



VĚDECKÝ VÝBOR VÝŽIVY ZVÍŘAT

# Pícniny ve výživě nosnic

prof. Ing. Martina Lichovníková, Ph.D.

Praha, červen 2024



ISBN 978-80-7403-315-5

## ÚVOD

Vejce jsou považována za jednu z nejdůležitějších komodit lidské výživy. Kvalitativní složení vajec nosnic závisí také na způsobu chovu a zejména na jejich výživě. Zvyšující se trend alternativních chovů v EU, reagující na zvýšení poptávky spotřebitelů po tomto sortimentu zboží, postupně zasáhl i Českou republiku, a lze očekávat jeho další rozšiřování. K alternativním chovům patří i chovy s venkovním výběhem, kde se nabízí otázka využití pícnin, které mohou výsledné produkty obohatit o některé vitamíny a minerály nebo například ovlivnit složení a poměry mastných kyselin, celkový obsah lipidů nebo obsah cholesterolu. Velmi výrazně mohou také ovlivňovat zbarvení produktů; žloutky vajec, což může mít zásadní vliv v ekologických systémech chovu. Druh, kvalita, popřípadě způsob konzervace mohou účinky píce výrazně ovlivnit. Tato studie se věnuje použití úsušků různých pícnin a různým způsobům konzervace pícnin na kvalitu vajec.

## Obsah

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ÚVOD .....                                                                                                                                    | 2  |
| 1 PŘEDSTAVENÍ PROBLEMATIKY .....                                                                                                              | 4  |
| 2. 1 Význam zelené píce ve výživě kura domácího .....                                                                                         | 4  |
| 2.2 Konzervace sušením a silážováním.....                                                                                                     | 4  |
| 2.3 Příjem čerstvé a konzervované píce nosnicemi.....                                                                                         | 5  |
| 2.4 Vliv zelené píce na kvalitu vajec.....                                                                                                    | 6  |
| 2 CÍL STUDIE .....                                                                                                                            | 7  |
| 3 MATERIÁL A METODIKA .....                                                                                                                   | 8  |
| 3.1 Pokus I - Vliv přídavku úsušků různých druhů pícnin zařazených do diety nosnic na parametry kvality vajec .....                           | 8  |
| 3.1.1 Použité pícniny .....                                                                                                                   | 10 |
| 3.1.2 Sledované charakteristiky .....                                                                                                         | 11 |
| 3. 2 Pokus II - Vliv přídavku pícnin zařazených do diety nosnic v závislosti na jejich konzervaci a množství na parametry kvality vajec ..... | 13 |
| 3.2.1 Sledované ukazatele .....                                                                                                               | 15 |
| 4 VÝSLEDKY A DISKUZE .....                                                                                                                    | 16 |
| 4.1 Pokus I - Vliv přídavku úsušků různých druhů pícnin zařazených do diety nosnic na intenzitu snášky a parametry kvality vajec.....         | 16 |
| 4.1.1 Produkční parametry .....                                                                                                               | 16 |
| 4.1.2 Kvalita vajec.....                                                                                                                      | 17 |
| 4.1.3 Barva žloutku .....                                                                                                                     | 18 |
| 4.1.4 Senzorická kvalita vajec.....                                                                                                           | 20 |
| 4.1.5 Obsah cholesterolu .....                                                                                                                | 21 |
| 4.2 Pokus II - Vliv přídavku pícnin zařazených do diety nosnic v závislosti na jejich konzervaci a množství na parametry kvality vajec .....  | 21 |
| 4.2.1 Parametry užitkovosti.....                                                                                                              | 21 |
| 4.2.2 Kvalita vajec.....                                                                                                                      | 22 |
| 5 ZÁVĚR.....                                                                                                                                  | 25 |
| 6 SOUHRN .....                                                                                                                                | 26 |
| 7 SUMMARY .....                                                                                                                               | 27 |
| 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....                                                                                                             | 28 |

# 1 PŘEDSTAVENÍ PROBLEMATIKY

## 2. 1 Význam zelené píce ve výživě kura domácího

Pastva je považována za přirozený způsob výživy kura, přesto je tato problematika dosud nedostatečně probádána. Nedostatek informací je například o vhodnosti druhového složení, fenofázi a způsobu konzervace jednotlivých píceň, a o jejich vlivu na užitkovost kura a kvalitu výsledných produktů, jakými jsou vejce a maso. Přitom travnatý venkovní výběh je nezbytnou součástí ekologických chovů, ale také je součástí méně náročných alternativních technologií pro chov nosnic, jejichž vejce jsou na skořápce značeny kódem 1. Pastva u kura je také naprosto běžná v domácích chovech. Speciálním typem chovu, které se zatím v ČR nevyskytují jsou certifikované chovy, kdy předmětem certifikace jsou lepší podmínky pro zvířata a samozřejmostí jsou právě venkovní výběhy. V přirozenějších podmínkách chovu mohou lépe nosnice projevit přirozené prvky chování a může dojít i ke zlepšení kvality výsledného produktu z hlediska nutričních a senzorických vlastností (MOURAO *et al.*, 2008; KARSTEN *et al.*, 2010).

V produkci konzumních vajec dosahuje velké obliby chov nosnic s výběhem především v Rakousku, Německu, Švýcarsku, Francii, Anglii, Belgii, Norsku, Švédsku a dalších. Také u ekologického systému chovu lze sledovat vzrůstající trend především v produkci konzumních vajec. Zásadní význam má požadavek legislativy na venkovní výběh. Ekologický systém chovu je podřízen Zákonu o ekologickém zemědělství (242/2000 Sb. v pozdějším znění) vyplývajícím ze směrnic Rady evropského společenství. V správně vedeném výběhovém chovu by měly být ve výběhu zastoupeny pícniny.

Pícniny mohou být plnohodnotným kvalitním krmivem. Zajištění pícnin může být buďto ve venkovním výběhu pastvou, anebo zařazením čerstvé či konzervované biomasy v množství několika procent do krmné dávky. Pěstování víceletých pícnin má také pozitivní dopad na ekologické aspekty krajiny. Zvyšování ploch pěstování pícnin podporuje také společná zemědělská politika EU v rámci ozelenění, takzvaného Greeningu podle nařízení vlády (ES) 1307/2013, kdy jsou tyto pícniny využívány jen částečně ve výživě hospodářských zvířat a velký podíl končí v bioplynových stanicích.

## 2.2 Konzervace sušením a silážováním

Při zkrmování konzervované píce je důležitý správný způsob konzervace, pro drůbež je to nejčastěji sušením. Dávkování sušené píce v podobě mouček je jednodušší z hlediska zakomponování do kompletních krmných směsí, a tudíž se dá očekávat jejich větší perspektiva.

Úsušky lze vytvořit prakticky ze všech druhů píce nebo i bylin, které mohou výsledný produkt obohatit o některé aromatické, pigmentační nebo jinak prospěšné látky. Například použití úsušků máty peprné zařazené do krmné směsi nosnicím výrazně snížilo ( $P < 0,001$ ) množství cholesterolu a zvýšilo ( $P < 0,05$ ) obsah proteinů v bílku i žloutku (ABDEL-WARETH *et* LOHAKARE, 2014).

Další možností konzervace píce je silážování. Předkládání čerstvé siláže lze řešit pouze v alternativních způsobech chovu. Vlivem zkrmování silážované píce nosnicím se zabývali STEENFELDT *et al.* (2007), kteří zjistili vyšší snášku u nosnic přikrmovaných kukuřičnou siláží (219 vajec) oproti luskoobilné siláží (hrách/ječmen) se snáškou 208 vajec. Výrazně byl snížen i úhyn, který byl u pokusných skupin 0,5–2,5 % oproti kontrolní skupině bez siláže 15,2 % a výrazně se snížilo i škodlivé ozobávání peří. Pokusné nosnice krmené siláží měly na konci snášky také vyšší živou hmotnost a o 0,7 - 0,9 nižší pH svalnatého žaludku, což bylo dáno vyšším obsahem kyseliny mléčné (15,6 vs. 3,2  $\mu\text{mol/g}$ ) a kyseliny octové (6,1 vs. 3,6  $\mu\text{mol/g}$ ) ve svalnatém žaludku než u nosnic kontrolní skupiny. HAMMERSHOJ *et* JOHANSEN (2016) uvádí, že v Dánsku se běžně používá ke zkrmování drůbeži siláž z kukuřice, vojtěšky, hrachu, ječmene, lupiny, vikve a bobu. SILVERSIDES *et* LEFRANCOIS (2005) doporučují nosnicím zkrmovat siláž z technického konopí, která sníží obsah kyseliny palmitové a zvýší koncentraci kyseliny linolové a alfa-linolenové ve vejcích, bez vlivu na užitkovost a hmotnost nosnic, spotřebu a konverzi krmiva a kvalitu vajec.

