

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA**

2123792

**VPLYV APLIKÁCIE SELÉNU NA KVALITU VAJEC**

**2011**

**Darina Kaletová, Bc.**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA**

**VPLYV APLIKÁCIE SELÉNU NA KVALITU VAJEC**

**Diplomová práca**

Študijný program:	Technológia potravín
Študijný odbor:	4170800 Spracovanie poľnohospodárskych produktov
Školiace pracovisko:	Katedra hodnotenia a spracovania živočíšnych produktov
Školiteľ:	Prof. Ing. Juraj Čuboň, CSc.

**Nitra 2011**

**Darina Kaletová, Bc.**

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaná Darina Kaletová vyhlasujem, že som diplomovú prácu na tému „Vplyv alikácie selénu na kvalitu vajec“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 11. apríla 2011

Darina Kaletová

## **Pod'akovanie**

Dovoľujem si týmto poďakovať vedúcemu diplomovje práce Prof. Ing. Jurajovi Čuboňovi, CSc. za cenné rady a pripomienky pri vypracovaní práce.

Úprimná vďaka patrí aj mojej rodine za vytvorenie podmienok pre štúdium na SPU v Nitre, ich podporu, pomoc a pochopenie.

## Abstrakt

Pokus bol uskutočnený s cieľom sledovať vplyv prídavku organického selénu na kvalitu vajec sliepok hybridu Isa brown. Vajcia od nosníc boli rozdelené do kontrolnej a pokusnej skupiny. Kontrolná skupina vajec bola od sliepok kŕmených štandardnou kompletnou kŕmnu zmesou pre úžitkové nosnice. Pokusná skupina od sliepok kŕmených kŕmnu zmesou s prídavkom organického selénu  $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$  kŕmnej zmesi. Vajcia v skupinách boli rozdelené podľa dĺžky skladovania na 3 dňové a 10 dňové. Hodnotili sme zmeny vlastností medzi kontrolnou a pokusnou skupinou, a tiež zmeny vplyvom skladovania v rámci týchto skupín. Sledované ukazovatele: šírka vajca, dĺžka vajca, index tvaru vajca, hmotnosť vajca na sucho, objem, merná hmotnosť, hmotnosť bielka, hmotnosť žltka, výška hustého bielka, výška žltka, šírka žltka, farba žltka, objem bielka pred šľahaním, objem bielka po šľahaní 1 min, index šľahateľnosti, objem stekuteňého bielka po 30 min, objem stekuteňého bielka po 60 min, index trvanlivosti peny. Pri hodnotení vonkajších vlastností 3 dňových vajec neboli zaznamenané štatisticky významné rozdiely medzi kontrolnou a pokusnou skupinou. Čo sa týka technologických parametrov vajec, sa štatisticky preukazne zvýšili v porovnaní s kontrolnou skupinou index šľahateľnosti ( $P \leq 0,05$ ) a objem stekuteňého bielka po 60 min ( $P \leq 0,01$ ). Objem bielka po našľahaní bol štatisticky nepreukazne vyšší u pokusnej skupiny s prídavkom selénu ako u vajec v kontrolnej skupine bez prídavku selénu. Pri analýze vajec 10 dní skladovaných pri teplote  $6 \text{ }^\circ\text{C}$  sa prídavkom organického selénu štatisticky preukazne zvýšila hmotnosť ( $P \leq 0,01$ ) a objem ( $P \leq 0,05$ ) vajec, hmotnosť bielka ( $P \leq 0,01$ ) a hmotnosť žltka ( $P \leq 0,05$ ). Index šľahateľnosti bol u kontrolnej skupiny bez prídavku selénu preukazne nižší ( $P \leq 0,01$ ) ako u pokusnej skupiny s prídavkom selénu. Na rozdiel od vajec skladovaných 3 dni sme zistili nižšie stekutenie bielka po 30 min u pokusnej skupiny ako v kontrolnej skupine, avšak stekutenie bielka po 60 min malo opačnú tendenciu. Pri hodnotení vplyvu skladovania na vajcia kontrolnej skupiny sme zistili, že dĺžka skladovania negatívne ovplyvnila hmotnosť vajec ( $P \leq 0,01$ ) ich objem ( $P \leq 0,05$ ), mernú hmotnosť ( $P \leq 0,01$ ) a hmotnosť bielka ( $P \leq 0,01$ ). Podobne väčšina technologických parametrov vajec bola vplyvom skladovania znížená.

**Kľúčové slová:** sliepky, vajcia, selén, vlastnosti vajec

## **Abstract**

The main goal of this research was to monitor the impact of the additament of the organic selen on the quality of the hen eggs from Isa brown. The eggs from layers were divided into the basic and the experimental classes. The basic class of eggs was feed with the standard feedstuff for layers. The experimental class of eggs was feed with the feedstuff plus organic selen  $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ . The eggs in the classes were divided by the length of the storing into 3 and 10 day-old ones. We looked on the difference of the attributes between the basic and the experimental class and also we checked the difference based on the storing of the eggs inside these classes. The main indicators were: the width of the eggs, the length of the eggs, the form index, the weight of the raw eggs, the capacity, the specific weight, the weight of the egg white, the weight of the yolk egg, the height of the thick egg white, the height of the yolk egg, the width of the yolk egg, the color of the yolk egg, the capacity of the egg white before beating, the capacity of the egg white 1 minute after beating, the index of beating, the capacity of the run-backed egg white after 30 minutes, the capacity of the run-backed egg white after 60 minutes, the index of the foam keepability. After making rate of the external attributes of the three day-old eggs, there were noticed no important differences between the basic and the experimental classes. Based on the technological attributes of the eggs, the important changes between the basic and experimental classes were by the index of beating ( $P \leq 0,05$ ) and the capacity of the run-backed egg white after 60 minutes ( $P \leq 0,01$ ). The capacity of the egg white after beating was statistically higher in the experimental class without the additional selen. By the analyze of the 10 day-old eggs stored by  $6 \text{ }^\circ\text{C}$  with the additional selen, the statistically higher were the weight ( $P \leq 0,01$ ) and the capacity of the eggs ( $P \leq 0,05$ ), the weight of the egg white ( $P \leq 0,01$ ) and the weight of the yolk egg ( $P \leq 0,05$ ). The index of beating in the experimental class without the additional selen was considerably lower ( $P \leq 0,01$ ) then inside the experimental class with additional selen. Unlike by the 3 days stored eggs we noticed the lower back-run of the egg white after 30 minutes inside the experimental class then the basic class, otherwise the contrary result was by the back-run of the egg white after 60 minutes. By making the rate based on the storing of the eggs we noticed that the length of the storing has negative impact on the weight of the eggs ( $P \leq 0,01$ ), their capacity ( $P \leq 0,05$ ), the specific weight ( $P \leq 0,01$ ) and the weight of the egg white ( $P \leq 0,01$ ). Also the most technological attributes were lower based on the storing duration.

**Keywords:** hen, egg, selen, the attributes of the eggs

## Obsah

<b>Zoznam skratiek a značiek.....</b>	<b>7</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>1 Štúdia o súčasnom stave riešenej problematiky .....</b>	<b>9</b>
1.1 Charakteristika slepačieho vajca .....	9
1.2 Chemické zloženie vajca .....	10
1.2.1 Chemické zloženie bielka .....	11
1.2.2 Chemické zloženie žĺtka .....	12
1.2.3 Chemické zloženie škrupiny .....	13
1.3 Požiadavky nariadenia komisie (ES) č. 589/2008 .....	14
1.4 Hodnotenie konzumných vajec.....	15
1.4.1 Vlastnosti vajec.....	15
1.4.2 Vlastnosti bielka .....	17
1.4.3 Vlastnosti žĺtka .....	18
1.4.4 Vlastnosti škrupiny.....	18
1.5 Vplyv výživy na kvalitu vajec .....	19
1.5.1 Potreba energie .....	21
1.5.2 Potreba dusíkatých látok a aminokyselín .....	22
1.5.3 Potreba minerálnych látok.....	23
1.6 Charakteristika selénu.....	26
1.6.1 Biochemické funkcie selénu.....	27
1.6.2 Selén vo výžive hydiny.....	29
1.6.3 Selénové vajcia.....	31
<b>2 Cieľ .....</b>	<b>35</b>
<b>3 Materiál a metodika .....</b>	<b>36</b>
3.1 Popis biologického materiálu .....	36
3.2 Štatistická analýza .....	39
<b>4 Výsledky a diskusia .....</b>	<b>40</b>
4.1 Hodnotenie vajec bez prídavku selénu a vajec s prídavkom selénu.....	40
4.2 Hodnotenie vplyvu skladovania na vajcia bez prídavku selénu .....	45
4.3 Hodnotenie vplyvu skladovania na vajcia s prídavkom selénu.....	49
<b>5 Návrh na využitie poznatkov.....</b>	<b>51</b>
<b>6 Záver.....</b>	<b>52</b>
<b>7 Použitá literatúra .....</b>	<b>54</b>

---

## Zoznam skratiek a značiek

**pH** – aktívna kyslosť

°**HLR** – farebná škála Hoffman La roche

**kPa** – kilopascal

**kJ** – kilojoul

**kJ . g<sup>-1</sup>** – kilojoul na gram

**MJ** – megajoul

**mg Se . kg<sup>-1</sup>** – miligramov selénu na kilogram

**µg** – mikrogram

**kg** – kilogram

**g** – gram

**mg** – miligram

**ml** - mililiter

**mm** – milimeter

**cm<sup>3</sup>** - centimeter kubický

**g.cm<sup>-3</sup>** - gram na centimeter kubický

**m.j.** – medzinárodné jednotky

**ME** – metabolizovaná energia

**ME<sub>N</sub>** – metabolizovaná energia upravená na dusíkatú rovnováhu

**NL** – dusíkaté látky

**%** - percento

°**C** – stupeň celzia

**resp.** – respektíve

**ks** - kus

**H<sub>2</sub>Se** – selénovodík



---

## Úvod

Vajce a hydinové mäso majú pri zabezpečovaní výživy obyvateľstva nezastupiteľné miesto. Sliepka má pri produkcii vajec zo všetkých hospodárskych zvierat najefektívnejšiu premenu krmiva na konzumnú časť produktu.

Konzumné vajce svojím zložením základných živín, optimálnou skladbou aminokyselín, mastných kyselín – najmä nenasýtených, obsahom vitamínov, minerálnych látok, ako aj enzýmov a iných významných látok zaraďujeme medzi najvýznamnejšie potraviny živočíšneho pôvodu. Hodnota vajec spočíva predovšetkým v ich vysokej nutričnej a biologickej hodnote.

Prirodzené zloženie slepačích vajec zaisťuje ich vysokú výživnú hodnotu. Cestou výživy nosníc je možné obohatiť vajce o rad zdravotne žiadúcich zložiek. K týmto zložkám zaraďujeme esenciálny stopový prvok selén. Takéto vajcia zaraďujeme medzi funkčné potraviny, pretože okrem základnej funkcie výživy poskytujú aj pozitívne účinky na zdravie. Prírodné vajce má obsah selénu 9 až 11 µg a vajce s prídavkom selénu 28 až 36 µg selénu.

Hlavným zdrojom selénu pre ľudský organizmus sú potraviny, do ktorých sa dostáva z pôdy. Keďže však v našich pôdach je nízka koncentrácia selénu začala sa používať do krmných zmesí organická forma tohto prvku. Aplikácia organického selénu vo forme extraktu zo selenizovaných kvasníc do výživy hospodárskych zvierat znamená pozitívny zásah do potravinového reťazca, čím sa zabezpečí zvýšený a cieleňý prenos metabolicky vhodnej formy selénu do organizmu ľudí.

Selén patrí do skupiny pre život nevyhnutných prvkov. Výrazne ovplyvňuje správne funkcie reprodukčných orgánov, plodnosť oboch pohlaví, prevenciu srdcovo cievnych ochorení, prevenciu vzniku nádorov. Udržiava imunitu organizmu, zabezpečuje antioxidantnú ochranu organizmu pred voľnými radikálmi a zlepšuje zdravotný stav ľudí. U hospodárskych zvierat zlepšuje imunitu, úžitkovosť, životaschopnosť, zvyšuje hmotnosť a znižuje mortalitu.

---

# 1 Štúdiá o súčasnom stave riešenej problematiky

## 1.1 Charakteristika slepačieho vajca

Vajce vtákov v prírode má reprodukčnú funkciu spočívajúcu v zachovaní určitého druhu. Jeho funkcia ako potraviny je až druhoradá, hoci ide o potravinu veľmi hodnotnú. Dôkazom toho, že vajce má vysokú výživnú hodnotu je skutočnosť, že za priaznivých bioklimatických podmienok sa po oplodnení z neho vyvinie životaschopné mláďa (Weis et al., 2002).

Produkcii vajec môžeme rozdeliť do dvoch základných kategórií – konzumných vajec určených pre priamu spotrebu a násadových vajec určených pre reprodukčné účely – liahnutie (Chmelničná, Točka, 2003).

Vajcia poskytujú plnohodnotné bielkoviny, tuk, minerálne látky a väčšinu vitamínov. Hlavným produktom chovu sliepok sú konzumné vajcia, ktoré sú nenahraditeľnou potravinou v ľudskej výžive (Bullová, Debrecéni, 2009).

Pod pojmom konzumné vajce rozumieme v našich podmienkach výhradne vajce kury domácej. Pri bližšom určení z veľkovýrobných podmienok sú to vajcia produkované nosnicami nosivých hybridov, ktoré sú produkované v úžitkových chovoch (Chmelničná, Točka, 2003).

Podľa Čuboňa et al. (2007) vajcia patria medzi plnohodnotné potraviny, obsahujú látky potrebné pre rast a činnosť ľudskeho organizmu a svojím charakterom sú zaradené medzi základné potraviny. Medzi potraviny sa zaraďujú iba vajcia slepačie. Vajcia iných druhov aj keď sa v jednotlivých vlastnostiach približujú k slepačím vajciam, sa im súhrnom nemôžu vyrovnáť.

Konzumné vajcia svojím obsahom bielkovín a tukov, ale aj vitamínov a minerálnych látok sú hodnotené ako najuľahčiteľšia potravinou s vysokou stráviteľnosťou bielkovín a tukov. Sú nenahraditeľnou súčasťou našej výživy (Capcarová et al., 2009).

Podľa Hlasného et al. (1995) slepačie vajce je najdokonalejšou prírodnou konzervou s vysokou biologickou hodnotou.

Najdôležitejšou úžitkovou vlastnosťou hydiny je produkcia vajec, to znamená znáška, a to tak z hľadiska biologického (násadové vajcia) tak z hľadiska hospodárskeho (konzumné vajcia) (Kopecký, 2002).

---

## 1.2 Chemické zloženie vajca

Slepačie vajce so škrupinou obsahuje 75 % vody, 12,4 % plnohodnotných ľahkostráviteľných bielkovín, 10,5 % tukov, 0,9 % sacharidov a 10,9 % minerálnych látok (Hlasný et al., 1995).

V 100 g žĺtku je 1052 až 5300 m. j. vitamínu A, 100 m. j. vitamínu D a 50 až 100 mg vitamínu E, ďalej sa tu nachádza vitamín K a vitamín B<sub>12</sub>, z minerálnych látok železo, fosfor a jód (Hlasný et al., 1995).

Vajce obsahuje všetky organické a anorganické látky potrebné pre vývoj plodu, pretože počas vývoja mu poskytuje kompletnú výživu. Ako obligátna zložka ľudskej potravy obsahuje plnohodnotné bielkoviny s optimálnou skladbou aminokyselín, tuky v prevahe s nenasýtenými mastnými kyselinami, významné makro a mikroelementy, vitamíny a enzýmy potrebné pre vývoj plodu, ale aj ako zložky racionálnej ľudskej výživy (Weis et al., 1999).

Podľa Bullovej a Debrecéniho (2009) bielkoviny vajca majú vysokú biologickú hodnotu a obsahujú všetky nepostrádateľné aminokyseliny. Z obsahu minerálnych látok je najvýznamnejší obsah fosforu, vápnika a železa. Obsah jódu je vo vajci vyšší ako v iných potravinách živočíšneho pôvodu.

Peter et al. (1986) uvádzajú, že bielok slepačieho vajca obsahuje 2-krát viac vody než žĺtok, na sušinu je žĺtok 3-krát bohatší než bielok. Tuky sa nachádzajú v žĺtku. Obsah sacharidov je veľmi nízky. Minerálne látky sa nachádzajú v škrupine, v obsahu vajca ich je len nepatrné množstvo.

Podľa Hudeca et al. (1971) množstvo výživných látok vo vajci závisí od toho, koľko je ich v krmive, ďalej od ročného obdobia, spôsobu kŕmenia, od plemena nosníc, počtu znesených vajec.

Vajce sa skladá zo škrupiny, bielka a žĺtku. Na škrupinu pripadá asi 10 %, na bielok takmer 60 % a na žĺtok 30 % hmotnosti celého vajca (Bullová, Debrecéni, 2008).

Základné chemické zložky a teda aj živiny, nie sú rovnomerne rozdelené medzi žĺtkom a bielkom. Rozdiely v chemickom zložení jednotlivých častí vajca sú podmienené fyziologickými procesmi v organizme samice (Nagy et al., 2009).

---

**Tabuľka 1****Obsah živín v slepačom vajci (Hlasný et al., 1995)**

Výživové zložky	Obsah v %				
	Vajce so škrupinou	Vajce bez škrupiny	Žltok	Bielok	Škrupina
<b>Podiel z celkovej hmotnosti vajca</b>	100	89,7	32,8	56,9	10,3
<b>Sušina</b>	34,4	26,4	51,3	12	98,4
<b>Bielkoviny</b>	12,1	12,8	16,6	10,6	3,3
<b>Sacharidy</b>	0,9	1	1	0,9	-
<b>Tuky</b>	10,5	11,8	32,6	0,2	stopy
<b>Minerálne látky</b>	10,9	0,8	1,1	0,6	95,5

### 1.2.1 Chemické zloženie bielka

Bielok predstavuje 58 % hmotnosti celého vajca. Bielok sa skladá z 88 % vody a z 9 % bielkovín, ktoré sú hlavnou zložkou vaječného bielka, ďalej z karbohydrátov (0,5 – 0,6 %), ktoré sú zastúpené buď ako voľné (hlavne glukóza) alebo viazané na bielkoviny a z minerálov. Obsah tuku v bielku je v porovnaní s obsahom v žltku zanedbateľný (Powrie a Nakai, 1986, Davis a Reeves, 2002).

Baumgartner a Benková (2006) charakterizujú bielok slepačieho vajca ako hmotu, vyplňajúcu priestor medzi žltkovou blanou vajca a vnútornou podškrupinovou (bielkovou) blanou.

Bielok obsahuje hlavne proteíny, ďalej sacharidy, minerálne látky a stopy tuku. Proteíny sú tvorené ovoalbumínom (54 %), ovotransferínom (13 %), ovomukoidom (11 %), lyzozýmom (3,5 %), globulínmi (4 %) a ovomucínom (1,5 – 2 %) (Žižlavský et al., 2005). Významná je funkcia lyzozýmu, ktorý má schopnosť lyzovať bunečné steny Grampozitívnych baktérií, čím pôsobí ako ochranný faktor brániaci prieniku mikroorganizmov cez škrupinu ku žltku resp. zárodku, ktorý chráni v dobe, kedy ešte nemá vytvorené vlastné imunoglobulíny (Simeonovová et al., 2001).

---

Aj podľa Izáka et al. (1978) má veľký význam lyzozým, ktorý je enzymatickej povahy a vyznačuje sa baktericídny účinkom. Lyzozým tvorí asi 3,5 % všetkých bielkovín bielka. Pri dlhodobom uskladnení vajec sa lyzozým postupne inaktivuje a stráca svoje baktericídne vlastnosti.

Sacharidy sa vo vaječnom bielku vyskytujú vo forme voľnej glukózy s obsahom 0,4 % a glukózy a manózy vo forme glykoproteínov 0,5 %. Tuky v bielku sú len v nepatrnom množstve 0,3 % (Nagy et al., 2009), podľa Čuboňa et al. (2007) sa tuky v bielku nenachádzajú.

### 1.2.2 Chemické zloženie žĺtka

Žĺtok predstavuje približne 31 % z celkovej hmotnosti vajca. Je tvorený z 51 % vody, 30,5 % tukov, 16 % bielkovín a minerálov (Davis a Reeves, 2002).

Podľa Žižlavského et al. (2005) žĺtok obsahuje lipidy, proteíny, sacharidy, minerálne látky, vitamíny a farbivá. Obsahuje cholesterol, jeho obsah kolíše v závislosti na intenzite znášky, príjme tuku v kŕmnej dávke. Obsah cholesterolu sa pohybuje okolo 1000 mg/100 g žĺtka.

Davis a Reeves (2002) a Weis et al. (1999) sa zhodli, že tuky sú hlavnou zložkou vaječného žĺtka. Podľa nich sa tuky v žĺtku nachádzajú ako jednoduché tuky (oleje) a v komplexe s fosforom – fosfolipidy, protolipidy – proteíny a cukrom – glykolipidy. U tukov žĺtka je vysoká emulgácia, čo zabezpečuje ich vysokú stráviteľnosť (97 – 100 %). Výživná hodnota a vlastnosti tukov sú dané skladbou mastných kyselín, z ktorých tvoria 34 % nasýtené (palmitová, stearová, miristová) a 66 % nenasýtené (olejová, linolénová, linoleová).

