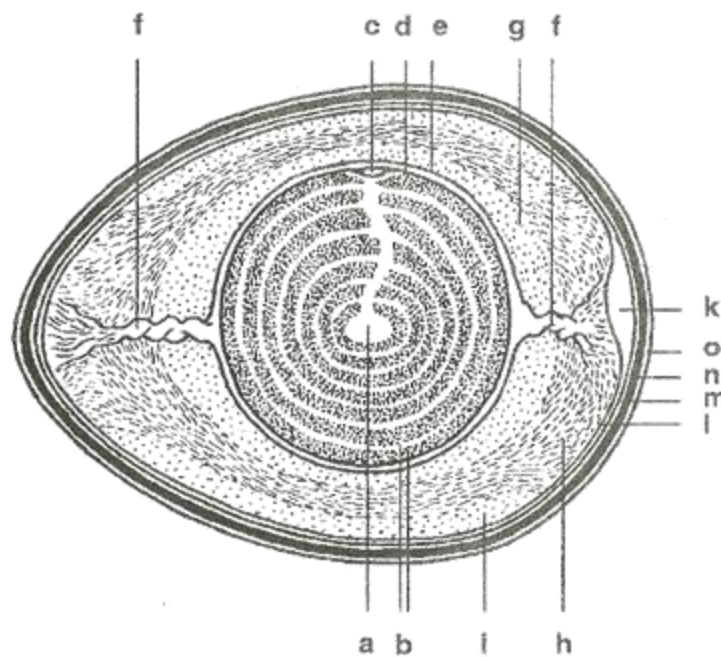


a - vaječník s folikuly, b - vejcovod, c - nálevka vejcovodu, d - zúžení vejcovodu, e - bílkotvorné kličky, f - úžina, g - úsek vejcovodu, označovaný jako děloha (rozšířen postupujícím vejcem), h - úsek vejcovodu označovaný jako pochva, i - tračník, j - močovody, k - kloaka, l - kloakální otvor

Vejsce vzniká v několikafázovém procesu, počínaje tím, že zralý folikul obsahující ovocyt prodělá zrací dělení v období ovulace a vznikne vajíčko (*ovum*). Na povrchu takto zralého folikulu najdeme úzký pruh, tzv. stigma, bez cév a s tenkou stěnou, kde dochází k prasknutí a vyplavení vajíčka do nálevky vejcovodu, kde se zdrží pouze několik minut a může zde dojít

k jeho případnému oplození. Žlázy přítomné zde ve sliznici produkují první vrstvu bílku, z kterého vznikají poutka (*chalazae*). V tuto chvíli můžeme mluvit o vejci. V nejdělsí bílkotvorné části se tvoří hustý bílek a vejce se posunuje dále do krčku, kde se obalí podskořápečnými blánami. V děloze se drobnými žlázkami produkují fosforečnany vápníku a hořčíku a vytváří se skořápka. Do vagíny se dostává již hotové vejce a obaluje se zde hlenem (*kutikulou*), následně přechází do kloaky (Komárek a kol., 1979, 1982).

**OBR 2. Schéma stavby vejce – průřez (Kříž, 1997)**



a - světlý žloutek (latebra), b - vrstvy světlého a tmavého žloutku, c - zárodečný terčík, d - žloutková membrána, e - vnitřní chalázový bílek, f - chalázy (poutka), g - vnitřní řídký bílek, h - vnější hustý bílek, i - vnější řídký bílek

Vejce dle jejich účelu dělíme na konzumní a násadová. Zatímco násadová vejce musí být oplozená a slouží k uložení do líhně, konzumní vejce jsou určena dle své kvality k přímé spotřebě, uskladnění či k zpracování v produkty (Hlouška a kol., 1956). Kvalita konzumních vajec je dána nutriční a technologickou hodnotou vajec. Nutriční hodnotu vajec určuje obsah živin, jejich stravitelnost a organoleptické vlastnosti. Vedle vnitřní hodnoty posuzujeme také jejich technologickou hodnotu, již určuje hmotnost, velikost a tvar vejce a vlastnosti jeho jednotlivých částí, tj. žloutku, bílku a skořápky (Peter et al., 1986).

### 3.1 Technologická hodnota vajec

#### 3.1.1 Hmotnost, velikost, objem a plocha

Domestikací, cílevědomou plemenářskou prací a zlepšováním podmínek chovu se hmotnost vajec postupně zvyšovala, z původních 40 g vajec kura bankivského na 58 – 64 g u domestikovaného kura (Halaj, 1982). Z průměrných 61 g (100 %) vejce připadá 6,5 g (10,6 %) na skořápku, 35 g (57,4 %) na bílek a 19,5 g (32 %) na žloutek (Kříž, 1997). Halaj (1987) uvádí, že zvýšení hmotnosti vejce snáškových hybridů o 1 g, zvýší hmotnost bílku o 0,630 g, žloutku o 0,255 g a skořápky o 0,112 g. Dvoužloutková, popřípadě i třížloutková vejce, se vytvoří při krátkém intervalu mezi ovulacemi 2 nebo 3 žloutků a tyto žloutky následně postupují společně a obalují se jednou skořápkou. Abnormálně malá vejce zpravidla neobsahují žloutek a mohou vzniknout, pokud se žloutek při ovulaci nedostane do vejcovodu, ale do dutiny břišní (Tůmová, 2004).

Orientační hmotnosti vajec ostatních druhů u nás běžněji chovaných hospodářských ptáků: křepelka japonská 13 g, perlička kropenatá 45 g, kachna 80 g, krůta 85 g, husa 200 g, pštros dvoupřstý 1500 g (Peter et al., 1986).

Zvýšení hmotnosti společně se zvýšením počtu snesených vajec, z 15 na průměrně 250 na nosnici a rok, znamená navýšení produkce asi 19 krát, z čehož hmotnost se podílí z jedné čtvrtiny. Vejce se běžně platí dle hmotnosti, proto se drůbežářská výroba snaží hmotnost usměrňovat (Orel, 1959). Dle hmotnosti řadíme legislativně vejce do hmotnostních tříd.

**TAB 1. Hmotnostní třídění vajec dle ČSN 56 9603 (Anonym, 2011)**

<b>Označení skupiny hmotnosti</b>	<b>Hmotnost jednoho vejce [g]</b>	<b>Minimální hmotnost 100 ks [kg]</b>
XL velmi velká	73 a více	7,3
L velká	63 – 73	6,4
M střední	53 – 63	5,4
S malá	53 a méně	4,5

Hmotnost zjišťujeme vážením, udáváme v g (Peter et al., 1986). Dále se určuje měrná hmotnost vajec MH (relativní hustota) v roztoku NaCl různé koncentrace (od 1,022 do 1,102) či dle Halaje and Goliana (2011) ve vodě a vážením vejce na vzduchu nebo ve vodě označovaný dle Míkové (2012) jako hydrometrický test k hodnocení stáří vejce. Specifická hmotnost vajec se pohybuje kolem 1,055 – 1,096 a dle Petera et al. (1986) platí, že vejce s vyšší měrnou hmotností v roztoku padají na dno, kdežto s nižší vyplouvají na povrch.

$$MH = \frac{W_0}{W_1}$$

$W_0$  – hmotnost vejce ve vzduchu

$W_1$  – hmotnost vejce ve vodě

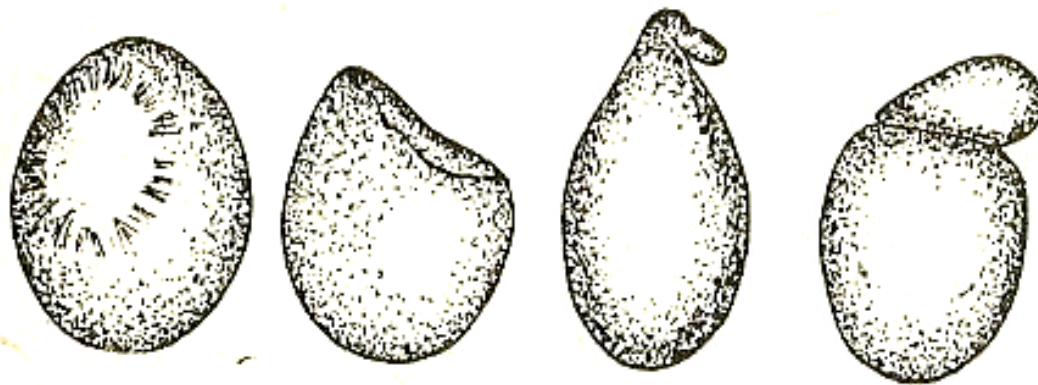
Objem vejce se zjišťuje v kalibrované nádobě ponořením do vody. Z objemu vytlačené vody se odečte objem vejce (Halaj and Golian, 2011). Standardní vejce má objem 53 cm<sup>3</sup> (Kříž, 1997).

Povrch (plochu) vejce lze vypočítat pomocí časově náročného a složitého vzorce ( $P = 4,67 \cdot h^{2/3}$ , kde h je hmotnost vejce v g) nebo lépe a jednodušeji s využitím výpočetní techniky během několika vteřin (Mattas, 1999).

### 3.1.2 Tvar

Tvar standardního vejce se v podélném řezu jeví asymetrický elipsovitý, přičemž konce elipsy jako rozdílně oblé, špičaté (Halaj and Golian, 2011). Mezi těmito krajními tvary se vyskytují přechody (Orel, 1959). V příčném řezu má vejce tvar kruhu (Halaj and Golian, 2011). Elipsoidní tvar vejce vzniká při průchodu vejce krčkem dělohy a u každé nosnice má charakteristický tvar s příznačným indexem tvaru (Kříž, 1997). Více se projevuje kolísání tvaru vajec u jeho délky než u šířky. Žádné vejce však nemá tak pravidelný tvar, aby se dal přesně matematicky vyjádřit. Kachní vejce se vyznačují přibližně stejným tvarem jako slepičí. V nestandardních případech se objevují vejce abnormálního tvaru, různě deformovaná. Nejruznější deformace vznikají při tvorbě skořápky ve vejcovodu, kdy je vejce vystaveno tlaku svaloviny stěny vejcovodu pouze v některých místech. Někdy působí tlak pouze uprostřed vejce na celý obvod skořápky a vznikají stlačená vejce připomínající dvě spojená vejce (Orel, 1959).

### OBR 3. Výskyt vajec s abnormálním utvářením skořápek (Orel, 1959)



Index tvaru se vypočítá z poměru dlouhé a krátké osy vejce. Standardní vejce má index tvaru 1,36 (Kříž, 1997), respektive 73 – 75 % (Peter et al., 1986), při délce 5,3 cm a šířce 3,9 cm (Kříž, 1997). Rozlišujeme vejce ostrá, normální (standardní) a kulatá (Altuntaş and Şekeroğlu, 2008).

$$It = \frac{\frac{s}{d}}{d} \cdot 100 \text{ nebo } \frac{d}{s} \quad \begin{array}{l} \text{\textit{s}} - \text{šířka vejce (mm)} \\ \text{\textit{d}} - \text{délka vejce (mm)} \end{array}$$

Tvar vajec hraje důležitou roli při manipulaci, balení, dopravě a skladování konzumních vajec (Kříž, 1997), avšak i v násadových vejcích, kdy nepravidelný tvar způsobuje nesprávnou polohu zárodka ve vejci a znesnadňuje tak líhnutí (Halaj and Golian, 2011). Vejce nepravidelného tvaru a velikosti zařazujeme mezi nestandardní (Peter et al., 1986).

#### 3.1.4 Bílek

Bílek se skládá z albuminové hmoty a uspořádává se kolem žloutku ve vrstvách. Na vitelinní membránu žloutku přiléhá vrstva nejhustšího chalázového bílku (*membrana chalazifera*), který směrem k pólům vytváří chalázy, jež umožňují otáčení žloutku v podélné ose vejce a současně udržují žloutek ve středu vejce. Toto umožňuje, že zárodečný terčík se vždy obrací nahoru, odkud přichází přirozené teplo od sedícího ptáka (Hlouška a kol., 1956). Žloutek obaluje tenká vrstvička tuhého bílku, který téměř splývá se žloutkovou blánou a z celkové bílkové hmoty představuje pouze 3 % (Orel, 1959). Ostatní bílek ve vejci je uspořádán jako vnější a vnitřní řídký bílek. U skladovaných vajec toto rozlišení mizí (Komárek a kol., 1979, 1982). Zbarvení bílku se může jevit až jako žlutozelené vlivem barviva ovoflavinu, totožného s riboflavinem. Bezprostředně po snesení a potom ve vejcích starých můžeme někdy pozorovat zakalení bílku, což u čerstvých

vajec způsobuje přemíra oxidu uhličitého a u starších vajec jde obvykle o změny znamenající sníženou jakost či nepoživatelnost.

Na bílek čerstvého slepičího vejce připadá asi 57 % jeho hmotnosti (Hlouška a kol., 1956). Čím více hustého bílku vejce obsahuje, tím vyšší je jeho technologická hodnota, která se posuzuje na základě jeho výšky, šířky, indexu bílku, Haughových jednotek (HJ, HU), stupni kyselosti (pH) a šlehatelnosti (Kříž, 1997).

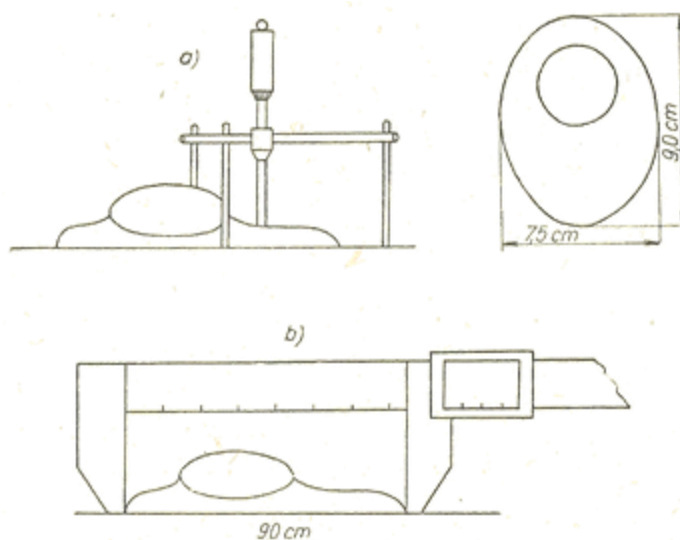
Dříve se hodnotila kvalita bílku pouze dle výšky tuhého bílku, avšak toto hodnocení nerespektuje velikost vejce mající přímý vliv na stav tuhého bílku a není tedy přesné (Orla, 1959). Proto hodnotíme index bílku, který se vypočítá z poměru výšky a plochy tuhého bílku. K měření se používá svislého mikrometrického šroubu na třínožce a posuvného měřítka. Vejce se opatrně naklepne, tak aby se neporušil bílkovinný vak ani žloutková blána a obsah se vyklopí na vodorovnou podložku. U rozteklého obsahu se posuzuje množství řídkého a tuhého bílku. Výška tuhého bílku se měří v místě vzdáleném od chaláz, uprostřed větší roviny (nikoliv v místě, kde přechází v řídký bílek ani kde se upíná ke žloutku). Index bílku se vypočítá dle vzorce (Hampel a kol., 1969):

$$Ib [\%] = \frac{V}{\frac{\check{s}_1 + \check{s}_2}{2}} \cdot 100$$

V – výška bílku (mm)

Š<sub>1</sub>, Š<sub>2</sub> – šířka tuhého bílku (mm)

**OBR 4. Stanovení indexu bílku dle Orla (1959)**



a – stanovení výšky tuhého bílku, b – stanovení šířky tuhého bílku



Dle Kříže (1997) má index bílku dosahovat minimálně hodnoty 80, při výšce 4,64 mm, délce 6,40 cm, šířce 5,20 cm. Čím je jakost vejce horší, tím je tuhý bílek nižší a ztekucenější (Orel, 1959).