### 2.3 Příjem čerstvé a konzervované píce nosnicemi

ANTELL *et* CISZUK (2006) a HORSTED *et al.* (2006) odhadují u nosnic příjem zelené píce (travin a jetelovin) na 10–35 g sušiny na nosnici za den, oproti tomu TREI *et al.* (2013) udávají teoreticky zjištěný příjem dokonce 255 g čerstvé píce, což dle nich představuje 57 g sušiny píce na nosnici za den. RUHNKE (2015) uvádí u nosnic na pastvě denní příjem píce 60 g. Podle SKŘIVANA *et* ENGLMAIEROVÉ (2015) přijaly nosnice na pastvě denně 73 g píce, což se shoduje s dřívějšími doporučeními. V roce 2014 doporučoval ZELEŇKA (2014) pro nosnice, zejména v pokročilejším stádiu snášky až 5 % vojtěškové moučky. STEENFELDT *et al.* (2007) ve svém pokusu předkládali nosnicím kukuřičnou siláž s 94 g NL/ kg a ječno-hrachovou siláž se 125 g NL/kg. Zájem nosnic o předloženou siláž byl vysoký, u kukuřičné tvořila 33 % z celkového příjmu krmiva a u ječno-hrachové dokonce 35 %.

## 2.4 Vliv zelené píce na kvalitu vajec

GRELA *et al.* (2014) ve své studii zjišťovali vliv zkrmování vojtěškového bílkovinného koncentrátu na kvalitu vajec u nosnic hybrida ISA Brown. Nosnice byly rozděleny do tří skupin po třiceti kusech, z nichž dvě byly pokusné a jedna kontrolní. V kontrolní skupině byla zkrmována krmná směs bez přídavku vojtěškového koncentrátu. V první pokusné skupině byla použita dieta s obsahem 1,5 % a ve druhé 3,0 % vojtěškového koncentrátu místo sójového extrahovaného šrotu. Z výsledků jejich pozorování vyplývá vliv zařazení 1,5 % koncentrace vojtěškového koncentrátu na zvýšení snášky z 91,8 na 92,5 %, hmotnost vejce vzrostla o 0,4 g, pozorováno bylo i zvýšení intenzity zbarvení skořápky. Statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) byla ovlivněna barva žloutku, která u první pokusné skupiny dosahovala 8,63 a u kontrolní pouze 7,06 stupně La Roche. Analýza žloutku neprokázala žádný výrazný vliv na obsah tuku ani cholesterolu.

Ukládáním karotenoidů a alfa-tokoferolu ve vejcích nosnic při kombinaci sekvenčního krmení a pastvy se zabývali SKŘIVAN *et* ENGLMAIEROVÁ (2014), kteří provedli stanovení obsahu a koncentrace luteinu, zeaxanthinu, alfa-tokoferolu a beta-karotenu u žloutků nosnic s přístupem na pastvu při zkrmování vyvážené kompletní krmné směsi a celozrnné pšenice. Pokusná skupina nosnic měla přístup do výběhu s trvalým travním porostem, kontrolní skupina do výběhu bez píce. U pokusné skupiny byl výrazně zvýšený ( $P < 0,001$ ) obsah luteinu, zeaxanthinu a alfa-tokoferolu a beta karotenu oproti kontrolní skupině. Hodnota luteinu a zeaxanthinu dosáhla téměř trojnásobných hodnot a vitamínu E a beta karotenu téměř dvojnásobných hodnot při použití sekvenčního krmení oproti krmení *ad libitum*. Tuto skutečnost lze vysvětlit především zvýšením zájmu o pastvu u nutričně podhodnocených nosnic v dopoledních hodinách.

## 2 CÍL STUDIE

Cílem studie bylo zjistit vliv zkrmování úsušků čtyř druhů hlavních píceň a vliv různé konzervace píceň nosnicím na kvalitu vajec a senzorické vlastnosti vajec v rámci dvou pokusů.

Cílem prvního pokusu bylo zjistit vliv úsušků vojtěšky seté, jetele lučního, jetele plazivého a jílku vytrvalého na výše uvedené parametry. Cílem druhého pokusu bylo zjistit vliv jetelotravní čerstvé píce, jetelotravní siláže, jetelotravních úsušků a horkovzdušných vojtěškových úsušků, na výše uvedené parametry.

### 3 MATERIÁL A METODIKA

#### 3.1 Pokus I - Vliv přídatku úsušků různých druhů pícein zařazených do diety nosnic na parametry kvality vajec

Tento experiment byl proveden v experimentálních prostorech pavilonu M Agronomické fakulty MENDELU v Brně. Někteří autoři, např. VAN DEN BRAND *et al.*, (2004) upozorňují na větší složitost udržení nízké variability v parametrech kvality vajec u nosnic chovaných v systémech s možností pastvy, proto bylo rozhodnuto použít klecový systém chovu se zakomponováním zkrmovaných pícein přímo v krmné směsi.

Pro tento pokus bylo nakoupeno 150 kuřic hybrida Lohmann Brown Classic ve věku 12 týdnů, které byly umístěny do třítážové technologie obohacených klecí splňující požadavky vyhlášky 208/2004 Sb. a byly odchovány tak, aby jejich hmotnost odpovídala požadavkům technologického návodu (LOHMANN, 2016).

Samotný experiment se zkrmováním úsušků píce začal v období těsně před vrcholem snášky, který byl 96 % ve 28. týdnu věku nosnic. Již ve 25. týdnu věku nosnic začalo navykací období na zkrmování krmných směsí s úsušký a ve 27. týdnu začalo pokusné období, které trvalo do 40. týdne věku. Nosnice byly rozděleny do pěti skupin po třiceti kusech, s pěti opakováními vždy šest kusů v jednom opakování (5 x 5 x 6), jedno opakování představovala jedna klec. Všechny skupiny nosnic byly rozmístěny střídavě v každé etáži a každé části haly stejnoměrně, aby byl eliminován vliv pozice.

V pokusu byly použity 4 druhy pícein, z nichž tři byly vybrány jako píceinářsky nejdůležitější zástupci jetelovin a jedna jako krmivářsky nejhodnotnější tráva. První skupina byla kontrolní a byla jí zkrmována pouze komerční kontrolní krmná směs pro užitkové nosnice. Součástí této krmné směsi bylo aditivum lutein, a to v dávce 3 500 mg a kantaxantin 1 250 mg, aby došlo k zabarvení žloutků na úroveň 11–12 La Roche při použití 10 % kukuřice.

V ostatních skupinách byl použit devadesáti pěti procentní koncentrát připravený pro doplnění 5 % vojtěškových úsušků a optimalizovaný tak, aby byl výsledný obsah hlavních živin (NL a energie) shodný s kompletní krmnou směsí použitou pro kontrolní skupinu. Tento koncentrát byl bez aditiv ovlivňujících barvu žloutku. Pokusné skupiny se od sebe lišily v úsušcích, a to druhem použité píceiny.

Pro první pokusnou skupinu bylo použito k domíchání směsi 5 % horkovzdušných úsušků vojtěšky seté. Úsušky byly zajištěny od firmy Sušárna Pohořelice. U druhé pokusné skupiny

bylo použito 5 % úsušků jetele lučního, u třetí skupiny bylo použito 5 % úsušků jetele plazivého a u čtvrté skupiny 5 % úsušků jílku vytrvalého. Složení krmných směsí uvádí tabulka číslo 1.

**Tabulka 1 - Pokus I: Složení krmných směsí pro nosnice**

| Surovina (%)            | Obsah (%)      |               |
|-------------------------|----------------|---------------|
|                         | Kontrolní směs | Pokusné směsi |
| Pšenice                 | 52,94          | 50,29         |
| Oves                    | 3,16           | 3,00          |
| Kukuřice                | 10,53          | 10,00         |
| Pšeničná mouka krmná    | 3,16           | 3,00          |
| Pšeničné otruby         | 1,05           | 1,00          |
| Sójový extrahovaný šrot | 14,98          | 14,23         |
| Drůbeží krev            | 0,82           | 0,78          |
| Antisal – nástřik       | 0,16           | 0,15          |
| Úsušky píce             | 0,00           | 5,00          |
| L-lysin HCL             | 0,08           | 0,08          |
| L-treonin               | 0,01           | 0,01          |
| DL-methionin            | 0,20           | 0,19          |
| Živočišný tuk           | 2,75           | 2,61          |
| Krmná sůl               | 0,24           | 0,23          |
| Drcený vápenec          | 6,53           | 6,20          |
| Vápenec krmný mletý     | 2,33           | 2,21          |
| Monokalciumfosfát       | 0,74           | 0,70          |
| Síran sodný             | 0,07           | 0,07          |
| Premix*                 | 0,21           | 0,20          |
| Xylanáza H 0,05%        | 0,05           | 0,05          |

\* 1 kg premixu obsahoval: 4 500 000 m.j. vit. A, 1 500 000 m.j. vit. D<sub>3</sub>, 12 500 mg vit. E (α tokoferol), 1 500 mg vit. K<sub>3</sub>, 1 000 mg vit. B<sub>1</sub>, 2 500 mg vit. B<sub>2</sub>, 2 000 mg vit. B<sub>6</sub>, 7 500 µg vit. B<sub>12</sub>, 25 000 µg biotinu, 15 000 mg niacinu, 6 000 mg pantotenanu vápenatého, 333 mg kyseliny listové, 60 000 mg cholinchloridu, 50 000 mg betainu, 20 000 mg síranu železnatého monohydrátu, 500 mg jodidu draselného, 3 500 mg síranu měďnatého pentahydrátu, 35 000 mg oxidu manganatého, 30 000 mg síranu zinečnatého, 125 mg seleničitanu sodného, 125 000 FTU fytázy, 3 000 mg butylhydroxytoluenu, 400 mg butylhydroxyanisolu, 8,75 % xamocolu 40, 1,25 % avixanthinu 100, 2,50 % optiPhosu 5000, nosiče - pšeničné mouky a uhličitanu vápenatého.

