

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



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

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jiří Čejka

Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru

Vedoucí práce: doc. Ing. Lukáš Zita, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Technologická hodnota vajec slepic nosného typu v závislosti na systému ustájení a jejich věku" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Lukáši Zitovi, Ph.D. za vstřícný přístup, rady a odborné připomínky při vedení mé diplomové práce. Poděkování i mé rodině za podporu a trpělivost po dobu mého studia.

Technologická hodnota vajec slepic nosného typu v závislosti na systému ustájení a jejich věku

Souhrn

Technologická hodnota vajec je ovlivněna řadou vnitřních a vnějších faktorů, mezi které patří věk nosnic a systém ustájení. Cílem diplomové práce bylo zhodnotit rozdíly v technologické hodnotě vajec v závislosti na těchto faktorech. Do sledování byla zařazena vejce od slepic nosného typu z obohacených klecí a podestýlkového systému. Vejce byla sbírána v pravidelných 28 denních intervalech, od 24. do 60. týdne věku nosnic, vždy 180 kusů z každého systému ustájení. Z ukazatelů kvality byla hodnocena hmotnost vejce, žloutku, bílku, skořápky, jejich podíly z vejce apod. Sledované parametry byly ve většině případů průkazně ovlivněny nejen věkem nosnic, ale i systémem ustájení. Hmotnost vajec se s věkem nosnic průkazně zvyšovala (z 58,02 g na 66,96 g). Vejce od slepic z podestýlky byla průkazně těžší než vejce od slepic z obohacených klecí (+2,21 g). Index žloutku a bílku se s věkem nosnic snižoval (ze 44,73 na 41,16 % a z 8,50 % na 6,38 %, resp.). Haughovy jednotky se s věkem snížily a byly vyšší (+3,10) u podestýlkového systému ustájení. Pevnost skořápky byla vyšší (+2,28 N.cm⁻²) u vajec z klecí. Např. tloušťka skořápky nebyla významně ovlivněna věkem ani systémem ustájení. Na základě zjištěných výsledků se potvrdila stanovená hypotéza o průkazném vlivu věku a systému ustájení na kvalitu vajec. Kvalitnější vejce byla, na základě hodnocených parametrů, od slepic z podestýlky a byl potvrzen trend zhoršování kvality vajec s věkem nosnic.

Klíčová slova: slepice; věk; klece; podestýlka; kvalita

The technological value of the eggs from the laying hens, depending on the housing system and their age

Summary

The technological value of the eggs is influenced by many internal and external factors, including the age of hens and their housing system. The aim of the thesis was to evaluate differences in the technological value of the eggs, depending on these factors. To monitoring was included the eggs from the laying hens in the enriched cages and on the litter system. The eggs were collected at regular 28 day intervals, at the age of hens from 24th to 60th week (180 eggs per system). Of the quality indicators were assessed the weight of egg, yolk, albumen, eggshell and their share of the eggs etc. Parameters were in most cases, influenced not only by age of hens, but also the housing. The weight of the eggs was significantly increased depending on age of the hens (from 58.02 g to 66.96 g). The eggs of the hens bred on the litter were significantly heavier than the eggs of the hens from the cages (+2.21 g). The index of yolk and albumen were decreasing depending on age (from 44.73 to 41.16% and from 8.50% to 6.38%, resp.). The Haugh unit decreased with age and were higher (+3,10) for the litter. The strength of shell was higher (+2,28 N.cm⁻²) for eggs from cages. E.g. thickness of the shell was not significantly influenced by the housing system. On the based of the results was confirmed the hypothesis about influence of age and the housing system on the quality of the eggs. On the based on the evaluated parameters were the higher-quality eggs from the hens which was bred on the bedding and was confirmed the deteriorating the quality of the eggs related to the age of hens.