Haugh již v roce 1937 zjistil, že kvalita vejce se mění na základě logaritmu výšky bílku a dle tohoto objevu dnes stanovujeme Haughovy jednotky, které se vypočítají dle vzorce (Míková, 2012):

$$HU = 100 \cdot \log (V - 1,7 W^{0,37} + 7,6)$$

V – výška tuhého bílku (mm)

W – hmotnost vejce (g)

0,37 – exponent

7,6 – koeficient

Hodnocení kvality (čerstvosti) vajec se sleduje dle následující stupnice HU:

- |                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| ▪ > 90 ~ vynikající | ▪ 65 ~ na hranici přijatelnosti |
| ▪ 80 ~ výborná      | ▪ 60 ~ špatná                   |
| ▪ 75 ~ velmi dobrá  | ▪ 50 ~ velmi špatná             |
| ▪ 70 ~ dobrá        | ▪ 40 ~ nepříjemná               |

Stupeň kyselosti (pH) bílku čerstvě sneseného vejce se pohybuje okolo 7,5 a s postupem času se zvyšuje u neošetřených vajec až na 9,3 – 9,6 (Míková, 2012). Změnu způsobuje únik oxidu uhličitého z vejce, kdy první den se vytratí převážná většina (Heath, 1977). Se změnou pH bílku se mění i pH žloutku, kdy u čerstvě sneseného vejce má žloutek spíše kyselou reakci a jeho pH činí zpočátku asi 6,0. Žloutková blána následně rychle propouští vodíkové ionty a hydroxylové ionty přechází z bílku do žloutku a pH žloutku stoupá na 7,0. S vyšší teplotou stoupá rychlost průběhu změn (Halaj and Golian, 2011) a největší změny pH se projevují během prvních tří dnů (Heath, 1977).

Šlehatelnost neboli množství a trvanlivost (tj. odolnosti vůči ztekucení (Orel, 1959)) pěny považují spotřebitelé za nejvýznamnější vlastnost bílku (Kříž, 1997). Objem našlehané pěny se měří různými způsoby (Orel, 1959). Šlehatelnost vyjadřujeme poměrem objemu našlehaného bílku k původnímu objemu bílku před šleháním a značíme jej jako index šlehatelnosti.

$$I_s = \frac{O_p}{O_s} \cdot 100$$

O<sub>p</sub> – původní objem bílku (ml)

O<sub>s</sub> – objem bílku po našlehání (ml)

Trvanlivost pěny vyjadřujeme poměrem původního objemu bílku před našleháním a objemem bílku, který se znovu vytvoří z našlehané pěny po 30 minutách stání.

$$I = \frac{O_p - O'_b}{O_b} \cdot 100$$

$O_p$  – objem pěny (ml)

$O'_b$  – objem zkapalněného bílku po 30 minutách stání (ml)

$O_b$  – objem bílku (ml)

Nejkvalitnější bílek je ten, z kterého se velmi rychle našlehá trvanlivá pěna. Index šlehatelnosti se pohybuje v rozpětí 200 až 450 a index trvanlivosti pěny od 15 do 90 (Peter et al., 1986).

Hustota bílku čerstvě sneseného vejce se průměrně pohybuje okolo 1,035 kg/m<sup>3</sup> a směrem ke žloutku se hustota jednotlivých vrstev zvyšuje (Orel, 1959).

### 3.1.3 Žloutek

Žloutek (vaječná buňka) se z nutričního hlediska považuje za nejdůležitější část vejce (Peter et al., 1986) a na čerstvé vejce připadá asi z 30 - 32 % jeho hmotnosti (Hlouška a kol., 1956). Žloutková hmota je emulzní soustava, v níž jsou drobné kapičky oleje rozptýleny ve vodném prostředí, jeho bílkoviny tuto emulzní soustavu dokonale stabilizují, čímž dělají ze žloutku nejdokonalejší emulzní soustavu vůbec. Obaluje se jemnou, pružnou a tenoučkou blankou označovanou jako blána žloutková nebo též *membrana vitelina* (Orel, 1959) a skládá se z koncentricky uspořádaných vrstev světlého a tmavého žloutku. Po stránce chemického složení existuje mezi oběma vrstvami rozdíl ten, že světlý žloutek je bohatší na vodu a bílkoviny, oproti tomu tmavý žloutek obsahuje množství žloutkových zrn (Komárek a kol., 1979, 1982). Vrstvy tmavého žloutku jsou tlustší (až 2 mm), zatímco vrstvy světlého žloutku tenčí (0,25 – 0,40 mm) a zároveň platí, že směrem do středu jsou vrstvy silnější. Jednotlivé vrstvy žloutku jsou vlastně denní přírůstky žloutku při zrání vajíčka ve vaječném vaku. Vrstvy tmavého žloutku vznikají ve dne, kdy nosnice mají dostatek krmiva obsahujícího barevné pigmenty. Večer a v noci již zpravidla klesá v krvi obsah barevných pigmentů krmiva a vznikající vrstva žloutku bývá světlejší (Orel, 1959). Místo, kde je uloženo jádro buňky s okolní cytoplazmou

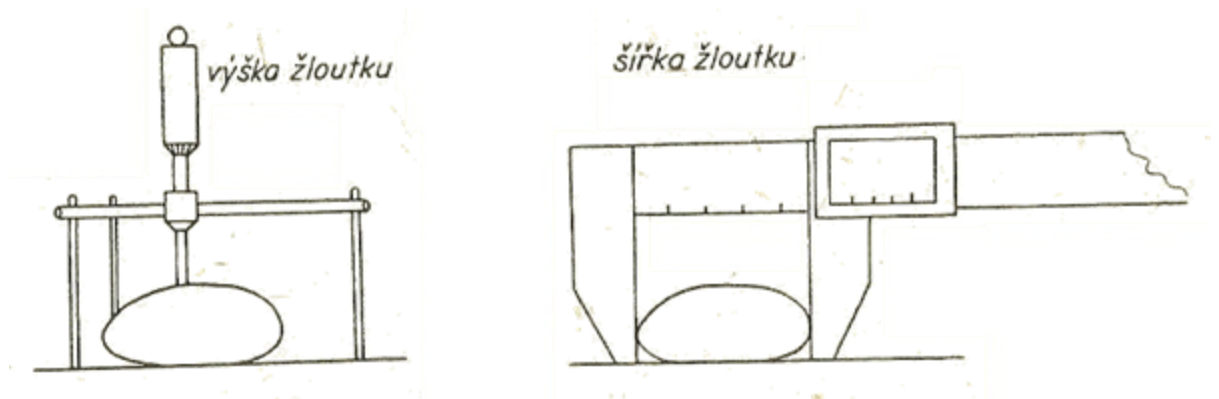
nazýváme animální pól, pod kterým světlý žloutek vytváří stopkovitý útvar zvaný latebra (průměr dle Orel (1959) 6 mm), který představuje první výživu vyvíjejícího se zárodku (Komárek a kol., 1979,1982). Směrem k zárodečnému terčíku vystupuje z latebry kyjovitý útvar, krček latebry, který se pod vlastním zárodečným terčíkem nálevkovitě rozšiřuje v Panderovo jádro (Orel, 1959). Světlý žloutek latebry má nižší měrnou hmotnost a proto se žloutek ve vejci vždy otáčí svým animálním pólem nahoru (Komárek a kol., 1979,1982). Zárodečný terčík, tj. místo kde dochází k oplodnění vejce, se po vytlučení jeví jako malá bělavá skvrna. V neoplozeném vejci vypadá jako malá skvrnka s nepravidelným tvarem, v čerstvém oplozeném vejci jako rozsáhlejší a kulatá skvrna (Peter et al., 1986), i větší než 4 mm (Orel, 1959). Pod mikroskopem můžeme vidět velké množství kulovitých tělísek (Peter et al., 1986).

Technologickou hodnotu žloutku posuzujeme dle jeho barvy, indexu žloutku a výskytu krevních a masových skvrn. Barva žloutku se z hlediska spotřebitele považuje za nejdůležitější vlastnost vejce (Peter et al., 1986) a pohybuje se v širokém rozmezí od světle žluté až po sytě oranžovou (Míková, 2012). Dříve se zjišťovala pouze smyslově po vytlučení vaječného obsahu, orientačním stanovením intenzity zabarvení dle stupnice: 1 – sytě oranžová, 2 – oranžově žlutá, 3 – bledě žlutá (HAMPL a kol., 1969). Subjektivně se nejčastěji určuje porovnáním se standardní barevnou stupnicí (vějířem) firmy Hoffman La Roche °HLR, která má rozpětí 1 – 16 (Halaj and Golian, 2011). Požadavek na standardní vejce - sytě oranžové, 8. – 10. stupeň La Roche (Kříž, 1997), Halaj and Golian (2011) uvádějí při standardních krmných směsích rozpětí 6 – 8 °HLR. Používá se i porovnání barvy žloutku s roztokem dichromanu draselného různé koncentrace. Na objektivní posouzení barvy žloutku se používají fotokolorimetrické a spektrofotometrické metody (Peter et al., 1986) založené na proměňování vlnové délky (Halaj and Golian, 2011). Žloutky kachních vajec se zbarvují poněkud tmavěji (Orel, 1959). Čerstvý žloutek má po vyklopení tvar koule, která je ve směru krátké osy vejce mírně zploštělá (Orel, 1959), a je obalený malou vrstvou tuhého bílku. Index tvaru žloutku udává poměr výšky (standardně 12 – 17 mm) a průměr dvou na sebe kolmých měření (standardně 32 – 42 mm) žloutku, čímž charakterizuje jeho tvar.

$$I\check{z} [\%] = \frac{v}{d} \cdot 100$$

v – výška žloutku (mm)  
d – průměrná šířka žloutku (mm)

**OBR 5. Stanovení indexu žloutku dle Orla (1959)**



Výška žloutku není objektivním ukazatelem tvaru žloutku, jelikož závisí na hmotnosti vejce. Hodnota indexu žloutku má rozpětí 22 % až 55 % (Peter et al., 1986), dle Kříže (1997) minimálně 48 %. Při poklesu hodnoty indexu žloutku pod 25 % obvykle praskne žloutková blána a žloutek se rozteče (Halaj and Golian, 2011). Dle Václavovského (2000) hodnoty kolísají od 30 % do 58 %, průměr stanovuje na 39 – 45 %.

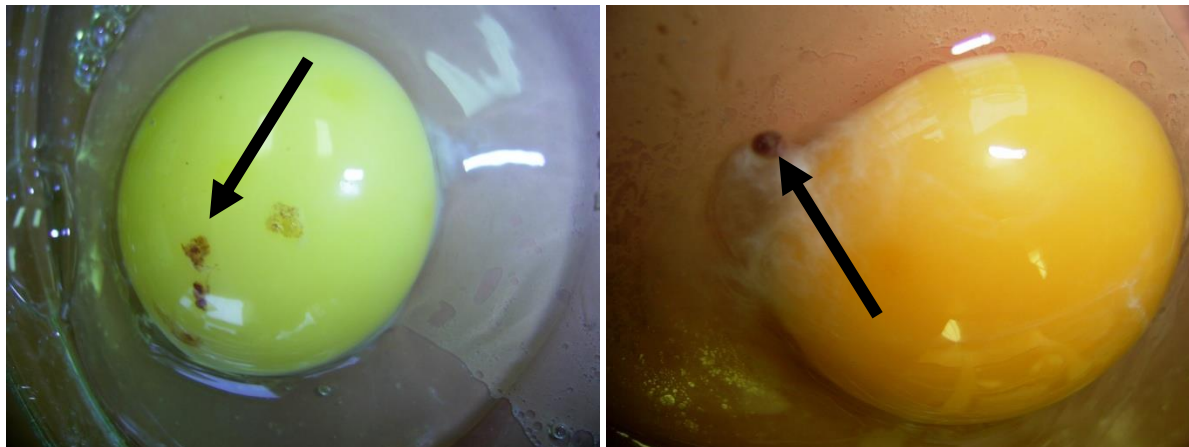
Průměrná hustota žloutku se pohybuje okolo 1,029. Viskozita čerstvého žloutku je 100krát vyšší, než viskozita vody (Orl, 1959).

### 3.1.3.1. Masové a krevní skvrny

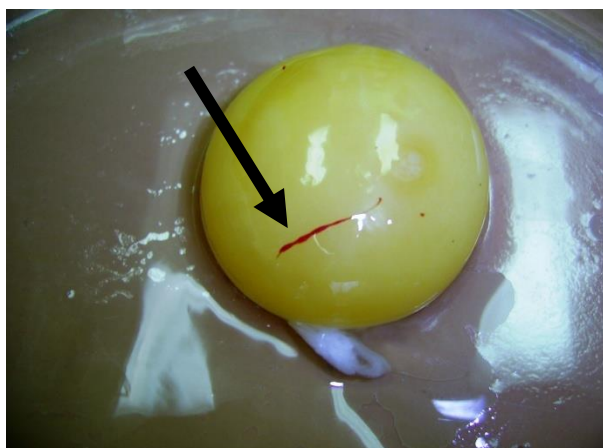
Estetickou vadou ve vejci jsou krevní skvrny nacházející se na žloutku nebo na bílku, vznikající krvácením při ovulaci nebo prasknutím cévky vejcovodu (Tůmová, 2004) a ulpěním krevních částic při tvorbě vejce (Kříž, 1997). Krevní skvrny mají v naprosté většině jasně červenou barvu a častěji je nalezneme na vaječném žloutku (Ledvinka a Klesalová, 2003). Dojde-li ke krevnímu výronu až ve vejcovodu, vyskytují se skvrny volně v bílku a ojediněle při velkém krevním výronu zahlcují celý bílek (Orl, 1959). Šedé, světle či tmavě hnědé nebo až černé skvrny se označují jako masové (Ledvinka a Klesalová, 2003), většinou se jedná o skvrny, v nichž se u oxyhemoglobinu oxidací uvolnil hematin (Orl, 1959). Světlé masové skvrny vznikají z částí tkání pohlavních orgánů uvolněných při procesu tvorby vejce během průchodu vejcovodem a zpravidla se zabudovávají do bílku (Peter et al., 1986). Dle Ledvinky a Klesalové (2003) se masové skvrny vyskytují častěji hlavně ve vaječném bílku. Kromě estetické

závadnosti, mohou vejce s krevními či masovými skvrnami zvyšovat riziko infekce například Salmonelami (Smith and Musgrove, 2008) a v případě násadových vajec snižují jejich plodnost (Bermudez, 1993).

**OBR 6. Příklady masových skvrn (foto autorka DP)**



**OBR 7. Příklad krevní skvrny (foto autorka DP)**



Přítomnost krevních skvrn se zjišťuje smyslově po vytlučení vaječného obsahu a stupeň znehodnocení vajec se udává dle velikosti krevních skvrn do stupnice: A – drobné tečkovité skvrny, B - skvrny velikosti čočky, C – velké skvrny zachvacující celý obsah vejce (HAMPL a kol., 1969). Krevní skvrny lze také zjistit při prosvícení (Orel, 1959), kdy zdravý žloutek vidíme jako tmavší stín ve středu vejce bez nevyrovnaných částí (Halaj and Golian, 2011). Krevní a zejména masové skvrny se dají velmi dobře rozpoznat, pokud jsou větší než 2 mm (Orel, 1959).

Vejce obsahující krevní a masové skvrny ztrácí na své hodnotě, i malé krevní skvrny ve vaječném obsahu snižují kvalitu vajec (Orel, 1959). Všeobecně se předpokládá výskyt masové či krevních skvrn v 2 – 4 % vajec (Nalbandov and Card, 1944). Vejce z užitkových chovů nosnic se prosvěcují

a vyřazují se ta s nadměrně velkými krevními a masovými skvrnami. Spotřebitel se s nimi tedy v běžném obchodě zpravidla neseťká (Ledvinka a Klesalová, 2003).