Obsah žĺtkového cholesterolu v slepačích vajciach je možné znižovať jednak cieľenou výživou nosníc a jednak genetickou cestou. Nosnice kŕmené zmesami bohatými na obsah cholesterolu produkujú vajcia so značne zvýšeným žĺtkovým cholesterolom. Podľa niektorých autorov koncentrácia žĺtkového cholesterolu narastá aj so zvyšovaním hladiny metabolizovateľnej energie v kŕmnej zmesi nosníc (Capcarová et al., 2009).

Vorlová et al. (2001) uvádzajú, že priemerný obsah cholesterolu v jednom vají je 213 mg. Podľa nich obsah cholesterolu vo vajciach môže byť ovplyvnený genetickými faktormi, výživou, intenzitou znášky a vekom nosníc.

V 100 g vajcového obsahu je asi 3,7 g fosfolipidov, 0,47 g cholesterolu a z mastných kyselín 5,0 g kyseliny olejovej, 2,03 g kyseliny linolovej a 0,31 g kyseliny linolénovej (Okál', 1976).

---

Fosfolipidy sú zastúpené hlavne lecitínmi s obsahom okolo 20 % a kefalínmi okolo 7 % (Nagy et al., 2009).

Baumeister a Meyer (1995) uvádzajú, že lecitín tvorí 9 % žĺtku, čím sa vajce stáva jedinou potravinou, v ktorej je lecitín obsiahnutý v dostatočnom množstve pre ľudský organizmus. Lecitín podporuje správny priebeh mozgových a nervových procesov.

Hmotu žĺtka obaluje žĺtková blana (membrana vitelina), ktorá obsahuje 80 -90 % vody, 6 - 8 % bielkovín, 3 % tukov a málo sacharidov (Peter et al., 1986).

Hudec et al. (1971) uvádzajú, že vaječný žĺtok je v porovnaní s ostatnými požívatinami jedným z najbohatších zdrojov železa (v 100 g slepačieho žĺtka je až 6 mg železa).

Bielkoviny žĺtka sú fosfoproteíny s rozličným zastúpením fosforu. Vitelín je najhojnejšie zastúpená bielkovina vo vaječnom žĺtku (47,5 %). Vitelenín je trochu chudobnejší na fosfor, ale bohatší na lipid než vitelín (asi 38,6 %). Fosvitín sa vyznačuje vysokým obsahom fosforu. Livetín je proteid podobný globulínu, vo vode je rozpustný (Izák et al., 1978).

Dôležitou zložkou žĺtka sú pigmenty, ktoré sú len slabo zastúpené (0,2 %). Sú to najmä karotenoidy, ktoré sa v žĺtku nachádzajú ako  $\alpha$ - a  $\beta$ -karotén, a zo xantofylov luteín (spôsobuje žlté sfarbenie), zeaxantín (červené sfarbenie) a kryptoxantín. Xantofily sfarbiajú žĺtok intenzívnejšie ako karotén (Peter et al., 1986).

Podľa Horniakovej et al. (2010) je veľmi dôležité v kŕmnej zmesi pre nosnice, ktoré produkujú konzumné vajcia zabezpečiť dostatok farbív – xantofylov, ktoré majú vplyv na farbu žĺtka a tá je plne regulovateľná výživou. Pre dosiahnutie priemernej intenzity žltej pigmentácie sa vyžaduje prítomnosť 10 – 15 mg týchto látok v 1 kg krmiva. Požadovaná hladina xantofylov z prirodzených zdrojov sa zabezpečí kukuricou s lucernovou múčkou a pri ich nedostatku syntetickými – karotenoidmi.

Na glycidy je žĺtok bohatší než bielok. Glycidy tvoria v žĺtku priemerne 1 % (Izák, et al., 1978).

Všeobecne povedané žĺtok má vyššiu výživnú hodnotu ako bielok. Z uvedených aspektov slepačie vajce hodnotíme ako najkvalitnejšiu potravinu (Weis et al., 1999).

### **1.2.3 Chemické zloženie škrupiny**

Škrupina vajca je pevný ochranný obal vaječného obsahu, vytvára tri vrstvy, ktoré sú pórovité a preto priepustné pre plyny a vodné pary (Baumgartner, Benková, 2006).

---

Škrupina sa podieľa na hmotnosti vajca asi 10 % a obsahuje 4,1 % organických látok, 1,4 % uhličitanu horečnatého, 0,8 % fosforečnanu vápenatého a horečnatého a 93,7 % uhličitanu vápenatého. Nosnica uloží do vaječnej škrupiny za rok 30 – 40 krát viac vápnika ako je uložený v jej kostre (Zelenka, 2005).

Štruktúra škrupiny je podľa Simeonovovej et al. (2001) komplex tvorený predovšetkým uhličitanom vápenatým a organickou metrix. Základom organickej metrix sú proteíny, najvýznamnejšie ovokleidin, osteopontin a ovoalbumin. Okrem týchto proteínov boli v škrupine, kutikule a podškrupinových blanách identifikované i lyzozým, ovotransferín a rôzne proteoglykány, ktoré sú rozptýlené v organickej časti škrupiny.

Pigmentácia škrupiny je podmienená schopnosťou organizmu hydiny syntetizovať ovoporfirín (hnedé odtiene), respektíve ovokyanin (modrozelené odtiene), alebo neschopnosťou produkovať tieto pygmenty (škrupina biela – bez pygmentu) (Žižlavský et al., 2005).

### **1.3 Požiadavky nariadenia komisie (ES) č. 589/2008**

1. Vajcia triedy A majú tieto kvalitatívne vlastnosti:

- škrupina a blana: čisté, nepoškodené, bežného tvaru,
- vzduchová bublina: výška nepresahujúca 6 mm, stabilná, v prípade vajec určených na uvádzanie na trh s označením „extra“ však nesmie nepresiahnuť 4 mm,
- žltok: viditeľný pri presvecovaní len ako tieň, bez zreteľného ohraničenia, pri otočení vajca sa jemne hýbe a vráti sa do stredu,
- bielok: číry, priesvitný,
- zárodok: bez známkov vývoja,
- cudzorodé látky: neprípustné,
- cudzí zápach: neprípustný.

2. Vajcia triedy A sa pred triedením ani po triedení neumývajú ani nečistia, s výnimkou prípadov podľa ustanovenia.

3. Vajcia triedy A nie sú v prevádzkových priestoroch alebo technických zariadeniach, v ktorých je teplota umelo udržiavaná na vyššej úrovni ako + 5 °C, nijako uchovávané ani chladené. Avšak vajcia, ktoré boli počas prepravy uskladnené pri nižšej teplote ako

---

5 °C počas menej ako 24 hodín alebo na predajnom mieste počas menej ako 72 hodín, sa nesmú považovať za chladené.

4. Vajcia triedy kvality B sú vajcia, ktoré nevykazujú kvalitatívne vlastnosti alebo sú to vajcia triedy A, ktoré nevykazujú kvalitatívne vlastnosti tejto triedy.

### **Triedenie vajec triedy A podľa hmotnosti**

Vajcia triedy A sa podľa hmotnosti delia do týchto tried:

- XL – veľmi veľké: hmotnosť  $\geq 73$  g,
- L – veľké: hmotnosť  $\geq 63$  g a  $< 73$  g,
- M – stredné: hmotnosť  $\geq 53$  g a  $< 63$  g,
- S – malé: hmotnosť  $< 53$  g.

## **1.4 Hodnotenie konzumných vajec**

Vonkajšie ukazovatele kvality vajec hodnotíme bez ich porušenia alebo rozbitia (Chmelničná, Točka, 2003).

Podľa Simeonovovej et al. (2003) medzi vonkajšie kritéria kvality vjec patria: veľkosť (hmotnosť) vajec, ich tvar a farba škrupiny.

Vnútornú kvalitu podľa Simeonovovej et al. (2003) udávajú:

- čerstvosť – výška žĺtka, výška hustého bielka, index bielka a Haughove jednotky, index žĺtka, podnota pH,
- tvorba peny – šľahateľnosť, trvanlivosť peny, pevnosť peny,
- farba žĺtka – farebná intenzita a odtieň,
- chuť, vôňa, farba – celková prijateľnosť,
- nutričná hodnota – zloženie vajca.

### **1.4.1 Vlastnosti vajec**

Hmotnosť vajca sa domestikáciou, vplyvom zlepšených podmienok prostredia a selekciou podstatne zvýšila (Peter et al., 1986).



---

Podľa Simeonovovej et al. (2001) veľkosť vajca ovplyvňuje plemenná príslušnosť nosnice, genetické faktory, vek nosnice, ročné obdobie, klimatické podmienky, výživa, poradie vajec v znáškovom cykle, intenzita znášky a individualita nosnice.

Na začiatku znášky sú vajcia menšie ako na jej konci, hmotnosť vajec sa postupujúcim znáškovým cyklom zvyšuje (Sidor, 2003).

Vekom nosníc sa znižuje produkcia vajec a ich kvalita klesá (Golden et al., 2008).

Zo živín v krmivách najviac ovplyvňujú hmotnosť vajec energia, esenciálne aminokyseliny a mastné kyseliny, voda, vitamíny a minerálne látky (Lazár, 1986).

Simeonovová et al. (2001) uvádzajú, že hmotnosť vajca je veľmi premenlivá a kolíše medzi 30 – 80 g. Za štandardné pokladajú vajcia o hmotnosti 58 – 62 g.

Tvar vajca je vyjadrený indexom tvaru - pomer šírky k dĺžke alebo dĺžky k šírke. Vajcia štandardného vajcovitého tvaru majú index tvaru okolo 1,30 – 1,40, alebo pri relatívnom vyjadrení 74 – 75 % (Weis et al., 2002). Simeonovová et al. (2001) uvádzajú hodnoty indexu tvaru u štandardného vajca klasického vajcovitého tvaru 75 (%), u bežného vajca kolíše medzi 63 – 85 (%).

Index tvaru vajca sa mení počas znáškového cyklu a jeho variabilita je nízka. S pribúdajúcou znáškou sú vajcia dlhšie, predlžovanie pozorujeme aj v druhom roku znášky. Prvé vajce v sérii býva tiež dlhšie ako ďalšie vajcia v sérii. Vajcia nepravidelného tvaru a veľkosti zaraďujeme medzi neštandardné (Peter et al., 1986).

Podľa Baumeistra a Meyera (1995) sa za klasický tvar vajec pokladá oválny alebo tiež špicatý oválny.

Čerstvosť vajca sa určuje vizuálne zväčšovaním vzduchovej komôrky, ktorá je pri čerstvých vajciach veľká 1,6 – 3 mm, pri 7-týždňových 5 – 7 mm, alebo vysychavosťou vajca (stratou hmotnosti) (Peter et al., 1986).

Sidor (2003) uvádza, že vzduchová komôrka čerstvého vajca je 2 – 4 mm a podľa Nagya et al. (2009) veľkosť komôrky dosahuje 4 – 6 mm. Čím je vajce staršie, tým je vzduchová komôrka väčšia, znižuje sa jeho hmotnosť odparovaním vody.

Z biologického hľadiska je vajce čerstvé len v okamihu znesenia, pretože hneď po znáške začnú vo vajecnom obsahu prebiehať zmeny, ktoré jeho vlastnosti postupne menia. Tieto zmeny a intenzita ich priebehu závisia od podmienok uskladnenia vajec, najmä od teploty, relatívnej vlhkosti, rýchlosti prúdiaceho vzduchu, spôsobu a času uloženia vajec. Čím optimálnejšie sú

---

skladovacie podmienky, tým viac sa spomaľuje priebeh fyzikálnych, chemických, mikrobiálnych a iných zmien (Smetana, 1974).

#### **1.4.2 Vlastnosti bielka**

Hodnota bielka sa posudzuje podľa vlastností hustého bielka. Čím viac hustého bielka obsahuje vajce, tým je jeho technologická hodnota vyššia. Na vyjadrenie kvality bielka sa používa viac ukazovateľov: šírka, výška, index bielka, Haughove jednotky, šľahateľnosť a pH (Čuboň et al., 2007).

U bielka posudzujeme výskyt mastných škvŕn, netypické sfarbenie a cudzie telesá. Z technologických vlastností bielka hodnotíme penivosť, trvanlivosť peny, viskozitu, bod mrazu, pH, bod koagulácie (Weis et al., 1999).

Podľa Bullovej a Debrecéniho (2009) na kvalitu bielka má vplyv plemeno nosnice a vek (rastúcim vekom sa znižuje).

K tomu, aby sme mohli stanoviť hodnotu Haughových jednotiek, musíme vychádzať z dvoch údajov – výšky hustého bielka a hmotnosti vajca (Englmaierová, Tűmová, 2008).

Čuboň et al. (2007) uvádzajú hodnoty v rozmedzí od 55 do 85. Čím je hodnota Haughových jednotiek vyššia, tým je bielok vyššej kvality.

Pod šľahateľnosťou rozumieme množstvo a trvanlivosť peny. Šľahateľnosť závisí od veku vajca (staré vajcia majú menšiu šľahateľnosť, ale pena si objem udrží dlhšie) a od pH (nad 8 pH je pena trvanlivejšia a šľahanie trvá dlhšie). Šľahateľnosť vyjadrujeme indexom, pomerom objemu našľahaného bielka k pôvodnému objemu bielka pred šľahaním (Nagy et al., 2009).

Trvanlivosť peny je vyjadrená indexom trvanlivosti peny, ktorý je percentuálnym pomerom medzi objemom peny zmenšeným o skvapalnený podiel vytvorený počas státia za presne definovaných podmienok k pôvodnému objemu bielka. Trvanlivosť peny je vyššia u starších vajec, ktoré majú vyššiu sušinu (Simeonovová et al., 2001).

Peter et al. (1986) uvádzajú, že najkvalitnejší je bielok, z ktorého sa veľmi rýchlo našľahá trvanlivá pena.

Cabadaj, Turek (1992) pokladajú vajcia za kvalitné, ak index trvanlivosti ich peny nie je nižší než 60 %.

---

### 1.4.3 Vlastnosti žltka

Z nutričného hľadiska je žltok najdôležitejšia časť vajca. Kvalita žltka sa posudzuje podľa jeho indexu, tvaru, farby, chemického zloženia a výskytu krvných škvŕn.

Index žltka vyjadruje pomer výšky k priemernej šírke žltka a charakterizuje jeho tvar (Nagy et al., 2009).

Čerstvé vajcia majú index žltka okolo 0,48. Starutím vajca sa pružnosť i pevnosť žltkovej blany oslabuje, a preto hodnota indexu žltka klesá. Keď hodnota klesne na 0,25 až 0,20 žltok sa už obyčajne roztečie (Okál', 1976).

Podľa Nagya et al. (2009) hodnota indexu žltka sa pohybuje v rozmedzí 2 – 58 % (priemerná hodnota čerstvého vajca je 46 %).

Čuboň et al. (2007) a Peter et al. (1986) sa zhodujú, že farba žltka sa z hľadiska spotrebiteľa pokladá za jednu z najdôležitejších vlastností vajca.

Farbu žltka ovplyvňujú pigmenty (karotény, xantofily) v krmive, ako aj schopnosť nosníc tieto látky syntetizovať. Najvýznamnejším zdrojom pigmentov z prirodzených krmív je žltá kukurica, sušená lucerna a senná múčka. Ako prídavky do krmných zmesí sa na zvýšenie ich pigmentačného účinku používa paprika, riasy, ako aj syntetické preparáty (Čuboň et al., 2007).

Farba žltka sa hodnotí podľa farebnej škály Hoffman La roche (°HLR), ktorá je v jednotlivých krajinách rozdielna. Na Slovensku je sfarbenie žltka zahrnuté do kritérií kvality a pohybuje sa pri veľkovýrobných podmienkach na úrovni 6 – 7 °HLR (Weis et al., 2002).

### 1.4.4 Vlastnosti škrupiny

Škrupine vajec, najmä jej pevnosti, sa venuje zvýšená pozornosť pre jej praktický význam. U sliepok s dlhým znáškovým obdobím plemien, línií, či krížencov, sa kvalita škrupiny stáva problémom, pretože sa znižuje znáška, zvyšuje sa podiel neštandardných vajec a zhoršuje sa ekonomika ich výroby (Zimmerman, 1987).

Dôležitou vlastnosťou škrupiny je pevnosť, ktorá súvisí s jej štruktúrou a hrúbkou. Pevnosť škrupiny je podľa Simeonovovej et al. (2001) ovplyvnená výživou, dedičnosťou, vekom nosnice, niektorými chorobami a stresom.

Podľa Halaja et al. (2002) má najväčší vplyv na kvalitu škrupiny z fyziologických faktorov vek sliepok.

---

Halaj (1976) a Bell (1998) vo svojich prácach došli k záveru, že pribúdajúcou znáškou sa zhoršuje kvalita škrupiny, klesá jej hrúbka, pevnosť, memná hmotnosť a zvyšuje sa pórovitosť a deformácia škrupiny.

Zvyšovanie hmotnosti vajec počas znášky môže spôsobiť zoslabenie škrupiny. Zvýšenie teploty prostredia nad 21 °C pri vysokej vlhkosti zapríčiňuje zníženie hrúbky škrupiny a jej pevnosti (Peter et al., 1986).

Pevnosť vaječnej škrupiny je 10 – 15 kPa (Čuboň et al., 2007).

Podľa Smetanu (1974) faktory, ktoré ovplyvňujú hrúbku škrupiny, súvisia:

- s predlžovaním obdobia znášky nosníc, pri ktorom sa škrupina stáva tenšia,
- individuálnymi vlastnosťami jednotlivých nosníc,
- teplotou prostredia v znáškovej hale, teploty nad 21 °C nepriaznivo vplyvajú na tvorbu škrupiny,
- výživou nosníc, najmä s obsahom vápnika, horčíka, fosforu, mangánu, vitamínu D, ale aj s obsahom zinku a vitamínov A a C v kŕmnych dávkach,
- genotypom nosníc, nosnice ľahkých plemien majú škrupinu spravidla hrubšiu ako iné plemená.

Simeonovová et al. (2001) uvádzajú hrúbku škrupiny od 0,30 do 0,42 mm, pri hrúbke nižšej ako 0,33 mm sa zvyšuje pravdepodobnosť rozbitia.

Hrúbka škrupiny je podmienená plemennou príslušnosťou, úrovňou výživy, vekom a intenzitou znášky. Z výživy má najväčší vplyv obsah minerálnych látok, hlavne vápnika a fosforu, pričom významný je ich vzájomný pomer a obsah vitamínu D<sub>3</sub> (Čuboň et al., 2007).

## 1.5 Vplyv výživy na kvalitu vajec

Správne a hospodárne sa kŕmi vtedy, keď sa dosiahne z jednotky krmiva najvyšší efekt. Táto zásada platí pre všetky kategórie a vekové skupiny zvierat. Zvieratá sa správne kŕmia vtedy, keď sa im podávajú živiny v kŕmive podľa druhu a vlastností v takom množstve, aké potrebujú pre optimálny rast a vývoj, pre zachovanie zdravotného stavu a pre plné využitie ich produkčných a reprodukčných schopností (Labuda et al., 1972).

Hučko et al. (2004) uvádzajú, že správna vyrovnaná výživa a kŕmna technika sú rozhodujúce faktory, ktoré ovplyvňujú úžitkovosť, zdravotný stav a ekonomiku produkcie hydiny.

---

Kvalitou a množstvom krmiva sa najúčinnejšie ovplyvňuje rentabilita výroby produktov z chovu hydiny, a to ako vajec, tak aj hydínového mäsa.

Malík, Malíková (1983) konštatujú, že výživa a kŕmenie patria k základným podmienkam, ktoré vplyvajú na znášku a kvalitu vajec. Aby sa mohla dispozícia nosníc na znášku úplne realizovať, treba kŕmením zabezpečiť jednak pravidelný prísun všetkých stavebných látok, z ktorých sa vajce skladá, jednak látok so špecifickým pozitívnym účinkom na tvorbu vajec.

Podľa Angelovičovej (1999) zohrávajú vo výžive a kŕmení hydiny významnú úlohu kŕmne doplnky a prémie. Prispievajú k udržiavaniu dobrého zdravotného stavu hydiny, stimulácii rastu, vysokej produkcii, zabezpečeniu kvality produktu a jeho zdravotnej neškodnosti. Vysokoužitkové typy hydiny sú náročné na optimálny obsah nielen základných živín, ale aj biologicky účinných látok. Kŕmne doplnky môžu byť zdrojom minerálnych látok, tukov a prémie obsahujú aminokyseliny, vitamíny, mikroprvky, antioxidanty a pigmentačné látky.

Priamy vzťah, ktorý existuje medzi vyrovnanou bilanciou živín, produkciou a spotrebou krmiva, je zrejmý, pokiaľ ide o produkciu vajec. Čím výživnejšie je krmivo, tým väčší počet vajec nosnica vyprodukuje, a čím vyššia je produkcia nosnice, tým nižšia je spotreba krmiva na jedno vajce (Horniaková, 2011).

Kvalita kŕmnej dávky je daná zodpovedajúcim zastúpením jednotlivých živín (dusíkatých látok - NL, sacharidov, minerálnych látok, vitamínov), ktoré sa sliepkam podávajú vo vhodne zvolených krmivách (Horák, Horáková, 2002).