Keywords: hens; age; cages; litter; quality

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce a vědecká hypotéza	2
3. Literární přehled.....	3
3.1. Systémy chovu slepic nosného typu	3
3.2. Kvalitativní vlastnosti a složení vajec.....	10
3.3. Vliv věku nosnic a systému ustájení na kvalitu vajec	13
4. Materiál a metodika	15
4.1. Použitý genetický materiál.....	15
4.2. Podmínky ustájení.....	17
4.3. Výživa a krmení.....	18
4.4. Rozbory vajec a sledované parametry.....	20
4.5. Statistické vyhodnocení.....	24
5. Výsledky	25
6. Diskuse.....	37
7. Závěr.....	42
8. Seznam použité literatury	44
9. Přílohy	55

1. Úvod

Chov drůbeže je rozšířen po celém světě. Není to jen z důvodu produkce drůbežího masa, ale také pro produkci vajec. Primární úlohou vajec je reprodukce a zachování druhu. Látky obsažené ve vejci jsou zdrojem potravy pro nového jedince do doby vylíhnutí. Převažujícími složkami sušiny vajec jsou bílkoviny a tuky. Vejce patří mezi potraviny s nejvyváženějším obsahem nutričně významných látek a zároveň i s jejich vysokou a snadnou stravitelností. Pro svoji velkou výživovou hodnotu a stravitelnost se řadí mezi oblíbené potraviny. Svoje využití ale najdou i v různých odvětvích průmyslu, zejména v potravinářském nebo farmaceutickém. Mezi drůbežími vejci zaujímají v produkci nejvýznamnější podíl vejce slepičí. Česká republika je z větší části v produkci konzumních vajec soběstačná. Zbývá část je řešena dovozem vajec z ostatních zemí.

V posledních letech rostou nároky spotřebitelů na kvalitu potravin. To sebou přináší i vyšší nároky na chovatele drůbeže, ať již při produkci masa u jatečné drůbeže, tak i při produkci konzumních vajec. Nezanedbatelnou roli v tom hrají také životní podmínky drůbeže. Ty byly s ohledem na welfare drůbeže stanoveny ve směrnici Evropské komise č. 1999/74 ES. Ta specifikuje povolené způsoby ustájení drůbeže při chovu. V současné době je možné používat buď obohacené klece, nebo alternativní systémy ustájení. Těmi jsou zejména voliéry a podestýlkové chovy. Podestýlkové chovy mohou být navíc spojené s venkovním výběhem. Kromě již zmíněných systémů je důležité zmínit i ekologické chovy a chov drůbeže u drobných chovatelů.

2. Cíl práce a vědecká hypotéza

Cílem diplomové práce bude porovnat kvalitu vajec, především jejich technologickou hodnotu, u nosného typu slepic v závislosti na systému ustájení a jejich věku.

Hypotézou je, že technologická hodnota vajec je průkazně ovlivňována nejen systémem ustájení, ale především věkem nosnice.

3. Literární přehled

3.1. Systémy chovu slepic nosného typu

Systém chovu nosnic má velký vliv na kvalitu vajec, a to včetně jejich fyzikálně-chemických vlastností. (Giannenas et al., 2009). V rámci chovu slepic nosného typu se využívá několik systémů ustájení. Těmi jsou voliérový chov, podlahový chov, výběhový chov a klecový chov, který se dále dělí dle použití neobohacených klecí (od 1. 1. 2012 zakázány) a obohacených klecí. Také uvádí, že vyšší spotřeba vajec vedla k postupnému nahrazování výběhových chovů chovem nosnic na hluboké podestýlce, roštových podlahách, a zejména pak ke klecovému chovu (Košář et al., 2004). Dalším chovným systémem jsou také ekologické chovy drůbeže. Samostatnou kapitolou jsou u nás velmi rozšířené drobnochovy.

Legislativně je způsob chovu nosnic upraven v směrnici Rady č. 74/1999 EK. U nás je tato legislativa zapracována do vyhlášky Ministerstva zemědělství číslo 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat. V této vyhlášce jsou uvedeny minimální požadavky pro chov nosnic v různých systémech ustájení. Pro všechny systémy platí, že hladina hluku musí být snížena na minimum, osvětlení musí být takové, aby se nosnice vzájemně mohly vidět a být viděny a aby mohly vizuálně zkoumat své okolí a vykazovat běžnou úroveň činností. Musí být dodržen dvacet čtyř hodinový režim osvětlení a nepřerušovanou

dobou tmy trvající jednu třetinu dne. Stmívání musí být postupné (Anonym, 2004).