### 3.1.5 Skořápka

Na skořápku čerstvého slepičího vejce připadá asi 11 % jeho hmotnosti (Hlouška a kol., 1956). Tvoří pevný obal vejce a skládá se ze dvou vrstev. Mamilární vrstvu tvoří vápenné bradavky směřující do centra vejce. Souvislou houbovitou vrstvu neúplně prostupují jemné póry o velikosti 10 - 30  $\mu\text{m}$  (Yamamota et al., 1996). U slepičího vejce se těchto pórů vyskytuje kolem 7 tisíc (Komárek a kol., 1979,1982), dle Yamamota et al. (1996) a Kříže (1997) i kolem 10 tisíc, a umožňují přechod vodních par a plynů (Komárek a kol., 1979,1982). Stejně silná skořápka však nemusí být i stejně porézní a tím pádem může různě propouštět plyny a vodní páru, což se nepříznivě projevuje při vysychání vajec. Tupý konec skořápky dosahuje až o 40 % vyšší propustnosti než konec ostrý. Směrem dovnitř propouští skořápka až o polovinu více vody než směrem opačným (Orel, 1959).

Obsah vody ve skořápce se pohybuje pouze v nepatrných množstvích a kolísá okolo 1 – 2 % (Orel, 1959). Nerovnoměrné rozptýlení vody způsobuje „mramorovitost“ skořápky (Halaj and Golian, 2011). Z minerálních látek převládá uhličitan vápenatý (93,7 %)(Orel, 1959).

Požadovaný povrch skořápky má být hladký, bez výrůstků a prstenců, zvrásnění, krvavých povlaků a deformací skořápky. Zároveň také čistý, neznečištěný například trusem, krmivem či podestýlkou (Golian and Halaj, 2011).

Z hlediska technologického je důležitá pevnost skořápky, aby se vejce během manipulace a přepravy neporušila (Orel, 1959), pevnost přímo podmiňuje odolnost vůči poškození. Není dána její tloušťkou (Kříž, 1997), nýbrž její stavbou a kompaktností. Platí, že ve směru dlouhé osy je pevnější než ve směru osy krátké. Ve směru dlouhé osy snese tlak kolem 3,5  $\text{kg}/\text{cm}^2$  s kolísáním mezi 1,7 až 5,5  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Nárazem však vaječná skořápka velmi snadno praská (Orel, 1959). K zjišťování pevnosti skořápky se používá buď metod přímých či nepřímých. Do přímých metod spadají různě konstruované přístroje založené na měření síly tlaku na podélnou osu vejce

potřebnou k prasknutí skořápky. Přímé metody rozlišujeme na destruktivní a nedestruktivní. Nepřímé metody využívají vysokých korelací mezi pevností vejce a dalšími vlastnostmi, jako například velikostí a tloušťkou skořápky či mezi tloušťkou skořápky a její pevností (Ledvinka a Gardiánová, 2003). Dle Halaje and Goliana (2011) existuje pozitivní vztah mezi měrnou hmotností a pevností vejce  $r = 0,242$  a průměrnou tloušťkou skořápky  $r = 0,277$ . V případě indexu tvaru a pevnosti vejce  $r = 0,084$  a deformací  $r = -0,385$  popisují negativní vztah.

Tloušťka skořápky u standardního vejce kolísá okolo 0,32 mm (Kříž, 1997), dle Halaje and Goliana (2011) okolo 0,37 mm. Směrem od ostrého konce k tupému se tloušťka skořápky snižuje s průměrnými hodnotami ostrého konce 0,40 – 0,42 mm, střed 0,32 mm a 0,26 mm u tupého konce. Tloušťka skořápky se nejčastěji měří digitálním posuvným měřítkem s přesností na 0,01 mm, umytá a vysušená, na třech místech: z ostrého a tupého konce a ze středu vejce.

Pod skořápkou se nachází další dvě blány sloužící jako další ochrana vaječného obsahu, které se skládají především z organických látek (80 %), zbytek tvoří voda a stopy minerálií. Vnější se nazývá skořápečná a vnitřní bílková (Hloučka a kol., 1956). U slepičího vejce se tloušťka obou pohybuje v rozmezí 0,05 – 0,06 mm. Tyto vaječné blány jsou daleko propustnější pro vodní páry, než skořápka samotná. Kromě těchto par umí propouštět i minerální roztoky a popřípadě i bílkovou hmotu. S vysycháním se propustnost těchto blan dále zvyšuje (Orel, 1959). Obě přiléhají těsně na sebe a pouze v místě, kde vzniká vzduchová bublina, obvykle na tupém konci vejce, se od sebe ihned po snesení oddělují a vzniká tak prostor naplněný vzduchem – vzduchová komůrka (Hloučka a kol., 1956). Po snesení vzduchová bublina dosahuje jen velmi malé velikosti, ale s teplotou a stářím vejce se zvětšuje (Bell and Weaver, 2001). Průměrné výšky vzduchové bubliny u čerstvých vajec naměřili Berardinelli et al. (2006) u vajec z klecového chovu 3,4 mm, z podestýlkového chovu 3,7 mm a z ekologického chovu 3,00 mm. Samli et al. (2005) uvádějí u vajec z klecových chovů po dvoudenním skladování při pokojové teplotě zvětšení vzduchové komůrky na 4,28 mm, po pětidenním skladování vzestup na 4,69 mm a po desetidenním skladování na 5,69 mm.

Skořápka slepičích vajec má lesklý, někdy až matný vzhled. Tento lesk dodává skořápce vrstvička mucinové kutikuly, která se u vajec liší svou tloušťkou (Orel, 1959), Yamamoto et al. (1996) uvádějí asi 10  $\mu\text{m}$ . Tento hlenovitý útvar usnadňuje snášení a po snesení vejce zasychá, čímž ucpává póry a zamezuje mechanickému pronikání mikroorganismů do vejce. Navíc obsahuje lysozym, který má baktericidní (Kříž, 1997) a bakteriostatické (Šatava, 1984) účinky a navíc se podílí na pevnosti skořápky (Steinhauserová a kol., 2003). Drsný povrch vejce způsobuje nestejně ukládání skořápečných vrstev. Někdy se na povrchu vejce usazují shluky skořápečné hmoty, jindy se povrch jeví jako rýhovaný či vroubkovaný. Všechny tyto případy ukazují následky poruchy při tvorbě vejce zhoršující vzhled a zpravidla i pevnost skořápky (Orel, 1959).

Typické barvy skořápky slepičích vajec jsou bílá, žlutá, nahnědlá až hnědá (Orel, 1959). Některá původní plemena jihoamerických indiánů pocházející z oblasti Chile, tedy plemeno mapuche, a moderní evropská (například araukana) a severoamerická plemena snášejí vejce s namodralou nebo i zelenou skořápkou (Wragg et al., 2013). Převládající barviva viditelná v obyčejném světle - hnědá a zelenomodrá, ve stopách barviva bílá, žlutohnědá, popřípadě ještě jiná. Vedle nich se vyskytuje ještě ovoporfyrin viditelný pouze ve filtrovaném ultrafialovém světle (Orel, 1959). Butcher and Miles (2003) uvádějí tři hlavní pigmenty – biliverdin-IX, jeho zinkový chelát a protoporfyrin-IX, který je nejhojnějším pigmentem v nynějších komerčních chovech hnedovaječných hybridů. Žlučové barvivo biliverdin způsobuje modré či zelené zbarvení skořápky (Wragg et al., 2013).

### **3.2 Nutriční hodnota vajec**

Vejce obecně obsahuje všechny potřebné anorganické i organické živiny potřebné pro vývoj zárodku. Skládá se průměrně z 65,6 % vody a 34,4 % sušiny. Poměr živin v sušině 12,1 % bílkovin, 10,5 % tuků, 0,9 % cukrů a 10,9 % minerálních látek. V jednotlivých částech vejce jsou tyto látky zastoupeny různě, což podmiňuje fyziologické procesy probíhající v celém těle nosnice. Při snášce 300 vajec ročně vytvoří reprodukční soustava slepice kolem 1,4 kg bílkovin, 1,2 kg tuku, 1,8 kg minerálních látek a 10 – 11 kg vody (Peter et al., 1986). Nutriční hodnota vajec není předmětem této práce a z tohoto důvodu zde není podrobněji rozebírána.



### **3.3 Faktory ovlivňující technologickou hodnotu vajec**

Znalost rozsahu faktorů ovlivňujících technologickou kvalitu vajec se nezbytně využívá při zdárné produkci vajec vysoké kvality (Roberts, 2004). Mezi činitele ovlivňující tuto hodnotu se řadí věk nosnice, druh a plemeno drůbeže, dědičnost, hmotnost a velikost vejce, počet snesených vajec, doba snesení vejce a jeho pořadí v sérii, individuální vlastnosti nosnice, výživa, ustájení a skladování.

#### **3.3.1 Vliv věku**

Dle Yamamota et al. (1996) se hmotnost a podíl bílku, žloutku a skořápky liší v závislosti na věku nosnice. Dle Tůmové (2014) je podíl žloutku v pozitivní korelaci s věkem nosnice a Silversides and Budgell (2004) navíc udávají, že hmotnost žloutku se zvyšuje úměrně více než ostatní složky. Mladší nosnice snášejí vejce s vyšším indexem žloutku, než starší. S přibývajícím věkem nosnice klesá výška bílku. Vlastnosti žloutku nepodléhají věkem slepic tak výrazným změnám jako vlastnosti bílku (Peter et al., 1986). Dle Tůmové (2014) se i podíl hustého bílku s věkem nosnice snižuje a současně se také snižuje podíl skořápky (Arpášová et al., 2012). Snižování podílu skořápky potvrzují i studie Rizziho and Chiericata (2005). Věk nosnice se negativně projevuje snižováním snášky (Kříž, 1997).

Dle Halaje (1982) a potvrzující studií Kocevskeho et al. (2011) má věk na hmotnost dokonce významný vliv, kdy nejlehčí vejce snášejí mladé kuřice (tzv. kuřecí vejce (Hlouška a kol., 1956)) a s jejich přibývajícím věkem roste i hmotnost vajec. Kříž (1997) udává, že u vysokoužitkových hybridů narůstá hmotnost vajec nejrychleji do 40. týdne věku a později se tento trend zpomaluje. Předčasná pohlavní dospělost způsobí, že nosnice dosáhne nižší hmotnosti těla, snášejí menší vejce a tím pádem vyprodukuje i méně vaječné hmoty. Dle Orla (1959) čím ranější kuřice, tj. čím dříve snese první vejce, tím větší rozdíl hmotnosti prvního vejce od celkového ročního průměru. Peter et al. (1986) uvádějí, že nosnice později pohlavně dospívající snášejí vejce s vyšší kvalitou bílku avšak s věkem se kvalita bílku snižuje.

První vejce kuřic nemají svůj typický tvar (Ledvinka a Klesalová, 2002). S přibývajícím věkem se vejce prodlužují (Peter et al., 1986), což potvrzují i studie Ledvinky a Klesalové (2002), kteří navíc udávají,

že s postupujícím věkem narůstá i počet tvarově nestandardních a nadměrně velkých vajec, popřípadě dle Petera et al. (1986) vajec rozbitých.

Barva žloutku se zvyšuje s věkem (Chang-Ho et al., 2014) s hladinou významnosti  $P < 0,001$ . Experiment Rajaravindra et al. (2015) vykazoval velkou změnu barvy žloutku (7,41 až 8,44) s postupujícím věkem. Věk pravděpodobně ovlivňuje intenzitu barvy žloutku nejen příjmem karotenoidních pigmentů, ale i schopnost zažívacího traktu nosnice tyto pigmenty syntetizovat (Rizzi and Chiericato, 2005).

Studie Bustanyho and Elwinger (1987) prokázala přibývajícím výskyt krevních a masových skvrn s věkem nosnic.

Dle studie Gálíka et al. (2010) se deformace skořápky zvyšuje až do 300 dní věku nosnice a tloušťka skořápky se do tohoto věku snižuje. Snižování tloušťky skořápky s věkem potvrzuje i Ketelaere et al. (2002) a Rizzi and Chiericato (2005). Po dovršení tohoto věku se tyto faktory vyvíjejí opačně, což dle Tůmové (2014) souvisí s velikostí vejce. Dle Couttse and Wilsona (2007) nosnice s věkem ztrácí schopnost mobilizovat vápník z kostí a tím pádem produkovat uhličitán vápenatý potřebný pro tvorbu vaječné skořápky, dokonce uvádějí pokles adsorpce a mobilizace vápníku u zvířat starších 40. týdnů pod 50 %. Peter et al. (1986) poukazují, že ve druhém měsíci snášky je pevnost skořápky průměrně  $27,2 \text{ N.cm}^2$  a na konci pouze  $23,8 \text{ N.cm}^2$ . Z toho vyplývá, že s věkem nosnic vzrůstají i nároky na vápník a fosfor v krmné dávce v souvislosti s produkcí vajec (Bar et al., 2002). Špatná kalcifikace skořápek vajec starších ptáků se zdá být v důsledku dysfunkce vnitřních žláz, případně spojené s omezenou syntézou dihydroxycholekalCIFerolu v ledvinách (Joyner et al., 1987). Mladší nosnice snášejí vejce s delšími póry, než slepice starší (Brake et al., 1997). Úpravou krmné dávky, která snižuje velikost vajec, lze dosáhnout zlepšení kvality skořápky u starších nosnic (Keshavarz, 2003). Dle Mabe et al. (2003) lze kvalitu skořápky u starších slepic zlepšit také některými doplňky krmné dávky obsahujícími zinek, měď a mangan.

Dle Butchera and Milese (2003) blednou s věkem nosnice skořápky, zároveň však uvádějí, že není přesně jasné, čím je to způsobeno, nicméně dohadují se možné souvislosti se stresem. Pokusy Odabašihho et al. (2007) i studie kvality vajec české slepice zlatě kropenaté Anderleho

a Lichovnickové (2014) potvrzují, že s věkem se intenzita zabarvení skořápky snižuje a skořápky jsou světlejší.

Věk nosnice ovlivňuje dále i šlehatelnost, kdy s věkem nosnice roste i index trvanlivosti pěny avšak snižuje se index šlehatelnosti (Hammershoj, 2006). Toto je způsobeno mírným ovlivněním pH bílku, které je se šlehatelností v pozitivní korelaci (Silversides and Budgell, 2004).

Výmola a kol. (1995) udávají, že starší nosnice reagují na změny prostředí, zejména teplotu, mnohem odolněji, než slepice mladší a tím pádem nemají tak silný vliv na hodnotu vajec. Avšak nutno konstatovat, že starší nosnice hostí dle Walese et al. (2007) více salmonel.

Dle Tůmové (2014) dochází uprostřed snáškového cyklu (mezi 38. a 44. týdnem věku) ke stabilizaci snášky a kvality vajec.

### **3.3.2 Vliv plemenné příslušnosti a genotypu**

Vliv druhu na celkovou technologickou hodnotu je samozřejmý a logický, což je obecně uvedeno v kapitole 3.1.1 Hmotnost a velikost. Nejen u kura domácího se hmotnost bude lišit dále v závislosti na užitkovém typu a plemeni.