Správna výživa a kŕmenie v chove sliepok zohľadňuje požiadavky na základné živiny, energetickú hodnotu, vitamíny a špecificky účinné látky pre príslušnú fázu produkcie vajec. Pre 1. fázu intenzívnej produkcie vajec sa odporúča kŕmna zmes s obsahom 18 % dusíkatých látok, 12,2 % MJ metabolizovateľnej energie na 1 kg, 3 % vápnika a 0,6 % fosforu. V 2. fáze intenzívnej produkcie vajec sa môže obsah dusíkatých látok znížiť o 1 až 2 %. Výživa patrí k základným vonkajším činiteľom ovplyvňujúcim znášku, nutričnú hodnotu a biologickú hodnotu vajec a na celkových výsledkoch úžitkovosti sa zúčastňuje asi 60 % (Hlasný et al., 1995).

Vo výžive a kŕmení vysokoužitkovej hydiny sa podľa Angelovičovej (1999) používajú kompletne kŕmne zmesi, v ktorých sa vybilancuje obsah živín a energie v súlade s potrebou pre jednotlivé druhy, typy a kategórie hydiny. Pri normovaní spotreby živín sa zohľadňujú:

- **základné ukazovatele:** metabolizovateľná energia, dusíkaté látky, lyzín, metionín, metionín + cystín, treonín, arginín, kyselina línolová,

- **minerálne látky:** vápnik, fosfor, horčík, draslík, sodík, mangán, železo, zinok, meď, jód, selén.

Podľa Chmelničnej et al. (2008) základná charakteristika kŕmnej zmesi má obsahovať údaje o obsahu:

- metabolizovanej energie ( $ME_N$ ) v MJ alebo  $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,
- dusíkatých látok (N-látok) a aminokyselín  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,
- minerálnych látok (Ca, P nefytátový, Mg, K, Na) v  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,
- vlákničky v  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  tuku v  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

**Tabuľka 2**

**Potreba živín a energie v 1 kg kŕmnej zmesi pre nosnice**

**(Angelovičová, Bulla, 2009)**

Typ/kategória	Nosnice
Metabolizovateľná energia ( $ME_N$ ) [MJ]	11,5
Dusíkaté látky (g)	160
Lyzín (g)	7,3
Metionín (g)	3,7
Vápnik (g)	32,5 – 37,5
Nefytátový fosfor (g)	3
Denná dávka ( $\text{g}\cdot\text{deň}^{-1}$ )	105 - 120
Spotreba paše vo výbehoch ( $\text{g}\cdot\text{deň}^{-1}$ )	30 - 50
Potreba vody ( $\text{ml}\cdot\text{ks}^{-1}$ )	300 - 360

### 1.5.1 Potreba energie

Zdrojom energie pre zvieratá sú predovšetkým sacharidy, tuky a bielkoviny (Zelenka et al., 2007).

---

Energetická potreba hydiny i energetická hodnota krmiva pre hydinu sa vyjadruje v kilojouloch (kJ) alebo megajouloch (MJ) metabolizovanej energie (ME), upravenej na dusíkatú rovnováhu (MEN) (Hučko et al., 2004).

Podľa Horniakovej (2011) takto vyjadrená potreba energie umožňuje zvieratám uhradiť energetickú potrebu krmiva na kus a deň.

Pajtáš et al. (2009) definujú metabolizovanú energiu ako energiu prijatého krmiva, ktorá sa nevylúči výkalmi, močom a plynými splodinami trávenia. Metabolizovateľná energia opravená na dusíkovú rovnováhu je podľa nich klasická metabolizovateľná energia zmenšená o tú časť energie v tele ukladaných dusíkatých látok, ktorá nemôže byť v organizme využitá a bude vylúčená močom.

Nízky obsah metabolizovanej energie v krmných zmesiach pre hydinu býva pomerne často príčinou zníženia úžitkovosti (Weis et al., 1999).

Nagy et al. (2009) uvádzajú, že keď sa denný príjem metabolizovanej energie zníži pod 1130 kJ, sliepka znižuje znášku a hmotnosť vajec.

Potreba energie u hydiny závisí:

- od pohybu (pri neobmedzenom pohybe sa zvyšuje energia),
- od teploty prostredia (pri nižšej teplote sa zvyšuje potreba),
- od spôsobu chovu,
- od druhu hydiny, typu hydiny (výkrmový typ alebo nosivý typ) pričom v rámci nosivého typu sliepok sa rozlišuje ľahší a ťažší typ, ktoré produkujú konzumné násadové vajcia (Angelovičová, 1999).

### **1.5.2 Potreba dusíkatých látok a aminokyselín**

Hučko et al. (2004) uvádzajú, že dusíkaté látky (hrubý proteín, niekedy len bielkovina) majú v organizme zvierat prioritnú úlohu. Sú to veľké molekuly, tvorené rôzne zložitým reťazcom aminokyselín.

Podľa Zelenku et al. (2007) doporučená potreba dusíkatých látok ja uvádzaná preto, aby bol zabezpečený nielen dostatok všetkých esenciálnych aminokyselín, ale i aminokyselín neesenciálnych alebo látok potrebných pre ich tvorbu.

---

Pri hydine je potrebné rozlišovať dve skupiny aminokyselín:

- esenciálne, ktoré hydina nedokáže v tele syntetizovať a musí ich prijímať krmivom,
- neesenciálne, ktoré dokáže hydina v tele syntetizovať z iných aminokyselín.

Ide predovšetkým o päť esenciálnych aminokyselín, ktoré najčastejšie chýbajú v krmných zmesiach pre hydinu. Sú to: lýzín, metionín, cystín, tryptofán a arginín (Angelovičová, Bulla, 2009).

Hmotnosť vajec je do značnej miery závislá od výživy. Hlavne od obsahu bielkovín v krmnej zmesi. Ak obsah bielkovín v zmesi klesne pod 15 % a denný príjem bielkovín sa zníži pod 14 g, hmotnosť vajec klesá. Pripisuje sa to hlavne nevyrovnanosti v obsahu limitujúcich aminokyselín - metionínu a lýzinu v krmnej zmesi (Nagy et al., 2009).

Hučko et al. (2004) taktiež uvádzajú, že v poradí limitujúcich aminokyselín sa vo výžive hydiny najčastejšie na prvom mieste vyskytuje metionín a lýzin.

Lýzin - 860 mg/ks/deň je potreba pre dosiahnutie optimálnej veľkosti vajec. Túto hodnotu dosiahneme bez problémov pri použití komerčných krmív (rybia múčka, sójové výlisky) (Hučko et al., 2004).

Metionín - 410 mg methioninu na ks/deň stačí pre dosiahnutie maximálnej veľkosti vajec v prípade, že telesná hmotnosť sliepok zodpovedá štandardným hodnotám. Keď je hmotnosť nižšia, môžeme pomocou dávky 450 mg methioninu veľkosť vajec zvýšiť. Prídavok methioninu je potrebná na vyrovnanie rastového deficitu (Hučko et al., 2004).

### **1.5.3 Potreba minerálnych látok**

Bíro et al. (2008) uvádzajú, že minerálne látky majú vo výžive zvierat mnohostranný význam, pričom každý prvok plní svoju špecifickú a nezameniteľnú úlohu.

Minerálne látky sú významnými stavebnými zložkami tela a zároveň majú životne dôležité úlohy v látkovej premene, pri premene krmiva na živočíšne výrobky ako mäso, vajcia (Sano, 1993).

Pre uspokojenie potrieb zvierat na minerálne látky je dôležitý ich obsah v krmive a potravinách, ale taktiež ich resorpcia, retencia a vylučovanie organizmom. Na intenzitu resorpcie majú vplyv jednotlivé zložky krmiva a ich vzájomný pomer ako aj druh, vek, fyziologický a



---

zdravotný stav zvierat. Okrem výkalov na odstránenie prebytočných a opotrebovaných minerálie slúži moč, mlieko, vajcia, pot prípadne v plodoch (Bíro et al., 2008).

Minerálne látky sa sledujú u hydiny vo vzťahu ku zdravotnému stavu a u nosníc aj ku kvalite vajcovej škrupiny (Angelovičová, 1996).

Z praktického krmivarského pohľadu sú dôležité nasledovné prvky (Zeman et al., 2006):

- **makroprvky** ako vápnik (Ca), fosfor (P), draslík (K), sodík (Na), horčík (Mg), chlór (Cl) a síra (S),
- **stopové prvky** ako železo (Fe), mangán (Mn), zinok (Zn), meď (Cu), kobalt (Co), jód (J), molybdén (Mo) a selén (Se).

Podľa Zemana et al. (2006) sa v súčasnej dobe v krmovinárskom priemysle a pri zostavovaní kŕmnych dávok ako možný zdroj stopových prvkov používajú tzv. organické formy stopových prvkov. Ich praktická aplikácia má opodstatnenie predovšetkým v lepšej využiteľnosti daných stopových prvkov. Efektom je ich nižšie dávkovanie v porovnaní s adekvátnym dávkovaním týchto prvkov v anorganickej forme. Sú najčastejšie aplikované u zvierat s vysokou produkciou, u mláďat, chorých zvierat a zvierat s vysokou športovou záťažou.

Baumeister a Meyer (1995) uvádzajú, že medzi najdôležitejšie minerálne látky, pri výžive nosníc patria: vápnik, fosfor, sodík, mangán, zinok.

**Vápnik (Ca).** Potreba vápnika sa mení v závislosti od veku zvierat, ročného obdobia, techniky chovu zvierat a výšky znášky. Pri spotrebe krmiva 110 g na nosnicu a deň je potrebný jeho obsah v 1 kg zmesi 37 g. Keď nosnice spotrebujú menšie množstvo vysokokalorického krmiva pri vysokej úžitkovosti, potreba vápnika je ešte vyššia. Pri znížení znášky sa úmerne znižuje aj denná potreba vápnika (Horniaková, 2011).

Pri vtákoch v období znášky je koncentrácia vápnika v krvnej plazme dvakrát až trikrát vyššia (Jelínek et al., 2003).

V živočíšnych telách je najviac zastúpený. Najrozšírenejším zdrojom je kŕmny vápenec (uhličitan vápenatý, vápenato – horečnatý – získaný drtením prírodnej zmesi

---

uhličitanu vápenatého a horečnatého). Do kŕmnych zmesí býva zaraďovaný najväčším podielom (Zeman et al., 2006).

Pre vytvorenie škrupiny vajca sliepka potrebuje 2,5 – 5 g vápnika, ktorý počas 18 – 20 hodín tvorby škrupiny deponuje cez maternicu do škrupiny. Pri nedostatku vápnika v krmive (3,5 – 4,5 %) znášajú sliepky vajcia s nekvalitnou škrupinou (Halaj et al., 2002).

Nosnice vyžadujú v poslednej perióde znášky viac než 3,5 % vápnika v krmive na deň. Zvýšenie príjmu vápnika od 4,08 do 4,64 g na sliepku a deň zlepšuje produkciu vajec, vaječnú hmotu a konverziu krmiva, hmotnosť škrupiny, jej hrúbku a hustotu (Safaa et al., 2008). Bar et al. (2002) uvádzajú, že zvýšenie príjmu vápnika v krmive z 24 – 25 na 36 – 40 g. kg<sup>-1</sup> zlepšilo produkciu vajec, hmotnosť škrupiny a jaj hrúbku a znížilo mortalitu sliepok.

Nosnica uloží do vaječnej škrupiny za rok 30 – 40 krát viac vápnika ako je uložený v jej kostre. Vápnik potrebný pre tvorbu vajca je zo 60 – 70 % hradený priamo z prijatého krmiva a zo 30 – 40 % je čerpaný, prevažne v druhej polovici noci, z pohotovej rezervy v kostiach s červenou kostnou dreňou. Množstvo odčerpaného vápnika sa behom dňa opäť v kostiach uloží. Počas znáškového obdobia využitie prijatého vápnika klesá. Vajcia sú väčšie, podiel škrupiny na ich hmotnosti klesá a kvalita škrupiny sa zhoršuje. Vo vajci sú asi 4 % Ca (Zelenka, 2005).

**Fosfor (P).** Sa zúčastňuje nielen na tvorbe kostry a intermediárnej premene, ale aj na tvorbe vajec, kde žltok obsahuje 0,11 g a vaječná škrupina 0,02 g fosforu (Horniaková, 2011).

Podľa Pajtáša et al (2009) je fosfor základný prvok v organizme zvierat. S fosforom sú spojené všetky syntetické procesy za účasti kyseliny fosforečnej (rast, stavba kostry, zväčšovanie svaloviny, syntéza zložiek mlieka, tvorba vajec). Má dôležitú úlohu pri metabolizme bielkovín, tukov, sacharidov a minerálnych látok.

Baumeister a Meyer (1995) uvádzajú pomer fosforu k vápniku pre nosnice 1:3 a pre sliepky v drobnochove 1:2. Pri nedostatku fosforu dochádza k zníženiu znášky.

**Selén (Se).** Selén pôsobí spoločne s vitamínom E. Pri jeho nedostatku vzniká svalová dystrofia. Je možné ho pridávať vo forme seleničitanu sódného, selenanu sódného a selenomethionínu (Zeman et al., 2006).

---

**Sodík (Na).** Jeho nedostatok znižuje príjem krmiva, čím sa znižuje prírastok živej hmotnosti a u nosníc môže vzniknúť nútená prestávka v znáške (Angelovičová, 1999).

**Med' (Cu).** Pri jej nedostatku sa znižuje príjem krmiva a tým aj živá hmotnosť. U nosníc následkom nedostatku medi sa znižuje znáška, hrúbka vajcovej škrupiny, pozoruje sa znížená oplodnenosť vajec a liahnivosť (Angelovičová, 1999).

**Mangán (Mn).** Zúčastňuje sa mnohých fyziologických pochodov v organizme hydiny. Je potrebný pre tvorbu kostí, vajcovej škrupiny a podmieňuje liahnivosť vajec (Angelovičová, 1999).

Podľa Baumeistra a Meyera (1995) nedostatok mangánu sa na vajciach prejavuje zlou stavbou škrupiny, pri čom sú citlivejšie ťažšie plemená než ľahšie.

## 1.6 Charakteristika selénu

Selén (chemická značka Se) je v nízkych koncentráciách esenciálny prvok nevyhnutný pre rast zvierat i ľudí, ale vo vysokých koncentráciách má toxické vlastnosti. V prírode sa vyskytuje v niekoľkých formách, vrátane amorfného červeného prášku a sivých kryštálov. Objavil ho v roku 1817 Švéd Jóns Jacob Berzelius. Spočiatku sa vedci zaoberali výhradne jeho toxickými vlastnosťami, až v roku 1957 sa po prvýkrát dokázala jeho esencialita (nevyhnutnosť) pre život (Mosnáčková et al., 2003).

Merian (1991) a Strmisková (1992) uvádzajú, že esencialita selénu bola dokázaná v roku 1957, kedy bola zistená prítomnosť selénu v tzv. faktore 3, ktorý zabraňuje nekróze pečene u potkanov. V roku 1976 v mnohých pokusoch bola preukázaná jednoznačná nevyhnutnosť selénu pre človeka.

Selén je nielen esenciálny nutrient a antioxidant, ale pri vyšších dávkach toxický prvok. Prvá písomná správa o chorobných príznakoch, ktoré boli neskôr diagnostikované ako otrava selénu sa objavila asi v polovici minulého storočia v južnej Dakote, a ako sa neskôr zistilo aj iných štátoch západnej USA. Touto chorobou trpeli najmä kone, hovädzí dobytok (Hegedús et al., 2007).

Podľa Ďuračkovej (1998) sa v súčasnosti toxickosť selénu spája s tvorbou superoxidu. Tvorba superoxidu katalizovaná zlúčeninami selénu je spojená s oxidáciou tiolov. Tieto reakcie sa

---

uplatňujú v prípade nadbytočnej koncentrácie selénu, keď selénozluččeniny sa nestačia metylovať a vylučovať z organizmu.

Šimáně et al. (2004) považujú selén za esenciálny prvok, ale iba v nízkych koncentráciách, vo väčších je podľa nich veľmi toxický. Tóth et al. (2004) potvrdzujú, že selén pri vyšších dávkach (nad 1000 µg denne) pôsobí na organizmus toxicky. Jeho toxicita sa prejavuje zápalom dýchacích ciest, edémom pľúc, zvýšená krvácanosť, kožnými zmenami, depresiami. Vážne otravy môžu viesť k cirhóze pečene, vypadávaniu vlasov, zlyhaniu obličiek. Vysoký príjem selénu spôsobuje okrem akútnej toxicity organizmu aj mutagénne a teratogénne účinky v organizme.

### 1.6.1 Biochemické funkcie selénu

Medzi najznámejšie selénoenzýmy patria glutacion peroxidázy (doposiaľ popísaných 6 typov), ktorých hlavná funkcia spočíva v antioxidantnej ochrane organizmu pred reaktívnymi kyslíkovými radikálmi. Ďalšiu skupinu tvoria jódotyronín dejodínázy, ktoré katalyzujú transformáciu neaktívnej formy tyroidného hormónu T4 na jeho aktívnu formu T3. Tioredoxín reduktázy zabezpečujú oxido-redukčnú reguláciu početných iných enzýmov a vitamínov E a C a podieľajú sa aj na kontrole rastu buniek a inhibícii apoptózy (Leng et al., 2004).

Lee et al. (1996) popísali biologické zlúčeniny so selénom nasledovne:

- jódotyronín 5-dejodínáza (EC 1.97.1.11): kontroluje metabolizmus štítnej žľazy, pri deficite spôsobí spomalenie rastu,
- selénoproteín P: v tejto forme je 60 – 80 % plazmatického selénu, má väzobnú kapacitu, antioxidantnú schopnosť, je to chemicky inaktívna forma selénu,
- selénoproteín W: jeho funkcia nie je známa,
- proteíny viažúce selén: pravdepodobne majú protinádorový účinok,
- selénoproteín obalu spermie: pri jeho nedostatku vznikajú abnormálne spermie,
- cytozolová glutacionperoxidáza (cGSH-Px) (EC 1.11.1.9): je antioxidantom a zásobárňou selénu, pre jej optimálnu aktivitu je treba okolo 100 µg Se.l<sup>-1</sup> v sére,
- plazmatická glutacionperoxidáza (pGSH-Px): je extracelulárny sekrčný proteín, vyskytuje sa v materskom mlieku,
- gastrointestinálna glutacionperoxidáza (giGSH-Px): je v pečeni a v hrubom čreve,
- fosfolipidová hydroperoxidová glutacionperoxidáza (PGSH-Px): je v bunkových membránach, má antioxidantnú a kontrolnú funkciu.

---

Samotný elementárny selén nemá žiadne funkcie a dokonca sa vôbec nevstrebaáva z tráviaceho traktu zvierat a ľudí. Všetky známe účinky selénu sa prejavujú len prostredníctvom špecifických selénoenzýmov, resp. selénoproteínov, selénovodíka, selénometionínu alebo jeho iných zlúčenín. Zlúčeniny selénu prijaté potravou sa po ich resorpcii z tráviaceho traktu redukujú na  $H_2Se$ , z ktorého syntézou vzniká selénocysteín a až ten je zabudovaný do aktívneho centra selénoenzýmov. Selénovodík, ktorý sa nevyužije na syntézu špecifických selénoproteínov, je okamžite metylovaný a z tela vylúčený hlavne močom (Leng et al., 2004).

Podľa Mosnáčkovej et al. (2003) sa selén nachádza v širokej škále bežne dostupných potravín. Potraviny prirodzene obsahujú len zlúčeniny organického selénu, jeho anorganické zlúčeniny sa dostávajú do potravín ako výživové doplnky alebo kontaminanty. Vo väčšine potravín rastlinného pôvodu je hlavná forma selénu selénometionín. V potravinách živočíšneho pôvodu je väčšina selénu vo forme selénocysteínu.

Selénometionín predstavuje okolo 80 % všetkého selénu vo väčšine rastlín. Je to esenciálna aminokyselina, ktorú dokážu syntetizovať len rastliny a niektoré baktérie. Nevzniká však v organizmoch ľudí ani zvierat. Preto je potrebné zabezpečiť jej dostatočný príjem pre ľudí potravou (Leng et al., 2004).

Fyziologická funkcia selénu je úzko spojená s vitamínom E a so sírnyimi aminokyselinami. Vďaka svojmu účinku na vylučovanie vitamínu E zabraňuje selén prejavom nedostatku tohto vitamínu. Najnižšia potreba sa u všetkých hospodárskych zvierat pohybuje okolo 0,1 - 0,2 mg Se . kg<sup>-1</sup> krmnej zmesi alebo celkovej krmnej dávky (Sano, 1993).

Podľa Karkulína (2008) aplikáciou organického selénu možno efektívne zredukovať dávku vitamínu E v krmive. Možno ho zredukovať až na 20 % pôvodnej dávky bez akýchkoľvek vplyvov na úžitkovosť.

Horniaková et al. (2010) uvádzajú, že medzi vitamínom E a minerálnym prvkom – selénom, existuje synergický vzťah. Deficiencia selénu môže vyvolávať zvýšenú potrebu vitamínu E a naopak vitamín E redukuje potrebu Se.

Selén je synergistom vitamínu E. Účinnosť vitamínu E sa selénom zosilňuje. Vitamín E však nemôže plne nahradiť potrebu selénu. Neexistuje úplná vzájomná zameniteľnosť vitamínu E so selénom, pretože každý z nich má aj svoju špecifickú funkciu (Bíro et al., 2008).