Obsah živin v použitých směsích je uveden v tabulce číslo 2.

Tabulka 2 - Pokus I: Obsah živin v krmné směsi pro nosnice

| Obsah živin (%)    | Kontrolní + Pokusná* |
|--------------------|----------------------|
| Hrubý protein      | 16,90                |
| Hrubé oleje a tuky | 5,20                 |
| Hrubá vláknina     | 2,80                 |
| Hrubý popel        | 9,70                 |
| Methionin          | 0,41                 |
| Lysin              | 0,83                 |
| Ca                 | 2,99                 |
| Na                 | 0,19                 |
| P                  | 0,56                 |

\*optimalizovaná pro vojtěškové úsušky

### 3.1.1 Použité pícniny

#### *Vojtěška setá Medicago sativa*

Vojtěška setá, starším názvem tolíce vojtěška, je v našich podmínkách nejvýznamnější jetelovinou, poskytuje 3–4 seče ročně. Na stanovišti vydrží řadu let, ale pěstuje se zpravidla dva užitkové roky (PELIKÁN *et* HÝBL, 2012). Použita odrůda byla neznámá, způsob sušení byl v horkovzdušné sušárně. Obsah dusíkatých látek přepočtený na 100% sušinu byl 14,6 %.

#### *Jetel luční Trifolium pratense*

Jetel luční, označovaný též jako červený, představuje jednu ze základních pícnin bohatou na bílkoviny a vitamíny. Jetel luční zastupují v České republice jednak kulturní formy a jednak formy plané. Poskytuje 2–3 seče ročně, na orné půdě se nejčastěji nechává jeden užitkový rok, ve směškách potom déle. Je vhodný i do trvalých travních porostů (PELIKÁN *et* HÝBL, 2012).

Pro tento pokus byla vybrána odrůda 'Vltavín'.

Tato odrůda byla vyšlechtěna Šlechtitelskou stanicí Slavice v roce 1992. Jetel luční pocházel z druhé seče druhého užitkového roku z nadmořské výšky 650 m n.m. Jetel byl po sklizni přirozeně usušen a sešrotován na kladívkovém šrotovníku na jemnou moučku. Obsah dusíkatých látek přepočtený na 100% sušinu byl 17,9 %.

### ***Jetel plazivý *Trifolium repens****

Pro tento pokus byla zvolena odrůda 'Bak'. Tato odrůda byla vyšlechtěna šlechtitelskou stanicí Slavice a registrována v roce 2009. Pro tento pokus pocházel jetel plazivý ze třetí seče ve druhém užitkovém roce z nadmořské výšky 450 m n.m. ze Slavic u Třebíče. Po sklizni byl šetrně usušen při 38 °C v aktivní sušárně a následně šrotován kladívkovým šrotovníkem. Obsah NL byl 35,2 %.

### ***Jílek vytrvalý *Lolium perenne****

Pro tento pokus byla vybrána odrůda 'Bača'. Jílek pocházel ze druhé seče druhý užitkový rok z nadmořské výšky 450 m n. m. ze Slavic u Třebíče, po sklizni byl šetrně usušen při 38 °C a rozšrotován kladívkovým šrotovníkem. Obsah NL byl 13,9 %.

## **3.1.2 Sledované charakteristiky**

### ***3.1.2.1 Kvalita vajec***

Rozbory kvality vajec byly prováděny jedenkrát za 14 dní, na počtu 30 vajec od každé skupiny. Všechna sledovaná vejce byla sbírána za dva dny po sobě. Sledovány byly tyto parametry: hmotnost vajec, index tvaru vejce, hmotnost žloutku, hmotnost bílku, hmotnost skořápky, dále pevnost a tloušťka skořápky, Haughovy jednotky a barva žloutku čerstvých a vařených vajec. Dále byl vypočten procentuální podíl žloutku, bílku a skořápky. Kvalita vajec byla sledována ve věku 27, 29, 31, 33, 35, 37 a 39 týdnů věku nosnic.

Hmotnost vejce, žloutku a skořápky byla zjištěna vážením na elektronických laboratorních vahách KERN KB 1000-2 s přesností na 0,01 g. Tvarové vlastnosti vejce byly charakterizovány indexem tvaru vejce, který je dán poměrem délky k šířce vejce. Hmotnost žloutku byla stanovena po pečlivé separaci od bílku a chaláz tak, aby nedošlo k porušení žloutkové membrány, vážením na laboratorních vahách KERN KB-1000-2 s přesností na 0,01 g. Procentuální podíl žloutku byl vypočítán jako sto násobek hmotnosti žloutku dělené hmotností vejce. Výška bílku byla měřena přístrojem TSS, ve vzdálenosti 1 cm od žloutku. Vyjádřena byla v mm. Tento údaj sloužil k výpočtu Haughových jednotek, dle následujícího vzorce:

$$HJ = 100 * \log (V + 7,6 - 1,7 * G^{0,37})$$

V... výška tuhého bílku (mm)

G... hmotnost vejce (g)

Hmotnost bílku byla vypočítána z hmotnosti vejce jako zbytek po odečtení hmotnosti žloutku a skořápky. Podíl bílku byl vypočítán jako sto násobek hmotnosti bílku dělené hmotností vejce.

Hmotnost skořápky byla stanovována po předchozím vymytí a vysušení v délce alespoň dvou dnů při laboratorní teplotě vážením na laboratorních vahách s přesností na 0,01 g včetně podskořápečných blan. Pevnost skořápky vyjadřuje sílu, potřebnou k deformaci skořápky vyjádřenou v N. Byla měřena přístrojem Egg Force Reader (Orka Food Technology, Ltd.). Tloušťka skořápky byla měřena mikrometrem po důkladném vymytí skořápek a následném vysušení v délce alespoň dvou dnů při laboratorní teplotě. Hodnoty byly měřeny na třech místech, a to na obou rovinách a pólu vejce. Z trojice naměřených hodnot se počítal průměr. Procentuální podíl skořápky byl vypočítán jako sto násobek hmotnosti skořápky dělení hmotností vejce.

Barva žloutku syrových vajec byla hodnocena subjektivně pomocí standardní 15-ti stupňové barevné stupnice Yolk Colour Fan (Hoffman La Roche) na bílé podložce. Objektivní hodnocení barvy žloutku bylo provedeno spektrofotometricky přístrojem Konica Minolta CM – 2600d na bílé podložce a to jak u čerstvých, tak vařených vajec a byla popsána systémem Lab.

Hodnota  $L^*$  - světlost a jas

- pohybuje se v rozmezí 0 (bílá barva) - 100 (černá barva), tzn. čím vyšší je číslo, tím je vzorek světlejší.

Hodnoty  $a^*$  a  $b^*$  jsou souřadnice barevnosti.

Hodnota  $a^*$  označuje podíl červeného spektra, obecně platí +a je červenost a -a je zelenost.

Hodnota  $b^*$  označuje podíl žlutého spektra, kladné hodnoty +b značí, jak moc je vzorek žlutý a záporná hodnota -b je modrost.

Barva žloutku vařených vajec byla posuzována po předchozí tepelné úpravě (var ve vodní lázni 15 min.) s následným subjektivním i objektivním hodnocením barvy žloutku shodně jako u syrových žloutků.

### **3.1.2.2 Senzorické hodnocení**

Senzorické hodnocení vařených vajec probíhalo v senzorické laboratoři Ústavu technologie potravin AF MENDELU. Vejce byla vařena z každé skupiny odděleně po 10 kusech z každé skupiny 12 minut ve vroucí vodě. Po odloupnutí skořápky byla ještě teplá podávána k hodnocení. Výsledky byly zaznamenávány 10 hodnotiteli do protokolů, jež obsahovaly sedm

deskriptorů (vůně bílku, vůně žloutku, textura žloutku, chuť bílku, chuť žloutku, barva žloutku a celkový dojem), s grafickou nestrukturovanou stupnicí s rozsahem 0–100 bodů (délka 100 mm).

### **3.1.2.3 Obsah chlesterolu**

Pro rozbor obsahu chlesterolu byla použita vejce od nosnic v 32. týdnu věku. Celkový cholesterol byl stanoven po uvolnění z esterových vazeb alkalickou hydrolyzou (saponifikací) a následnou extrakcí do nepolárního rozpouštědla metodou kapalinové chromatografie na reverzní fázi. Žloutek se nejprve 10x zředil fyziologickým roztokem. Poté byla přidána k 1 g zředěného žloutku kyselina askorbová a hydrochinon, 10 ml methanolického KOH (1 díl 10 M KOH + 9 dílů methanolu) a vše bylo saponifikováno při 60 °C pod refluxem po dobu 60 min. Po ochlazení bylo přidáno ke vzorku 5 ml 10% NaCl, 10 ml hexanu a intenzivně třepáno 15 min. Po oddělení vrstev byl odebrán maximální hexanový podíl, který se promyl vodou do neutrální reakce a vysušil bezvodým síranem sodným. Hexanový podíl byl odpařen do sucha a odparek rozpuštěn v methanolu. Po filtraci přes membránový filtr (0,22 µm) byl analyzován metodou UHPLC. Pro finální chromatografické stanovení na chromatografu Acquity UPLC (WATERS, Irsko) byla použita kolona s reverzní fází Acquity BEH C8, 100 x 2,1 mm, 1,7 µm (WATERS, Irsko). Mobilní fáze byla směs methanolu a vody (93:7), průtok 0,4 ml/min a teplota 35 °C. Detekce chlesterolu byla prováděna v UV oblasti při 205 nm. Vyhodnocení bylo provedeno metodou kalibrační přímky za použití programu Empower 2 (WATERS, Irsko).