Vliv plemene je dle Yamamota et al. (1996) značný především na hmotnosti vajec a v podílu žloutku, bílku a skořápky. Například u bílého nosného plemene leghornka činí podíl skořápky 9 – 11 %, žloutku 60 – 63 % a bílku 28 – 29 %. Vejce leghornky bílé vykazují nejvyšší hmotnost, délku a šířku vejce, navíc se jedná o „nejvýkonnější“ plemeno v produkci vajec (Monira and Miah, 2003). Dle Ledvinky a kol. (2000) vykazují skořápky vajec leghornek bílých navíc i vyšší pevnost oproti finálnímu snáškovému hnědovaječnému hybridu D 102 (Dominant hnědý). Leghornky hnědé mají dle Silversida and Budgella (2004) jedny z nejmenších vajec s úměrně největšími žloutky. Plemeno white rock má dle Monira et al. (2003) lepší index tvaru a výšku bílku v porovnání s ostatními plemeny. Vlivem genotypu na hmotnost vajec dle Jonese et al. (2010) zřetelně odlišují především hnědovaječné a bělovaječné nosnice, kdy hnědá vejce dosahují průměrně vyšší hmotnosti (61,12 g vs. 58,85 g). Šlechtěním nosných hybridů dochází ke zvýšení hmotnosti vajec, ale jde především o zvyšování hmotnosti bílku (Anderle a Lichovnicková, 2014). Zároveň dle studie Williamse (1992)

existuje vyšší variabilita Haughových jednotek u hnědých vajec, než u bílých. Všeobecně dle Vrbky (1980) platí, že lehká plemena (vlašky, leghornky, češky, minorky, hamburčanky) vykazují povětšinou vyšší snášku, než slepice plemen těžších (kočinky, brahmánky, orpingtonky). Studie hybridů Dominant zaměřená na kvalitu vajec realizovaná Hornovou a Lichovnickovou (2010) uvádějí, že Dominant černý 109 snáší nejkvalitnější vejce, pokud se jedná o hmotnost, kvalitu skořápky a kvalitu žloutku.

Studii Yakuba et al. (2008) se prokázalo, že u holokrčných plemen se vyskytuje významně vyšší hmotnost, délka a šířka vejce, index tvaru vejce, tloušťka skořápky, hmotnost bílku a žloutku, výška a šířka žloutku ( $P < 0,05$ ). Hmotnost skořápky a index žloutku se svými hodnotami významně neliší od nosnic s normálním opeřením. Usuzuje se, že introdukce genu holokrčnosti by mohlo hrát klíčovou roli při šlechtění nosných hybridů.

Masové a krevní skvrny se více vyskytují především u těžších plemen (Peter et al., 1986) a dále platí, že u hnědovaječných plemen se v některých případech vyskytují ve vyšší úrovni než 20 %, zatímco u bělovaječných plemen pouze v 1 – 3 %. Tento rozdíl zaznamenáváme zejména u vysoce užitkových vaječných hybridů, ale i u čistokrevných jedinců (Ledvinka a Klesalová, 2003). Hornová a Lichovnicková (2010) udávají za nejkvalitnější vejce hnědovaječného hybrida Dominant žíhaný D 959 z pohledu výskytu krevních a masových skvrn.

Z hlediska dědičnosti jsou malá vejce dominantní a bez šlechtění nosnic na hmotnost by se průměrná hmotnost produkovaných vajec mohla časem snižovat (Orel, 1959). Heritabilita hmotnosti vajec se pohybuje v rozpětí  $h^2 = 0,4 - 0,8$  (Peter et al., 1986). Příbuzenskou plemenitbou se hmotnost vajec snižuje (Peter et al., 1986). Dle Tůmové je dědivost tvaru vejce nízká ( $h^2 = 0,11 - 0,19$ ), jednotlivé nosnice však produkují vejce do jisté míry ustáleného tvaru (Orel, 1959) a platí, že vejce s abnormálním tvarem snáší stejná nosnice celý život. Váha bílku se prosazuje s vysokou heritabilitou  $h^2 = 0,66$ . Hmotnost žloutku má nízkou heritabilitu  $h^2 = 0,15$  (Peter et al., 1986). Rozdíly v barvě žloutku vlivem dědičnosti mezi jednotlivými hybridy lze jen obtížně vysvětlit, obecně lze říci, že genotypy s vyšší snáškou snáší vejce se světlejším žloutkem (Tůmová, 2014). Dědivost krevních ( $h^2 = 0,07 - 0,67$ ) i masových ( $h^2 = 0,18 - 0,68$ ) skvrn je poměrně vysoká

(Peter et al., 1986), což potvrzuje svou studií i Ledvinka a Klesalová (2003). Vliv genotypu se projevuje i v souvislosti barvy skořápky a její pevnosti, kdy bělovaječní hybridy snášejí obvykle vejce s pevnější skořápkou, zatímco hnědovaječné nosnice produkují pevnější vejce. U genotypů s krémovou skořápkou se obecně udává horší kvalita skořápky (Tůmová, 2014). Dědivost pevnosti se pohybuje v rozmezí  $h^2 = 0,25 - 0,56$ , v případě tloušťky skořápky kolísá koeficient heritability ( $h^2$ ) okolo  $0,25 - 0,50$  (Peter et al., 1986).

### **3.3.3 Vliv hmotnosti a velikosti vejce**

Podíl žloutku je v negativní korelaci s hmotností vejce (Tůmová, 2014), zároveň dle Hornové a Lichovnickové (2010) platí, že se zvyšující hmotností roste i podíl bílku. Hmotnost, respektive podíl skořápky jsou v přímé úměře s velikostí vejce (Tůmová, 2014). Dle Şekeroğlu and Altuntaş (2009) nejtěžší vejce mají též nejtmavší barvu. S rostoucí velikostí a hmotností vajec se může snižovat pevnost skořápky (Peter et al., 1986). Şekeroğlu and Altuntaş (2009) zaznamenali největší tloušťku skořápky u středních vajec (0,40 mm) a nejnižší u mimořádně velkých vajec (0,382 mm). Střední vejce byla i nejpevnější. Anderle a Lichovnicková (2014) udávají, že vejce s nejvyšší hmotností a podílem skořápky mají též nejvyšší nejsilnější skořápky a naopak u hejna s nejnižší hmotností a podílem byla i tloušťka nejtenčí ( $P < 0,05$ ). Větší vejce mívají zpravidla poněkud poréznější skořápku a tím se do jisté míry vyrovnává relativně větší povrch menších vajec (Orel, 1959). Dle Máchala et al. (2004) se s rostoucí hmotností vajec také zvyšuje i výskyt jejich abnormalit, především dvoužloutkových vajec. Hmotnost vajec výrazně ovlivňuje výšku bílku ( $P < 0,01$ ) a výška žloutku, zároveň s indexem žloutku se zvyšuje s velikostí vajec. S hmotností vajec tmavne žloutek (Şekeroğlu and Altuntaş, 2009). Velikost vejce určili Odabaşı et al. (2007) za hlavní faktor ovlivňující barvu vaječné skořápky.

### **3.3.4 Vliv počtu snesených vajec**

Uvádí se negativní korelace ( $-0,4$  až  $-0,6$ ) mezi hmotností vajec a intenzitou snášky (Tůmová, 2014). Oosterwoud (1987) zmiňuje negativní korelaci mezi tloušťkou skořápky a snáškou nosnice.

### 3.3.5 Vliv doby snesení vejce a jeho pořadí v sérii

Vejce snesená ráno dosahují vyšší hmotnosti, než snesená v poledne, případně odpoledne. Hmotnost klesá se zvyšujícím se pořadím v sérii (Kříž, 1997). Platí, že nejtěžší vejce je sneseno ráno a se zvyšujícím se pořadím v sérii se posunuje i doba snesení (Tůmová a Charvátová, 2009). Dle studie Pettersona (1997) klesala hmotnost během snášky mezi 05:00 – 18:00 hodinou o 2 – 9 g/vejce/den. Avšak Zita a kol. (2009) svou studií prokázali, že v případě podestýlkového systému chovu měla nejvyšší hmotnost vejce v 14:00, následně v 06:00 a nejnižší v 10:00 hodin. Podíl žloutku se s časem sběru zvýšil, s poklesem v 10:00 hodin a u podestýlkového systému zjistili nejvyšší podíl ráno s poklesem v 10:00 hodin a s mírným zvýšením v 14:00 hodin. Tůmová a Ebeid (2005) zjistili, že ranní vejce mají silnější skořápku (0,398 mm) oproti vejcům odpoledním (0,390 mm). Halaj (1982) dále udává, že první snesené vejce má hmotnost v rozpětí 35 – 45 g a své typické hmotnosti dosahují vejce až ve 2 – 3 měsíci snášky. Následně se zvyšuje hmotnost vajec v druhém až čtvrtém roce. Do dvou let je vhodné nosnice vyřazovat z důvodu snižující se snášky a také možnosti výskytu chorob a cizopasníků u starších zvířat (Vrbka, 1980). Tvar vejce se mění zejména během snáškového cyklu, kdy na začátku mají typický kulatější tvar a s postupující snáškou se prodlužují. Vejce se rovněž prodlužují s pořadím vejce v sérii. Nestandardně tvarovaná vejce (dvoužloutková, protáhlá, kulatá, malá) nejčastěji snesou nosnice v době nejvyšší intenzity denní snášky mezi 9:00 – 11:00 hodinou (Tůmová, 2014). Nejvyšší Haughovy jednotky zjistili Zita et al. (2012) u vajec sbíraných v 10:00 hodin a nejnižší u vajec sebraných v 6:00. Ve druhé fázi snáškového cyklu vlivem klesající pevnosti skořápky dochází k jejímu poškození a prasknutí, zároveň vyšší výskyt vajec s porušenou skořápkou se zjistil v ranních hodinách. Vejce se silnější skořápkou bývají snesena mezi 10:00 – 13:00 hodinou (Tůmová, 2014). Na začátku snášky bývá zpravidla skořápka vajec poněkud světlejší (Orel, 1959).

### 3.3.6 Vliv individuálních vlastností nosnice

Existuje pozitivní závislost mezi hmotností vejce a hmotností nosnice (Peter et al., 1986). Tůmová (2014) uvádí střední až vysokou korelaci (0,6 – 0,8).

Po přepeření (přirozené výměně peří) se pozoruje zvýšení hmotnosti vajec o 0,4 – 0,9 %, které závisí na způsobu přepeření a délce období bez snášky (Peter et al., 1986). Zároveň se také zvýší tloušťka skořápky (Tůmová, 2014).

Délka doby, po kterou se vejce tvoří ve vejcovodu, ovlivňuje velikost vejce (Orel, 1959). Některé nemoci a defekty vejcovodu mohou způsobovat tvorbu vajec abnormálního tvaru (Tůmová, 2014). Mimořádně může být sneseno vejce bez skořápky následkem prudšího peristaltického pohybu, kdy vyklouzne dříve, než se stihla utvořit skořápka (Orel, 1959).

Některá onemocnění, například bronchitida, způsobují vyblednutí skořápek (Butcher and Miles, 2003) a dle Kříže (1997) způsobují „vrásčitost“ skořápky.

Kvokání neboli projev mateřského pudu po snesení určitého počtu vajec, se negativně projevuje zastavením snášky (Peter et al., 1986)

Stres vyvolaný manipulací s nosnicemi, které na to nejsou zvyklé, zvyšuje výskyt deformovaných vajec (Hughes and Black, 1976).

### 3.3.7 Vliv výživy

Obsah dusíkatých látek v krmné směsi pro nosnice představuje výrazný vliv na hmotnost vajec, kdy snížení denního příjmu bílkovin pod 15 % způsobuje nevyrovnanosti v obsahu limitujících aminokyselin – metioninu a lysinu. Dalším výživovým faktorem majícím vliv na hmotnost vejce se uvádí obsah energie a dále obsah kyseliny linolenové. Přídavkem žluté kukuřice, sušené vojtěšky, senné moučky, papriky, řas či syntetických preparátů (Carophyl, Pigmental, Papricolor) do krmné směsi lze zintenzivnit barvu žloutku (Peter et al., 1986). Jednotlivé nosnice však rozdílně ukládají barevné pigmenty krmiva do žloutku (Orel, 1959). Kvalitu bílku lze zvýšit přidáním kyseliny askorbové, případně chloridu amonného do krmné směsi. Williams (1992) uvádí, že kvalita bílku není výživou nijak zvlášť ovlivněna (Peter et al., 1986). Výživa ovlivňuje výskyt krevních a masových skvrn,

zejména pak rozdílný obsah dusíkatých látek či metabolizovatelné energie v krmné směsi. Dle Arenta et al. (1997) při krmení směsí s obsahem 14,49 % dusíkatých látek nebyly zjištěny rozdíly mezi genotypy, i přes vysokou dědivost těchto skvrn. Přídavek vitamínu A má za následek snížení krevních skvrn (Peter et al., 1986). Nadbytek kuchyňské soli (NaCl), již v množstvích nad 2 % má nepříznivý vliv na stavbu skořápky (Orel, 1959). Negativní vliv na kvalitu skořápky má též zvyšování hladiny fosforu (Kříž, 1997). Změnu barvy skořápky, především její vyblednutí, způsobují kokcidiostatika podávaná z důvodu prevence kokcidiózy (Butcher and Miles, 2003).

### **3.3.8 Vliv prostředí a ustájení**

Prostředí, systém ustájení, ani tepelný stres nepředstavuje téměř žádný přímý vliv na kvalitu bílku, což bylo potvrzeno v pokusu Englmaierové a Tůmové (2008), avšak Zita a kol. (2012) zjistili signifikantně vyšší Haughovy jednotky u nosnic z klecového chovu. Zároveň Englmaierová a Tůmová (2008) prokázaly, že systémem ustájení průkazně ovlivňuje hmotnost vejce, kdy vejce z podestýlkového systému měla vyšší hmotnost (64,5 g), než vejce z klecového chovu (63,3 g). Tato skutečnost je vysvětlována tak, že nosnice na podestýlce snesou méně vajec, než slepice chované v klecích. Küçükyılmaz et al. (2012) prokázali vyšší podíl skořápky a vyšší pevnost u bio vajec, než u produktů pocházejících z konvenčního systému. Zita a kol. (2012) to potvrzují a zároveň poukazují i na průkazně silnější skořápky z podestýlkového chovu a na její tmavší barvu. Kříž (1997) uvádí, že nosnice chované pastevním způsobem mají intenzivněji zbarvený žloutek, než slepice z bezvýběhového chovu. Toto tvrzení podporuje i experiment Zity a kol. (2012).

Dle Petera et al. (1986) se z vlivů ustájení uplatňuje i teplota, kdy za optimální se považuje 13 – 18 °C. Při vyšších teplotách se snižuje příjem krmiva, tím pádem bílkovin a energie a v důsledku toho klesá snáška a snižuje se hmotnost vejce. Vyšší teploty způsobují zvýšení spotřeby krmiva na jedno vejce (Výmola a kol., 1995). Naopak se prokázalo, že vyšší teploty způsobují nižší krevní tlak a tím pádem nižší výskyt krevních skvrn. Dále pak teploty nad 21 °C společně s vysokou vlhkostí způsobují ztenčení a zkřehčení skořápky (Peter et al., 1995). Kříž (1997) udává, že teploty nad 25 °C působí negativně na celkovou technologickou hodnotu skořápky.



Snížení teploty pod 10 °C sice zvyšuje hmotnost vajec a kvalitu skořápky, ale snižuje snášku, tudíž i produkci vaječné hmoty (Výmola a kol., 1995). Dle Tůmové (2014) hraje svou roli i sezónnost v případě chovu nosnic v přirozených venkovních podmínkách, kdy se v letních měsících skořápka ztenčuje. Dle Orla (1959) se v jarních a letních měsících také zvyšuje hmotnost vajec. Zemková a kol. (2007) zjistili, že vejce slepic chovaných v přirozených venkovních podmínkách jsou relativně širší a mají také výrazně tmavší žloutek.