---

## 1.6.2 Selén vo výžive hydiny

Selén sa v súčasnosti považuje za esenciálny mikroprvok pre živočíšny organizmus. Preto je už dávnejšie súčasťou minerálnych krmných prísad pre zvieratá (Selevit) (Poláček et al., 2009).

Podľa Šimánka et al. (2004) selén ako esenciálny mikroprvok je vo výžive zvierat veľmi dôležitý pre zachovanie dobrých úžitkových, produkčných a reprodukčných vlastností.

Sano (1993) hodnotí obsah selénu v krmivách. Zelené kultúrne rastliny ho obsahujú málo pod 0,05 mg · kg<sup>-1</sup> sušiny. Málo selénu je v obilninách, viac v pšeničných a jačmenných otrubách, sójovom šrote, kukuričných odpadoch a rybej múčke. Využitelnosť z jednotlivých krmív je veľmi rozdielna, v rastlinách je jeho obsah závislý na dostupnosti z pôdy.

Podľa Horniakovej et al. (2010) využitie selénu z obilnín je 70 – 80 %, z olejní 60 % a lucernej múčky 90 % v porovnaní so 100 % využitím zo seleničitanu sodného.

Selén sa do krmnej dávky pridáva buď vo forme anorganickej alebo organickej (Wakebe, 1999).

Pri zakomponovaní selénu do krmnej dávky by sme mali mať na pamäti, že nie každá forma selénu je rovnako využitelná. V praxi sa krmne zmesi obohacujú anorganickým selénom vo forme selenitu alebo selenátu, problémom však je, že táto forma selénu nemá možnosť sa úspešne zakomponovať do bielkovín. To dokáže predovšetkým organická forma selénu v podobe selénomethionínu, ktorý sa viaže do bielkovín namiesto aminokyseliny methionin (Karkulín, 2008).

Selénomethionín inkorporuje do bielkovín živočíšnych produktov, ako sú vajcia a mlieko. Naproti tomu anorganický selén nemá žiadnu schopnosť vytvárať metabolické rezervy tohto esenciálneho mikroprvku v telách zvierat ani ľudí (Leng et al., 2004).

Organický selén sa absorbuje a metabolizuje ináč ako anorganický, preto aj biologická využitelnosť je výrazne rozdielna. Väčšina organických zlúčenín sa absorbuje takmer úplne (85 – 95 %), zatiaľ čo anorganický selén sa absorbuje veľmi rozdielne (40 – 70 %) - záleží či ide o seleničitan, či o selénan. Organický selén sa ukladá v tkanivách, anorganický Se, ktorý sa nevyužije na syntézu selénoenzýmov, sa vylúči močom (Mosnáčková et al., 2003).

Podľa Hegedúsa et al. (2007) práve aplikácia organického selénu vo forme extraktu zo selenizovaných kvasníc do výživy hospodárskych zvierat znamená pozitívny zásah do potravinového reťazca, čím sa zabezpečí zvýšený a cielený prenos metabolicky vhodnej formy selénu do organizmu ľudí.

---

Šimáně et al. (2004) sa venovali porovnávaním využiteľnosti anorganickej a organickej formy selénu do kŕmnych zmesí pre hydinu. Výsledkom bolo zistenie, že výhodnejší je pridávaný do krmiva organickou formou. Ako jednu z možností vidia pripravok, ktorý sa vyrába fermentáciou kvasiniek s nízkym obsahom síry a vysokým obsahom selénu. Síra má veľmi podobné chemické vlastnosti a dochádza k jej náhrade v bunkách kvasiniek za selén. Vytvára sa tak biologicky aktívna forma selénu, jeho podstatný podiel sa zachytáva v tkanivách tela zvierat.

Podľa Cantora (1996) skrmovanie oboch foriem selénu malo za následok zvýšenie obsahu selénu vo vajciach, ako aj vzostup jeho celkovej hladiny. V porovnaní s anorganickou formou tohto prvku viedlo podávanie organického selénu k zvýšeniu jeho obsahu vo vajciach nosnej línie sliepok o 20 %.

Vplyv vitamínu E ako aj selénu sa považuje pre humánnu výživu za jednoznačne priaznivý, najmä ak sa selén nachádza v biologicky aktívnej forme. Na základe výsledkov vedeckého skúmania aplikácie vysokej hladiny vitamínu E a Se v kŕmnej dávke mnoho autorov potvrdilo zvýšenú úžitkovosť zvierat vo vzťahu k zlepšenému zdravotnému stavu, lepšej reprodukčnej schopnosti a liahnivosti. Majú schopnosť vyhľadávať a likvidovať nadbytočné voľné radikály a tým podporujú stálu a účinnú imunitnú odozvu organizmu (Leng et al., 2003, Swain et al., 2000).

Vplyv anorganického a organicky viazaného selénu v diete sliepky na obsah selénu v tkanivách a na aktivitu glutatiónperoxidázy sledoval Payne (2004). Výsledky experimentu preukázali, že v tkanivách sa viac hromadí selén po pridávaní organicky viazanej formy do krmiva v porovnaní s anorganickou formou, ale v aktivite plazmovej glutatiónperoxidázy sa nezistili rozdiely medzi dvoma sledovanými diétami.

Čekonová et al. (2002) obohacovali základnú kŕmnu zmes pre sliepočky (kurčatá) nosivého plemena Isa Brown prídavkom selénu vo forme selénom obohateného kvasničného extraktu (Sel-Plex, fy Alltech). Výsledky ich práce jednoznačne potvrdili výhodnosť dotácie krmív pre kurčatá organickými formami selénu vo forme kvasinkových preparátov kvôli ich schopnosti vytvárať významné telové depozity Se v svalovej hmote. To zároveň umožňuje aj jeho podstatne väčší transfer v metabolicky vhodnejšej forme (selenometionín) do ľudskej populácie, ktorá v strednej Európe trpí výrazným nedostatkom selénu.

Podľa výsledkov testovania organickej formy selénu tvoreného za pomoci kvasiniek bolo zaznamenané zlepšenie reprodukčných parametrov brojlerových kurčiat. Organický selén viedol k nárastu počtu vyliahnutých kurčiat v priemere o 4,5 jedinca na nosnicu za znáškový cyklus v porovnaní s kŕmením anorganickým selénom (Karkulín, 2008).

---

Výhody použitia organického selénu vo výžive hydiny:

- zvýšená hladina selénu vo vajciach chovných slielok - ľahnu sa kvalitnejšie kury s vyššou životaschopnosťou a zníženou mortalitou,
- zvýšenie hladiny selénu vo vajciach komerčných nosníc sa prejavuje vo výraznejšej antioxidačnej ochrane žĺtka, v predĺženej trvanlivosti a zvýšenej nutričnej hodnote vajec,
- podpora vývoja peria u brojlerových kuriat a produkcia vyrovnaných skupín zvierat pri porážke, vyššiu hmotnosť a lepšiu schopnosť mäsa viazať vodu,
- ochranný antioxidačný účinok (v kombinácii s vitamínom E) (Šimáně et al., 2004).

### 1.6.3 Selénové vajcia

Podľa Mosnáčkovej et al. (2003) sa v poslednej dobe začína rozbiehať výroba špeciálne projektovaných tzv. funkčných potravín so zvýšeným obsahom organického selénu. Najčastejšie ide o vajcia, mäso, ale aj mlieko obohatené o selénometionín prostredníctvom skrmovania organického selénu zvieratami.

Vajcia, obohacované na princípe prirodzenej transformácie zložiek z krmiva cez nosnicu do vajec, sú dobre akceptované spotrebiteľom (Trziszka et al., 2005).

Podľa Kalača (2008) riešením nedostatku selénu v potravinách je obohatiť selénom vajcia. Zo začiatku sa overovalo pridávanie anorganických solí selénu (seleničitany a selenany) do krmív pre nosnice. Využitelnosť selénu a jeho premena na organické zlúčeniny, ktoré by prechádzali do vajec, však boli nízke. Preto sa začali do krmív pridávať selénom obohatené kvasinky (droždie), v nich je tento prvok viazaný v organických využiteľných zlúčeninách, a to v obsahu asi 0,3 – 0,5 mg selénu na kg krmiva. Obsah selénu v obohatených vajciach je až 30 µg na kus.

Výrobu selénových vajec ako funkčných potravín obohatených o nadštandardné množstvá selénu vo forme selénometionínu rozbehli viaceré firmy. Do výživy nosníc aplikovali prípravok organického selénu, ktorý sa vyrába sofistikovanými technológiami. Ide o koncentrát organického selénu na báze cytozolových extraktov kvasníc, v ktorom až 53 % celkového Se sa nachádza vo forme selénometionínu zabudovaného do ľahko stráviteľných bielkovín, čo je najzákladnejšou podmienkou pre jeho ďalšiu vysokú biovyužitelnosť (Leng et al., 2004).



---

**Tabuľka 3****Obsah selénu v prírodnom slepačom vajci (Kadrabová et al., 1997)**

Vajcia	min	max	priemer
	µg/100 g		
slepačie vajce celé	18,92	23,34	21,52
slepačí žĺtok	28,17	44,3	34,22
slepačí bielok	8,16	10,88	8,75

Mosnáčková et al. (2003) uvádzajú, že obsah selénu v slepačom vajci pri doplnku kŕmnej zmesi len seleničitanom ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) je 11 - 13 µg/celé vajce a pri doplnku organickým selénom (selenizované kvasnice) až 22 – 27 µg/celé vajce. V súčasnosti sú na slovenskom trhu dostupné selénové vajcia, ktoré obsahujú 28 – 36 µg selénu/vajce.

Pri výrobe Se-vajec sa porovnával transfer selénu do vajec veľkosti L od nosníc plemena ISA Brown kŕmených diétami s doplnkami rovnakých množstiev Se vo forme organickej a seleničitanu. Výsledky ukázali, že už 6-týždňový príjem organického selénu takmer zdvojnásobil jeho obsah vo vajciach. Najväčší prírastok obsahu selénu sa dosiahol v bielku, čo je ovplyvnené podstatne vyšším podielom bielkovín v jeho sušine ako v žĺtku (Leng et al., 2004).

Podľa Karkulína (2008) majú vajcia obohatené o selén dlhšiu dobu skladovateľnosti v porovnaní s vajcami od nosníc kŕmených anorganickým selénom (žiadnou formou selénu).

Čuboň et al. (2009 a) konštatujú, že vajcia od nosníc, ktorým bol pridávaný organický selén do krmiva mali vyššiu hmotnosť, čo sa prejavilo aj v preukazne vyššej hmotnosti bielka a vyššom objeme bielka oproti vajciam od nosníc kŕmených kompletnou kŕmnou zmesou pre úžitkové nosnice. V objeme našľahanej peny neboli štatisticky preukázané rozdiely, vajcia so selénom mali nepreukazne nižší index šľahateľnosti.

Objem peny po našľahaní bielka selénových vajec je väčší ako u vajec bez prídavku selénu do kŕmnych dávok nosníc (Sebeš, 2009).

Selénové vajcia so zvýšeným obsahom prírodného Se znamenajú aj jeho podstatne vyšší príjem v metabolicky najvhodnejšej forme ľudskou populáciou na Slovensku, ktorá trpí jeho značným nedostatkom v bežnej potrave (Leng et al., 2004).

---

#### 1.6.4 Vplyv selénu vo výžive ľudí

Kalač (2008) a WHO uvádzajú odporúčaný denný príjem selénu 70 µg pre mužov a 55 µg pre ženy, pre deti klesá vekom.

Výrazným zdrojom selénu vo výžive sú rastlinné potraviny, mäso, a potraviny z mora. Obsah selénu v pôde výrazne determinuje množstvo v rastlinách a prostredníctvom krmiva zastúpenie tohto prvku vo zvieratách. Existujú pôdy s výrazným zastúpením selénu (USA), ale aj s extrémne nízkymi hladinami (Čína, Rusko) (Combs a Gray, 1998).

Selén vo forme selénocysteínu viazaného v bielkovinách a niektorých nízkomolekulárnych zlúčeninách hraje dôležitú úlohu v ochrane a regulácii dejov v ľudskom organizme (Heczková, 2009).

Podľa Poláčka et al. (2009) zlúčeniny selénu ako antioxidanty významne ovplyvňujú funkciu takmer všetkých zložiek imunitného systému. Nedostatok selénu sa spája s mnohými ochoreniami. napr. vysoký výskyt tzv. voľnoradikálových ochorení (nádorové, kardiovaskulárne) je už niekoľko rokov spájaný s nízkym obsahom selénu v krvi obyvateľstva viacerých krajín, vrátane Slovenska. Z doterajších zistení vyplýva, že Slovensko patrí k rizikovým krajinám s deficitným obsahom selénu v pôdach, na nich pestovaných plodinách a v krvi slovenskej populácie.

Hrušovský (2000) uvádza, že pri vysokom príjme selénu nádorové bunky prežívajú kratšie, podliehajú naprogramovanej smrti a nádor sa môže zmenšovať, výsledok závisí od štádia rakoviny. Účinok je tým lepší, čím skôr je choroba diagnostikovaná.

Nedostatočný príjem selénu potravou spôsobuje zhoršenie celkového stavu ľudskej populácie, čo sa prejavuje hlavne oslabením prirodzenej i získanej imunity. Z hľadiska kvality zdravia ľudskej populácie môžeme povedať, že selén prostredníctvom svojich špecifických selénoenzýmov má nezastupiteľnú funkciu pri antioxidačnej ochrane organizmu pred voľnými kyslíkovými radikálmi a pri vývoji a udržiavaní prirodzenej imunity voči rôznym ochoreniam. Podieľa sa aj na udržiavaní správnych funkcií hormónov štítnej žľazy a reprodukčných orgánov oboch pohlaví. Plošné štúdie v celom svete preukázali jeho významnú úlohu v prevencii srdcovocievnych ochorení a vzniku nádorov (Leng et al., 2004).

Selén sa uplatňuje ako významný antioxidant, v metabolizme hormónov štítnej žľazy, v redoxných reakciách a regulácii reprodukčných a imunitných funkcií (Rayman, 2000).

Jeho nedostatok je podľa Browna a Arthura (2001) spojený aj s reprodukčnými problémami (štrukturálne abnormality spermíí, zníženie motility). Selén podľa nich zvyšuje

---

plodnosť, znižuje riziko výskytu kardiovaskulárnych ochorení, rakoviny a pomáha regulovať mediátory zápalu pri astme.

Nedostatok selénu v potrave vyriešili v Európe dve krajiny. Vo Fínsku začali pridávať pred viac ako dvadsiatimi rokmi do minerálnych hnojív určité množstvá anorganických solí selénu a v priebehu niekoľkých rokov dosiahli potrebné úrovne selénu predovšetkým v pšenici. Švajčiarsko dováža potravinársku pšenicu z oblastí USA s vysokým obsahom selénu v pôde a v potrebnom podiele ju pridáva do pšenice domáceho pôvodu (Kalač, 2008).

Heczková (2009) vidí odstránenie nedostatku selénu obohacovaním pôdy jeho zlúčeninami a krmív pre úžitkové zvieratá. Čo sa týka doplnkov stravy, veľmi dôležitá je forma selénu. Existuje rozdiel medzi potravinovými doplnkami s organickým selénom a bežnými multivitamínmi, ktoré obvykle obsahujú anorganický typ selénu. Doplnky stravy obsahujúce selén v anorganickej väzbe sa z organizmu rýchlo vylučujú, preto nezaistia dostatočnú hladinu na dlhšiu dobu. Najvyššiu vstrebateľnosť a najdlhšiu pretrvávajúcu hladinu v krvi má organický selén vo forme selénometioninu, ktorý je pre ľudský organizmus biologicky najdostupnejší.

Z hľadiska príjmu selénu pre ľudský organizmus sa v podstate využíva päť spôsobov suplementácie selénom (Mosnáčková et al., 2003):

- zakomponovanie selénu do hnojivových prípravkov; tento spôsob obohatenia potravinového reťazca selénom využili napr. vo Fínsku (Se prechádza do celého potravinového reťazca), pridávanie selénových solí a organického selénu vo forme selenizovaných kvasníc do krmných zmesí pre chov hydiny, nosníc, ošípaných, oviec,
- dovoz potravín z oblastí s vysokým obsahom selénu, napr. kanadské obilie a strukoviny (šošovica) obsahujú 10 až 20-krát viac Se ako dopestované u nás,
- obohatenie trhu o funkčné potraviny s prídavkom organického selénu (vajcia, mlieko, mäso, jogurty),
- farmaceutické prípravky (väčšina z nich obsahuje organický selén 50 µg/tableta).

---

## 2 Cieľ

Cieľom diplomovej práce bolo sledovanie vplyvu organického selénu pridávaného do krmiva na štruktúru a technologické parametre kvality vajec sliepok Isa brown z gazdovského chovu. Zároveň sledovanie uvedených parametrov v priebehu skladovania po 3 a 10 dňoch pri teplote 6 °C. Hodnotili sme zmeny vlastností medzi kontrolnou a pokusnou skupinou, a tiež zmeny vplyvom skladovania v rámci týchto skupín. Pri analýze vajec boli sledované tieto ukazovatele: šírka vajca, dĺžka vajca, index tvaru vajca, hmotnosť vajca na sucho, objem, merná hmotnosť, hmotnosť bielka, hmotnosť žltka, výška hustého bielka, výška žltka, šírka žltka, farba žltka, objem bielka pred šľahaním, objem bielka po šľahaní 1 min, index šľahateľnosti, objem stekuteného bielka po 30 min, objem stekuteného bielka po 60 min, index trvanlivosti peny.

---

## 3 Materiál a metodika

### 3.1 Popis biologického materiálu

V práci sme ako materiál použili vajcia znesené výkonným znáškovým typom sliepok Isa brown.

Isa brown je znáškový hybrid produkujúci vajcia s hnedou škrupinou, patrí do skupiny sexualinkových nosivých typov kúr. Pre svoju dobrú prispôsobivosť je vhodný do všetkých chovateľských technológií. Pri dodržaní technologických podmienok dosahuje vysokú produkciu vajec pri nízkej spotrebe krmiva na jedno vajce. Hybrid bol vyšľachtený spoločnosťou ISA vo Francúzsku, na Slovensko sa dováža vo forme jednodňového rodičovského materiálu (Šonka, 1997).

Charakteristika hybridu v produkčných chovoch (Šonka, 1997):

odchov (do 18 týždňov)

- úhyn a brakovanie – 3 %
- spotreba krmiva – 7 kg
- telesná hmotnosť – 1,40 – 1,60 kg

chov

- začiatok znášky vo veku – 140 – 150 dní
- priemerná znáška – 75 %
- znáška za 365 dní (1 rok) – 270 – 285 vajec
- priemerná hmotnosť vajec – 62 g
- živá hmotnosť pri ukončení chovu – 2,30 kg
- životnosť po dobu znášky (365 dní) – 95 %
- priemerná spotreba kŕmnej zmesi na nosnicu a deň – 115 g
- spotreba kŕmnej zmesi na 1 vajce – 150 g

Nosnice boli chované v súkromnom drobnochove. Zvieratá sa nachádzali vo voľnom ustajnení s prístreškom na pastve, s voľným prístupom ku krmivu a vode. Sliepky boli ustajnené v dvoch výbehoch po desať kusov. Prvá skupina bola kŕmená štandardne vyrábanou kompletnou kŕmnou zmesou pre úžitkové nosnice HYD-10 a čerstvým pastevným porastom (vajcia bez prídavku selénu). Druhej skupine sme pridávali rganický selén do kompletnej kŕmnej zmesi vždy

---

10 dní pred zberom vajec na analýzu (vajcia s prídavkom selénu). Experiment trval od septembra do októbra, celkovo sme zanalyzovali 97 kusov vajec (26 kusov bez prídavku selénu, 71 kusov s prídavkom selénu).

### **Skupiny vajec**

1. Kontrolná skupina - vajcia bez selénu - od nosníc kŕmených štandardnou kompletnou kŕmnou zmesou pre úžitkové nosnice,
2. Pokusná skupina - vajcia so selénom - od nosníc kŕmených kŕmnou zmesou s prídavkom organického selénu  $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$  kŕmnej zmesi.

Všetky vajcia boli ešte rozdelené do dvoch skupín podľa doby skladovania a to na čerstvé a po 10 dňoch skladovania pri teplote  $6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### **Sledované ukazovatele**

Z vonkajších tvarových a hmotnostných vlastností boli zisťované:

- šírka vajca (mm),
- dĺžka vajca (mm),
- index tvaru vajca (%),
- hmotnosť vajca na sucho (g),
- objem vajca ( $\text{cm}^3$ ),
- merná hmotnosť ( $\text{g.cm}^{-3}$ ),
- hmotnosť bielka (g),
- hmotnosť žltka (g).

Z technologických parametrov boli zisťované:

- výška hustého bielka (mm),
- výška žltka (mm),
- šírka žltka (mm),
- farba žltka ( $^{\circ}\text{HLR}$ ),
- objem bielka pred šľahaním (ml),
- objem bielka po šľahaní 1 min (ml),
- index šľahateľnosti (%),
- objem stekuteho bielka po 30 min (ml),
- objem stekuteho bielka po 60 min (ml),

- 
- index trvanlivosti peny (%).

Hmotnosť sme zisťovali na laboratórných váhach typu KERN s presnosťou 0,01 g. Šírku a dĺžku vajec sme zisťovali posuvným meradlom v milimetroch s presnosťou na desatiny. Výšky žltka a hustého bielka boli merané pomocou mikrometrickej skrutky. Farba žltka bola hodnotená použitím farebnej škály Hoffman La Roche vizuálne. Trvanlivosť peny sme stanovovali ako podiel stekutenia bielka.