Leyendecker et al. (2001a) zkoumali vliv genotypu a systému ustájení nosnic na kvalitu vajec. Byly zkoumány tři systémy ustájení. Klecové chovy, voliéry a podestýlkové chovy. Ve všech chovech byly zachovány stejné podmínky. Nejvyšší podíl popraskaných a rozbitých vajec byl registrován ve voliérovém systému. Spotřeba potravin v přepočtu na kg vaječné hmoty byla vyšší v podestýlkovém systému v porovnání klecovými systémy.

Klecové chovy

Celosvětově nejrozšířenější a nejefektivnější způsob chovu nosnic k produkci vajec je využití klecových chovů. Směrnice rady Evropské unie č. 1999/74 ES přesně definuje podmínky ustájení nosnic v klecových systémech. Pro členské státy Evropské unie je zakázáno od 1. ledna 2012 používat k chovu konvenční klece. Ty obsahovaly pouze základní technické vybavení pro chov, kterým je krmení, napájení, odklizení trusu a sběr vajec. V současné době jsou jedinou povolenou variantou klece obohacené. Ty jsou kromě výše uvedeného navíc vybaveny hnízdem ke snášení vajec, zařízením pro obrušování drápů a popelištěm.

Uzavření nosnic v omezeném prostoru s vytvořením zón (uliček) bez drůbeže, i častý odkliz trusu z haly, spojený v řadě případů s možností jeho předsoušení, snižuje oproti podlahovým způsobům chovu produkci amoniaku i prach. Vyšší hustota osazení zlepšuje v chladných měsících tepelnou bilanci hal, při malém pohybu nosnic i konverzi krmiva (Košář et al., 2004). V klecích se snadněji udržují malé stabilní skupiny, což přispívá ke snížení

agresivity, kanibalismu a zvyšuje produkci vajec a hygienu (Vits et al., 2005). V obohacených klecích je vyšší výskyt znečištěných vajec než v klecích neobohacených, naopak vajec s poškozenou skořápkou je více v klecích konvenčních (Wall et Tauson, 2002).

Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat (Anonym, 2004) v § 10 stanoví minimální standardy pro obohacené klecové systémy. Všechny klece v obohacených klecových systémech musí splňovat minimálně následující požadavky

a) nosnice musí mít

1. nejméně 750 cm² prostoru v kleci na jednu nosnici, z toho 600 cm² využitelné plochy; výška klece jiná než ta, která je nad využitelnou plochou, musí být alespoň 20 cm v každém bodě a žádná klec nesmí mít celkovou plochu menší než 2000 cm²,

2. hnízdo,

3. stelivo, které umožňuje klování a hrabání,

4. vhodné hřady skýtající nejméně 15 cm na jednu nosnici,

b) musí být zajištěno žlábkové krmítko, které je možno používat bez omezení; délka krmného prostoru musí být nejméně 12 cm na jednu nosnici v kleci,

c) každá klec musí mít napájecí systém přiměřený velikosti skupiny; tam, kde jsou kapátkové napáječky, musí mít každá nosnice v dosahu nejméně dvě kapátkové nebo kalíškové napáječky,

d) pro usnadnění kontroly, instalace a snížení počtu nosnic musí být mezi řadami klecí ulička o minimální šířce 90 cm a mezi podlahou budovy a spodní řadou klecí musí být ponechána mezera nejméně 35 cm,

e) klece musí být vybaveny vhodnými prostředky pro zkracování drápů.