## **3. 2 Pokus II - Vliv přídatku pícnin zařazených do diety nosnic v závislosti na jejich konzervaci a množství na parametry kvality vajec**

Pro tento pokus bylo vybráno 150 nosnic hybrida Lohmann Brown Classic po vrcholu snášky umístěných v klecové technologii pokusné stáje Mendelovy univerzity v Brně. Ve 40. týdnu začalo navykací období na zkrmování píce a ve 42. týdnu začalo pokusné sledování trvající do 46. týdne věku nosnic. Nosnice byly rozděleny do pěti skupin po 30 kusech, v pěti opakováních, vždy šest kusů v jednom opakování (5 skupin x 5 klecí x 6 nosnic).

Nosnice byly umístěny v obohacených klecích skupinově, vždy po šesti kusech v každé kleci, rozmístěny střídavě v každé etáži, aby byl eliminován vliv prostředí. Prostor stáje byl temperován na 18–21 °C a světelný režim byl upraven na 16 hod. světla a 8 hod. souvislé tmy. Nosnice byly krmeny *ad libitum* kompletní krmnou směsí, kdy krmivo bylo zakládáno každý den. Složení kompletní krmné směsi uvádí tabulka 3.

**Tabulka 3 - Pokus II: Složení krmné směsi pro nosnice**

| Surovina (%)            | Krmná směs |
|-------------------------|------------|
| Pšenice                 | 38,55      |
| Kukuřice                | 25,00      |
| Pšeničné otruby         | 0,50       |
| Sójový extrahovaný šrot | 22,10      |
| Antisal – nástrík       | 0,15       |
| Acidomatrix DS          | 0,05       |
| L-lysin HCL             | 0,07       |
| L-treonin               | 0,01       |
| Rhodimet                | 0,21       |
| Živočišný tuk           | 2,65       |
| Sójový olej             | 0,81       |
| Krmná sůl               | 0,30       |
| Drcený vápenec          | 5,10       |
| Vápenec krmný mletý     | 2,10       |
| Monokalciumpfosfát      | 0,90       |
| Síran sodný             | 0,15       |
| Premix*                 | 0,30       |
| Xylanáza H 0,05%        | 0,05       |
| Citrofeed sypký         | 1,00       |

\* 1 kg premixu obsahovalo: 4 500 000 m.j. vit. A, 1 500 000 m.j. vit. D<sub>3</sub>, 12 500 mg vit. E (α tokoferol), 1 500 mg vit. K<sub>3</sub>, 1 000 mg vit. B<sub>1</sub>, 2 500 mg vit. B<sub>2</sub>, 2 000 mg vit. B<sub>6</sub>, 7 500 μg vit. B<sub>12</sub>, 25 000 μg biotinu, 15 000 mg niacinu, 6 000 mg pantotenanu vápenatého, 333 mg kyseliny listové, 60 000 mg cholinchloridu, 50 000 mg betainu, 20 000 mg síranu železnatého monohydrátu, 500 mg jodidu draselného, 3 500 mg síranu měďnatého pentahydrátu, 35 000 mg oxidu manganatého, 30 000 mg síranu zinečnatého, 125 mg seleničitanu sodného, 125 000 FTU fytázy, 3 000 mg butylhydroxytoluenu, 400 mg butylhydroxyanisolu, 8,75 % xamocolu 40, 1,25 % avixanthinu 100, 2,50 % OptiPhosu 5000 CT, nosiče - pšeničné mouky a uhličitanu vápenatého.

Všechny směsi použité v tomto pokusu byly bez aditiva pro zvýšení zabarvení žloutku. První skupina byla kontrolní a byla jí zkrmována pouze komerční kontrolní krmná směs pro užitkové nosnice. U druhé skupiny byla základem opět krmná směs bez barviva, ale s přídatkem čerstvé zelené píce, která byla předkládána každý den v ranních hodinách a zbytky odpoledne odstraněny. Tato píce byla sklízena rotační bubnovou sekačkou se sběrným košem

z trávníku parkového typu s převahou jetelovin, sklizenou při výšce porostu přibližně 10 cm. Píce byla předkládána ve větším množství, než jaké dokázaly nosnice zkonzumovat, aby bylo možné stanovit maximální příjem. Polovina krmného žlabu sloužila k zakládání krmné směsi a druhá, oddělená polovina k zakládání čerstvé píce. Zbytky píce byly každý den zváženy a odstraněny.

Třetí skupina byla opět krmena krmnou směsí pro užitkové nosnice, ale s předkládáním jetelotravní siláže, opět z parkového trávníku s převahou jetelovin sklizenou ve výšce porostu 10 cm a fermentovanou bez přístupu vzduchu v nádobách o objemu 10 l. Obsah živin siláže byl při přepočtu na 100% sušinu 20,4 % NL, 12,8 % hrubé vlákniny a 9,5 % popelovin. Tato siláž byla nosnicím předkládána každý den čerstvá, v množství *ad libitum*. Zbytky siláže byly každý den zváženy a odstraněny.

Čtvrtou skupinu tvořily nosnice krmené krmnou směsí s přídatkem 5 % jetelotravních úsušků z parkového trávníku sklizeného při výšce asi 10 cm a šetrně usušených, našrotovaných a zamíchaných do základní směsi. Obsah živin v jetelotravních úsuších přepočítaný na 100% sušinu byl 16,3 % NL, 15,0 hrubé vlákniny a 9,2 % popelovin. Pátá skupina byla tvořena nosnicemi krmenými směsí pro užitkové nosnice s přídatkem 10 % komerčně vyráběných vojtěškových horkovzdušných úsušků obsahujících 14,6 % NL přepočtené na 100% sušinu.

### **3.2.1 Sledované ukazatele**

#### ***Kvalita vajec***

Rozbory kvality vajec byly prováděny každý týden na počtu 30 ks za každou skupinu. Vejce byla sbírána tak, aby rozdíl ve skladování od snesení byl maximálně jeden den. Rozbory byly prováděny následný den od snesení. Metodika stanovení kvality vajec byla shodná s pokusem číslo I.

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 4.1 Pokus I - Vliv přídatku úsušků různých druhů pícein zařazených do diety nosnic na intenzitu snášky a parametry kvality vajec

#### 4.1.1 Produkční parametry

Intenzitu snášky a úhyn nosnic v pokusném období (27. – 40 týdnů) zobrazuje následující tabulka číslo 4.

Tabulka 4 - Pokus I: Vliv úsušků pícein na intenzitu snášky a úhyn nosnic

| Skupina        | Intenzita snášky (%) |           |           |                    | SEM   | Podíl<br>křapů    | SEM   | Úhyn-<br>pokusné<br>27. – 40.<br>týden<br>(%) |
|----------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------|-------|-------------------|-------|-----------------------------------------------|
|                | Věk v týdnech        |           |           |                    |       |                   |       |                                               |
|                | 27. – 31.            | 32. – 36. | 37. – 40. | celkem             |       |                   |       |                                               |
| Vojtěška setá  | 87,1                 | 93,0      | 90,7      | 90,4 <sup>a</sup>  | 0,052 | 0,36 <sup>a</sup> | 0,052 | 0                                             |
| Jetel luční    | 92,5                 | 95,3      | 94,7      | 94,2 <sup>b</sup>  |       | 0,41 <sup>a</sup> |       | 0                                             |
| Jetel plazivý  | 94,1                 | 94,3      | 93,6      | 94,0 <sup>b</sup>  |       | 0,11 <sup>a</sup> |       | 0                                             |
| Jílek vytrvalý | 91,7                 | 94,6      | 86,7      | 91,0 <sup>ab</sup> |       | 0,25 <sup>a</sup> |       | 0                                             |
| Kontrola       | 92,4                 | 94,0      | 96,7      | 94,4 <sup>b</sup>  |       | 0,18 <sup>a</sup> |       | 0                                             |

a, b = statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ )

Nejvyšší intenzity snášky dosáhly nosnice kontrolní skupiny (94,4 %), ale téměř stejné hodnoty dosáhly i nosnice, kterým byl do krmné směsi zařazen jetel luční a jetel plazivý (94,2 % a 94,0 %). U nosnic krmných směsí s úsušky vojtěšky seté byla intenzita snášky statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) snížena přibližně o 3–4 % oproti kontrolní skupině a skupinám s jetelovými úsušky. Obsah dusíkatých látek ve vojtěšce a jítku byl velmi podobný (14,6 a 13,9 %), což se projevilo i na podobné intenzitě snášky (90,4 a 91,0 %).