Index tvaru vajca, mernú hmotnosť, index šľahateľnosti bielka a index trvanlivosti peny sme vypočítali podľa nasledovných vzťahov.

Index tvaru vajca (IT), (%) (Weis et al., 2002):

$$IT = \frac{a}{b} \times 100$$

b – šírka vajca

a – dĺžka vajca

Merná hmotnosť vajca (MH), ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) (Weis et al., 2002):

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

$W_0$  – hmotnosť vajca na vzduchu

$W_1$  – hmotnosť vajca vo vode

Index šľahateľnosti bielka (Iš), sa vyjadruje ako percentuálny podiel objemu našľahanej peny k pôvodnému objemu bielka (Simeonovová et al., 2001).

$$Iš = \frac{O_p}{O_b} \times 100$$

$O_p$  – objem peny (ml)

$O_b$  – objem bielka (ml)

---

Index trvanlivosti peny (Itp) je percentuálnym pomerom medzi objemom peny zmenšeným o skvapalnený podiel vytvorený počas státia za presne definovaných podmienok k pôvodnému objemu bielka (Simeonovová et al., 2001).

$$Itp = \frac{O_p - O_b'}{O_b} \times 100$$

$O_p$  – objem peny (ml)

$O_b$  – objem bielka (ml)

$O_b'$  - objem skvapalneného bielka po 30 (60) min (ml)

### 3.2 Štatistická analýza

Získané výsledky nášho pokusu sme matematicky a štatisticky vyhodnotili v programe STATGRAPHICS, kde sme sledovali základné štatistické charakteristiky:

- $\bar{x}$  – aritmetický priemer,
- $s$  – smerodajná odchýlka,
- $s_x$  – štandardná chyba priemeru,
- $v\%$  - variačný koeficient.

Pre stanovenie preukaznosti rozdielov medzi sledovanými skupinami sme testovali rozdiely v jednotlivých znakoch s použitím Studentovho t-testu.

Významnosť štatistických rozdielov:

- $P > 0,05$  <sup>-</sup> nevýznamný rozdiel,
- $P \leq 0,05$  <sup>+</sup> významný rozdiel,
- $P \leq 0,01$  <sup>++</sup> vysoko významný rozdiel,
- $P \leq 0,001$  <sup>+++</sup> veľmi vysoko významný rozdiel.



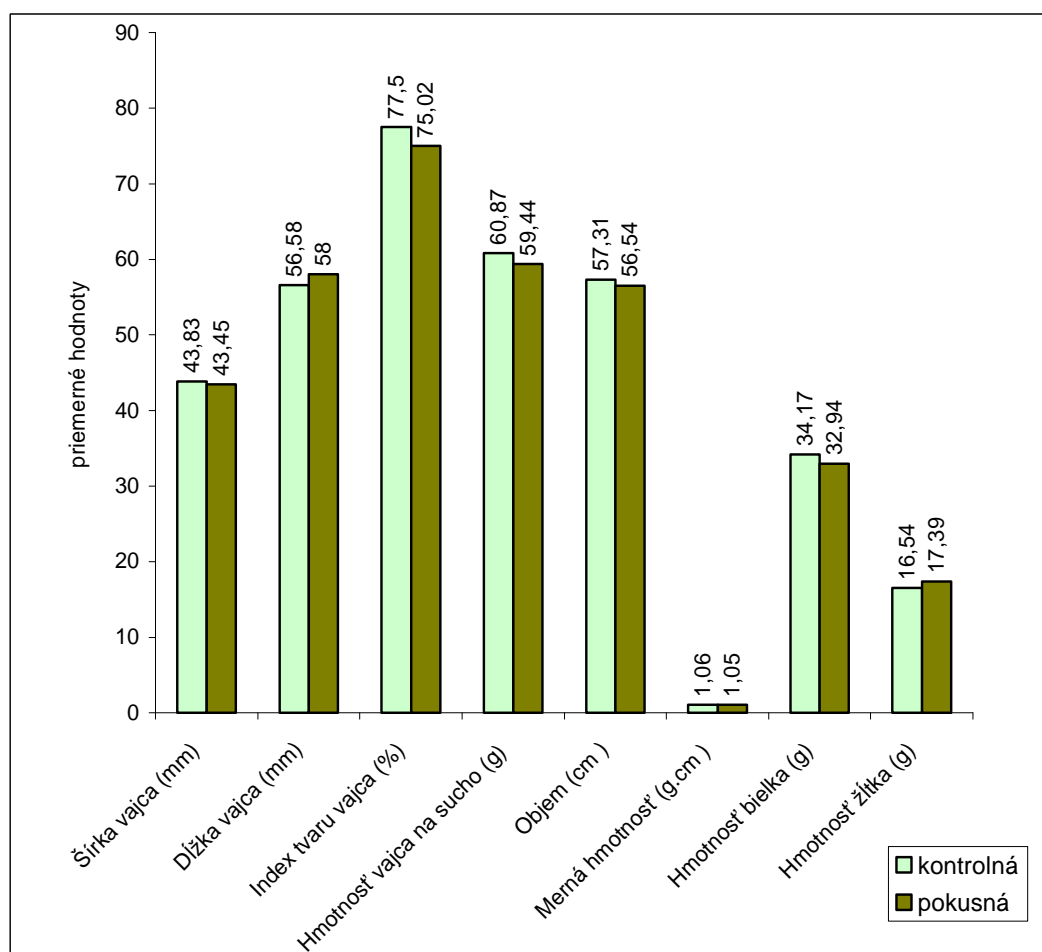
## 4 Výsledky a diskusia

### 4.1 Hodnotenie vajec bez prídavku selénu a vajec s prídavkom selénu

Pri porovnávaní vonkajších tvarových a hmotnostných vlastností kontrolnej a pokusnej skupiny (graf 1) sme nezistili zásadné štatistické rozdiely ( $P > 0,05$ ) (prílohy tabuľka 4). Na základe priemerných hmotností 3 a 10 dňových vajec obidvoch skupín (58,11 g) môžeme konštatovať, že v zmysle Nariadenia komisie (ES) č. 589/2008 patria vajcia z pohľadu hmotnosti do hmotnostnej skupiny M – stredné (hmotnosť  $\geq 53$  g a  $< 63$  g). Podľa Simeonovovej et al. (2001) za štandardné sa pokladá vajce o hmotnosti 58 až 62 g. Zita et al. (2008) uvádzajú priemerné hmotnosti vajec sliepok Isa brown z podstielkového chovu 58,34 g a z konvenčných kliečkových chovoch 59,25 g.

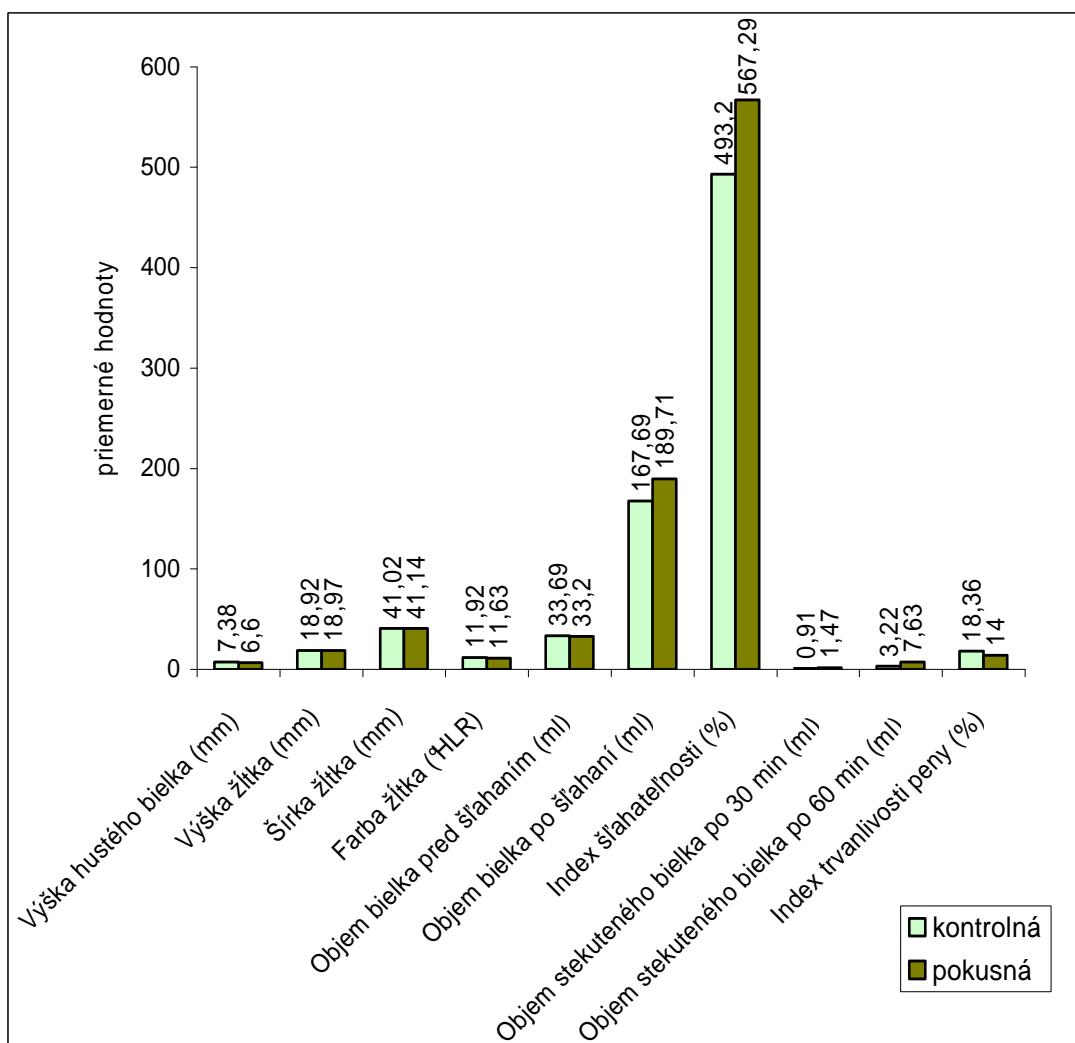
Graf 1

#### Vplyv prídavku organického selénu na vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti 3 dňových konzumných vajec



**Graf 2**

**Hodnotenie prídavku organického selénu na technologické parametre 3 dňových konzumných vajec**

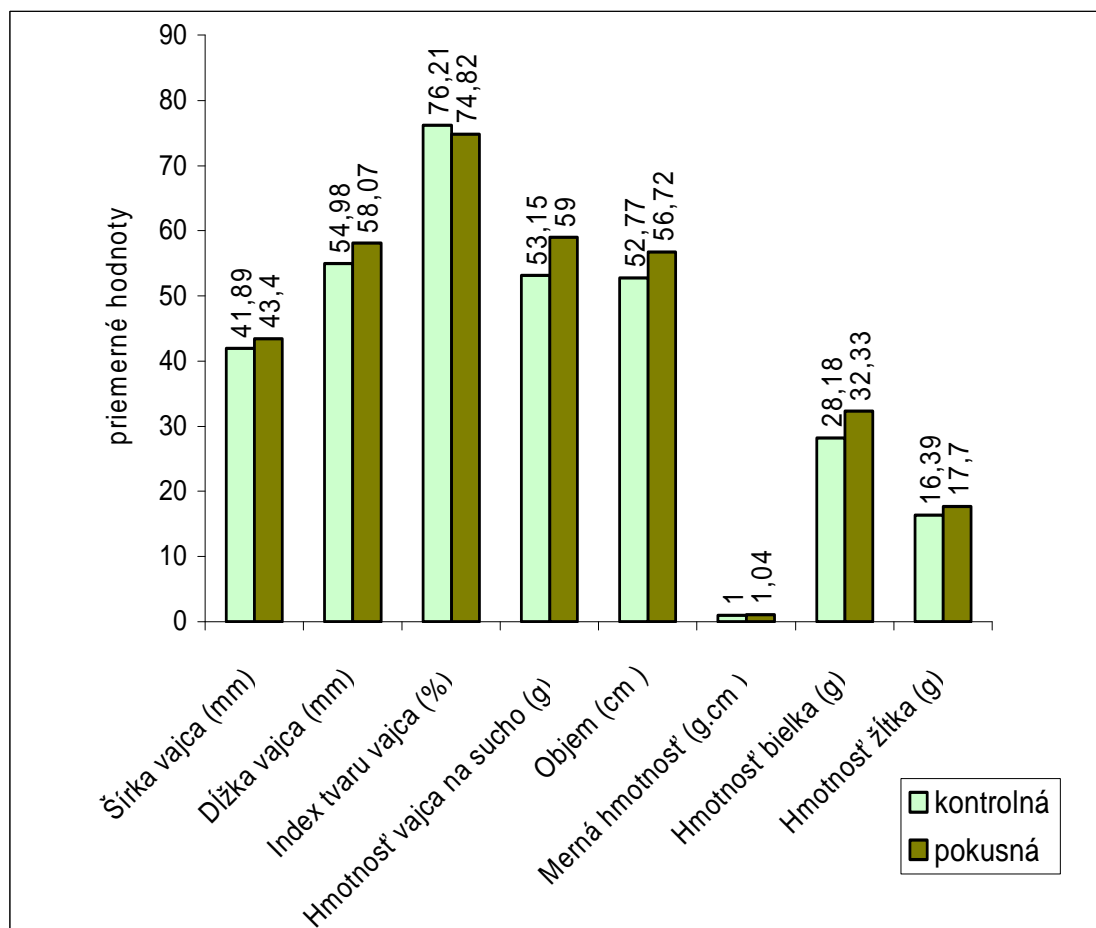


Graf 2 znázorňuje technologické parametre čerstvých vajec kontrolnej skupiny a čerstvých vajec pokusnej skupiny podľa dosiahnutých výsledkov (prílohy tabuľka 5). Pri objeme bielka po šľahaní vajec pokusnej skupiny sme namerali štatisticky nepreukazne vyššie hodnoty (189,71 ml) v porovnaní s kontrolnou skupinou (167,69 ml) aj keď objem bielka pred jeho šľahaním bol v pokusnej skupine nižší 33,2 ml ako v kontrolnej skupine 33,69 ml. Čuboň et al. (2008), ktorí zisťovali vplyv prídavku organického selénu na kvalitu vaječného bielka uvádzajú hodnoty objemu bielka po šľahaní u vajec bez prídavku selénu 210,0 ml a vajec s prídavkom selénu 221,25 ml.

Na základe väčšieho objemu našľahanej peny u pokusnej skupiny sme zistili štatisticky preukazný rozdiel v indexe šľahateľnosti ( $P \leq 0,05$ ) medzi kontrolnou a pokusnou skupinou. Hodnoty v kontrolnej skupine boli na úrovni 493,2 % a pokusnej skupine 567,29 %. Aj keď sme z vajec pokusnej skupiny s prídavkom selénu našľahali penu väčšieho objemu, mala táto pena štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) nižší index trvanlivosti (14,0 %) v porovnaní s našľahanou penou menšieho objemu z vajec kontrolnej skupiny bez prídavku selénu (18,36 %). Objem stekuteňého bielka po 60 min, ktorý ovplyvnil trvanlivosť našľahanej peny bol štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) vyšší v pokusnej skupine 7,63 ml ako v kontrolnej skupine 3,22 ml.

**Graf 3**

**Hodnotenie prídavku organického selénu na vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti 10 dňových konzumných vajec**



---

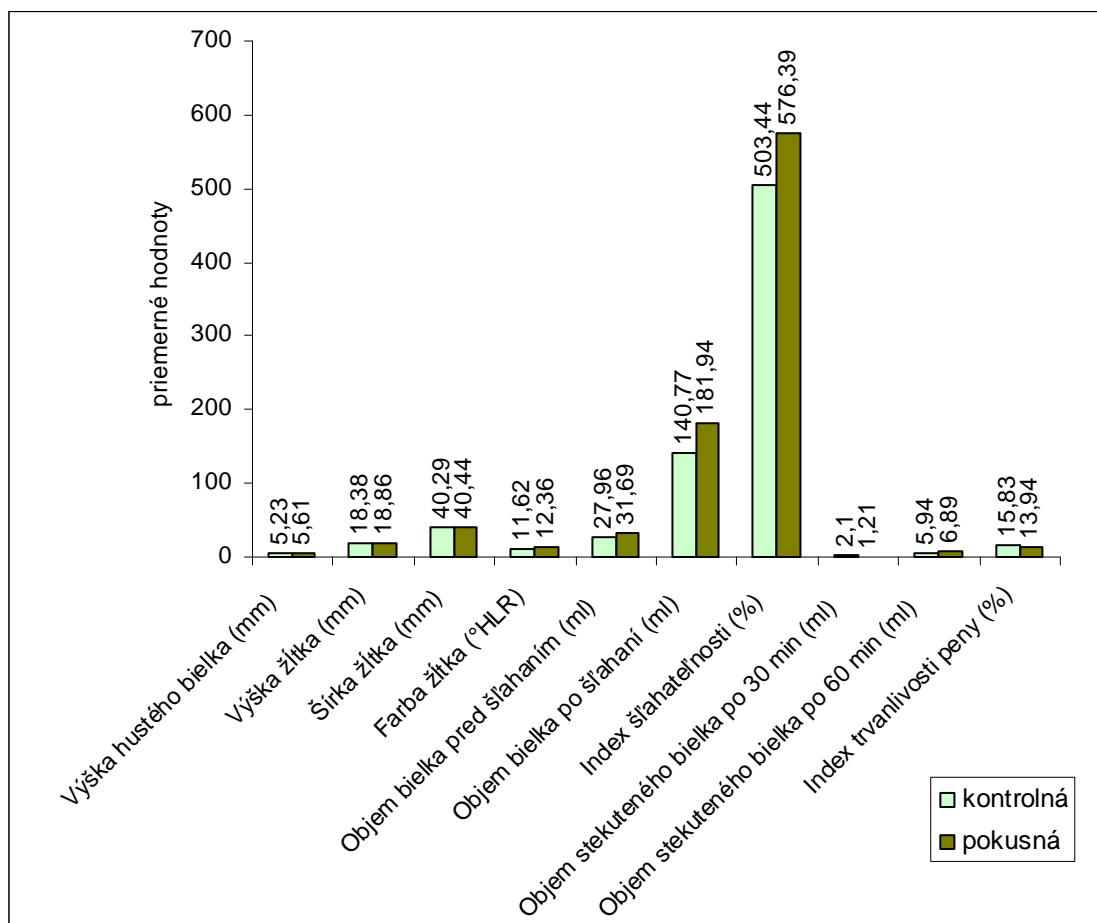
Podľa grafu 3 (hodnoty prílohy tabuľka 6) 10 dňové vajcia s prídavkom selénu - pokusná skupina, mali štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) vyššiu hmotnosť (59,0 g) ako vajcia 10 dňové bez prídavku selénu - kontrolná skupina (53,15 g). Zhodne Paton et al. (2005) zaznamenali zvýšenie hmotnosti vajec od nosníc kŕmených prídavkom selénových kvasníc oproti vajciam z normálneho chovu. Taktiež Arpášová et al. (2011 a) uvádzajú vo svojom pokuse priaznivý vplyv organickej formy Se na hmotnosť vajec znáškových sliepok Isa brown.

Môžeme konštatovať, že zvýšená hmotnosť vajec pokusnej skupiny ovplyvnila objem týchto vajec, ktorý bol taktiež štatisticky preukazne ( $P \leq 0,05$ ) vyšší (56,72 cm<sup>3</sup>) ako objem kontrolnej skupiny (52,77 cm<sup>3</sup>). Merná hmotnosť, ktorú sme vypočítali ako podiel hmotnosti vajec na sucho ku hmotnosti vajec vo vode bola zvyšovaním hmotností a objemu vajec pokusnej skupiny taktiež ovplyvnená. Štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) bola vyššia u pokusnej skupiny 1,04 (g.cm<sup>-3</sup>) ako kontrolnej skupiny, ktorá mala hodnoty 1,0 (g.cm<sup>-3</sup>).

Ďalšie zlepšenie ukazovateľov sme u pokusnej skupiny štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) zaznamenali v hmotnosti bielka (32,33 g) a štatisticky preukazne ( $P \leq 0,05$ ) v hmotnosti žĺtka (17,7 g). V kontrolnej skupine boli hodnoty týchto ukazovateľov postupne: 28,18 g a 16,39 g. Šimčíč et al. (2009) uvádzajú vo svojom pokuse hmotnosť žĺtka 15,9 g, čo je nižšie v porovnaní s našou hodnotou. Arpášová et al. (2011 b) dosiahli hmotnosť žĺtka v priemere 14,76 g pri kŕmení nosníc organickou formou selénu.

**Graf 4**

**Hodnotenie prídavku organického selénu na technologické parametre 10 dňových konzumných vajec**



Technologické parametre 10 dňových vajec bez prídavku selénu (kontrolná skupina) a 10 dňových vajec s prídavkom selénu (pokusná skupina) znázorňuje graf 4 podľa nameraných hodnôt (prílohy tabuľka 7).