Alternativní a ekologické chovy

Jako alternativní chovy ke klecovým chovům se používají voliérové chovy, bezvýběhové chovy na podestýlce a výběhové chovy (Skřivan et al., 2000). Rodenburg et al. (2008) při svém experimentu pozorovali nosnice v obohacených klecích a alternativních systémech ustájení se zaměřením, mimo jiné na jejich chování a tělesnou kondici. Zjistili, že u neklecových systémů byly nosnice více aktivní a více projevovaly přirozené chování, navíc měly silnější kosti. Naopak v obohacených klecích měly nosnice nižší mortalitu a nižší výskyt zlomenin kostí. Avšak rozdíly mezi systémy ustájení nebyly až tak významné a z hlediska životních podmínek mají klece i alternativní způsoby ustájení své výhody i nevýhody.

Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat (Anonym, 2004) v § 9 stanoví minimální standardy pro ochranu nosnic v alternativních systémech chovu.

1) Všechny nově budované nebo rekonstruované alternativní systémy chovu a všechny systémy chovu poprvé uváděné do provozu musí splňovat pro všechny nosnice následující požadavky

a) žlábkové krmítko poskytující nejméně 10 cm délky krmného prostoru na jednu nosnici, nebo kruhové krmítko poskytující nejméně 4 cm délky krmného prostoru na nosnici,

- b)** nepřetržitou žlábkovou napáječku poskytující 2,5 cm délky napájecího prostoru na nosnici, nebo kruhové napáječky poskytující 1 cm délky napájecího prostoru na nosnici,
 - c)** tam, kde se používají kapátkové nebo kalíškové napáječky, nejméně jedna taková napáječka pro každých 10 nosnic. Tam, kde jsou instalována napájecí zařízení, musí mít každá nosnice v dosahu nejméně dvě kapátkové nebo kalíškové napáječky,
 - d)** nejméně jedno hnízdo pro každých 7 nosnic. Pokud se používají skupinová hnízda, musí být nejméně 1 m² hnízdního prostoru pro maximálně 120 nosnic,
 - e)** přiměřené hřady, bez ostrých okrajů, skýtající nejméně 15 cm na jednu nosnici. Hřady nesmí být instalovány nad stelivem a vodorovná vzdálenost mezi hřady a stěnou musí být nejméně 20 cm,
 - f)** nejméně 250 cm² prostoru se stelivem na jednu nosnici, přičemž stelivo zabírá nejméně jednu třetinu plochy.
- 2)** Podlaha musí být konstruována tak, aby poskytovala přiměřenou oporu každému z dopředu směřujících prstů obou běháků.
- 3)** Pokud se používají systémy chovu, kde se nosnice mohou volně pohybovat mezi různými podlažími,
- a)** nesmějí zde být umístěna více než čtyři podlaží,
 - b)** výška (světlost) mezi podlažími musí být nejméně 45 cm,
 - c)** napájecí a krmná zařízení musí být rozmístěna tak, aby poskytovala stejný přístup všem nosnicím,
 - d)** podlaží musí být uspořádána tak, aby se zabraňovalo padání trusu do nižších podlaží.
- 4)** Pokud mají nosnice přístup k volným otevřeným výběhům,
- a)** musí být k dispozici několik otvorů umožňujících přímý přístup do venkovního prostoru, nejméně 35 cm vysokých a 40 cm

širokých, a táhnoucích se podél budovy po celé její délce; v každém případě musí být na skupinu čítající 1000 nosnic dostupných celkem 2 m otvorů,

b) výběhy musí být na ploše rozměrem vyhovující hustotě osazení a povaze pozemku, aby nedocházelo ke kontaminaci,

c) výběhy musí být vybaveny přístřeškem na ochranu před nepříznivými klimatickými vlivy a predátory a v případě potřeby vhodnými napáječkami.

5) Hustota osazení nesmí překročit 9 nosnic na 1 cm² využitelné plochy.