#### 4.1.2 Kvalita vajec

Ukazatele kvality vajec jsou uvedeny v následující tabulce číslo 5.

Tabulka 5 - Pokus I: Vliv úsušků píce na parametry kvality vajec

| Parametr                  | Vojtěška<br>setá   | Jetel<br>luční      | Jetel<br>plazivý   | Jílek<br>vytrvalý   | Kontrola            | SEM   |
|---------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Hmotnost vejce (g)        | 61,3 <sup>a</sup>  | 59,5 <sup>a</sup>   | 61,0 <sup>a</sup>  | 60,1 <sup>a</sup>   | 61,4 <sup>a</sup>   | 0,193 |
| Index vejce               | 1,277 <sup>b</sup> | 1,275 <sup>ab</sup> | 1,259 <sup>a</sup> | 1,267 <sup>ab</sup> | 1,273 <sup>ab</sup> | 0,002 |
| Hmotnost bílku (g)        | 39,4 <sup>ab</sup> | 38,1 <sup>a</sup>   | 39,6 <sup>b</sup>  | 39,0 <sup>ab</sup>  | 39,3 <sup>ab</sup>  | 0,150 |
| Podíl bílku (%)           | 64,3 <sup>ab</sup> | 63,9 <sup>a</sup>   | 64,9 <sup>b</sup>  | 64,8 <sup>ab</sup>  | 64,0 <sup>a</sup>   | 0,093 |
| Haughovy jednotky         | 90,6 <sup>ab</sup> | 91,3 <sup>b</sup>   | 93,0 <sup>b</sup>  | 91,6 <sup>b</sup>   | 87,4 <sup>a</sup>   | 0,347 |
| Hmotnost žloutku (g)      | 15,8 <sup>ab</sup> | 15,5 <sup>ab</sup>  | 15,3 <sup>a</sup>  | 15,3 <sup>a</sup>   | 16,0 <sup>b</sup>   | 0,067 |
| Podíl žloutku (g)         | 27,8 <sup>ab</sup> | 26,1 <sup>b</sup>   | 25,1 <sup>a</sup>  | 25,4 <sup>ab</sup>  | 26,0 <sup>b</sup>   | 0,084 |
| Hmotnost skořápky (g)     | 6,1 <sup>ab</sup>  | 5,9 <sup>ab</sup>   | 6,1 <sup>ab</sup>  | 5,9 <sup>a</sup>    | 6,1 <sup>b</sup>    | 0,026 |
| Podíl skořápky (%)        | 9,9 <sup>a</sup>   | 10,0 <sup>a</sup>   | 10,0 <sup>a</sup>  | 9,8 <sup>a</sup>    | 10,0 <sup>a</sup>   | 0,038 |
| Pevnost skořápky (N)      | 38,2 <sup>a</sup>  | 39,3 <sup>a</sup>   | 39,2 <sup>a</sup>  | 39,1 <sup>a</sup>   | 38,6 <sup>a</sup>   | 0,128 |
| Tloušťka skořápky<br>(mm) | 0,41 <sup>a</sup>  | 0,41 <sup>a</sup>   | 0,41 <sup>a</sup>  | 0,41 <sup>a</sup>   | 0,41 <sup>a</sup>   | 0,046 |

a, b = statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ )

Hmotnost rozborovaných vajec byla velmi vyrovnaná, bez statistické průkaznosti mezi jednotlivými skupinami. Nejnižší byla zjištěna u nosnic krmených směsí s 5 % jetele lučního (59,5 g) a nejvyšší u kontrolní skupiny (61,4 g). Index vejce byl statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejnižší u jetele plazivého (1,259) oproti vojtěšce seté (1,277). Rozdíly mezi ostatními skupinami nebyly průkazné. Hmotnost bílku byla nejnižší u jetele lučního a nejvyšší u jetele plazivého. Rozdíl mezi těmito skupinami byl statisticky průkazný ( $P < 0,05$ ). Taktéž podíl bílku byl ( $P < 0,05$ ) nejnižší u jetele lučního (63,9 %) a nejvyšší u jetele plazivého (64,9 %). Haughovy jednotky byly ( $P < 0,05$ ) výrazně nejnižší u kontrolní skupiny (87,4), oproti tomu nejvyšší byly u jetele plazivého 93,0.

Hmotnost žloutku se u všech skupin pohybovala vyrovnaně mezi 15 a 16 g, nejvyšší ( $P < 0,05$ ) byla u kontrolní skupiny a nejnižší u jetele plazivého. Rovněž podíl žloutku byl ( $P < 0,05$ ) nejvyšší u kontrolní skupiny (26,0 %) oproti jetelům a nejnižší opět u jetele plazivého (25,1 %). Hmotnost skořápky byla statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejnižší (5,88 g) u souboru nosnic krmených směsí s jíllem vytrvalým oproti kontrole, což může být způsobeno nižším obsahem

vápníku v travinách, oproti jetelovinám. Rozdíl mezi kontrolní skupinou (6,12 g) a ostatními píceňinami (5,94–6,11 g) nebyl tak výrazný a nebyl statisticky průkazný. Taktéž rozdíl v pevnosti skořápky nebyl statisticky průkazný (38,2–39,3 N). Průměrná tloušťka skořápky vyšla u všech souborů naprosto shodná (0,41 mm).

#### 4.1.3 Barva žloutku

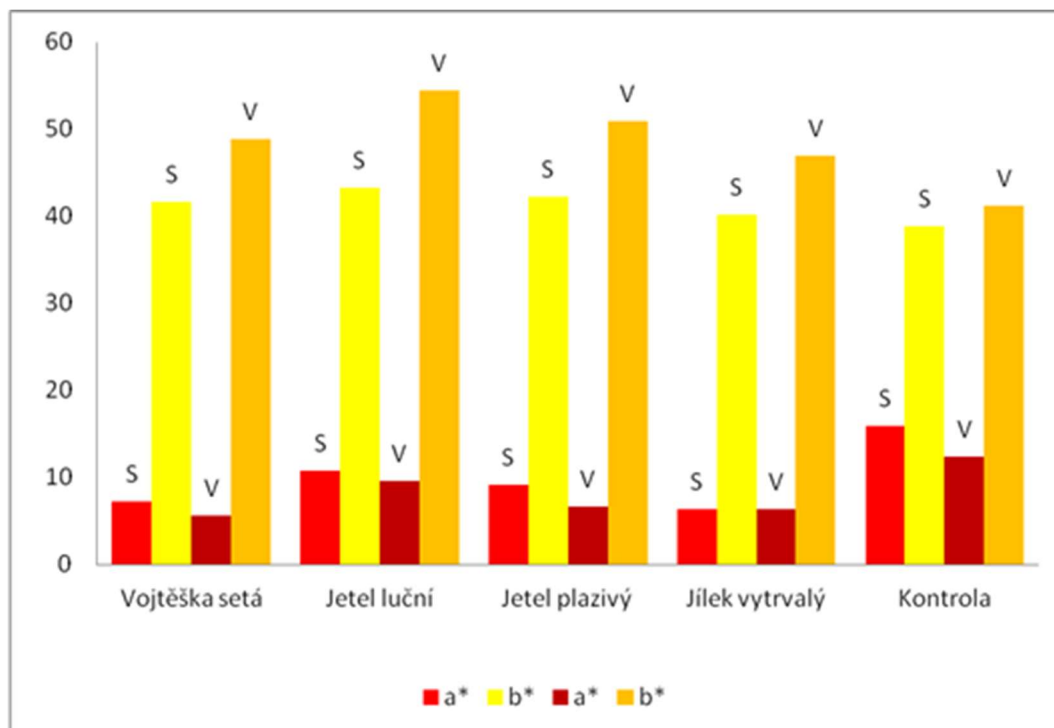
Barva žloutku byla porovnávána subjektivní i objektivní metodou, a to jak u čerstvých vajec, tak u vařených vajec. Výsledky hodnocení barvy žloutku jsou uvedeny v tabulce číslo 6.