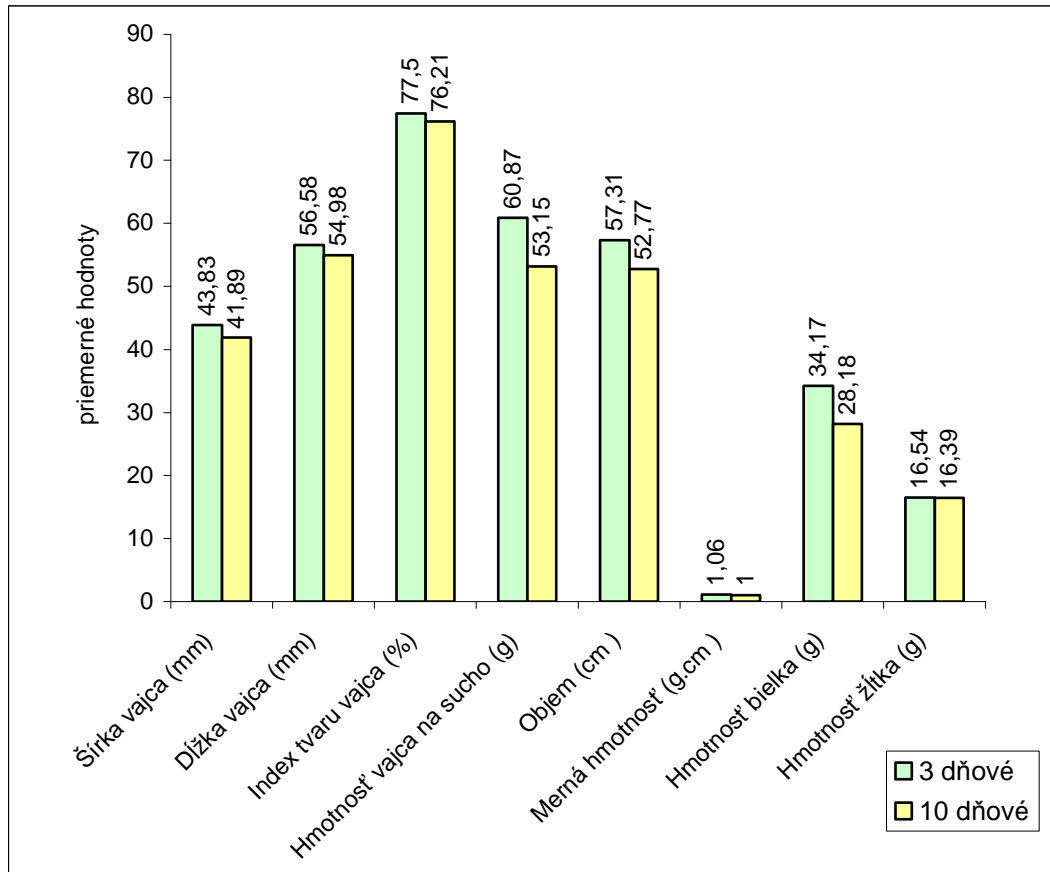
Hodnoty indexu šľahateľnosti bielka boli štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) vyššie v pokusnej skupine vajec (576,39 %) ako kontrolnej (503,44 %), čo zodpovedá zvýšenému objemu bielka pred jeho šľahaním. U pokusnej skupiny sme namerali hodnoty bielka pred šľahaním 31,69 ml a v kontrolnej skupine 27,96 ml čo bolo štatisticky preukazné ( $P \leq 0,05$ ).

Objem bielka po šľahaní bol štatisticky preukazne vyšší ( $P \leq 0,01$ ) v pokusnej skupine (181,94 ml) ako u kontrolnej skupiny (140,77 ml) avšak v indexe trvanlivosti tejto peny sme zaznamenali štatisticky preukazne ( $P \leq 0,05$ ) lepšie hodnoty v kontrolnej skupine 15,83 % oproti pokusnej 13,94 %.

## 4.2 Hodnotenie vplyvu skladovania na vajcia bez prídavku selénu

Graf 5

Vplyv skladovania na vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti vajec bez prídavku selénu



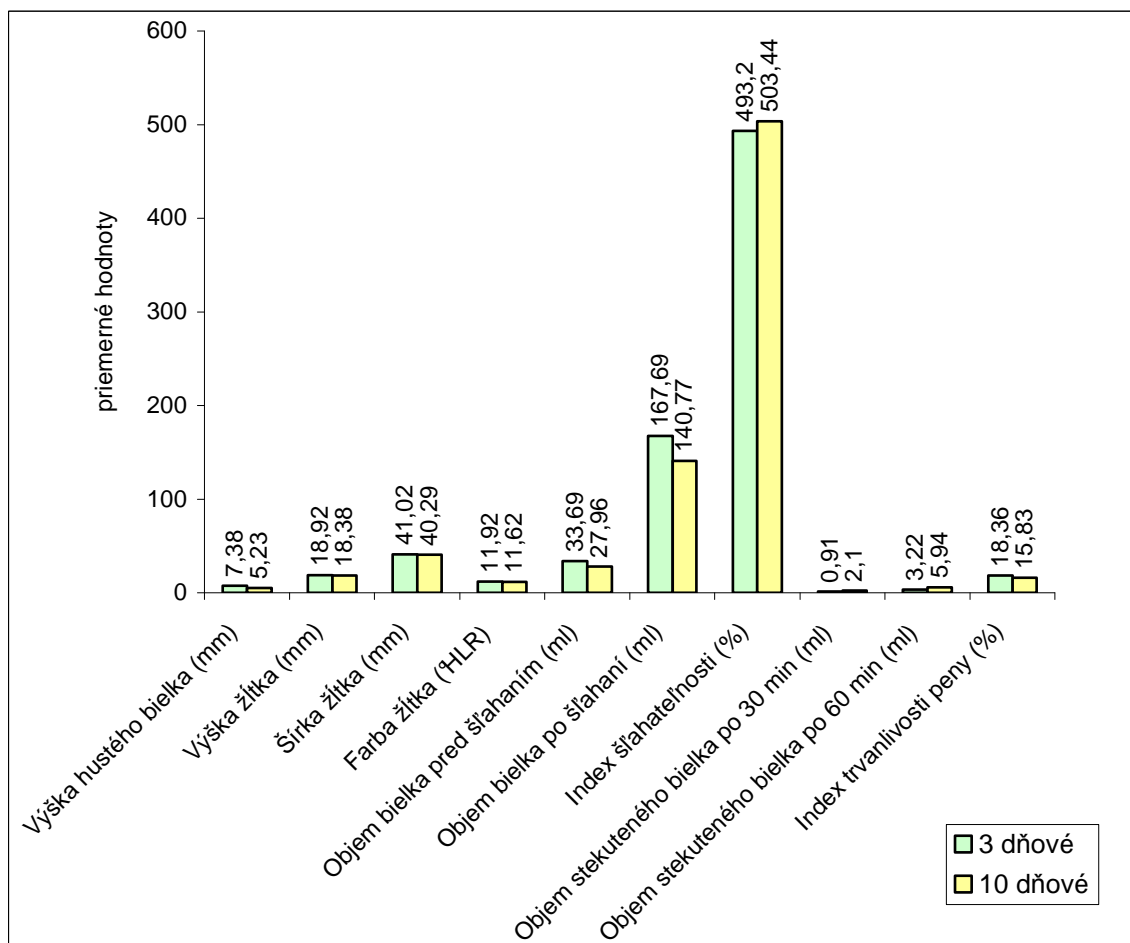
V grafe 5 sú znázornené vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti 3 dňových a 10 dňových vajec bez prídavku selénu podľa hodnôt uvedených v prílohách tabuľka 8. Na základe výsledkov sme zistili štatisticky preukazný rozdiel v hmotnosti vajec ( $P \leq 0,01$ ) medzi 3 dňovými (60,87 g) a 10 dňovými vajcami (53,15 g). Podľa Simeonovovej et al. (2001) skladovaním dochádza k odpareniu vody z vajec, čo sa prejavuje ako úbytok hmotnosti. Rýchlosť odparenia vody závisí na teplote, relatívnej vlhkosti prostredia, veľkosti vajca, priepustnosti škrupiny a množstva pórov. Ďalej uvádza, že hmotnosť vajec skladovaných 28 dní pri teplote 7 °C bola 58,8 g a pri teplote 22 °C 56,3 g. Zníženie hmotnosti vajec počas skladovania zaznamenala aj Chmelničná (2008), ktorá uvádza hmotnosť 55,94 g u čerstvých vajec, hmotnosť 55,14 g u 7 dňových vajec a hmotnosť 54,68 g u vajec 14 dňových.

---

Na základe rozdielnych hmotností vajec sme zistili štatisticky preukazné rozdiely aj v ich objeme ( $P \leq 0,05$ ) medzi 3 dňovými ( $57,31 \text{ cm}^3$ ) a 10 dňovými vajcami ( $52,77 \text{ cm}^3$ ). Merná hmotnosť 10 dňových vajec bola taktiež štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) nižšia  $0,06 \text{ g.cm}^{-3}$  v porovnaní s 3 dňovými vajcami kde hodnoty dosahovali  $1,06 \text{ g.cm}^{-3}$ . To sa zhoduje so zisteniami Simeonovovej et al. (2001) a Nagyho et al. (2009), ktorí dospeli k záveru, že v súvislosti s úbytkom hmotnosti vajec počas skladovania a zväčšovaním vzduchovej bubliny dochádza k poklesu mernej hmotnosti. Úbytok hmotností vajec počas skladovania a následný pokles mernej hmotnosti uvádza aj Chmelničná (2008).

Vyššiu hmotnosť bielka sme zaznamenali u 3 dňových vajec 34,17 g v porovnaní s 10 dňovými vajcami 28,18 g, čo bolo štatisticky preukázané ( $P \leq 0,01$ ). Čuboň et al. (2009 a) uvádzajú priemernú hmotnosť bielka čerstvých vajec 38,73 g, 9 dní skladovaných 39,85 g a 18 dní skladovaných 37,62 g.

Pri hodnotení šírky vajca, dĺžky vajca, indexu tvaru a hmotnosti žĺtka sa medzi skupinami nezistili zásadné štatistické rozdiely ( $P > 0,05$ ).

**Graf 6****Vplyv skladovania na technologické parametre vajec bez prídavku selénu**

Pri hodnotení technologických ukazovateľov 3 dňových a 10 dňových vajec bez prídavku selénu graf 6 sme zaznamenali štatisticky preukazné rozdiely v piatich nameraných hodnotách (prílohy tabuľka 9). Výška hustého bielka nameraná u 3 dňových vajec bola štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) vyššia 7,38 mm v porovnaní s 10 dňovými vajcami u ktorých boli hodnoty 5,23 mm. Na štruktúru hustého bielka vplýva podľa Nagyho et al. (2009) zmena pH pri skladovaní vajec. Ďalej dochádza k zmene obsahu vody v jednotlivých častiach vajca. Medzi bielkom a žĺtkom je u čerstvého vajca na oboch stranách žĺtkovej membrány rozdielny osmotický tlak. Stárnutím vajec sa tlak postupne vyrovnáva, čím dochádza k difúzii vody z riedkeho bielka do hustého a z neho do žĺtka. Bielok stráca na viskozite a stáva sa vodnatý. V žĺtku sa zvyšuje obsah vody.



---

Objem bielka pred šľahaním bol na základe nižšej hmotnosti a objemu 10 dňových vajec (prílohy tabuľka 8) štatisticky preukazne ( $P \leq 0,01$ ) nižší 27,96 ml ako u vajec 3 dňových 33,69 ml s vyššou hmotnosťou a objemom.

Index šľahateľnosti bol u 10 dňových vajec preukazne ( $P \leq 0,05$ ) vyšší 503,44 % a 3 dňových vajec 493,2 %. Nedomová a Simeonovová (2010) vo svojom pokuse uvádzajú, že najvyššie hodnoty indexu šľahateľnosti (672 %) boli zistené u čerstvých vajec, najnižšie (314 %) u vajec skladovaných 28 dní. Čuboň et al. (2009 a) zase uvádzajú hodnoty indexu šľahateľnosti čerstvých vajec 551,47 % a 9 dní skladovaných 568,09 % čo sa zhoduje s našimi výsledkami kde sú hodnoty u vajec skladovaných dlhšiu dobu vyššie.

Hodnotu indexu trvanlivosti peny, ktorá bola štatisticky preukazne ( $P \leq 0,05$ ) nižšia u 10 dňových vajec 15,83 % ako u vajec 3 dňových 18,36 %, ovplyvnil objem stekuteňého bielka po 60 min. U 3 dňových vajec bol objem stekuteňého bielka 3,22 ml a 10 dňových 5,94 ml, čo bolo aj štatisticky preukázané ( $P \leq 0,01$ ).

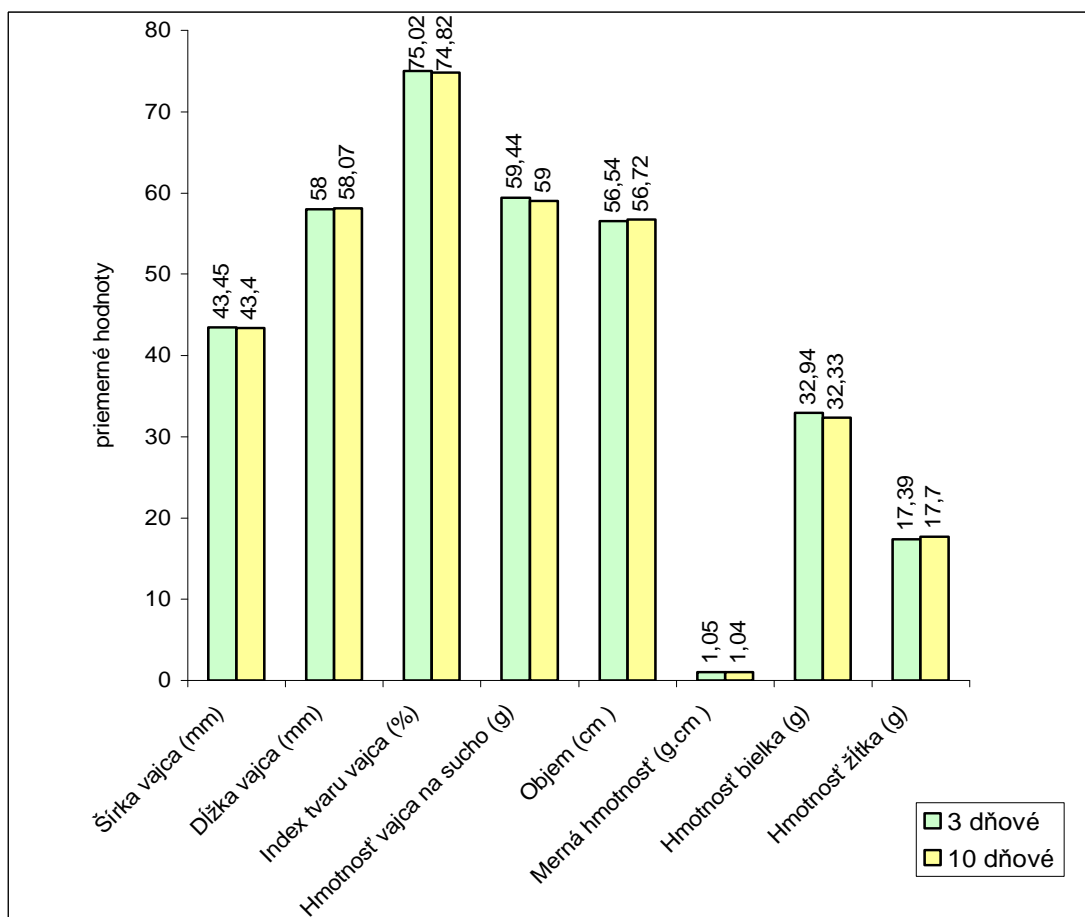
V objeme bielka po šľahaní, objeme stekuteňého bielka po 30 min, vo farbe žltka jeho výške a šírke sme medzi skupinami nezistili preukazné rozdiely ( $P > 0,05$ ). Halaj et al. (2002) zaznamenali nižšie hodnoty výšky žltka (17,92 mm) v porovnaní s našimi výsledkami (18,92 mm).

### 4.3 Hodnotenie vplyvu skladovania na vajcia s prídavkom selénu

Graf 7 znázorňuje porovnanie vonkajších tvarových a hmotnostných vlastností 3 dňových a 10 dňových vajec s prídavkom selénu. Na základe dosiahnutých výsledkov (prílohy tabuľka 10) sme medzi jednotlivými skupinami vajec nezistili štatisticky preukazné rozdiely ( $P > 0,05$ ). Hmotnosť vajec s prídavkom selénu bola u 3 dňových (59,44 g) a 10 dňových (59,0 g) približne rovnaká pričom pri vajciach bez prídavku selénu sme vplyvom skladovania pozorovali výraznejšie znižovanie hmotnosti. Čuboň et al. (2009 a) zaznamenali u čerstvých vajec s prídavkom selénu hmotnosť v priemere 67,64 g a u 9 dňových vajec s prídavkom selénu hmotnosť 65,08 g. Arpášová et al. (2011 a) vo svojom pokuse uviedli, že na hmotnosť vajec mala priaznivý vplyv organická forma selénu.

Graf 7

Vplyv skladovania na vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti vajec s prídavkom selénu

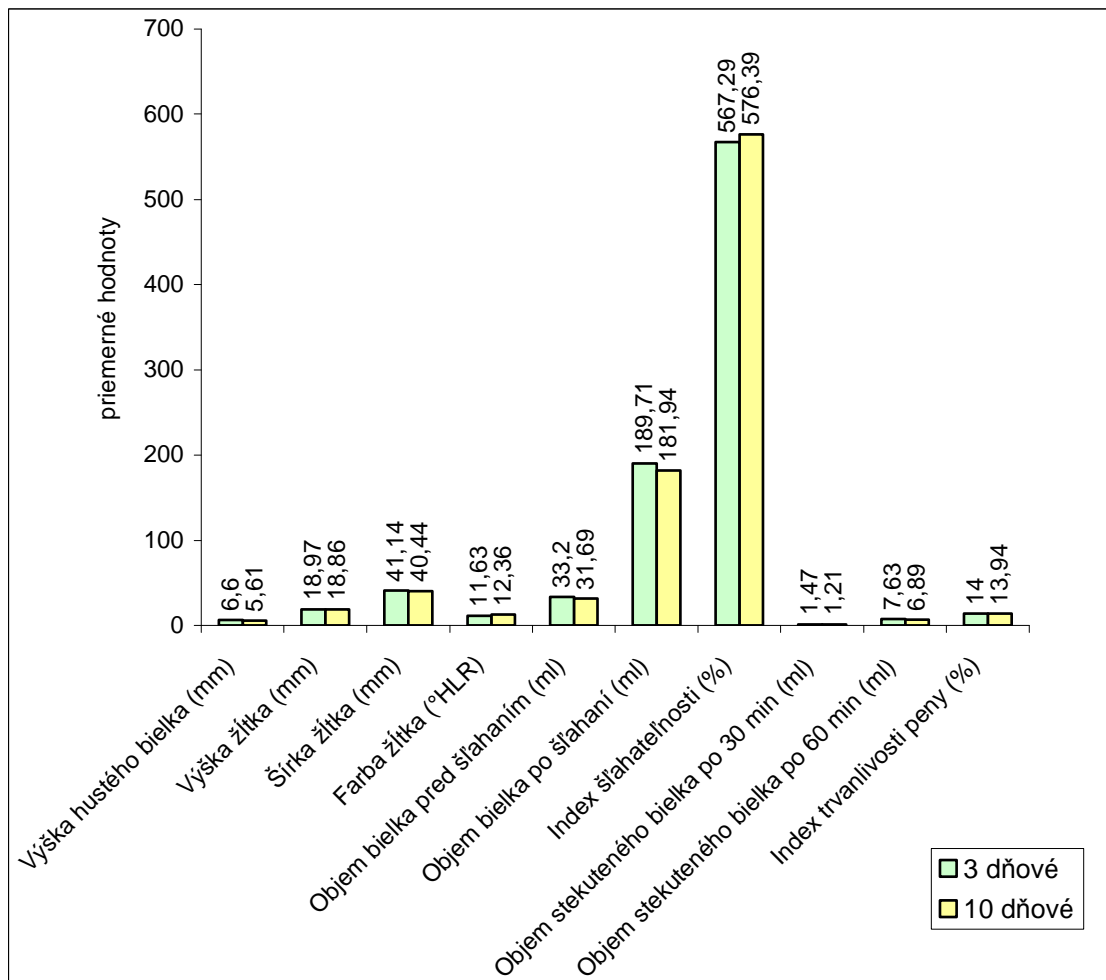


Technologické parametre 3 dňových a 10 dňových vajec so selénom sme zhodnotili v grafe 8. Z dosiahnutých výsledkov (prílohy tabuľka 11) sme zistili štatisticky preukazné rozdiely vo výške hustého bielka ( $P \leq 0,05$ ) medzi 3 dňovými (6,6 mm) a 10 dňovými vajcami (5,61 mm) a vo farbe žĺtka ( $P \leq 0,05$ ) kde dosahovali hodnoty 11,63 °HLR 3 dňové a 12,36 °HLR 10 dňové.

Pri porovnávaní zvyšných ukazovateľov sme nezaznamenali zásadné štatistické rozdiely ( $P > 0,05$ ).