Voliérové chovy

Voliérové chovy jsou kombinací obohacených klecí a podestýlkového chovu. Nosnice jsou umístěny v otevřených klecích, které mohou být umístěné ve dvou až čtyřech patrech nad sebou. Mezi klecemi nejsou umístěny oddělovací přepážky. V prostoru mezi klecemi je na zemi umístěna podestýlka. Tento způsob je efektivnější, neboť umožňuje oproti podestýlkovému chovu zvýšit kapacitu haly. Voliéry mají stejně jako obohacené klece šikmé podlahy, aby se vejce skutálelo na sběrný pás a minimalizovala se tak kontaminace trusem. V klecích jsou umístěny napáječky, snášková hnízda a krmicí pás. Celkově jsou však z ekonomického hlediska alternativní systémy chovu méně výhodné než klasické klecové systémy (Tůmová, 2007). Abrahamsson et al. (1996) uvádějí, že úhyn, kanibalismus a stav kostí je daleko více ovlivněn systémem ustájení než genotypem a výživou, kdy vyšší úhyn, agresivita a kanibalismus byly zjištěny ve voliérovém systému ustájení než u bateriových klecí.

Podestýlkové chovy

Způsob chovu nosnic ustájením na podestýlce umožňuje chovat pouze nižší koncentraci na podlahové ploše. Dle výše uvedené vyhlášky nesmí být překročen počet 9 nosnic na 1 m² podlahové plochy (Anonym, 2004).

Při velkém podílu roštové podlahy, na které si nosnice očistí běháky, při uzavíratelných hnízdech s pečlivou kontrolou jejich čistoty a mechanizovaném sběru vajec v průběhu dne, je kvalita vajec, kromě intenzivního zbarvení žloutku, při nižších výrobních nákladech, lepší než z výběhových chovů (Košař et al., 2004). Ve srovnání s vejci vyrobenými v klecových chovech jsou výrobní náklady z podestýlkových systémů vyšší v důsledku vyšší spotřeby krmiva na výrobu vajec, nižší užitkovosti ovlivněné zvýšeným počtem vyklovaných a nestandardních vajec, vyšším podílem hůře zpeněžených vajec skupiny B, zvýšeným úhynem, nižší produktivitou práce apod. (Košař et al., 2004).

Ekologické chovy

Na významu a oblibě nabývá u spotřebitelů produkce potravin z ekologického zemědělství. Ekologické zemědělství je moderní formou hospodaření bez používání chemických látek. Umožňuje produkovat vysoce kvalitní potraviny a je nedílnou součástí agrární politiky ČR. Ekologické zemědělství přináší výhody pro spotřebitele, chovaná zvířata i okolní životní prostředí (Dvořáčková, 2016).

Vejce produkovaná nosnicemi v podmínkách ekologického zemědělství jsou obecně pokládána za kvalitnější než ta, která jsou

produkována zemědělstvím konvenčním. Významným rozdílem u vajec z ekologického zemědělství a ostatních chovů je tloušťka skořápky vajec, která je u vajec získaných z ekologických chovů větší oproti ostatním. Vliv ekologického způsobu chovu se na hmotnost vejce a jeho složení dosud neprokázal. Pro konzumenty je ekologický chov pouze zárukou, že vejce neobsahují rezidua léčiv. Také to, že nosnice žily v příznivém a nestresujícím životním prostředí, měly volný pohyb a byly krmeny kvalitním krmivem pocházejícím především z ekologického zemědělství (Lampkin, 1997).

Drobnochovy

V České republice má domácí chov drůbeže dlouhou tradici. Vedle intenzivní výroby vajec a drůbežího masa ve velkochovech je stále více než polovina stavů drůbeže chována u drobnochovatelů. Nemalou skupinu tvoří zájmoví chovatelé, kteří mají chov drůbeže jako koníčka, který jim skýtá aktivní odpočinek. Drobní chovatelé mají také velkou zásluhu na udržení genových zdrojů (Šonka et al., 2006).