### **3.3.9 Vliv skladování**

Sbíraná vejce by měla být ukládána na čisté papírové či lépe plastové proložky a to v kolmé poloze tupým koncem nahoru, zároveň nutno odstranit vejce jakýmkoliv způsobem znehodnocená (Kříž, 1997). Englmaierová a Tůmová (2008) uvádějí, že skladováním dochází ke snižování hmotnosti vajec, indexů bílku a žloutku a Haughových jednotek. Silversides and Budgell (2004) zjistili relativně velký negativní vliv na výšku bílku a dobou skladování také zaznamenali pokles hmotnosti vajec, pravděpodobně v důsledku ztráty vody skrz skořápku s poklesem hmotnosti bílku a zvýšením hmotnosti žloutku. Dle Nedomové a Simeonové (2010) se Haughovy jednotky rapidně snižují především v počátcích skladování, naopak hmotnost nejvíce ubývá ke konci skladování. Z toho vyplývá, že kvalita vajec se s dobou skladování negativně zhoršuje a tím pádem je negativně ovlivněno i další kulinářské zpracování vajec (Englmaierová a Tůmová, 2008). Pokud spotřebitel požaduje výbornou šlehatelnost, projevuje se skladování pozitivně (Silversides and Budgell, 2004). Jones and Musgrove (2005) neprokázali, že by delší skladování mělo vliv na tloušťku skořápky. Naopak na hodnotu pH bílku má skladování do jisté míry pozitivní vliv a mírně pozitivní vliv též shledali i na šlehatelnost (Silversides and Budgell, 2004). Samli et al. (2005) navíc zjistili, že s vysokou průkazností ( $P < 0,001$ ) se hmotnostní ztráty zvyšují nejen dobou skladování, ale také skladovací teplotou. Při zvýšení teploty nad 29°C došlo k výraznému zhoršení kvality vajec, kdy nejvíce se to projevilo u výšky bílku, Haughových jednotek, velikosti vzduchové komůrky a na hmotnosti vajec. Toto tvrzení podporuje i Dorji (2014), který udává,

že kvalita vajec se rychle zhoršuje při pokojové teplotě ve srovnání s uložením v chladném prostředí. Zároveň dle Míkové (2012) platí, že odpařování vody z vejce se zvyšuje i nízkou vlhkostí a nerovnoměrné rozložení vlhkosti se projevuje skvrnitostí skořápky. Nedomová a Simeonová (2010) doporučují na základě svých výsledků z hlediska uchování kvalitativních parametrů skladovací teplotu 4 °C, kdy dochází k nejpomalejší intenzitě nežádoucích kvalitativních změn. Nicméně upozorňují na možný vznik plísní při orosení vajec v letních měsících.

## 4. Materiál a metodika

Práce se zaměřuje na technologickou hodnotu vajec v závislosti na věku slepic nosného typu. Do pokusu se zařadila konzumní vejce nosnic chovaných v komerčním chovu.

### 4. 1 Design experimentu

Experiment se realizoval na genotypu Dominant hnědý D 102.

Dominant hnědý D 102 se obchodně uplatňuje především jako finální hybrid pro samozásobitelské chovy v České republice a v intenzivních podmínkách produkce konzumních vajec v několika dalších zemích, například Nigérii, Kazachstánu a Ukrajině. Zároveň se také využívá k exportu prarodičovských a rodičovských kompletů do Afriky a Asie.

Za přednost se považují zejména vysoké parametry snášky nad 310 vajec ověřené v testační stanici v klecových podmínkách intenzivního způsobu chovu, hnědá barva skořápky a neopomenutelným jest i klidný temperament nosnic. Údaje o užitkovosti uvádí následující tabulka dle Tyllera (2014).

**TAB 2. Údaje o užitkovosti nosnic Dominant hnědý D 102 (do 78 týdnů)**

<b>Životas chopnost</b>	do 18 týdnů (odchov)	94 – 96 %
	do 78 týdnů	93 – 96 %
<b>Hmotnost nosnic</b>	v 18 týdnech věku	1,4 kg
	v 78 týdnech věku	2,15 kg
<b>Snáška</b>	věk při 50 % snášce	23 týdnů
	snáška na počáteční stav	301 ks
	snáška na průměrný stav	308 ks
	vrchol snášky	93 %
<b>Vaječná produkce</b>	průměrná hmotnost vejce	63,5 g
	celková vaječná hmota	19,3 kg
<b>Spotřeba krmiva</b>	na nosnici a den	122 g
	na jedno vejce	149 g
	na 1 kg vaječné hmoty	2,33 kg

Jedná se o výsledek křížení hnědé otcovské linie RIR (rodajlenka červená hnědovaječná – Rhode Island Red) a mateřské bílé populace RIW (rodajlenka bílá hnědovaječná – Rhode Island White). Při líhnutí jednodenních kuřat se uplatňuje colorsexing při využití alely „S/s“ genu stříbrného/zlatého = silver/gold, kdy jednodenní kohoutek získává od matky dominantní alelu tohoto genu „S“ a zbarvuje se tedy bíle, zatímco jednodenní slepička získává od otce recesivní alelu „s“ a líhne se hnědá.

Dospělé nosnice se vyznačují atraktivní hnědou barvou peří doplněnou bílou barvou letek a ocasu (Tyller, 2014).

#### Podmínky ustájení a výživa

Systémem ustájení využitým při experimentu byly bateriové klece, jejichž základem je modul délky 120 cm a šířky 94 cm obsahující 6 klecí každá o podlahové ploše 1880 cm<sup>2</sup>. V každé kleci byly umístěny 3 nosnice. Napájecí systém tvořila uzavřená napájecí soustava s dávkovačem léčiv a kontrolní deskou s vodoměrem, filtrem a uzavíracími ventily. V modulu se nacházely 3 kapátkové napáječky. Krmný vozík zajišťoval krmný systém. Odkliz hnoje byl realizován nekonečnými polypropylenovými pásy s trojnásobnou očistou od trusu a zbytků peří sklopnými škrabkami a spirálovými válci. Veškerá technologie se nechala před započítím experimentu antikorozně ošetřit. Podmínky prostředí odpovídaly požadavkům směrnice EK kladeným na využitý systém ustájení.

Od 20. týdne se slepicím podávala krmná směs pro nosnice N1 a od 41. týdne do konce snášky krmná směs N2. Po celou dobu sledování dostávala drůbež vodu i krmivo ad libitum.

Krmná směs N1 se skládá z kukuřice, pšenice, extrahovaného toastovaného šrotu (geneticky modifikovaného), hrubozrnného uhličitanu vápenatého, rybí moučky, rostlinného oleje, kvasnic, monokalciumfosfátu, chloridu sodného a síranu sodného. Krmná směs obsahuje 15,6 % dusíkatých látek, 3,4 % tuku, 2,28 % vlákniny, 11,38 % popelovin, 0,77 % lysinu, 0,39 % metioninu, 3,32 % vápníku, 0,59 % fosforu a 0,15 % sodíku.

Krmná směs N2 se skládá z kukuřice, pšenice, sojového extrahovaného loupaného a toastovaného šrotu, hrubozrnného uhličitanu vápenatého, živočišných tuků, pšeničné krmné mouky, monokalciumpfosfátu a chloridu sodného. Krmná směs obsahuje 14,8 % dusíkatých látek, 3,3 % tuku, 2,3 % vlákniny, 11,7 % popelovin, 0,76 % lysinu, 0,23 % metioninu, 3,49 % vápníku, 0,47 % fosforu a 0,16 % sodíku.

#### **4. 2 Analýzy vajec a sledované parametry**

Odběr vajec určených k rozborům se realizoval při sběru vajec v klecovém chovu. Celkově se pro účely rozborů použilo 360 vajec Dominanta hnědého D 102, která se sbírala od nosnic ve věku 28, 35 a 59 týdnů (n = 120). Vlastní rozborů a měření ukazatelů technologické hodnoty vajec se realizovali v laboratořích Katedry speciální zootechniky na České zemědělské univerzitě v Praze. Během pokusu se sledovaly následující vybrané ukazatele technologické hodnoty vajec.

##### **4. 2. 1 Celé vejce**

**Hmotnost vejce [g]** – zjišťována na elektronických laboratorních vahách OHAUS Portable.

**Index tvaru vejce [%]** – pomocí posuvného měřidla změřena délka a šířka vejce, z kterých se následně vypočetl index tvaru.

##### **4. 2. 2 Bílek**

**Hmotnost bílku [g]** – zjišťována na elektronických laboratorních vahách OHAUS Portable.

**Index bílku [%]** – pomocí posuvného měřidla zjištěn nejširší a nejdelší rozměr tuhého bílku a výškovým měřidlem výška tuhého bílku, ze získaných údajů vypočteme index bílku.

**Haughovy jednotky** – výškovým měřidlem změřena výška tuhého bílku a zjištěna hmotnost vejce na elektronických laboratorních vahách OHAUS Portable, ze zjištěných údajů se vypočítají HU.

**Podíl bílku [%]** - vypočten na základě výpočtu z výše získaných údajů.

#### 4. 2. 3 Žloutek

**Hmotnost žloutku [g]** – zjišťována na elektronických laboratorních vahách OHAUS Portable.

**Index žloutku [%]** – pomocí posuvného měřidla změřen kolmý rozměr žloutku a výškovým měřidlem zjištěna výška žloutku, ze získaných údajů vypočten index žloutku.

**Podíl žloutku [%]** – vypočten na základě výpočtu z výše získaných údajů.

#### 4. 2. 4 Skořápka

**Hmotnost skořápky [g]** – zjišťována na elektronických laboratorních vahách OHAUS Portable.

**Barva skořápky [%]** – zjištěna pomocí refraktometru QCR (výrobce TSS England). Hodnoty barvy skořápky se pohybují v rozmezí mezi 0 (pro černou) až 100 % (pro bílou) reflektantce.

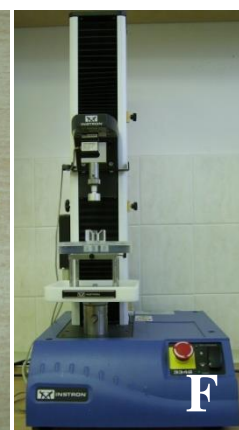
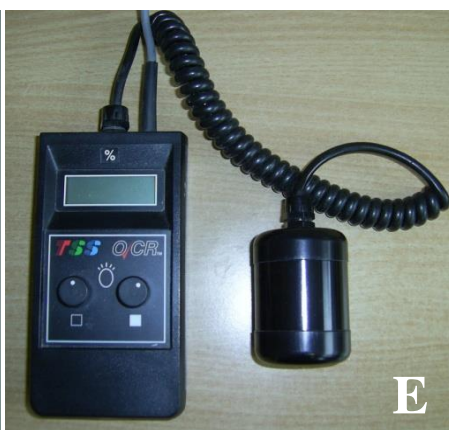
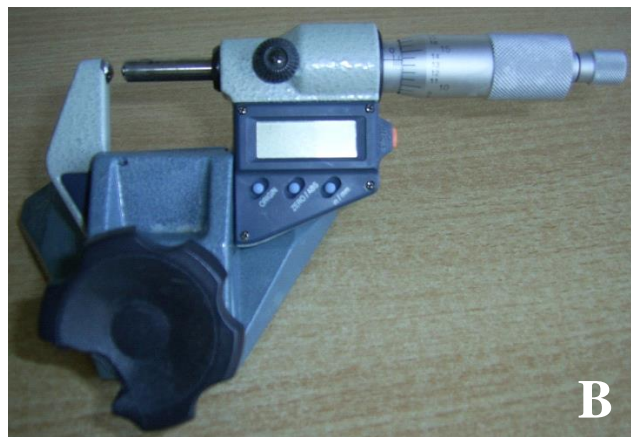
**Tloušťka skořápky [mm]** – zjišťována bez podskořápečných blan mikrometrem MILULOYO.

**Podíl skořápky [%]** – vypočten na základě výše získaných údajů.

**Deformace skořápky [N.cm<sup>-2</sup>]** – nedestruktivní metoda - měřena na přístroji INSTRON (model 3342, výrobce INSTRON USA).

**Pevnost skořápky [g.cm<sup>-2</sup>]** – destruktivní metoda - měřena na přístroji INSTRON (model 3342, výrobce INSTRON USA).

**OBR 8. Některé pomůcky a přístroje použité při rozbořech**  
(foto autorka DP)



A – elektronická laboratorní váha OHAUS Portable, B – mikrometr MILULOYO, C – posuvné měřidlo, D – výškové měřidlo, E – refraktometr QCR (výrobce TSS England), F – INSTRON – model 3342, výrobce INSTRON USA

### **4. 3 Statistické zpracování**

Pro statistické zpracování zjištěných hodnot byl použit statistický program SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2012) a k vyhodnocení hodnot analýza rozptylu metodou ANOVA. Pro vyhodnocení statistické průkaznosti rozdílů hodnot se použil Scheffeho test ( $P \leq 0,05$ ).



## 5. Výsledky a diskuse

Souhrnné výsledky sledovaných parametrů technologické hodnoty vajec nosnic ve věku 28, 35 a 59 týdnů znázorňuje následující tabulka.

**TAB 3. Vybrané parametry kvality vajec v závislosti na věku nosnic Dominant hnědý D 102**

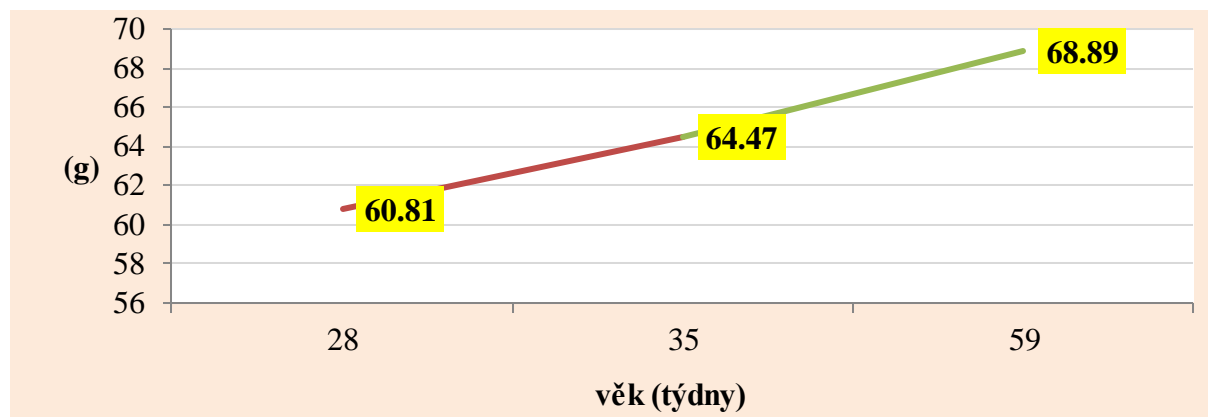
Parametr	Věk (týdny)			Průkaznost	SEM
	28	35	59		
Hmotnost vejce (g)	60,81 <sup>c</sup>	64,47 <sup>b</sup>	68,89 <sup>a</sup>	***	0,290
Index tvaru vejce (%)	77,98 <sup>a</sup>	77,18 <sup>b</sup>	75,68 <sup>c</sup>	***	0,167
Hmotnost bílku (g)	39,61 <sup>b</sup>	41,47 <sup>a</sup>	42,38 <sup>a</sup>	***	0,204
Hmotnost žloutku (g)	15,70 <sup>c</sup>	16,94 <sup>b</sup>	20,57 <sup>a</sup>	***	0,137
Hmotnost skořápky (g)	5,50 <sup>c</sup>	6,07 <sup>a</sup>	5,93 <sup>b</sup>	***	0,032
Podíl bílku (%)	65,07 <sup>a</sup>	64,26 <sup>b</sup>	61,47 <sup>c</sup>	***	0,153
Podíl žloutku (%)	25,87 <sup>b</sup>	26,31 <sup>b</sup>	29,92 <sup>a</sup>	***	0,153
Podíl skořápky (%)	9,06 <sup>b</sup>	9,43 <sup>a</sup>	8,61 <sup>c</sup>	***	0,044
Index bílku (%)	7,18 <sup>a</sup>	6,62 <sup>b</sup>	5,21 <sup>c</sup>	***	0,105
Index žloutku (%)	56,21 <sup>a</sup>	42,38 <sup>b</sup>	40,52 <sup>c</sup>	***	0,407
Haughovy jednotky	76,28 <sup>a</sup>	70,74 <sup>b</sup>	61,73 <sup>c</sup>	***	0,604
Tloušťka skořápky (mm)	0,32 <sup>a</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,32 <sup>a</sup>	**	0,002
Deformace skořápky (mm)	0,20 <sup>b</sup>	0,22 <sup>a</sup>	0,20 <sup>b</sup>	**	0,002
Pevnost skořápky (g.cm <sup>2</sup> )	34,73 <sup>b</sup>	38,54 <sup>a</sup>	35,04 <sup>b</sup>	***	0,426
Barva skořápky (%)	39,92 <sup>b</sup>	38,67 <sup>b</sup>	44,09 <sup>a</sup>	***	0,352

\*\*\* $P \leq 0,001$ ; \*\* $P \leq 0,01$ ; SEM – standard error of the mean

<sup>abc</sup>Průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší ( $P \leq 0,05$ ).