**Graf 8**

**Vplyv skladovania na technologické parametre vajec s prídavkom selénu**



---

## 5 Návrh na využitie poznatkov

Diplomová práca rieši problematiku prídavku organického selénu do kŕmnej zmesi nosníc s cieľom zlepšiť kvalitu vajec. Následne zhodnotiť vplyv skladovania na uvedené ukazovatele. Na základe výsledkov získaných z nášho pokusu, môžeme:

- z technologického hľadiska odporučiť vajcia selénové po 10 dňoch skladovania, u ktorých sa zvýšil objem bielka po šľahaní a index šľahateľnosti. Vajcia s prídavkom selénu mali nižší objem stekuteňého bielka po 30 min a lepší index trvanlivosti peny. Z uvedeného dôvodu odporúčame šľahať bielky zo selénových vajec tesne pred ich aplikáciou.
- Z hľadiska vonkajších tvarových a hmotnostných vlastností odporučiť taktiež vajcia selénové po 10 dňoch skladovania, u ktorých sa zvýšila ich hmotnosť, objem, hmotnosť bielka a hmotnosť žĺtka.

---

## 6 Záver

V práci sme vyhodnocovali vplyv prídavku organického selénu na vonkajšie a technologické parametre kvality vajec sliepok Isa brown z gazdovského chovu. Zároveň sme sledovali zmeny uvedených parametrov po 3 a 10 dňoch skladovania pri teplote 6 °C. Hodnotili sme zmeny vlastností medzi kontrolnou a pokusnou skupinou, a tiež zmeny vplyvom skladovania v rámci týchto skupín.

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme skonštatovať, že prídavok organického selénu nemal vplyv na vonkajšie rozmery vajec. U kontrolnej skupiny sme zistili šírku vajca 43,83 mm a u pokusnej skupiny 43,45 mm, dĺžku vajca 56,58 mm u kontrolnej skupiny a 58,00 mm u pokusnej skupiny. Hmotnosť vajec bola nepreukazne vyššia u kontrolnej skupiny 60,87 g ako u pokusnej skupiny 59,44 g. Hmotnosť bielka bola vyššia u kontrolnej skupiny 34,17 g ako u pokusnej skupiny 32,94 g, naopak hmotnosť žltka bola vyššia u pokusnej skupiny 17,39 g ako u kontrolnej skupiny 16,54 g. Nezistili sme preukazné rozdiely vo výške bielka, výške žltka a šírke. Objem bielka po našľahaní bol u kontrolnej skupiny 167,69 ml a u kontrolnej skupiny nepreukazne vyšší 189,71 ml. Index šľahateľnosti vyjadrený ako percento našľahaného bielka oproti pôvodnému objemu bielka bol 493,2 % u kontrolnej skupiny a u pokusnej skupiny štatisticky preukazne vyšší 567,29 %. Objem stekuteného bielka bol nepreukazne vyšší u pokusnej skupiny tak po 30 ako po 60 min.

Pri analýze vajec po 10 dňoch skladovania pri teplote 6 °C sme zistili hmotnosť bielka v kontrolnej skupine 28,18 g a v pokusnej skupine vyššia 32,33 g. Taktiež sme zistili nižšiu hmotnosť žltka v kontrolnej skupine 16,39 g oproti 17,70 g u pokusnej skupiny. Objem bielka po našľahaní bol u pokusnej skupiny preukazne vyšší 181,94 ml ako u pokusnej skupiny 140,77 ml. Taktiež index šľahateľnosti bol u kontrolnej skupiny 503,44 % a pokusnej skupiny s prídavkom selénu preukazne vyšší 576,39 %. Na rozdiel od vajec skladovaných 3 dni sme zistili nižšie stekutenie bielka po 30 min u pokusnej skupiny ako v kontrolnej skupine, avšak stekutenie bielka po 60 min malo opačnú tendenciu. Môžeme konštatovať, že u vajec skladovaných 10 dní sme zistili priaznivý vplyv selénu na hmotnosť bielka, hmotnosť žltka a index šľahateľnosti.

Pri hodnotení vplyvu skladovania na vajcia kontrolnej skupiny sme zistili, že dĺžka skladovania negatívne ovplyvnila hmotnosť vajec 3 dňové (60,87 g) a 10 dňové (53,15 g); ich objem 3 dňové (57,31 cm<sup>3</sup>) a 10 dňové (52,77 cm<sup>3</sup>); mernú hmotnosť 3

---

dňové ( $1,06 \text{ g.cm}^{-3}$ ) a 10 dňové ( $1,00 \text{ g.cm}^{-3}$ ) a hmotnosť bielka 3 dňové (34,17 g) a 10 dňové (28,18 g). Podobne väčšina technologických parametrov vajec bola vplyvom skladovania znížená. Štatisticky preukazné rozdieli sme zistili vo výške hustého bielka u 3 dňových vajec (7,38 mm) v porovnaní s 10 dňovými vajcami (5,23 mm); objeme bielka pred šľahaním kde u 3 dňových vajec boli namerané vyššie hodnoty (33,69 ml) ako u 10 dňových vajec (27,96 ml). Objem stekuteného bielka po 60 min bol štatisticky preukazne vyšší u 10 dňových vajec. Vajcia po 3 dňoch skladovania mali štatisticky preukazne lepšiu trvanlivosť peny (18,36) ako vajcia po 10 dňoch (15,83).

Pri hodnotení vplyvu skladovania na vajcia pokusnej skupiny môžeme konštatovať, že prídavok selénu mal priaznivý vplyv na dĺžku skladovania vajec. V porovnaní s vajcami kontrolnej skupiny, kde dĺžka skladovania mala negatívny vplyv, u vajec s prídavkom selénu sme nezaznamenali výrazné zmeny vonkajších ako aj technologických parametrov. Zlepšenie sme zaznamenali vo farbe žltka kde u čerstvých selénových vajec bola  $11,63 \text{ }^{\circ}\text{HLR}$  a 10 dňových  $12,36 \text{ }^{\circ}\text{HLR}$ .

---

## 7 Použitá literatúra

1. ANGELOVIČOVÁ, M. 1996. Dietetika výživy zvierat. Nitra: SPU, 1996, s. 110. ISBN 80-7137-317-6.
2. ANGELOVIČOVÁ, M. 1999. Výživa a kŕmenie vysokoúžitkovej hydiny. Nitra: SPU, 1999, s. 7 – 25. ISBN 80-7137-608-6.
3. ANGELOVIČOVÁ, M. - BULLA, J. 2009. Ochrana zvierat a produkcia potravín. Nitra: SPU, 2009, s. 95. ISBN 978-80-552-0273-0.
4. ARPÁŠOVÁ, H. - HAŠČÍK, P. - HANOVÁ, M. - BUJKO, J. Vplyv seleničitanu sodného a selénom obohatených kvasníc na kvalitatívne parametre škrupiny vajec znáškových sliepok. [online]. 2011 a, [cit. 2011-02-13]. Dostupné na internete: <http://www.agr.hr/jcea/issues/jcea11-1/pdf/jcea111-13.pdf>
5. ARPÁŠOVÁ, H. - WEIS, J. - KOPECKÝ, J. - CAPCAROVÁ, M. - HRNČAR, C. - CIVÁŇ, S. Vplyv rôznych foriem a hladín selénu na kvalitu žltka konzumných vajec znáškových hybridov sliepok. [online]. 2011 b, [cit. 2011-02-13]. Dostupné na internete: <[http://www.agroporadenstvo.sk/zv/hydina/clanky/kvalita\\_vajec.pdf](http://www.agroporadenstvo.sk/zv/hydina/clanky/kvalita_vajec.pdf)>
6. BAR, A. - RAZAPHKOVSKY, V. - VAX, E. 2002. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. In: *Br Poult Science*, vol. 43, 2002, no. 2, p. 261 – 269.
7. BAUMEISTER, M. - MEYER, H. 1995. Chov hydiny ako hobby. Ostrava: BLESK, 1995, s. 83 – 124. ISBN 80-85606-73-9.
8. BAUMGARTNER, J. - BENKOVÁ, J. 2006. Hydinársky terminologický slovník. I. vydanie. Nitra: Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, 2006, 72 s. ISBN 80-88872-51-0.

---

9. BEEL, D. 1998. Egg shell quality: its impact on production procesing and marketing economics in Biotechnology in the Feed Industry, Proc. of Alltechs 14 Ann. Symp. Nottingham, University Press, 1998, s. 447 – 466.

10. BÍRO, D. – PAJTÁŠ, M. – HORNIÁKOVÁ, E. – GARLÍK, J. – ŠIMKO, M. – JURÁČEK, M. – GÁLIK, B. 2008. Výživa zvierat. Nitra: SPU, 2008, s. 37. ISBN 978-80-552-0070-5.

11. BROWN, K. M. - ARTHUR, J. R. 2001. Selenium, selenoproteins and human health: review, *Public Health Nutr.* Vol. 4, 2001, pp. 593 – 599.

12. BULLOVÁ, M. - DEBRECÉNI, O. 2009. Integrovaná živočíšna výroba. Nitra: SPU, 2009, s. 43 – 48. ISBN 978-80-552-0299-0.

CABADAJ, R. – TUREK, P. 1992. Hygiena a technológia hydiny a vajec. Košice: Magnus, 1992, s. 177 – 285. ISBN 80-85569-08-6.

13. CANTOR, A. H. 1996. The role of selenium in poultry nutrition. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. 13th Annual Symposium, Nottingham University Press, UK, 1996. s. 199.

14. CAPCAROVÁ, M. - KOVÁČI, J. - MELLEN, M. 2009. Zmeny biochemických ukazovateľov krvi hydiny po aplikácii probiotického preparátu. Nitra: SPU, 2009, s. 13 – 17. ISBN 978-80-552-0206-8.

15. COMBS, G. F. JR. - GRAY, W. P. 1998. Chemopreventive agents: Selenium. In: *Pharmacol. Ther.*, 1998, 79, p. 179 – 192.

16. ČEKONOVÁ, S. - KAČÁNIOVÁ, M. - BOLDIŽÁROVÁ, K. - GREŠÁKOVÁ, L. - LEVKUT, M. - BOBČEK, R. - LENG, Ľ. 2002. Využitie selénu vo výžive hydiny. In: *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie. Chov hydiny a malých hospodárskych zvierat v 3. tisícročí*. Nitra: SPU, 2002, s. 31 – 34. ISBN 80-8069-074-X.



- 
17. ČUBOŇ, J. – HAŠČÍK, P. – MICHALCOVÁ, A. 2007. Hodnotenie surovín a potravín živočíšneho pôvodu. Nitra: SPU, 2007, s. 99 – 109. ISBN 978-80-8069-891-1.
18. ČUBOŇ, J. - PRÍVARA, Š. - HAŠČÍK, P - ARPÁŠOVÁ, H. - KAČÁNIOVÁ, M. - VAVRIŠÍNOVÁ, K. - HORŇANOVÁ, L. 2008. Vplyv prídavku organického selénu na kvalitu vaječného bielka. In: *Bezpečnosť a kontrola potravín (Zborník prác z medzinárodnej vedeckej konferencie I. diel)*. Nitra: SPU, 2008, s. 198 – 203. ISBN 978-80-552-0027-9.
19. ČUBOŇ, J. - HAŠČÍK, P. - KAČÁNIOVÁ, M. - ARPÁŠOVÁ, H. - PRÍVARA, Š. 2009 a. Vplyv podávania biologicky účinných látok na technologické a nutričné vlastnosti vybraných produktov živočíšneho pôvodu. Nitra: SPU, 2009, s. 89 – 104. ISBN 978-80-552-0291-4.
20. ČUBOŇ, J. - PRÍVARA, Š. - HAŠČÍK, P - ARPÁŠOVÁ, H. - KAČÁNIOVÁ, M. - SCHNEIDGENOVÁ, M. - VAGAČOVÁ, T. 2009 b. Vplyv prídavku biologicky aktívnych látok do krmnej zmesi nosníc na obsah cholesterolu vo vajci. In: *Potravinárstvo*. 2009. roč. 3, č. 4, s. 4 – 8.
21. DAVIS, C. - REEVES, R. 2002. High value opportunities from the chicken egg, *Rural Industries Research and Development Corporation*. p. 1 – 13.
22. ĎURAČKOVÁ, Z. 1998. Voľné radikály a antioxidanty v medicíne I., 1. vyd. Bratislava: Slovak academic press, 1998. 285 s. ISBN 80-88908-11-6.
23. ENGELMAIEROVÁ, M. – TŮMOVÁ, E. 2008. Změny kvality vajec v závislosti na systému ustájení a skladování. In: *Náš chov*. 2008. č. 1.
24. GOLDEN, N. J. - MARKS, H. H. - COLEMAN, M. E. et al. 2008. Review of induced molting by feed removal and contamination of eggs with *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. In: *Vet Microbiol.*, vol. 131, 2008, no. 3 – 4, p. 215 – 228.
-

- 
25. HALAJ, M. 1976. Zmeny technologických vlastností vajca hybridu Shaver Starcross 288 počas znášky. I. Dynamika vlastnosti celého vajca počas znáškového cyklu. In: *Polnohospodárstvo*. 1976. Roč. 22, s. 857 – 862.
26. HALAJ, M. – ARPÁŠOVÁ, H. – BOHÁČIK, B. – HALAJ, P. 2002. Úžitkovosť a kvalita vajec sliepok v opakovaných znáškových cykloch. Nitra: Garmond, 2002, 89 s. ISBN 80-968659-7-8.
27. HECZKOVÁ, K. 2009. Vliv selenu na kolorektální karcinom. In: *Výživa a potraviny*. 2009. č. 1, s. 5 – 7.
28. HEGEDŮS, O. - HEGEDŮSOVÁ, A. - ŠIMKOVÁ, S. 2007. Selén ako biogénny prvok. Nitra: FPV UKF, 2007, 76 s. ISBN 978-80-8094-168-0.
29. HLASNÝ, A. et al. 1995. Technológia živočíšnej výroby II. 3. vyd. Bratislava: Príroda, 1995, s. 77 – 87. ISBN 80-07-00739-3.
30. HORÁK, J. – HORÁKOVÁ, V. 2002. Chov malých hospodárskych zvierat. 4. pozmenené vyd. Bratislava: Príroda, 2002. s. 45-46. ISBN 80-07-01194-3.
31. HORNIAKOVÁ, E. Chov hydiny. [online]. 2011, [cit. 2011-02-13]. Dostupné na internete: <[http://www.agroporadenstvo.sk/zv/hydina/chov hydiny 02.htm](http://www.agroporadenstvo.sk/zv/hydina/chov_hydiny_02.htm)>
32. HORNIAKOVÁ, E. - GARLÍK, J. - GÁLIK, B. - TOČKA, I. 2010. Kfmenie neprežúvavcov. Nitra: SPU, 2010, s. 89 – 106. ISBN 978-80-552-0351-5
33. HRUŠOVSKÝ, Š., 2000. Opäť kompletnejšia ochrana. In *Nature*, roč. 42, 2000, č. 2, 10 s.
34. HUČKO, B. – KODEŠ, A. – MUDRÍK, Z. 2004. Základní živiny v krmných směsích pro drůbež. In: *Náš chov*. 2004. č. 11, s. 45 – 47.

- 
35. HUDEC, I. – STANKOVSKÝ, I. – SMIRNOV, I. 1971. Hygiena a výživná hodnota potravín živočíšneho pôvodu. 2. vyd. Bratislava: Príroda, 1971. s. 273-283.
36. CHMELNIČNÁ, L. – TOČKA, I. 2003. Živočíšna výroba II. Nitra: SPU, 2003. s. 44-49. ISBN 80-8069-158-4.
37. CHMELNIČNÁ, L. 2008. Vplyv dezinfekcie konzumných vajec ozónom na ich vnútornú kvalitu. In: *Poultry – Techagro 2008, Sborník z medzinárodnej konferencie, Možnosti zvyšovania kvality vajec a drubežieho masa*. Brno, 2008, s. 78. ISBN 978-80-7375-165-4.
38. CHMELNIČNÁ, L. - TOČKA, I. - WEIS, J. 2008. Technológia chovu malých hospodárskych zvierat. Nitra: SPU, 2008, s. 65. ISBN 978-80-552-0015-6.
39. IZÁK, Š et al. 1978. Hygiena potravín III. Bratislava: Príroda, 1978. s. 88-110.
40. JELÍNEK, P. - KOUDELA, K. et al. 2003. Fyziológia hospodárskych zvierat. MZLU: Brno, 2003, 414 s. ISBN 80-7157-644-1.
41. KADRABOVÁ, J. - MAĎARIČ, A. - GINTER, E. 1997. The selenium content of selected food from the Slovak Republic. *Food Chemistry*, 58, 1997, p. 29 – 32.
42. KALAČ, P. 2008. Vajce jako funkční potravina. In: *Výživa a potraviny*. 2008. č. 5. s. 135-136.
43. KARKULÍN, D. 2008. Nie je selén ako selén. In: *Slovenský CHOV*. 2008. č. 7, s. 38 – 39.
44. KOPECKÝ, J. 2002. Štúdium vplyvu mernej hmotnosti vajec hybridu SHAVER STARCROSS 288 na výsledky liahnutia. In: *Zborník z 3 vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Možnosti a perspektívy zvyšovania produkcie v chove hydiny a malých hospodárskych zvierat*, Nitra, 2002, s. 83.
-

- 
45. LABUDA, J. – GENČI, L. – GÁLIK, R. – HALÍK, J. – HERCEG, O. – KOVÁČ, M. 1972. Hospodárne využitie krmív a krmných zmesí. Bratislava: Príroda, 1972, s. 145.
46. LAZAR, V. 1986. Chov drúbeže. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1986, 190 s.
47. LEE, B. J. - PARK, S. I. - PERK, J. M. 1996. Molecular biology of selenium and his role in human health. In: *Mol cells*. 1996. 16, s. 509 – 520.
48. LENG, Ľ. – LEVKUT, M. – BOBČEK, R. 2003. Význam selénometionínu v potravinovom reťazci. Seminár „Selénové vajíčka a ich vplyv na zdravie ľudí“. Bratislava: 2003, s. 14 – 24.
49. LENG, Ľ. – GUMAN, O. – SLOPOVSKÁ, Ľ. – MELLEN, M. – BOBČEK, R. 2004. Selénové vajcia – funkčná potravina obsahujúca prírodnú formu selénu. In: *Slovenský chov*. 2004. č. 8, s. 44 – 45.
50. MALÍK, V. – MALÍKOVÁ, B. 1983. Chováme kury, morky, perličky a prepelice. Bratislava: Príroda, 1983, s. 64 – 68.
51. MERIAN, E. 1991. Metals and their compounds in the enviroment. In: *Weinheim*, VCH Verlagsgesellschaft, 28, 1991, s. 1438.
52. MOSNÁČKOVÁ, J. - KOVÁČIKOVÁ, E. - PASTOROVÁ, J. - KOŠICKÁ, M. - VOJTAŠŠÁKOVÁ, A. - HOLČÍKOVÁ, K. - SIMONOVÁ, E. 2003. Selén v potravinách. Bratislava: vydavateľstvo NOI, 2003, 36 s. ISBN 80-89088-22-8.
53. NAGY, J. - DANKO, J. - JEVINOVÁ, P. - KOŽÁROVÁ, I. - MARCINČÁK, S. - NAGYOVÁ, A. - PIPOVÁ, M. - POPELKA, P. - TUREK, P. 2009. Hygiena a technológia hydiny a vajec. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva, 2009. s. 281 – 300. ISBN 978-80-8077-132-4.

---

54. NARIADENIE KOMISIE (ES) č. 589/2008 z 23. júna 2008, ktorým sa ustanovujú podrobné pravidlá vykonávania nariadenia Rady (ES) č. 1234/2007 o obchodných normách pre vajcia.

55. NEDOMOVÁ, Š. - SIMEONOVÁ, J. 2010. Stanovení šlehatelnosti vaječného bílku. In: *Drubežářské dny 2010, sborník z mezinárodní vědecké konference*. Brno, 2010, s. 92. ISBN 978-80-7375-426-6.

56. OKÁL, A. et al. 1976. *Technológia hydinárskeho priemyslu*. Bratislava: Príroda, 1976. s. 8-34.

57. PAJTÁŠ, M. - BÍRO, D. - HORNIÁKOVÁ, E – BEŇUŠKA, N. - ŠIMKO, M. - JURÁČEK, M. 2009. *Výživa a kŕmenie zvierat, terminologický náučný slovník*. Nitra: SPU, 2009, s. 21 – 34. ISBN 978-80-552-185-6.

58. PATON, N. D. - CANTOR, A. H. - PESCATORE, A. J. - FORD, M. J. - SMITH, C. A. 2002. The Effect of Dietary Selenium Source and Level on the Uptake of Selenium by Developing Chick Embryos. Department of Animal Sciences, University of Kentucky, Lexington. In: *Poultry Science*, vol. 41, 2002, no. 3, p. 162 – 169.

59. PAYNE, R. L. 2004. The effects of inorganic and organic selenium sources on growth performance, carcass traits, tissue mineral concentrations, and enzyme activity in poultry. A Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. M. S., Louisiana State University, August 2004.

60. PETER, V. et al. 1986. *Chov hydiny*. Bratislava: Príroda, 1986. s. 11-43.

61. POLÁČEK, Š. - KULICH, J. - TOMÁŠ, J. - VOLLMANNOVÁ, A. 2009. *Anorganická chémia*. Nitra: SPU, 2009, s. 354. ISBN 978-80-552-0282-2.

---

62. POWRIE, W. D. - NAKAI, S. 1986. In: *Egg Science and Technology*. Stadelman WJ and Cotterill OJ (Eds.) Macmillan, London.