3.2. Kvalitativní vlastnosti a složení vajec

Kvalita konzumních vajec je dána nutriční a technologickou hodnotou vajec. Nutriční hodnotu vajec určuje obsah živin, jejich stravitelnost a organoleptické vlastnosti. Technologická hodnota vajec vyjadřuje kvalitu z hlediska jejich využití. Při technologickém hodnocení se posuzuje vejce jako celek, tedy jeho hmotnost a tvar, dále pak jeho jednotlivé komponenty – bílek,

žloutek a skořápka (Englmaierová, 2012). Nys et al. (2011) rozdělují nejdůležitější kritéria kvality na vnější a vnitřní. Mezi vnější patří velikost (hmotnost) a tvar vejce, dále barva skořápky, její pevnost, tloušťka, procentní zastoupení, deformace a měrná hmotnost. Mezi vnitřní řadí čerstvost, viskozitu, tvorbu emulze a pěny, pekařskou kvalitu, barvu žloutku, chuť a vůni a nutriční hodnotu. Kvalita vajec je obvykle charakterizována hmotností vejce a indexem jeho tvaru, hmotností, podílem, tloušťkou a pevností skořápky, hmotností a podílem žloutku a bílku, jejich indexy, popřípadě barvou žloutku a výskytem krevních a masových skvrn (Arent et al., 1997). Jedním z ukazatelů technologické hodnoty vajec je jejich hmotnost. Hmotnost vejce je ovlivněna genotypem, hmotností nosnice, intenzitou snášky, pohlavní dospělostí, věkem nosnice a perzistencí snášky (Ledvinka et al., 2008). Hmotnost vajec je důležitým faktorem pro zařazení do jednotlivých hmotnostních tříd. Hmotnostní vyrovnanost vajec je důležitá zejména z technologického hlediska, pro balení vajec a jejich dopravu (Hejlová, 2001). Optimální hodnota indexu tvaru vejce je 74 % (Bell et al., 2002). Hmotnost vajec také ovlivňuje plemeno, genetické faktory, roční období a délka snášky, přičemž standardní hmotnost vejce je okolo 58 až 62 g (Steinhausarová et al., 2003). Z hlediska spotřebitelů je nedůležitější barva žloutku a barva skořápky, z chemického složení také nižší obsah cholesterolu, vyšší obsah nenasycených mastných kyselin a vitaminů, ale i čerstvost vajec (Krawczyk, 2009).

Jednou ze složek vejce je žloutek. U žloutku se sledují vybrané parametry. Podíl žloutku se pohybuje mezi 30–35 % a nacházejí se v něm zejména tuky a bílkoviny. Podíl bílku se pohybuje v rozmezí 52–58 % a je zdrojem vody a bílkovin.

Zbývajících 9–14 % připadá na skořápku, ve které jsou obsaženy zejména minerální látky (Ledvinka et al., 2011). Index tvaru žloutku se udává, jako poměr výšky a průměr dvou na sebe kolmých měření šířky žloutku. Výpočtem tohoto indexu je charakterizován jeho tvar. Index kvality žloutku dosahuje vyšších hodnot u mladších nosnic v porovnání se staršími (Bozkurt et Tekerli, 2009; Zita et al., 2009; Ledvinka et al., 2012). Barva žloutku se pohybuje v širokém rozmezí od světle žluté až po sytě oranžovou (Míková, 2012).

U bílku se hodnotí tzv. Haughovy jednotky, které vyjadřují kvalitu bílku zjištěnou pomocí vztahu mezi výškou tuhého bílku a hmotností celého vejce. Staly se nejpoužívanější metodou pro měření vnitřní kvality vajec. (Mountney et Parkhurst, 1995). Obdobně Kondaiah et al. (1983) udávají, že výpočet Haughových jednotek je matematický postup, který je považován za objektivní ukazatel měření vnitřní kvality vajec. Jones et al. (2010) zjistili, že na Haughovy jednotky má mimo jiné prokazatelný vliv i genotyp, neboť vejce s bílou barvou skořápky měla vyšší hodnoty Haughových jednotek než vejce s hnědou barvou skořápkou.