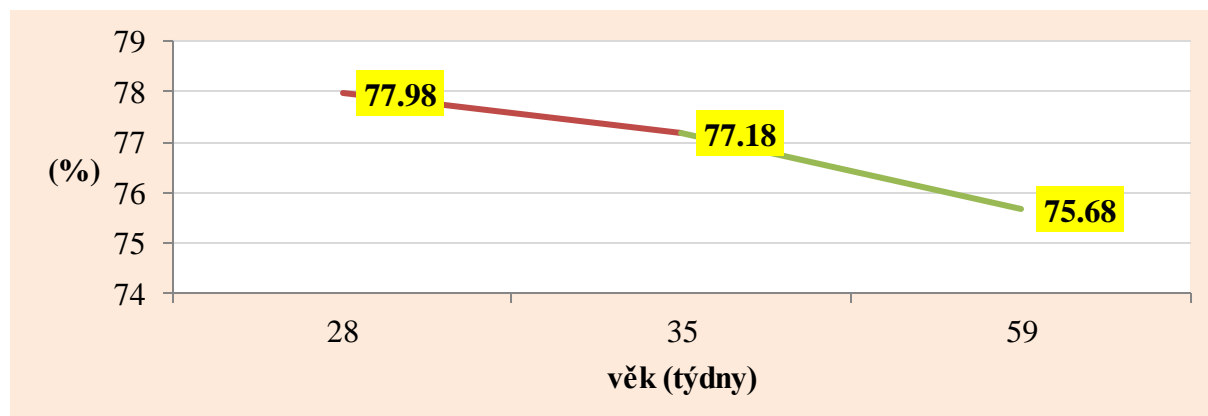
Hmotnost vejce – dle výsledků a grafu 1. patrně, že s přibývajícím věkem nosnice se průkazně ( $P \leq 0,001$ ) zvyšuje hmotnost vejce z 60,81 g v 28 týdnech, na 64,47 g v 35 týdnech až na 68,89 g v 59 týdnech věku. Tuto skutečnost potvrzují výsledky Halaje (1982), Yamamota et al. (1996), Zity et al. (2009), Kocevského et al. (2011) a Guoqianga et al. (2014), kteří též zjistili zvyšující se hmotnost v závislosti s věkem.

**GRAF 1. Hmotnost vejce v závislosti na věku nosnic**



Index tvaru vejce – z výsledků a grafu 2. vyplývá, že vejce od všech sledovaných věkových kategorií mírně překračují standard tvaru vejce 73 – 75 % udávaný Křížem (1997) a to nejméně u 59 týdenních nosnic (75,68 %), více u 35 týdenních (77,18 %) a nejvíce u 28 týdenních (77,98 %). Podstatněji se tato vlastnost vyvíjela mezi 35 týdenními a 59 týdenními slepicemi, kdy protahováním z kulatého tvaru přechází vejce ve tvar vejčité (asymetrický). Platí, že se věkem se hodnota indexu tvaru vejce přibližuje standardu. Výsledek se ztotožňuje s výsledky Petera et al. (1986) a Ledvinky a Klesalové (2002).

**GRAF 2. Index tvaru vejce v závislosti na věku nosnic**

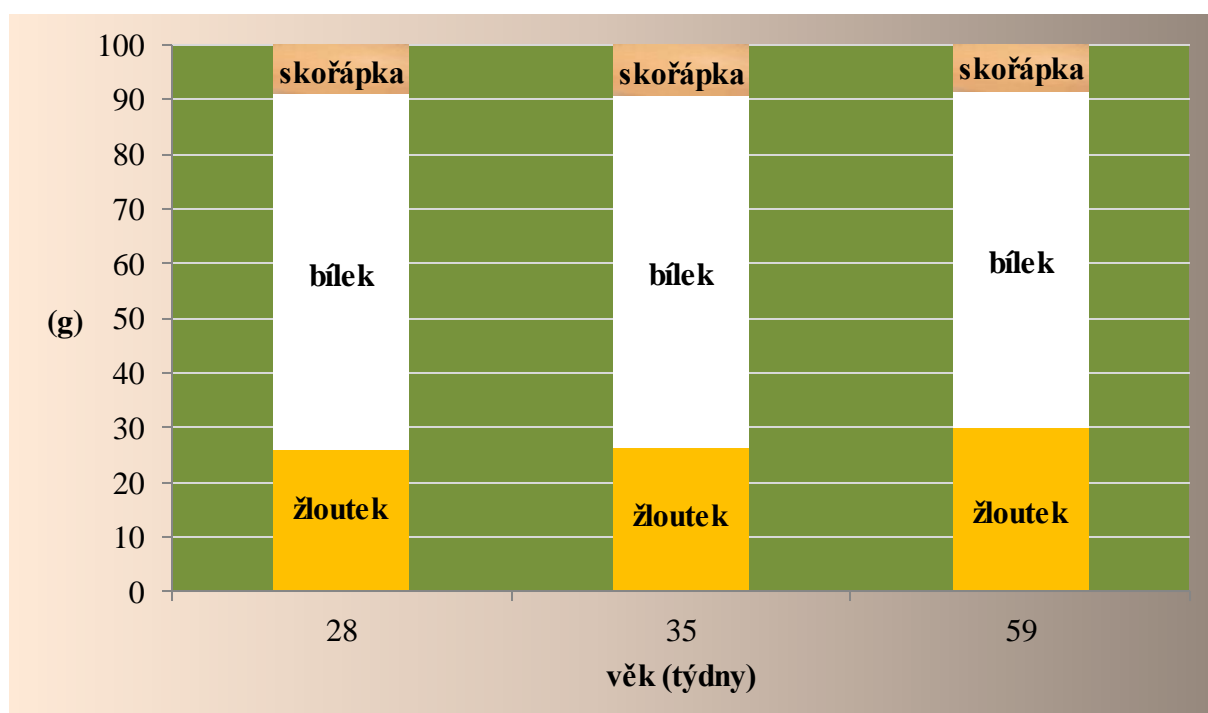


Hmotnost bílku, žloutku a skořápky – z výsledků je patrné, že hmotnost bílku v závislosti na věku se statisticky průkazně ( $P \leq 0,001$ ) zvyšuje mezi 28 týdnem a 35 týdnem věku nosnice, mezi 35 týdnem a 59 týdnem již nebyl shledán statisticky významný rozdíl. Hmotnost žloutku se zvyšovala úměrně dle věkové kategorie, byl velmi výrazný rozdíl mezi 35 týdnem a 59 týdnem, kdy hmotnost vzrostla o 3,63 g. Zároveň lze tvrdit, že hmotnost žloutku se zvyšuje na rozdíl od hmotnosti bílku a skořápky úměrně více. Hmotnost skořápky se mírně průkazně ( $P \leq 0,001$ ) zvyšovala mezi 28 a 35 týdnem věku, avšak v 59 týdnech již průkazně mírně klesla. Výsledky korespondují s tvrzeními Yamamota et al. (1996), Silversidese and Budgela (2004), Arpášové et al. (2012) a Tůmové (2014).

Podíl bílku, žloutku a skořápky – následující graf 3. znázorňuje, že podíl bílku se věkem nosnic snižuje z 65,07 % v 28 týdnech přes 64,26 % v 35 týdnech na 61,47 % v 59 týdnech. Naopak podíl žloutku se na úkor bílku zvyšuje z 25,87 % v 28 týdnech přes 26,31 % v 35 týdnech na 29,92 % v 59 týdnech. Podíl skořápky se zvyšoval v 28 týdnech z 9,06 % na 9,43 % v 35 týdnech, v 59 týdnech se však snížil na 8,61 %.

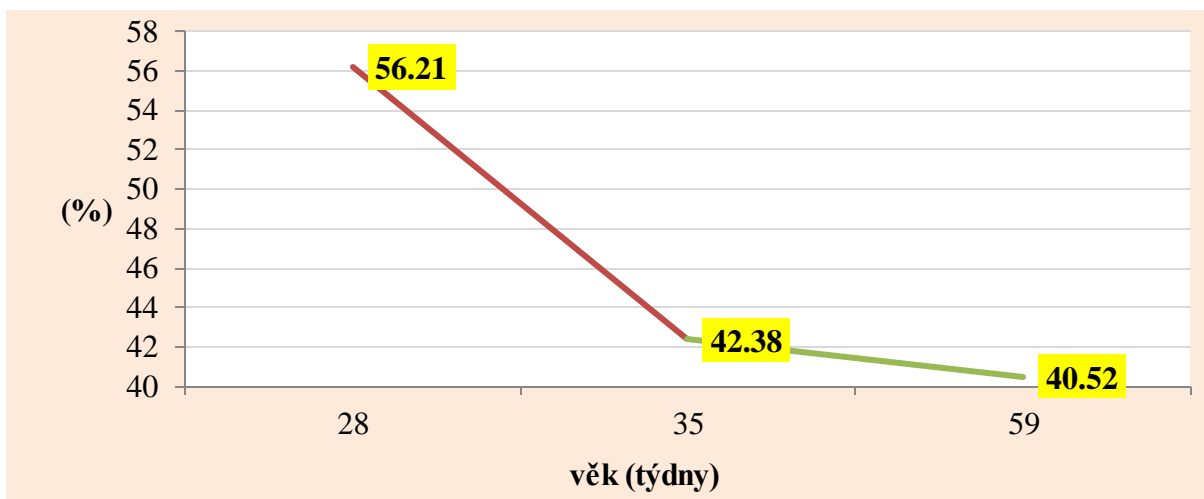
K obdobnému závěru došli i Yamamoto et al. (1996), Silversides and Budgell (2004), Rizzi and Chiericata (2005), Arpášová et al. (2012) a Tůmová (2014).

**GRAF 3. Podíl bílku, žloutku a skořápky v závislosti na věku nosnic**



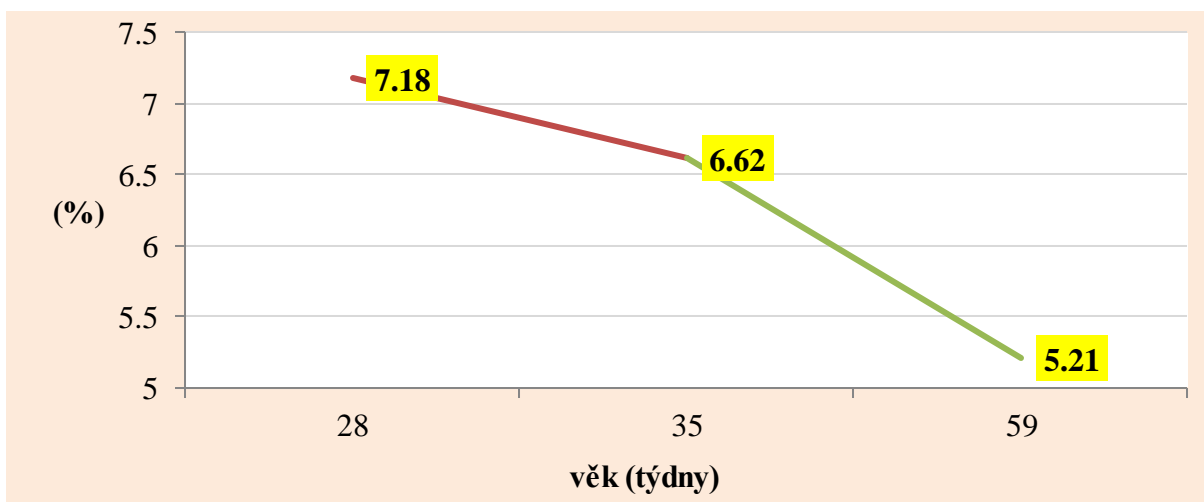
Index žloutku – dle výsledků experimentu i grafu 4. se s věkem průkazně snižuje hodnota indexu žloutku. Největší rozdíl poklesu byl shledán mezi vejci 28 týdenních a 35 týdenních nosnic s rozdílem 13,83 %. Mezi 35 týdenními a 59 týdenními nosnicemi již rozdíl nedosáhl tak velké hodnoty, i přesto je statisticky významný. S věkem slepice klesá index žloutku, což potvrzují i výzkumy Laciny et al. (2008) či Zity a kol. (2009).

**GRAF 4. Index žloutku v závislosti na věku nosnic**



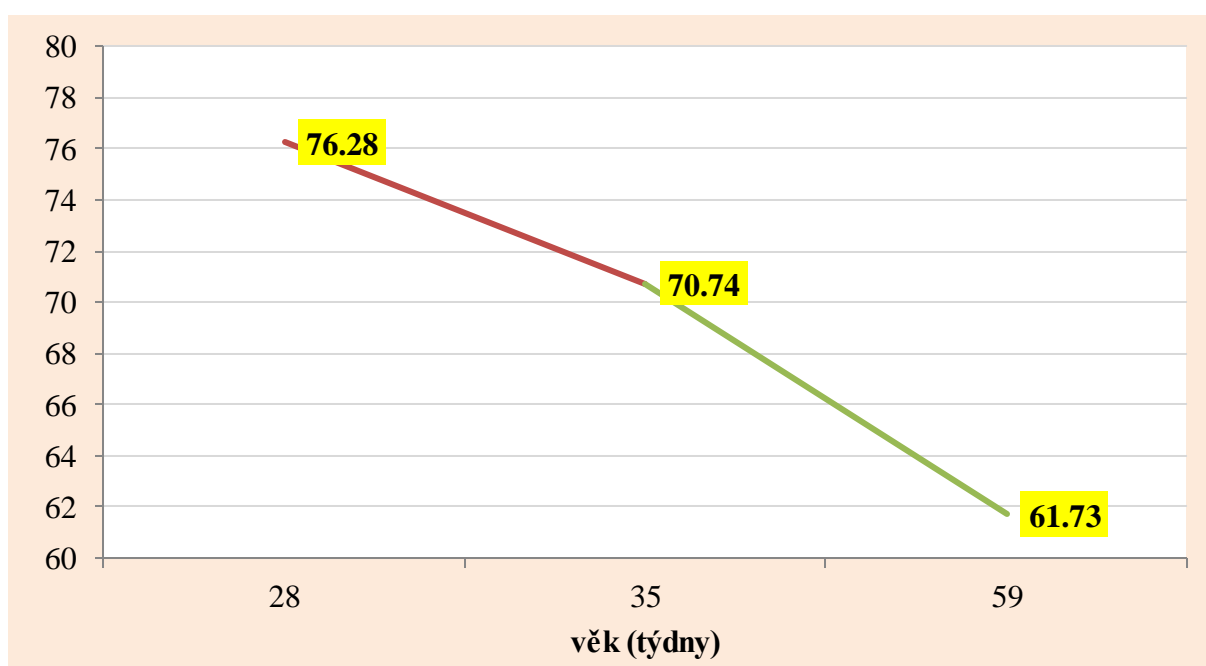
Index bílku – dle studie i grafu 5 shledáno, že podobně jako index žloutku klesá i index bílku, avšak patrně méně klesá hodnota tohoto parametru mezi vejci od 28 týdenních a 35 týdenních nosnic. Mezi 35 týdenními a 59 týdenními slepicemi klesá index bílku o 1,41 %. Pokles indexu bílku s věkem zjistily též experimenty Akvureka and Okura (2009) či Padhiho et al. (2014).