63. RAYMAN, M. P. 2000. The importance of selenium to human health. In: *Lencet.*, 2000, 356, p. 233 – 241.

64. SAFAA, H. M. - SERRANO, M. P. - VALENCIA, D. G. et al. 2008. Productive performance and egg quality of brown egg-laying hens in the late phase of production as influenced by level and source of calcium in the diet. In: *Poult Sci.*, vol. 87, 2008, no. 10, p. 2043 – 2051.

65. SANO 1993. *Receptář výživy hospodářských zvířat*. Vodňany: Vimperk, 1993, 157 s.

66. SEBEŠ, J. 2009. Vplyv prídavku selénu do kŕmnych zmesí nosníc na technologickú kvalitu vaječného bielka. In: *Diplomová práca*. Nitra: SPU, 2009, s. 44.

67. SIDOR, E. 2003. *Chov hospodárskych zvierat*. Nitra: SPU, s. 72-77. ISBN 80-8069-156-8.

68. SIMČIČ, M. - STIBIJL, V. - HOLCMAN, A. 2009. The cholesterol content of eggs produced by the Slovenian autochthonous Styrian breed. In: *Food Chem.*, vol. 114, 2009, p. 1 – 4.

69. SIMEONOVÁ, J. - MÍKOVÁ, K. - KUBIŠOVÁ, S. - INGR, I. 2001. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, s. 1 – 83, ISBN 80-7157-405-8.

70. SMETANA, M. 1974. *Vajce ako potravina*. Bratislava: Príroda, 1974, 125 s.

71. STRMISKOVÁ, G. 1992. Dobré a zlé o seléne. *Výživa a zdravie*, 37, 1992, 3, s. 66 – 67.

---

72. SWAIN, B. K. – JAHRI, T. S. – MAJUMDAR, S. 2000. Effect of supplementation of vitamin E, selenium and their different combinations on the performance and immune response of broilers. In: *British Poultry Sc*, vol 41, 2000. no. 3, p. 287 – 292.

73. ŠÁLY, J. - KUŠEVM J. - JANTOŠOVIČ, J. 1994. Účinok vitamínu E na produkciu vajec u nosníc. In: *Slovenský veterinársky časopis*. 1994. roč. 19, č. 6, s. 283 – 287.

74. ŠIMÁNĚ, J. – HUBENÝ, M. – ZITA, L. 2004. Selen – významný prvek ve výživě drůbeže i člověka. In: *Náš chov*. 2004. č. 5, s. 60.

75. ŠONKA, F. 1997. Chov a výkrm drůbeže v drobných chovech. České Budějovice: DONA, 1997, s. 40, ISBN 80-85463-85-7.

76. TÓTH, T. - HEGEDŰSOVÁ, A. - JOMOVÁ, K. - VOLLMANNOVÁ, A. 2004. Zdroje selénu vo výžive obyvateľstva. In: *Zborník z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Spoločné stravovanie“*. Nitra, 2004, s. 238 – 241. ISBN 80-8069-421-4.

77. TRZISZKA, T. - DOBRZAŃSKI, Z. - DRYMEL, W. - KAŹMIERSKA, M. 2005. Egg design – new formulation by enrichment of PUFAs using natural substances. XI<sup>th</sup> *European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products Doorwerth, The Netherlands*. Dostupné na internete:

<http://www.Animalscience.com/uploads/additionalFiles/QualityOfPoultryMeat/53.pdf>

78. VORLOVÁ, E. - SIEGLOVÁ, E. - KARPÍŠKOVÁ, R. - KOPŘIVA, V. 2001. Cholesterol content in eggs during the laying period. In: *Acta Veterinaria*, Brno, vol. 70, 2001, p. 387 – 390.

79. WAKEBE, M. 1999. Organic selenium and egg freshness. Feed for meat chickens and feed for laying hens. Japanese Patent Office, Application Heisei 8-179629. Patent 10-23864. Assignee: Fujisawa Chemical Company.

- 
80. WEIS, J. – HALAJ, M. – CHMELNIČNÁ, L. – KOPECKÝ, J. 1999. Chov hydiny. Nitra: SPU, 1999, 187 s. ISBN 80-7137-654-X.
81. WEIS, J. – HALAJ, M. – CHMELNIČNÁ, L. – KOPECKÝ, J. 2002. Chov hydiny. Nitra: SPU, 2002, s. 53. ISBN 80-8069-050-2.
82. ZELENKA, J. 2005. Výživa a krmení drůbeže. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005, s. 43 – 45. ISBN 80-7157-853-3.
83. ZELENKA, J. – HEGER, J. – ZEMAN, L. 2007. Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, s. 7 – 20. ISBN 978-80-7375-091-6.
84. ZEMAN, L. et al. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Praha: Profi Press, 2006, s. 21 – 26. ISBN 80-86726-17-7.
85. ZIMMERMANN, N. G. – ANDREWS, D. K. – MCGINNIS, J. 1987. Comparison of several induced molting methods and subsequent performance of Single White Leghorn hens. In: *Poultry Science*, vol. 66, 1987. p. 408 – 417.
86. ZITA, L. - TŮMOVÁ, E. - ENGLMAIEROVÁ, M. - LEDVINKA, Z. 2008. Vliv ustájení a genotypu na užitkovost a kvalitu vajec. In: *Poultry – Techagro 2008, Sborník z mezinárodní konference, Možnosti zvyšování kvality vajec a drubežního masa*. Brno, 2008, s. 60. ISBN 978-80-7375-165-4.
87. ŽIŽLAVSKÝ, J. et al. 2005. Chov hospodářských zvířat. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005, s. 167 – 169. ISBN 80-7157-615-8.
88. URL: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy\\_of\\_an\\_egg\\_c-m.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy_of_an_egg_c-m.svg)



## **Prílohy**

**Tabuľka 4** Vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti 3 dňových vajec bez prídavku selénu (kontrolná skupina) a 3 dňových vajec s prídavkom selénu (pokusná skupina)

Ukazovateľ	Kontrolná skupina				Pokusná skupina				t-test
	x	s	s <sub>x</sub>	v%	x	s	s <sub>x</sub>	v%	
Šírka vajca (mm)	43,83	1,94	0,54	4,44	43,45	1,65	0,28	3,80	-
Dĺžka vajca (mm)	56,58	2,54	0,70	4,49	58,00	2,44	0,41	4,21	-
Index tvaru vajca (%)	77,50	2,72	0,76	3,51	75,02	3,95	0,67	5,26	-
Hmotnosť vajca na sucho (g)	60,87	8,03	2,23	13,19	59,44	4,83	0,82	8,13	-
Objem (cm <sup>3</sup> )	57,31	7,93	2,20	13,83	56,54	4,80	0,81	8,49	-
Merná hmotnosť (g.cm <sup>-3</sup> )	1,06	0,04	9,85	3,33	1,05	0,03	5,72	3,22	-
Hmotnosť bielka (g)	34,17	6,13	1,70	17,94	32,94	3,96	0,67	12,04	-
Hmotnosť žltka (g)	16,54	2,05	0,60	12,41	17,39	1,96	0,33	11,25	-

**Tabuľka 5** Technologické parametre 3 dňových vajec bez prídavku selénu (kontrolná skupina) a 3 dňových vajec s prídavkom selénu (pokusná skupina)

Ukazovateľ	Kontrolná skupina				Pokusná skupina				t-test
	x	s	s <sub>x</sub>	v%	x	s	s <sub>x</sub>	v%	
Výška hustého bielka (mm)	7,38	1,61	0,45	21,79	6,60	1,80	0,30	27,30	-
Výška žltka (mm)	18,92	1,19	0,33	6,28	18,97	0,95	0,16	5,03	-
Šírka žltka (mm)	41,02	1,52	0,42	3,71	41,14	2,11	0,36	5,13	-
Farba žltka (°HLR)	11,92	1,71	0,47	14,31	11,63	1,00	0,17	8,62	-
Objem bielka pred šľahaním (ml)	33,69	6,26	1,74	18,59	33,20	4,11	0,70	12,39	-
Objem bielka po šľahaní (ml)	167,69	42,65	11,83	25,43	189,71	41,62	7,04	21,94	-
Index šľahateľnosti (%)	493,20	67,00	18,58	13,58	567,29	84,35	14,26	14,87	+
Objem stekuteného bielka po 30 min (ml)	0,91	1,63	0,45	179,43	1,47	1,71	0,29	116,10	-
Objem stekuteného bielka po 60 min (ml)	3,22	2,07	0,57	64,24	7,63	2,90	0,49	38,05	++
Index trvanlivosti peny (%)	18,36	1,51	0,42	8,24	14,00	3,14	0,53	22,41	++

**Tabuľka 6** Vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti 10 dňových vajec bez prídavku selénu (kontrolná skupina) a 10 dňových vajec s prídavkom selénu (pokusná skupina)

Ukazovateľ	Kontrolná skupina				Pokusná skupina				
	x	s	s <sub>x</sub>	v%	x	s	s <sub>x</sub>	v%	t-test
Šírka vajca (mm)	41,89	2,02	0,56	4,82	43,40	1,91	0,32	4,40	-
Dĺžka vajca (mm)	54,98	2,48	0,69	4,51	58,07	2,48	0,41	4,27	-
Index tvaru vajca (%)	76,21	1,78	0,49	2,33	74,82	3,62	0,60	4,84	-
Hmotnosť vajca na sucho (g)	53,15	7,51	2,08	14,13	59,00	5,16	0,86	8,75	++
Objem (cm <sup>3</sup> )	52,77	5,25	1,46	9,94	56,72	5,62	0,94	9,91	+
Merná hmotnosť (g.cm <sup>-3</sup> )	1,00	0,06	0,02	5,49	1,04	0,05	7,74	4,45	++
Hmotnosť bielka (g)	28,18	5,68	1,58	20,16	32,33	4,54	0,76	14,05	++
Hmotnosť žltka (g)	16,39	2,03	0,56	12,36	17,70	1,87	0,31	10,56	+

**Tabuľka 7** Technologické parametre 10 dňových vajec bez prídavku selénu (kontrolná skupina) a 10 dňových vajec s prídavkom selénu (pokusná skupina)

Ukazovateľ	Kontrolná skupina				Pokusná skupina				
	x	s	s <sub>x</sub>	v%	x	s	s <sub>x</sub>	v%	t-test
Výška hustého bielka (mm)	5,23	2,01	0,56	38,36	5,61	1,55	0,26	27,70	-
Výška žltka (mm)	18,38	0,87	0,24	4,73	18,86	1,40	0,23	7,41	-
Šírka žltka (mm)	40,29	1,26	0,35	3,13	40,44	2,11	0,35	5,21	-
Farba žltka (°HLR)	11,62	1,56	0,43	13,40	12,36	1,07	0,18	8,68	-
Objem bielka pred šľahaním (ml)	27,96	5,86	1,63	20,96	31,69	4,77	0,80	15,06	+
Objem bielka po šľahaní (ml)	140,77	36,39	10,09	25,85	181,94	36,00	6,00	19,79	++
Index šľahateľnosti (%)	503,44	69,89	19,38	13,88	576,39	91,85	15,31	15,94	++
Objem stekuteného bielka po 30 min (ml)	2,10	2,74	0,76	130,51	1,21	1,81	0,30	149,16	-
Objem stekuteného bielka po 60 min (ml)	5,94	2,36	0,66	39,76	6,89	2,34	0,39	34,00	-
Index trvanlivosti peny (%)	15,83	2,12	0,59	13,42	13,94	2,58	0,43	18,51	+

**Tabuľka 8** Vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti 3 dňových vajec bez prídavku selénu a 10 dňových vajec bez prídavku selénu

Ukazovateľ	3 dňové vajcia				10 dňové vajcia				
	x	s	s <sub>x</sub>	v%	x	s	s <sub>x</sub>	v%	t-test
Šírka vajca (mm)	43,83	1,94	0,54	4,44	41,89	2,02	0,56	4,82	-
Dĺžka vajca (mm)	56,58	2,54	0,70	4,49	54,98	2,48	0,69	4,51	-
Index tvaru vajca (%)	77,50	2,72	0,76	3,51	76,21	1,78	0,49	2,33	-
Hmotnosť vajca na sucho (g)	60,87	8,03	2,23	13,19	53,15	7,51	2,08	14,13	++
Objem (cm <sup>3</sup> )	57,31	7,93	2,20	13,83	52,77	5,25	1,46	9,94	+
Merná hmotnosť (g.cm <sup>-3</sup> )	1,06	0,04	9,85	3,33	1,00	0,06	0,02	5,49	++
Hmotnosť bielka (g)	34,17	6,13	1,70	17,94	28,18	5,68	1,58	20,16	++
Hmotnosť žltka (g)	16,54	2,05	0,60	12,41	16,39	2,03	0,56	12,36	-

**Tabuľka 9** Technologické parametre 3 dňových vajec bez prídavku selénu a 10 dňových vajec bez prídavku selénu

Ukazovateľ	3 dňové vajcia				10 dňové vajcia				
	x	s	s <sub>x</sub>	v%	x	s	s <sub>x</sub>	v%	t-test
Výška hustého bielka (mm)	7,38	1,61	0,45	21,79	5,23	2,01	0,56	38,36	++
Výška žltka (mm)	18,92	1,19	0,33	6,28	18,38	0,87	0,24	4,73	-
Šírka žltka (mm)	41,02	1,52	0,42	3,71	40,29	1,26	0,35	3,13	-
Farba žltka (°HLR)	11,92	1,71	0,47	14,31	11,62	1,56	0,43	13,40	-
Objem bielka pred šľahaním (ml)	33,69	6,26	1,74	18,59	27,96	5,86	1,63	20,96	++
Objem bielka po šľahaní (ml)	167,69	42,65	11,83	25,43	140,77	36,39	10,09	25,85	-
Index šľahateľnosti (%)	493,20	67,00	18,58	13,58	503,44	69,89	19,38	13,88	+
Objem stekutého bielka po 30 min (ml)	0,91	1,63	0,45	179,43	2,10	2,74	0,76	130,51	-
Objem stekutého bielka po 60 min (ml)	3,22	2,07	0,57	64,24	5,94	2,36	0,66	39,76	++
Index trvanlivosti peny (%)	18,36	1,51	0,42	8,24	15,83	2,12	0,59	13,42	+

**Tabuľka 10** Vonkajšie tvarové a hmotnostné vlastnosti 3 dňových vajec s prídavkom selénu a 10 dňových vajec s prídavkom selénu

Ukazovateľ	3 dňové vajcia				10 dňové vajcia				t-test
	x	s	s <sub>x</sub>	v%	x	s	s <sub>x</sub>	v%	
Šírka vajca (mm)	43,45	1,65	0,28	3,80	43,40	1,91	0,32	4,40	-
Dĺžka vajca (mm)	58,00	2,44	0,41	4,21	58,07	2,48	0,41	4,27	-
Index tvaru vajca (%)	75,02	3,95	0,67	5,26	74,82	3,62	0,60	4,84	-
Hmotnosť vajca na sucho (g)	59,44	4,83	0,82	8,13	59,00	5,16	0,86	8,75	-
Objem (cm <sup>3</sup> )	56,54	4,80	0,81	8,49	56,72	5,62	0,94	9,91	-
Merná hmotnosť (g.cm <sup>-3</sup> )	1,05	0,03	5,72	3,22	1,04	0,05	7,74	4,45	-
Hmotnosť bielka (g)	32,94	3,96	0,67	12,04	32,33	4,54	0,76	14,05	-
Hmotnosť žĺtka (g)	17,39	1,96	0,33	11,25	17,70	1,87	0,31	10,56	-



**Tabuľka 11** Technologické parametre 3 dňových vajec s prídavkom selénu a 10 dňových vajec s prídavkom selénu

Ukazovateľ	3 dňové vajcia				10 dňové vajcia				t-test
	x	s	s <sub>x</sub>	v%	x	s	s <sub>x</sub>	v%	
Výška hustého bielka (mm)	6,60	1,80	0,30	27,30	5,61	1,55	0,26	27,70	+
Výška žltka (mm)	18,97	0,95	0,16	5,03	18,86	1,40	0,23	7,41	-
Šírka žltka (mm)	41,14	2,11	0,36	5,13	40,44	2,11	0,35	5,21	-
Farba žltka (°HLR)	11,63	1,00	0,17	8,62	12,36	1,07	0,18	8,68	+
Objem bielka pred šľahaním (ml)	33,20	4,11	0,70	12,39	31,69	4,77	0,80	15,06	-
Objem bielka po šľahaní (ml)	189,71	41,62	7,04	21,94	181,94	36,00	6,00	19,79	-
Index šľahateľnosti (%)	567,29	84,35	14,26	14,87	576,39	91,85	15,31	15,94	-
Objem stekutého bielka po 30 min (ml)	1,47	1,71	0,29	116,10	1,21	1,81	0,30	149,16	-
Objem stekutého bielka po 60 min (ml)	7,63	2,90	0,49	38,05	6,89	2,34	0,39	34,00	-
Index trvanlivosti peny (%)	14,00	3,14	0,53	22,41	13,94	2,58	0,43	18,51	-

**Kompletná krmná zmes pre úžitkové nosnice HYD-10 (Poľnonákup TATRY)**

Krmne antibiotikum: 0			
Pšenica: 32 %			
Kukurica: 34,3 %			
Sójový extrahovaný šrot: 17,6 %			
Uhličitan vápenatý: 9,1 %			
Pšeničné otruby: 5,4 %			
vitamíno-minerálny premix: 0,5 %			
Monocalciumfosfát: 0,7 %			
Chlorid sodný: 0,4 %			
Deklarované akostné znaky			
N-látky	min 145,0 g/kg	Sodík Na	1,2 – 2,5 g/kg
ME	min 11,0 MJ/kg	Mangán Mn	40 mg/kg
Popol	max 160,0 g/kg	Železo Fe	min 40 mg/kg
Vláknina	max 60,0 g/kg	Meď Cu	min 4 mg/kg
Lyzín	min 7,0 g/kg	Zinok Zn	min 60 mg/kg
Met. + cystin	min 6,0 g/kg	Vitamín A	min 8000 m.j/kg
Metionín	min 3,4 g/kg	Vitamín D	min 1600 m.j./kg
Cholín	min 300 mg/kg	Vitamín E	min 10 mg/kg
Kys. linol.	min 15 g/kg	(a-tokoferol)	
Vápnik Ca	min 28 – 45 g/kg	Vitamín B <sub>2</sub>	min 4 mg/kg
Fosfor P	min 5,0 g/kg	Vitamín B <sub>12</sub>	min 10 µg/kg

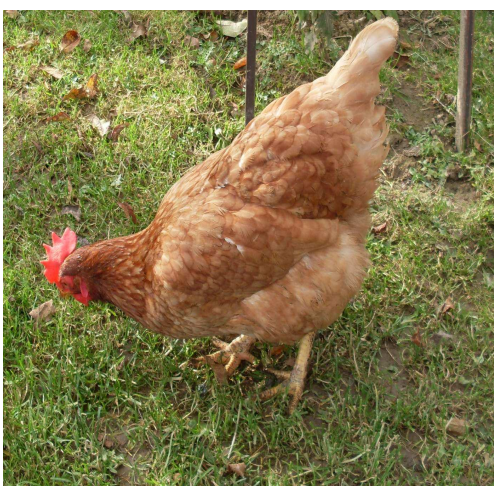
Farebná škála Hoffman La Roche (Foto: autor, 2010)



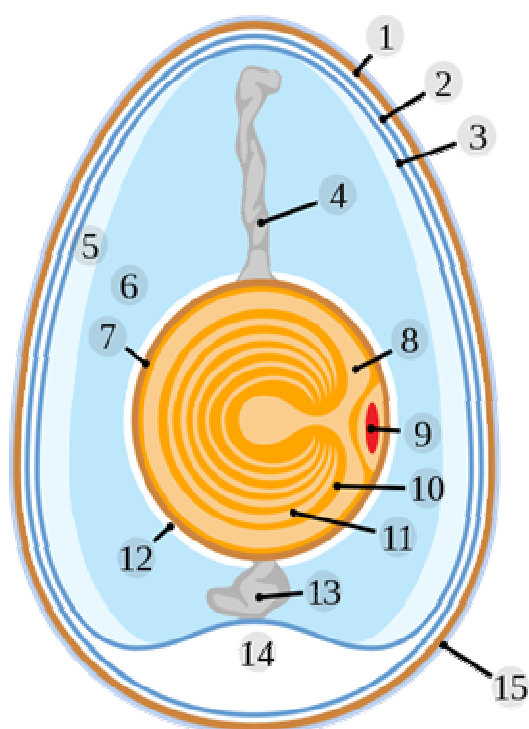
Posuvné meradlo (Foto: autor, 2010)



Nosnice Isa brown (Foto: autor, 2010)



## Zloženie vajca



1. škrupina (*testa*)
2. vonkajšia papierová blana (*membrana testa*)
3. vnútorná papierová blana (*membrana testa*)
4. chaláza (putko)
5. vonkajší riedky bielok (*albumen rarum*)
6. hustý bielok (*album densum*)
7. žltková blana (*membrana vitellina*)
8. výživný žltok
9. zárodočný terčik (*discus germinalis*)
10. tmavý (žltý) žltok (*vitellus aureus*)
11. svetlý žltok (*vitellus aureus*)
12. vnútorný riedky bielok (*albumen rarum*)
13. chaláza (putko)
14. vzduchová komôrka (*cella aeria*)
15. kutikula

URL: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy\\_of\\_an\\_egg\\_c-m.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy_of_an_egg_c-m.svg)