Dalším ukazatelem je kvalita skořápky. Kvalita skořápky se s rostoucí věkem nosnic zhoršuje (Roberts et al., 2013). Kvalita skořápky je pro potravinářský průmysl jedním z nejvýznamnějších faktorů, který ekonomicky ovlivňuje produkci vajec. Mezi hlavní faktory, které určují kvalitu a strukturu vaječné skořápky je čas snesení, věk, genotyp a systém ustájení. Kvalitu skořápky lze zlepšit optimalizací genotypu, systémem ustájení a minerální výživou (Ketta et Tůmová, 2016).

3.3. Vliv věku nosnic a systému ustájení na kvalitu vajec

Kvalita vajec může být ovlivněna mnoha faktory, jako je původ slepic, genotyp (Campo et al., 2007; Zemková et al., 2007; Zita et al., 2009), věk slepic nosného typu (Ledvinka et al., 2008; Singh et al., 2009; Zita et al., 2009) a v neposlední řadě také výživa a systém ustájení (Sarica et al., 2008, 2009; Yenice, et al., 2016).

Věk nosnic je jedním z významných faktorů, který ovlivňuje hmotnost vajec (Ledvinka et al., 2000). Hmotnost vajec v prvních třech měsících snášky se průkazně zvyšuje. Obecně platí, že na začátku snášky produkují nosnice vejce, která mají nižší hmotnost a menší velikost než vejce slepic v plném produkčním období, a že s věkem se hmotnost vajec zvyšuje na rozdíl od snášky. S hmotností vejce souvisí i jeho velikost a tvar. Tvar vajec je ovlivňován jednak rozdíly mezi druhy, plemeny, liniemi, ale mění se také v průběhu snáškového období. Vejce snesená na začátku snáškového období nemají ještě tvar typický pro nosnici. S věkem nosnice se délka vajec prodlužuje a narůstá i počet tvarově změněných a nadměrně velikých vajec (Ledvinka et Klesalová, 2002a). Peebles et al. (2000), Silversides et Scott (2001), Oloyo (2003), Van den Brand et al. (2004), Rizzi et Chiericato (2005) také zjistili, že se hmotnost vajec zvyšuje s věkem slepic. Na druhou stranu, Zemková et al. (2007) uvádějí, že hmotnost vajec nebyla průkazně ovlivněna věkem nosnic. Věk nosnic také signifikantně zvýšil hmotnost žloutku (Van den Brand et al. 2004) a podíl žloutku (Rizzi et Chiericato, 2005; Mitrovic et al., 2010).

Věk nosnice také snižuje procentuální podíl vaječného bílku (Zita et al., 2009; Mitrovic et al., 2010). Mitrovic et al. (2010) také zaznamenali u starších nosnic vyšší podíl skořápky. Van den Brand et al. (2004) dále neshledali vliv věku slepic na tloušťku skořápky a index tvaru vejce se snižoval s věkem slepic. Kdežto Anderson et al. (2004) konstatují, že tloušťka a pevnost skořápky během snášky obvykle klesá.

Jako jeden z faktorů vnější povahy je důležitý systém ustájení. Pavlovski et al. (2001), Roland et al. (1997) a Klecker et al. (2003) uvádějí kvalitnější skořápku u slepic chovaných v klecích. Jedná se především o skořápku pevnější a silnější. Také shledali u vajec od slepic z klecového systému vyšší index tvaru vejce, index žloutku a kvalitu bílku danou Haughovými jednotkami, v porovnání s vejci od slepic z podestýlkových chovů a voliér. Oproti tomu Mohan et al. (1991) zjistili v alternativním systému ustájení vyšší Haughovy jednotky než při ustájení v klecových systémech. Taktéž Vits et al. (2005) uvádějí nižší pevnost skořápky u vajec od slepic z klecí.

4. Materiál a metodika

Diplomová práce byla zaměřena na zhodnocení technologické hodnoty vajec v závislosti na systému ustájení a věku slepic nosného typu. V rámci experimentu byla využita konzumní vejce slepic nosného typu pocházející z komerčního chovu.

4.1. Použitý genetický materiál

Pokus byl realizován na genotypu Lohmann Brown – Lite, který byl vyšlechtěn německou společností pro chov nosnic Lohmann Tier Zucht. Lohmann Brown – Lite je produkt určený pro trhy, které upřednostňují menší vejce a lepší konverzi krmiva.