Tabulka 6 - Pokus I: Vliv úsušků píceňin na barvu žloutku

| Charakteristika |                   | Vojtěška<br>setá   | Jetel<br>luční     | Jetel<br>plazivý   | Jílek<br>vytrvalý  | Kontrola           | SEM   |
|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| Surová vejce    | Hodnota L*        | 58,5 <sup>b</sup>  | 56,5 <sup>b</sup>  | 55,9 <sup>ab</sup> | 58,6 <sup>c</sup>  | 55,2 <sup>a</sup>  | 0,136 |
|                 | Hodnota a*        | 7,2 <sup>b</sup>   | 10,8 <sup>d</sup>  | 9,1 <sup>c</sup>   | 6,4 <sup>a</sup>   | 15,9 <sup>e</sup>  | 0,171 |
|                 | Hodnota b*        | 41,6 <sup>bc</sup> | 43,3 <sup>c</sup>  | 42,2 <sup>bc</sup> | 40,2 <sup>ab</sup> | 38,9 <sup>a</sup>  | 0,245 |
|                 | Vějíř<br>La Roche | 9,6 <sup>a</sup>   | 11,5 <sup>b</sup>  | 11,5 <sup>b</sup>  | 9,7 <sup>a</sup>   | 13,1 <sup>c</sup>  | 0,068 |
| Vařená vejce    | Hodnota L*        | 86,6 <sup>c</sup>  | 80,2 <sup>ab</sup> | 83,2 <sup>b</sup>  | 80,6 <sup>ab</sup> | 82,4 <sup>ab</sup> | 0,466 |
|                 | Hodnota a*        | 5,6 <sup>a</sup>   | 9,6 <sup>b</sup>   | 6,6 <sup>a</sup>   | 6,3 <sup>a</sup>   | 12,4 <sup>c</sup>  | 0,231 |
|                 | Hodnota b*        | 48,8 <sup>ab</sup> | 54,4 <sup>c</sup>  | 50,9 <sup>b</sup>  | 46,9 <sup>b</sup>  | 41,2 <sup>a</sup>  | 0,521 |
|                 | Vějíř<br>La Roche | 3,9 <sup>a</sup>   | 4,5 <sup>a</sup>   | 6,1 <sup>b</sup>   | 5,7 <sup>b</sup>   | 8,9 <sup>c</sup>   | 0,221 |

a, b, c, d, e = statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ )

Barva syrového žloutku byla ( $P < 0,05$ ) výrazně nejvyšší u kontrolní skupiny krmené směsí s aditivem na ovlivnění barvy žloutku, a to při subjektivním hodnocení 13,1 a nejnižší u jílek vytrvalého 9,7. Podobně nižší hodnotu měla i vojtěška (9,59), oproti tomu oba jetele dosahovaly vyšší tmavosti, a to 11,5. Vyšší příjem píce zvyšoval obsah karotenoidů a flavonoidů, které nosnice z velké části ukládaly do vajec (MUGNAI *et al.* 2014).



Graf 1- Pokus I: Vliv úsušků píceňin na termostabilitu žlutkových pigmentů

Termostabilitu pigmentů obsažených ve žlutcích pocházejících z různých druhů píceňin vyjadřuje graf číslo 1. V tomto sledování klesá u všech skupin varem intenzita červeného spektra zbarvení žlutku, a naopak stoupá intenzita žlutého spektra. U kontrolní skupiny je pokles intenzity červené barvy varem nejvýraznější, a naopak zvýšení intenzity žlutého zbarvení účinkem varu nejméně výrazné. Proto lze považovat barviva získaná z píceňin, podílejících se červenosti ( $a^*$ ) za termostabilnější, oproti těm, která pocházejí ze syntetických aditiv.

#### 4.1.4 Senzorická kvalita vajec

Výsledky senzorického hodnocení vařených vajec jsou uvedeny v následující tabulce číslo 7. Hodnocení bylo provedeno pomocí stupnice bodů, kdy 1 bod je nejhorší a 100 bodů je nejlepší.

Tabulka 7 - Pokus I: Vliv úsušků na senzorické hodnocení vařených vajec

|                 | Vojtěška<br>setá   | Jetel<br>luční    | Jetel<br>plazivý   | Jílek<br>vytrvalý | Kontrola          | SEM  |
|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------|
| Vůně vejce      | 90,1 <sup>a</sup>  | 91,1 <sup>a</sup> | 91,7 <sup>a</sup>  | 91,4 <sup>a</sup> | 91,9 <sup>a</sup> | 1,35 |
| Textura žloutku | 77,6 <sup>a</sup>  | 75,6 <sup>a</sup> | 60,9 <sup>a</sup>  | 75,8 <sup>a</sup> | 62,2 <sup>a</sup> | 3,36 |
| Barva bílku     | 83,3 <sup>a</sup>  | 85,1 <sup>a</sup> | 86,9 <sup>a</sup>  | 83,5 <sup>a</sup> | 87,8 <sup>a</sup> | 2,36 |
| Barva žloutku   | 56,0 <sup>ab</sup> | 79,8 <sup>c</sup> | 73,5 <sup>bc</sup> | 53,7 <sup>a</sup> | 88,5 <sup>d</sup> | 3,42 |
| Chuť bílku      | 90,6 <sup>a</sup>  | 87,8 <sup>a</sup> | 90,2 <sup>a</sup>  | 85,0 <sup>a</sup> | 86,1 <sup>a</sup> | 1,56 |
| Chuť žloutku    | 79,6 <sup>a</sup>  | 83,5 <sup>a</sup> | 77,4 <sup>a</sup>  | 76,3 <sup>a</sup> | 83,8 <sup>a</sup> | 2,87 |
| Celkový dojem   | 79,4 <sup>a</sup>  | 82,0 <sup>a</sup> | 79,3 <sup>a</sup>  | 73,3 <sup>a</sup> | 86,6 <sup>a</sup> | 2,54 |

a, b, c, d = statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ )

Mezi skupinami nebyly ve všech hodnocených parametrech vyjma barvy žloutku statisticky průkazné rozdíly. Barva žloutku byla statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejvyšší u kontrolní skupiny (88,5 bodů). U kontrolní skupiny bylo použito aditivum na ovlivnění barvy žloutku. Barva žloutku nosnic s přídavkem jetele lučního byla 79,8 bodů oproti jítku vytrvalému (53,7 bodů) a vojtěšce seté (56,0 bodů).

Nejvyšší počet bodů při hodnocení vůně obdržela vejce kontrolní skupiny, ovšem ve všech skupinách dosáhla hodnota nad 90 bodů. Textura žloutku byla hodnocena nejvyšším počtem bodů u vojtěšky seté, kde byla i nejlépe hodnocena chuť bílku. Barva bílku a chuť žloutku byla nejlépe hodnocena u vajec kontrolní skupiny. Z hodnocení celkového dojmu dopadla nejlépe vejce kontrolní skupiny, ovšem bez průkazných rozdílů oproti jiným skupinám.

#### 4.1.5 Obsah cholesterolu

Obsah cholesterolu ve vejcích nosnic v tomto pokusu uvádí tabulka číslo 8.

Tabulka 8 - Pokus I: Vliv úsušků na obsah cholesterolu ve vejcích

| Skupina        | Obsah cholesterolu (mg/vejce) | SEM   |
|----------------|-------------------------------|-------|
| Vojtěška setá  | 192,9 <sup>a</sup>            | 0,276 |
| Jetel luční    | 206,0 <sup>a</sup>            |       |
| Jetel plazivý  | 211,3 <sup>a</sup>            |       |
| Jílek vytrvalý | 196,7 <sup>a</sup>            |       |
| Kontrola       | 218,7 <sup>a</sup>            |       |

a, b, c = statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ )

Obsah cholesterolu byl přepočten na průměrnou hmotnost vajec 63 g. Nejvyšší obsah cholesterolu byl stanoven u kontrolní skupiny (218,7 mg/vejce), mírně snížený byl obsah cholesterolu u skupin krmených oběma druhy jetele. Výraznější snížení obsahu cholesterolu dosáhla skupina nosnic krmená směsí s jíllem vytrvalým (196,7 mg/vejce) a úplně nejvýraznějšího snížení dosáhla skupina nosnic, které byla do směsi zařazena vojtěška setá (192,9 mg/kg), což představuje snížení o více než 25 mg cholesterolu na jedno vejce, ovšem rozdíly nebyly statisticky průkazné. Také GRELA et al. (2014) nezjistil vliv vojtěškové moučky (1,5 a 3,0 %) na obsah cholesterolu ve žloutku.

## 4.2 Pokus II - Vliv přídatku pícnin zařazených do diety nosnic v závislosti na jejich konzervaci a množství na parametry kvality vajec

### 4.2.1 Parametry užítkovosti

V intenzitě snášky nebyl mezi skupinami statisticky průkazný rozdíl. Intenzita snášky sledovaná za 4 týdny byla nejvyšší u kontrolní skupiny (94,5 %), které nebyla do směsi zařazena žádná pícnina. Poměrně vysoké snášky (92,5 %) dosáhla také skupina nosnic, které bylo do krmné směsi zařazeno 5 % kvalitních jetelotravních úsušků, z mladého porostu parkového trávnickového typu. Intenzity snášky přes 92 % dosáhly také nosnice, kterým bylo do krmné směsi zařazeno poměrně vysoké množství (10 %) horkovzdušných vojtěškových úsušků. Mírně snížená intenzita snášky (89,3 a 88,6 %) byla sledována u skupin nosnic, kterým byla

zkrmována čerstvá nebo silážovaná jetelotravní píce trávnickového typu v množství *ad libitum*. Intenzitu snášky a výši úhynu během pokusu uvádí tabulka číslo 9.

**Tabulka 9- Pokus II: Vliv píce na intenzitu snášky a úhyn od 42. - 46. týdne**

| 42. – 46. týden                       | Snáška (%)         | Úhyn-<br>pokusné<br>(%) |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Jetelotravní píce čerstvá             | 89,28 <sup>a</sup> | 0                       |
| Jetelotravní úsušky (5 %)             | 92,45 <sup>a</sup> | 0                       |
| Jetelotravní siláž                    | 88,61 <sup>a</sup> | 0                       |
| Vojtěškové úsušky horkovzdušné (10 %) | 92,11 <sup>a</sup> | 0                       |
| Kontrola                              | 94,54 <sup>a</sup> | 0                       |
| SEM                                   | 0,047              | ---                     |

a = statisticky neprůkazný rozdíl ( $P \geq 0,05$ )

#### 4.2.2 Kvalita vajec

Zjištěné parametry kvality vajec uvádí tabulka číslo 10.