**GRAF 5. Index bílku v závislosti na věku nosnic**



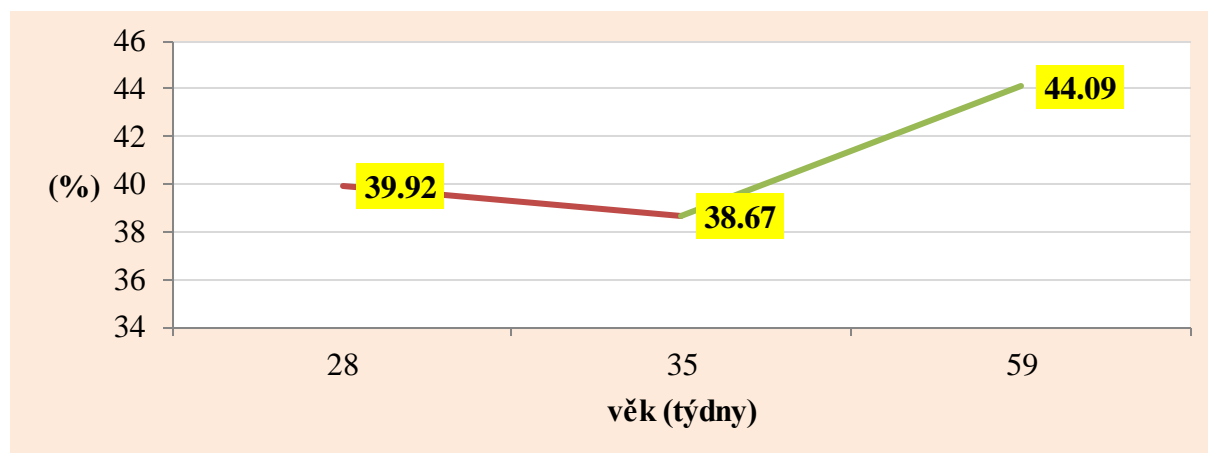
Haughovy jednotky – výsledky i graf 6. znázorňují, že s rostoucím věkem nosnic se průkazně snižuje hodnota HU, kdy u 28 týdenních slepic dosahují hodnoty 76,28 (velmi dobrá až výborná kvalita), u 35 týdenních nosnic klesají na 70,74 (dobrá kvalita) a u 59 týdenních slepic se snižují na 61,73, což odpovídá kvalitě špatné. Tyto výsledky nesouhlasí s výsledky Kima et al. (2012), kteří zjistili u 60 týdenních nosnic vyšší hodnoty HU, než u 56 týdenních. Z grafu vyplývá, že věkový rozdíl 7 týdnů snížil HU o 5,54 a věkový rozdíl 24 týdnů snížil HU o 9,01, rozdíl 31 týdnů tedy snížil HU o 15,55. Menezes et al. (2012), kteří realizovali svůj experiment též se slepicemi z klecového chovu, došli k průměrně vyšší hodnotě HU (83,22) u vajec od 35 týdenních nosnic. Můžeme na základě experimentu konstatovat, že pouze vejce od 28 týdenních nosnic mohou být v závislosti na svých průměrných HU zařazena do jakostní třídy A extra (hodnota HU více než 72). Vejce od 35 týdenních a 59 týdenních slepic se svými hodnotami HU zařazují do jakostní třídy A (hodnota HU kolísající mezi 60 – 72). Dále nutno usuzovat, že vejce starších nosnic budou díky poklesu HU kratší dobu údržnější, než vejce nosnic mladších. Tuto teorii potvrzují Cunningham et al. (1960), Kříž (1997), Míková (2002), Silversides and Budgell (2004), Hammershoj et al. (2006), Menezes et al. (2012) a Cruz et al. (2015).

**GRAF 6. Haughovy jednotky v závislosti na věku nosnic**



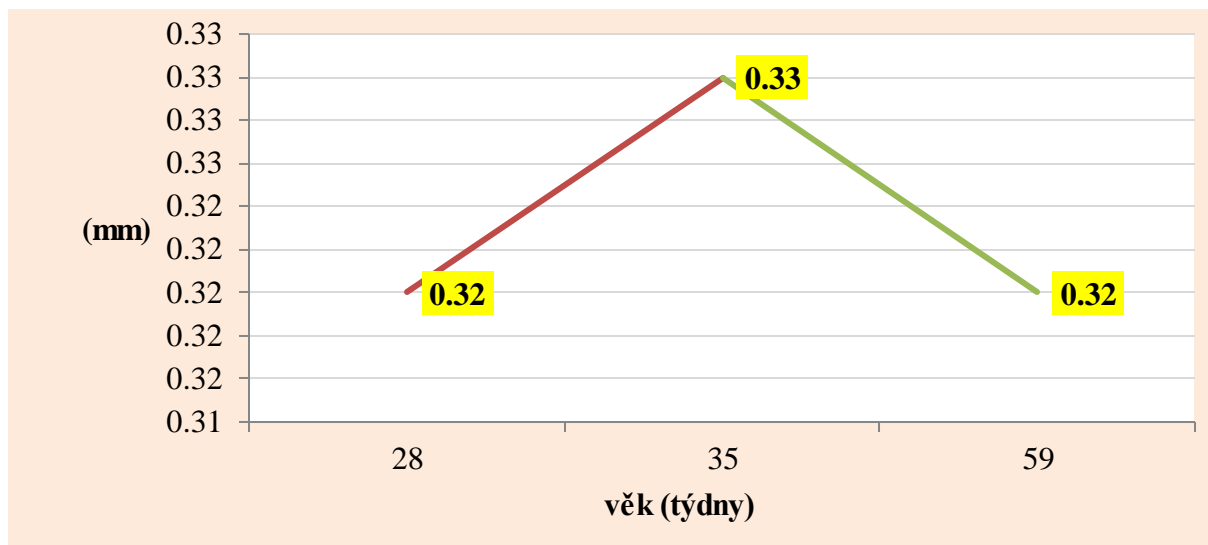
Barva skořápky – v pokusu se zjistilo, že průměrná intenzita barvy skořápky dosažená v 28 týdnech a 35 týdnech věku nosnic není statisticky významná (graf 7.). Avšak v 59 týdnech věku se projevil významný rozdíl, dle kterého se skořápka zesvětlila téměř o 5 %. Blednutí skořápky zjistili i Butcher a Miles (2003), Odabaşı et al. (2007) i studie kvality vajec české slepice zlatě kropenaté Anderleho a Lichovnickové (2014).

**GRAF 7. Barva skořápky v závislosti na věku nosnic**

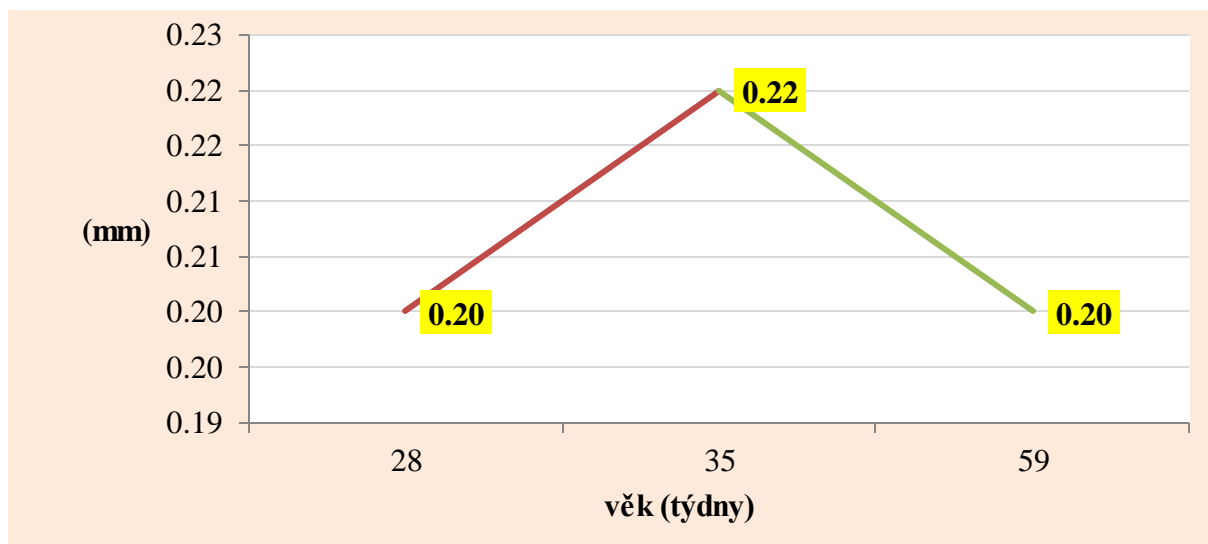


Parametry skořápky – experimentem se průkazně ( $P \leq 0,01$ ) prokázalo, že nejsilnější skořápky mají vejce od 35 týdenních nosnic ze sledovaných věkových kategorií, což znázorňují grafy 8., 9. a 10. Tloušťka vaječného obalu u vajec od 28 týdenních a 59 týdenních vykazuje stejné hodnoty. Průměrné hodnoty souhlasí se standardními hodnotami dle Kříže (1997) a kolísají mezi 0,32 až 0,33 mm. Můžeme tedy tvrdit, že zpočátku se tloušťka skořápky zesiluje a následně zpět zeslabuje, avšak u všech tří sledovaných kategorií se pohybuje v rozmezí standardu. Stejným způsobem se projevila i deformace (mm) a pevnost skořápky ( $N.cm^{-2}$ ). Průkazně ( $P \leq 0,001$ ) vyšší pevnost ( $38,54 N.cm^{-2}$ ) měla vejce 35 týdenních nosnic. Statisticky neprůkazné rozdíly byly zjištěny mezi vejci od 28 a 59 týdenních nosnic. Pevnost skořápky se věkem zvyšuje, následně snižuje. Deformace skořápky prokázala nejvyšší hodnoty (0,22 mm) u vajec 35 týdenních nosnic, u 28 a 59 týdenních slepic byly naměřeny stejné průměrné hodnoty 0,20 mm. Podobné výsledky zjistili i Hamilton et al. (1979), Keteleare et al. (2002), Roberts (2004), Coutts and Wilson (2007), Gálik et al. (2010) a Tůmová (2014).

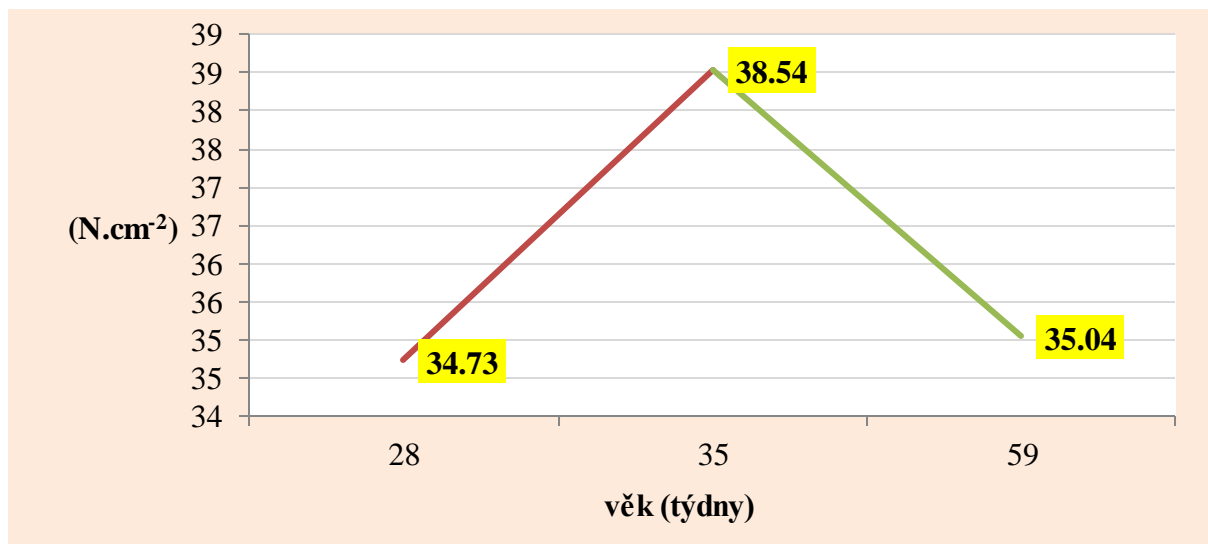
**GRAF 8. Tloušťka skořápky v závislosti na věku nosnic**



**GRAF 9. Deformace skořápky v závislosti na věku nosnic**



**GRAF 10. Pevnost skořápky v závislosti na věku nosnice**



## 6. Závěr

Kvalita konzumních vajec je dána jejich technologickou a nutriční hodnotou. Technologickou hodnotu vajec ovlivňují různé faktory, které musejí především velkochovatelé nosných hybridů řešit z důvodu udržitelné prosperity v rámci svých chovů.

Cílem diplomové práce bylo vytvořit základní charakteristiku technologické hodnoty vajec a shromáždit známé informace o jednotlivých vlivech ovlivňujících tuto hodnotu, především o vlivu věku nosnice.

Vlastní práce se soustředila na parametry vejce ovlivněné věkem nosnice. Dle výsledků studie možno konstatovat, že technologickou hodnotu vajec průkazně ovlivňuje věk nosnic následujícím způsobem:

- Hmotnost vejce se s věkem zvyšuje
- Index tvaru vejce se s věkem přibližuje standardu
- Podíl žloutku, bílku a skořápky roste s věkem
- Podíl žloutku roste úměrně více než hmotnost bílku a skořápky
- Podíl bílku a Haughovy jednotky s věkem klesají
- Barva skořápky se s věkem zesvětluje
- Tloušťka, pevnost a deformace skořápky se s věkem zprvu zvyšují, následně klesají

Závěrem můžeme konstatovat, že hypotéza o vlivu věku na technologickou hodnotu vajec byla potvrzena.



## 7. Seznam literatury

- Akvurek, H., Okur, A., A., 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8 (10). 1953 – 1958. ISSN: 16805593.
- Altuntaş, E., Şekeroğlu, A., 2008. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *Journal of Food Engineering*. 85 (4). 606 – 612.
- Anderle, V., Lichovnicková, M., 2014. Kvalita vajec u české slepice zlaté kropenaté zařazené do genových zdrojů ČR. *Drůbežář – hydinař*. 4 (8). 8 – 10.
- Anonym, 2011. ČSN 56 96 03. Pravidla správné hygienické a výrobní praxe – vejce a vaječné výrobky. Český normalizační institut. Praha. 43.
- Arent, E., Tůmová, E., Ledvinka, Z., Holoubek, J., 1997. The effect of the plane nutrition on egg quality in laying hens of different genotypes. *Živočišná výroba*. 42 (9). 427 – 432.
- Arpášová, H., Halaj, M., Halaj, P., 2012. Produkcia vajec a kvalita šlupiny vajec sliepok v opakovaných znáškových cykloch. *Drůbežářské dny 2012 – Sborník z mezinárodní konference*. 167. ISBN: 9788021322851.
- Bar, A., Razaphkosky, V., Vax, E., 2002. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirement in aged laying hens. *British Poultry Journal*. 2 (43). 261 – 269. ISSN: 17466202.
- Bell, D., D., Weaver, W., D., 2001. Commercial chicken meat and egg production. Springer. USA. 1416. ISBN: 9780792372004.
- Berardinelli, A., Giunchi, A., Sirri, F., 2006. Effect of hen rearing techniques and egg storage duration on albumen functional properties. *Proceeding of the XII. European Poultry Conference*. 10. – 14. September 2006. Verona. Italy.
- Bermudez, A., J., Swatze, D., E., Squires, M., W., Radin, M., J., 1993. Effect of vitamin A deficiency on the reproductive system of mature White Leghorns. *Avian Diseases*. 37. 274 – 283. ISSN: 00052086.
- Brake, J., Walsh, T., J., Benton, C., E., Petite, J., N., Meijerhof, R., Penalva, G., 1997. Egg handling and storage. *Poultry Science*. 76 (1). 144 – 151. ISSN: 15253171.