**Tabulka 10 - Pokus II: Vliv píce na parametry kvality vajec**

| Charakteristika       | Jetelotravní píce<br>čerstvá | Jetelotravní úsušky<br>(5 %) | Jetelotravní siláž | Vojtěškové úsušky<br>horkovzdušné (10 %) | Kontrola<br>(bez barviv) | SEM   |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------------|--------------------------|-------|
| Hmotnost vejce (g)    | 66,9 <sup>a</sup>            | 66,1 <sup>a</sup>            | 66,1 <sup>a</sup>  | 66,0 <sup>a</sup>                        | 67,1 <sup>a</sup>        | 0,217 |
| Index vejce           | 1,296 <sup>a</sup>           | 1,288 <sup>a</sup>           | 1,290 <sup>a</sup> | 1,290 <sup>a</sup>                       | 1,288 <sup>a</sup>       | 0,002 |
| Hmotnost bílku (g)    | 42,7 <sup>a</sup>            | 42,3 <sup>a</sup>            | 41,6 <sup>a</sup>  | 41,9 <sup>a</sup>                        | 42,4 <sup>a</sup>        | 0,183 |
| Podíl bílku (%)       | 63,8 <sup>a</sup>            | 63,7 <sup>a</sup>            | 63,0 <sup>a</sup>  | 63,3 <sup>a</sup>                        | 63,3 <sup>a</sup>        | 0,112 |
| Haughovy jednotky     | 85,9 <sup>a</sup>            | 90,6 <sup>b</sup>            | 83,0 <sup>a</sup>  | 85,6 <sup>a</sup>                        | 86,2 <sup>ab</sup>       | 0,473 |
| Hmotnost žloutku (g)  | 17,8 <sup>a</sup>            | 17,4 <sup>a</sup>            | 18,0 <sup>a</sup>  | 17,8 <sup>a</sup>                        | 18,0 <sup>a</sup>        | 0,072 |
| Podíl žloutku (g)     | 26,7 <sup>a</sup>            | 26,3 <sup>a</sup>            | 27,6 <sup>b</sup>  | 26,9 <sup>ab</sup>                       | 26,8 <sup>ab</sup>       | 0,103 |
| Hmotnost skořápky (g) | 6,39 <sup>ab</sup>           | 6,58 <sup>c</sup>            | 6,19 <sup>a</sup>  | 6,40 <sup>abc</sup>                      | 6,66 <sup>c</sup>        | 0,028 |
| Podíl skořápky (%)    | 9,58 <sup>ab</sup>           | 9,99 <sup>bc</sup>           | 9,38 <sup>a</sup>  | 9,72 <sup>abc</sup>                      | 9,93 <sup>bc</sup>       | 0,039 |
| Pevnost skořápky (N)  | 36,8 <sup>a</sup>            | 38,0 <sup>a</sup>            | 36,9 <sup>a</sup>  | 36,9 <sup>a</sup>                        | 38,7 <sup>a</sup>        | 0,023 |

|                        |                    |                    |                   |                    |                   |       |
|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------|
| Tloušťka skořápky (mm) | 0,43 <sup>ab</sup> | 0,45 <sup>bc</sup> | 0,41 <sup>a</sup> | 0,44 <sup>bc</sup> | 0,45 <sup>c</sup> | 0,002 |
|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------|

a, b, c, = statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ )

Hmotnost vajec byla bez statistické průkaznosti s minimálními rozdíly mezi skupinami. Statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) byl mezi skupinami v Haughových jednotkách, kdy nejnižší hodnoty měla skupina se siláží (83,0) a nejvyšší s jetelotravními úsušky (90,6). Podíl žloutku byl statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejnižší u skupiny s jetelotravními úsušky, oproti skupině s jetelotravní siláží.

Hmotnost skořápky byla statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejnižší u skupiny se silážovanou pící oproti nejvyšší hmotnosti skořápky u skupiny kontrolní. Taktéž podíl skořápky byl statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejnižší u skupiny se siláží, oproti kontrolní skupině a skupině s jetelotravními úsušky. Tloušťka skořápky byla statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejnižší taktéž u skupiny s přidavkem silážované píce oproti kontrolní skupině. Celkově nejnižší hodnoty kvality skořápek u nosnic, kterým byla ke krmné směsi přidávána siláž, by se daly odůvodnit horší retencí vápníku při sníženém pH trávicího traktu (KESHAVARZ, 1991) způsobeného příjmem většího množství kyselin obsažených v siláži. Na druhou stranu v pevnosti skořápky nebyl mezi skupinami průkazný rozdíl.

Vliv pícnin na barvu žloutku je uveden v tabulce číslo 11.

**Tabulka 11 - Pokus II: Vliv pícnin na barvu syrového žloutku**

| Charakteristika |                   | Jetelotravní píce<br>čerstvá | Jetelotravní úsušky<br>(5 %) | Jetelotravní siláž | Vojtěškové úsušky<br>horkovzdušné (10 %) | Kontrola<br>(bez barviv) | SEM  |
|-----------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------------|--------------------------|------|
| Syravá vejce    | Hodnota L*        | 55,70 <sup>a</sup>           | 55,87 <sup>a</sup>           | 57,85 <sup>c</sup> | 57,07 <sup>b</sup>                       | 59,36 <sup>d</sup>       | 0,10 |
|                 | Hodnota a*        | 9,53 <sup>c</sup>            | 9,88 <sup>c</sup>            | 8,08 <sup>b</sup>  | 8,32 <sup>b</sup>                        | 4,32 <sup>a</sup>        | 0,19 |
|                 | Hodnota b*        | 43,51 <sup>bc</sup>          | 44,17 <sup>cd</sup>          | 43,11 <sup>b</sup> | 44,46 <sup>d</sup>                       | 36,49 <sup>a</sup>       | 0,11 |
|                 | Vějíř<br>La Roche | 12,49 <sup>d</sup>           | 12,29 <sup>d</sup>           | 11,26 <sup>b</sup> | 11,85 <sup>c</sup>                       | 5,7 <sup>a</sup>         | 0,12 |

a, b, c, d = statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ )

Podle hodnoty  $L^*$  byla statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejtmavší žloutky nosnic s přídavkem jetelotravních úsušků a čerstvé jetelotravní píce. Oproti tomu nejsvětlejší byly žloutky kontrolní skupiny. Hodnota  $L^*$  může být ale zčásti zkreslující údaj, protože mimo světlosti versus tmavosti zohledňuje také lesk měřeného předmětu. Výstižnější v případě vaječných žloutků jsou hodnoty  $a^*$  a  $b^*$ , které byly v obou případech statisticky průkazně vyšší u všech sledovaných skupin krmených pícninami oproti kontrole. Nejvyšší červenosti dosáhly také skupiny s jetelotravními úsušky a čerstvou pící, nejvyšší žlutosti potom skupina s přídavkem 10 % vojtěškových úsušků.

Podle vějíře La Roche byly statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) nejméně zbarveny žloutky kontrolní skupiny. Ze skupin s využitím pícnin měla nejhorší pigmentační vlastnosti projevené barvou žloutku siláž, následně vojtěškové úsušky i přesto, že byly použity v 10% koncentraci a dále následovaly 5% jetelotravní úsušky. Nejvyššího zbarvení dosáhly žloutky nosnic krmených čerstvou jetelotravní pící. Rozdíly výsledků všech pokusných skupin byly v tomto hodnocení proti sobě statisticky průkazné ( $P < 0,05$ ).

## 5 ZÁVĚR

Při zkrmování sušených píceňin zařazených v 5% koncentraci do krmné směsi nosnic po dobu 104 dní (14 denní navykací období + 90 dnů testu) byly zjištěny u vajec nosnic krmných úsušky z obou jetelů a jílku statisticky průkazně vyšší Haughovy jednotky oproti kontrolní skupině ( $P < 0,05$ ). Úsušky neměly průkazný vliv na pevnost skořápky. Pět procentní podíl úsušku jetelů zvýšil intenzitu zabarvení žloutků na 11,5 při subjektivním hodnocení na stupnici FAN podle La Roche, což bylo průkazně vyšší zabarvení v porovnání s přidavkem úsušků z jílku vytrvalého nebo vojtěšky seté ( $P < 0,05$ ). Výsledky senzorického hodnocení vajec nebyly statisticky průkazné. V obsahu cholesterolu ve vejcích nebyl mezi skupinami průkazný rozdíl.

Zkrmování silážované, čerstvé i sušené jetelotravní píce nemělo průkazný vliv na hmotnost vajec a pevnost skořápky. Statisticky průkazně vyšší Haughovy jednotky byly zjištěny u skupiny krmné směsi s 5 % úsušků z jetelotravní píce v porovnání se skupinami krmnými čerstvou nebo silážovanou jetelotrávou i v porovnání se zkrmováním vojtěškových úsušků v množství 10 % ( $P < 0,05$ ). Nejvyšší intenzita zabarvení žloutku byla zjištěna při zkrmování čerstvé jetelotravní píce *ad libitum* a při zkrmování směsí s obsahem 5 % jetelotravních úsušků.