- Bustany, Z., Elwinger, K., 1987. Shell and interior quality and chemical composition of eggs from hens of different dietary lysine levels. *Acta Agric Scand.* 37 (2). 175 – 187. ISSN: 00015121.
- Butcher, G., D., Miles, R., D., 2003. Factors causing poor pigmentation of brown-shelled eggs, Gainesville. FL: Veterinary Medicine-Large Animal Clinical Sciences Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. VM94. 4.
- Chang-Ho, K., Jong-Ho, S., Jae-Cheong, L., Kyung-Woo, L., 2014. Age-Related Changes in egg quality of hy-line brown hens. *International Journal of Poultry Science.* 19 (9). 510 – 514. ISSN: 16828356.
- Cotterill, O., J., Funk, E., M., 1963. Effect of pH and lipase treatment on yolk-contaminated egg white. *Food Technology.* 17. 103 – 108.
- Coutts, J., A., Wilson, G., C., 2007. Optimum egg quality: a practical approach, 5M Publishing. Sheffield. 63. ISBN:9780953015061.
- Cruz, C., E., B., Freitas, E., R., Xavier, R., P., S., Fernandes, D., R., Nascimento, G., A., G., Watanabe, P., H., 2015. Cashew nut meal in the feeding of brown laying hens. *Ciência e Agrotecnologia.* 39 (1). 68 – 74. ISSN: 14137054.
- Cunningham, F., E., Cotteril, O., J., Funk, E., M., 1960. The effect of season and age of bird. I. On egg size, quality and shell. *Poultry Science.* 39. 289 – 299.
- De Ocampo, G., D., 2008. Gross and microscopic anatomy of the reproductive organ of the female Philippine native chicken (*Gallus gallus domesticus*). Professorial Chair Lecture-UPLB Diamond Jubilee Professorial Lecture. 21 leaves.
- Dorji, N., 2014. Assessment of storage and temperature on egg physical qualities for peak production on hyline chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 4 (1). 173 – 178. ISSN: 2251628X.
- Englmaierová, M., Tůmová, E., 2008. Změny kvality vajec v závislosti na systému ustájení a skladování. *Náš chov.* 1 (68). 72 – 73. ISSN: 00278068.

- Gálik, R., Švenková, J., Boďo, Š., Poláková, Z., 2010. Effect of technological systems for laying hens housing on selected indicators of eggshell quality. *Acta Technologica Agriculturae*. 13 (1). 1 – 5. ISSN: 13352555.
- Guoqiang, Y., Wenbo, L., Junying, L., Jinagxia, Z., Lujiang, Q., Guiyun, X., Ning, Y., 2014. Genetic analysis for dynamic changes of egg weight in 2 chicken lines. *Poultry Science*. 93 (12). 2963 – 2969. ISSN: 00325791.
- Halaj, M., 1982. Vplyv dĺžky tvorby vajec na ich niektoré vlastnosti. *Acta Zootechnica*. 38. 195 – 204.
- Halaj, M., 1987. Dynamika obsahu minerálných látok v škrupine slepačieho vajca počas jeho tvorby. *Poľnohospodárstvo*. 33 (4). 337 – 348.
- Halaj, M., Golian, J., 2011. Vajce biologické, technické a potravinárske využitie. Garmond Nitra. Nitra. ISBN: 9788089148707.
- Hamilton, R., M., G., Thomson, B., K., Voisey, P., W., 1979. The effects of age and strain on the relationships between destructive and nondestructive measurements of eggshell strength for white leghorn hens. *Poultry Science*. 58 (5). 1125 – 1132. ISSN: 15253171.
- Hammershoj, M., Rasmussen, H., C., Carstens, J., H., Pedersen, H., 2006. Dry – pasteurization of egg albumen powder in a fluidized bed, II. effect on functional properties: gelation and roasting. *International Journal of Food Science & Technology*. 41 (3). 263 – 274. ISSN: 09505423.
- Hampl, J., Horsák, J., Tuláček, F., Vančíková, R., Vondrák, J., Vrbka, G., 1969. Speciální chov drůbeže. Státní zemědělské nakladatelství Praha. Praha. 441.
- Heath, J., L., 1977. Chemical and related osmotic changes in egg albumen during storage. *Poultry Science*. 56 (3). 822 – 828. ISSN: 00325791.
- Hlouška, J., Kacovský, J., Kalina, R., Kaplánek, F., Kozák, V., Kubín, B., Landau, L., Lidmila, B., Peter, V., Podhradský, J., Popesko, P., Svozil, E., Stricker, F., Škoda, R., Švec, R., Tichý, A., Tláskal, J., 1956. Kniha o drůbeži. Státní zemědělské nakladatelství v Praze. Praha. 607.
- Hornová, P., Lichovnicková, M., 2010. Kvalita vajec u hybridů Dominant. Drůbežářské dny 2010 – Sborník z mezinárodní vědecké konference. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 158. ISSN:9788073754266.

- Hughes, B., O., Black, A., J., 1976. The influence of handling on egg production, eggshell quality and avoidance behaviour of hens. *British Poultry Science*. 17. 135 – 144.
- Jones, D., R., Musgrove, M., T., 2005. Effects of extended storage on egg quality factors. *Poultry Science*. 84 (11). 1774 – 1777. ISSN: 15253171.
- Jones, D., R., Musgrove, M., T., Anderson, K., E., Thesmar, H., S., 2010. Physical quality and composition of detail shell eggs. *Poultry Science*. 89 (3). 582 – 587. ISSN: 15253171.
- Joyner, C., J., Peddie, M., J., Taylor, T., G., 1987. The effect of age on egg production in the domestic hen. *General and Comparative Endocrinology*. 65 (3). 331 – 336. ISSN: 00166480.
- Keshavarz, K., 2003. The effects different levels of nonphytate phosphorus with and without petase on the performance of four strains of laying hens. *Poultry Science*. 82 (1). 71 – 91. ISSN: 15253171.
- Ketelaere, B., Govaerts, T., Coucke, P., Dewil, E., Visscher, E., Decuyper & Baerdemaeker, J., 2002. Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: Techniques and comparisons. *British Poultry Science*. 43 (2). 238 – 244. ISSN: 17466202.
- Kim., H., S., Kim, S., M., Noh, J., J., Lee., J., I., Lee, H., J., Jo, Ch., R., 2012. Effect of age of laying hens and grade of egg shell abnormality on internal egg quality. *Journal of Animal Science and Technology*. 54 (1). 43 – 49. ISSN: 20550391.
- Kocevski, D., Nikolova, N., Kuzelov, A., 2011. The influence of strain and age on some egg quality parameters of commercial laying hens. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 27 (4). 1649 – 1658. ISSN: 14509156.
- Komárek, v., Malinovský, L., Lemež, L., *Anatomia avium domesticarum*. I. – III. Díl. Bratislava. 1979. 1982. Priroda. Bratislava. 458.
- Kříž, L., 1997. Zpracování a ošetření drůbežích produktů, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze. Praha. 29.

- Küçükyılmaz, K., Bozkurt, M., Herken, E., N., Çınar, M., Çatlı, A., U., Bintaş, E., Çöven, F., 2012. Effects of rearing systems on performance, Egg characteristics and imine response in two layer hen genotype. Asian Australasian Association of Animal Science Production Societies. 25 (4). 559 – 568. ISSN: 10112367.
- Lacin, E., Yildis, 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 (11). 466 – 471. ISSN: 12121819.
- Ledvinka, Z., Gardiánová, I., 2003. Hodnocení kvality vaječné skořápky. *Náš chov*. 63 (5). 56. ISSN: 00278068.
- Ledvinka, Z., Klesalová, L., 2002. Hmotnost vajec a faktory, které ji ovlivňují. *Náš chov*. 62 (7). 54. ISSN: 00278068.
- Ledvinka, Z., Klesalová, L., 2003. Výskyt krevních a masových skvrn ve vejcích slepic. *Náš chov*. 63 (1). 52. ISSN: 00278068.
- Ledvinka, Z., Tůmová, E., Arent, E., Holoubek, J., Klesalová, L., 2000. Egg shell quality in some white-egged and brown-egged cross combinations of Dominant hens. Czech Journal of Animal Science. 45 (6). 285 – 288. ISSN: 12121819.
- Mabe, I., Rapp, C., Bain, M., M., Nys, Y., 2003 Supplementation of a pornsoybean meal diet with manganem, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in agend laying hens. *Poultry Science*. 82 (12). 1903 – 1913. ISSN: 15253171.
- Máchal, L., Jeřábek, S., Zatloukal, M., Straková, E., 2004. Defective eggs and their relationship to egg and body weight in hen sof five original laying lines. Czech Journal of Animal Science. 49 (2). 51 – 57. ISSN: 12121819.
- Mattas, M., 1999. Výpočet objemu vajec a plochy povrchu skořápky z rozměrů. *Sylvia*. 35. 83 – 91. ISSN: 18036791.
- Menezes, P., C., Lima, E., R., Medeiros, J., P. Olivera, W., N., K., EvêncioNeto, J., 2012. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 41 (9). 2064 – 2069. ISSN: 18069290.

- Míková, K., 2002. Jakost vajec, Maso – lahůdka. 13 (3). 1 – 2. ISSN: 12104086.
- Míková, K., 2012. Hodnocení kvality slepičích konzumních vajec. Výživa a potraviny. 67 (3). 62 – 64. ISSN: 1211846X.
- Monira, K., N., Salahuddin, M., Mia, G., 2003. Effect of breed and holding period egg quality characteristics of chicken. International Journal of Poultry Science. 2 (4). 261 – 263. ISSN: 16828356.
- Nalbandov, A., V., Card, L., E., 1944. The problem of Blood Clots and Meat Spots in Chicken Eggs. Poultry Science. 23 (3). 170 – 180.
- Nedomová, Š., Simeonová, J., 2010. Vliv délky a teploty skladování na jakostní parametry vajec. Food Science. 4 (1). 1196 – 2003. ISSN: 13370960.
- Odabaşi, A., Z., Miles, R., D., Balaban, M., O., Portier, K., M., 2007. Changes in brown eggshell color as the hen ages. Poultry Science. 86 (2). 356 – 363. ISSN: 15253171.
- Oosterwoud, A., 1987. Effect of egg handling on egg quality. 20th Poultry science symposium Egg quality-current problems and recent advances. Wells & Belyavin. 283 – 291.
- Orel, V., 1959. Vejce, jejich zpracování a ošetřování. Státní nakladatelství technické literatury. Praha. 228.
- Padhi, M., K., Chatterjee, R., N., Haunshi, S., 2014. Age effects on egg quality trans in a 3-way cross egg type chicken developer for backyard poultry fading. International Journal of Poultry Science and Technology. 2 (3). 52 – 55. ISSN: 22243577.
- Patterson, P., H., 1997. The relationship of oviposition time and egg characteristics to the daily light: dark cycle. The Journal of Applied Poultry Research. 6 (4). 381 – 390. ISSN: 10566171.
- Peter, V., Halaj, M., Lazar, V., Mikolášek, A., Skřivan, M., Špaček, F., 1986. Chov hydiny. Příroda. Bratislava. 374.
- Rajaravindra, K., S., Rajkumar, K., Rekha, K., Niranjana, M., Reddy, B., L., N., Chatterjee, R., N., 2015. Evaluation of egg quality trans in a synthetic coloured broiler fiale line. Journal of Applied Animal Research. 43 (1). 10 – 14. ISSN: 09712119.

- Rizzi, Ch., Chiericato, G., M., 2005. Organic fading production. Effect of age on the productive yield and egg quality of hens of two local Leeds. *Italian Journal of Animal Science*. 4 (3). 160 – 162. ISSN: 1828051X.
- Roberts, J., R., 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *The Journal of Poultry Science*. 41 (3). 161 – 177. ISSN: 13467395.
- Samli, H., E., Agha, A., Senkoylu, N., 2005. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research*. 14 (3). 548 – 553. ISSN: 10566171.
- Šatava, M., 1984. Chov drůbeže. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 505, ISBN: 20877127.
- Şekeroğlu, A., Altuntaş, E., 2009. Effects of egg weight on egg quality characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89 (3). 379 – 383. ISSN: 10970010.
- Silversides, F., G.; Budgell, K., 2004. The relationships among measure of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science*. 83 (10). 1619 – 1623. ISSN: 15253171.
- Smith, D., P., Musgrove, M., T., 2008. Effect of blood spots on table egg albumen on salmonella growth. *Poultry Science*. 1659 – 1661. ISSN: 15253171.
- Steinhauserová, I., Simeonová, J., Nápravníková, E., Tremlová, B., 2003. Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno. 82. ISBN: 9788073054625.
- Tůmová, E., 2004. Základy chovu hrabavé drůbeže. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 35. ISBN: 8072711504.
- Tůmová, E., 2014. Kvalita vajec v závislosti na genotypu slepic. *Drůbežář –hydinář*. 2 (8). 10 – 12.
- Tůmová, E., Charvátová, V., 2009. Doba snesení vejce a jeho kvalita. *Náš chov*. 69 (12). 44 – 45. ISSN: 00278068.
- Tůmová, E., Ebeid, T., 2005. Effect of time of oviposition egg quality characteristics in cages and in a litter housing systém. *Czech Journal of Animal Science*. 50 (3). 129 – 134. ISSN: 12121819.

- Tyller, M., 2014. Dominant hnědý D 102 [cit. 2014-04-03]. Online dostupné z <<http://www.dominant-cz.cz/?q=D102>>.
- Uhrín, V., Halaj, M., 1973. Rast a vývoj orgánov a orgánových sústav u kury domácej. Závěrečná správa VŠP Nitra. 66.
- Václavovský, J., 2000. Chov drůbeže. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 150. ISBN: 9788070404461.
- Vrbka, G., 1980. Můžeme působit na snášku vajec?. Informační zpravodaj chovatelů drůbeže. 4. 16 – 20.
- Výmola, J., Košař, K., Matějka, J., Matoušek, A., Sochor, O., Tláškal, J., 1995. Drůbež na farmách a v drobném chovu. Apros. Praha. 192. ISBN: 8090110045.
- Wales, A., Breslin, M., Carter, B., Sayers, R., Davies, R., 2007. A longitudinal study of environmental Salmonella contamination in caged and free-range layers flaks. Avian Pathology. 36 (3). 187 – 197. ISSN: 03079457.
- Williams, K., C., 1992. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. World's Poultry Science Journal. 48 (1). 5 – 16. ISSN: 00439339.
- Wragg, D., Mwachero, J., M., Alcalde, J., A., Wang, Ch., Han, J-L., Gongora, J., Gourichon, D., Tixier-Boichard, M., Hanotte, O., 2013. Endogenous retrovirus EAV-HP linked to blue egg phenotype in mapuche fowl. PLoS ONE. 8 (8). ISSN: 19326203.
- Yakubu, A; Ogah, D.; Barde, M., R., E.; 2008. Productivity and egg quality characteristics of free range naked neck and normal feathered nigerian indigenous dickens. International Journal of Poultry Science. 7 (6). 579 – 585. ISSN: 16828356.
- Yamamoto, T., Juneja, L., R., Hatta, H., Kim, H., 1996. Hen eggs: Basic and applied science. CRC Press. USA. 204. ISBN: 0849340055.
- Zemková, L., Simeonová, J., Lichovníková, M., Somerlíková, K., 2007. The effect of housing system and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. Czech Journal of Animal Science. 52. 110 – 115. ISSN: 12121819.



Zita, L., Ledvinka, Z., Klesalová, L., 2012. Kvalita vajec české slepice v různých systémech ustájení s ohledem na jejich dobu snesení. Drůbežářské dny 2012 – Sborník z mezinárodní konference. 167. ISBN: 9788021322851.

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 (1). 85 – 91. ISSN: 00017213.