Jetel by se mohl stát potenciální plodinou využitelnou ve výživě nosnic v alternativních či ekologických chovech, a to především v případě, že je podnik schopen efektivní výroby úsušků.

## 6 SOUHRN

Vejce jsou považována za jednu z nejdůležitějších komodit lidské výživy. Kvalitativní složení vajec nosnic závisí také na způsobu chovu a zejména na jejich výživě. Zvyšující se trend alternativních chovů v EU, reagující na zvýšení poptávky spotřebitelů po tomto sortimentu zboží, postupně zasáhl i Českou republiku, a lze očekávat jeho další rozšiřování. Velmi výrazně mohou také pícniny ovlivňovat zbarvení produktů; žloutky vajec, což může mít zásadní vliv v ekologických systémech chovu. Druh, kvalita, popřípadě způsob konzervace mohou vlastnosti píce výrazně ovlivnit. Cílem studie bylo zjistit vliv zkrmování úsušků čtyř druhů hlavních pícnin a vliv různé konzervace pícnin nosnicím na kvalitu vajec a senzorické vlastnosti vajec v rámci dvou pokusů. Při zkrmování sušených pícnin zařazených v 5% koncentraci do krmné směsi nosnic byla zjištěna u vajec nosnic krmených úsušky z jetelů a jílku statisticky průkazně vyšší Haughovy jednotky oproti kontrolní skupině ( $P < 0,05$ ). Úsušky neměly průkazný vliv na pevnost skořápky. Pět procentní podíl úsušku jetelů zvýšil intenzitu zabarvení žloutků na 11,5 při subjektivním hodnocení na stupnici FAN podle La Roche, což bylo průkazně vyšší zabarvení v porovnání s přidavkem úsušků z jílku vytrvalého nebo vojtěšky seté ( $P < 0,05$ ). Výsledky senzorického hodnocení vajec nebyly statisticky průkazné. V obsahu cholesterolu ve vejcích nebyl mezi skupinami průkazný rozdíl.

Zkrmování silážované, čerstvé i sušené jetelotravní píce nemělo průkazný vliv na hmotnost vajec a pevnost skořápky. Statisticky průkazně vyšší Haughovy jednotky byly zjištěny u skupiny krmené směsí s 5 % úsušků z jetelotravní píce v porovnání se skupinami krmenými čerstvou nebo silážovanou jetelotrávou i v porovnání se zkrmováním vojtěškových úsušků v množství 10 % ( $P < 0,05$ ). Nejvyšší intenzita zabarvení žloutku byla zjištěna při zkrmování čerstvé jetelotravní píce *ad libitum* a při zkrmování směsí s obsahem 5 % jetelotravních úsušků.

Jetel by se mohl stát potenciální plodinou využitelnou ve výživě nosnic v alternativních či ekologických chovech, a to především v případě, že je podnik schopen efektivní výroby úsušků.

## 7 SUMMARY

Eggs are considered one of the most important commodities in human nutrition. The qualitative composition of hen eggs also depends on the method of rearing and, particularly, on their nutrition. The increasing trend of alternative rearing systems in the EU, responding to the rising consumer demand for this type of product, has gradually affected the Czech Republic as well, and further expansion can be expected. Forage crops can also significantly influence the coloration of products, such as egg yolks, which can have a crucial impact in organic farming systems. The type, quality, or method of preservation can significantly affect the properties of the forage.

The aim of the study was to determine the effect of feeding dried forages from four main types of forage crops and the impact of different preservation methods of these forages on the quality of eggs and the sensory properties of eggs in two trials. When dried forages were included at a 5% concentration in the laying hens' feed mixture, eggs from hens fed with dried clover and ryegrass forages had statistically significantly higher Haugh units compared to the control group ( $P < 0.05$ ). The dried forages did not have a significant effect on eggshell strength. A five percent inclusion of dried clover increased the yolk color intensity to 11.5 on the subjective FAN scale according to LaRoche, which was a significantly higher coloration compared to the addition of dried ryegrass or alfalfa forages ( $P < 0.05$ ). The results of the sensory evaluation of the eggs were not statistically significant. There was no significant difference in cholesterol content in the eggs among the groups.

Feeding ensiled, fresh, and dried clover-grass forage had no significant effect on egg weight and eggshell strength. Statistically significantly higher Haugh units were observed in the group fed with a mixture containing 5% dried clover-grass forage compared to groups fed with fresh or ensiled clover-grass forage and compared to feeding with 10% alfalfa forages ( $P < 0.05$ ). The highest yolk color intensity was found when feeding fresh clover-grass forage ad libitum and when feeding mixtures containing 5% dried clover-grass forages.

Clover could become a potential crop for use in the nutrition of laying hens in alternative or organic farming systems, especially if the farm is capable of efficient production of dried forages.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) ABDEL-WARETH A. A. A., LOHAKARE J.D., 2014: Effect of dietary supplementation of peppermint on performance, egg quality, and serum metabolic profile of Hy-Line Brown hens during the late laying period. *Animal feed science and technology*. 197: 114–120.
- 2) ANTELL S., CISZUK P., 2006: Forage consumption of laying hens - The crop content as an indicator of feed intake and AME content of ingested forage. *Archiv für Geflügelkunde*. 70: 154–160.
- 3) GRELA E.R., OGNIK K., CZECH A., MATRAS J., 2014: Quality assessment of eggs from laying hens fed a mixture with lucerne protein concentrate. *Journal of animal and feed science*. 23: 236–243.
- 4) HAMMERSHOJ M., JOHANSEN N. F., 2016: The effect of grass and herbs in organic egg production on egg fatty acid composition, egg yolk colour and sensory properties. *Livestock science*. 194: 37–43.
- 5) HORSTED K., 2006: Increased Foraging in Organic Layers. Department of Agroecology, University of Aarhus. Faculty of Agricultural Sciences. PhD Thesis.
- 6) KARSTEN H.D., PETTERSON P.H., STOUT R., CREWS G., 2010: Vitamin A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens. *Renewable agriculture and food systems*. 25:45–54.
- 7) KESHAVARZ K., 1991: Effect of Calcium Sulfate (Gypsum) in combination with different sources and forms of calcium carbonate on acid-base balance and eggshell quality. *Poultry science*. 70(8): 1723–1731.
- 8) MOURAO J.L., PINHEIRO V.M., PRATES J.A.M., BESSA R.J.B., FERREIRA L.M.A., FONTES C.M.G.A., PONTE P.I.P., 2008 a: Effect of Dietary Dehydrated Pasture and Citrus Pulp on the Performance and Meat Quality of Broiler Chickens. *Poultry science*. 87(4): 733–743.
- 9) MUGNAI C., SOSSIDOU E. N., DAL BOSCO A., RUGGERI S., MATTIOLI S., CASTELLINI C., 2014: The effects of husbandry system on the grass intake and egg

nutritive characteristics of laying hens. *Journal of the science of food and agriculture*. 94(3): 459–67.

- 10) PELIKÁN J., HÝBL M., 2012: Rostliny čelidi Fabaceae LINDL. (bobovité) České republiky (se zvláštním zaměřením na druhy významné pro zemědělství). *Zemědělský výzkum, spol. s.r.o. Troubsko*. str. 230. ISBN: 978-80-905080-2-6.
- 11) RUHNKE I., 2015. Free-range egg production in Australia - industry trends and challenges. Lohmann Tierzucht. (online), dostupné na:  
[http://www.ltz.de/en/news/lohmann-information/4.Ruhnke\\_Free-range-egg-production-in-Australia-2\\_2015.php](http://www.ltz.de/en/news/lohmann-information/4.Ruhnke_Free-range-egg-production-in-Australia-2_2015.php)
- 12) SILVERSIDES F.G., LEFRANCOIS M. R., 2005: The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *British Poultry Science*. 46: 231–235.
- 13) SKŘIVAN M., ENGLMAIEROVÁ M., 2014: The deposition of carotenoids and alpha-tocopherol in hen eggs produces under a combination of sequential feeding and grazing. *Animal feed science and technology*. 190: 79–86.
- 14) SKŘIVAN M., ENGLMAIEROVÁ M., 2015: Metodika: Chov slepic na pastvě zvyšuje obsah vitamínu a karotenoidů ve vejcích. VÚŽV v.v.i., *Praha Uhřetěves*. ISBN: 978-80-7403-138-0.
- 15) STEENFELDT S., KJAER J. B., ENGBERG R. M., 2007: Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour. *British poultry science*. 48(4): 454–468.
- 16) TREI, G., HENNING, A. C., LOTT, M., HÖRNING, B., 2013: Auslaufnutzung von Legehennen und Nahrungsangebot im Grünauslauf bei mobiler Haltung im Sommerhalbjahr. *12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Bonn, Deutschland, 5.–8. März.
- 17) VAN DEN BRAND H., PARMENTIER H. K., KEMP B., 2004: Effect of housing system (outdoors vs cages) and age of laying hen on egg characteristics. *British poultry science*. 45(6): 745–752.

- 18) ZELENKA J., 2014: Výživa a krmení drůbeže. *Agriprint*. str. 145. ISBN: 978-80-87091-53-1.