**LOHMANN
BROWN-LITE**

LAYERS



Obr. 1: Lohmann Brown – Lite (Anonym, 2016).

Tabulka č. 1: Charakteristika užítkovosti Lohmann Brown – Lite (Anonym, 2016).

Produkce vajec	Věk při 50% produkci	140 – 150 dní
	Vrchol snášky	93 – 95 %
	Počet vajec na jednu nosnici (ks)	
	za 12 měsíců snášky	320 – 325
	za 14 měsíců snášky	360 – 365
	za 16 měsíců snášky	405 – 410
	Vaječná hmota na slepici (kg)	
	za 12 měsíců snášky	20,0 – 20,5
	za 14 měsíců snášky	22,5 – 23,0
	za 16 měsíců snášky	25,0 – 26,0
	Průměrná hmotnost vajec (g)	
	za 12 měsíců snášky	62,0 – 63,0
	za 14 měsíců snášky	62,5 – 63,5
	za 16 měsíců snášky	62,5 – 63,5
Charakteristika vajec	Barva skořápky	hnědá
	Pevnost skořápky	> 40 Newton
Spotřeba krmiva	1. – 20. týden věku	7,4 – 7,8 kg
	Denní	110 – 120 g
	Konverze krmiva	2,0 – 2,1 kg/kg vaječné hmoty
Živá hmotnost	Ve 20 týdnech	1,55 – 1,65 kg
	Na konci snášky	1,90 – 2,10 kg
Životaschopnost	Odchov	97 – 98 %
	Období snášky	93 – 95 %

4.2. Podmínky ustájení

Ve sledovaném provozu jsou v režimu podestýlkového systému ustájení provozovány čtyři haly, v každé z hal je umístěno 6840 ks nosnic. Celkem v je v podestýlkovém systému ustájení 27 360 ks nosnic. Rozměr každé z hal je 13,5 x 90 x 2,6 m. Užité plocha každé z hal činí 1040 m². V jednotlivých halách je 480 m² roštů, 561 m² podestýlky, 60,48 m² hnízd, 1092 m hřadu, 684 m krmné hrany a 780 napájecích niplů (kapátkové napáječky). K ustájení je využívána technologie firmy Jansen. Jako podestýlka je v halách umístěna řezaná sláma. Na boku budovy jsou umístěny ventilační nasávací klapky a ve střeše ventilátory. Po vyskladnění nosnic je celá technologie rozebrána. Za pomoci techniky je z hal odklizen nahromaděný trus s podestýlkou a zbytky krmiva. Poté je provedena důkladná dezinfekce celé haly a technologií. Následně jsou technologie nainstalovány zpět do hal, provedena dezinfekce plynováním, větrání a vše připraveno pro další snáškový cyklus.

V režimu ustájení v obohacených klecích jsou čtyři stejné haly o rozměrech 13,5 m x 90 m x 2,6 m. V každé hale je umístěno 22 848 kusů nosnic. Celkem je tedy v klecovém systému ustájení 91 392 kusů nosnic. Ve sledovaném provozu jsou použity k chovu nosnic klece od českého výrobce Kovobel, v.d.. Klece jsou umístěny ve třech etážích. Délka klece (modulu) je 120 cm a hloubka 90 cm. Při umístění čtrnácti nosnic připadá v kleci podlahová plocha 771 cm² na jednu nosnici. Výška klece činí 45 cm a sklon podlahy je 7,5°. Délka krmné hrany připadající na jednu nosnici je 17 cm a délka hřadu 15 cm. Klece jsou vyrobeny z bodově svařovaného pletiva a pozinkovaného plechu. Doprava krmiva je zajištěna pomocí krmného řetězu. K napájení jsou zde

opět níplové (kapátkové) napáječky. Odklizení trusu je řešen nekonečným pásem, který je pod každou etáží. Automatický sběr vajec je prováděn čelním elevátorem nebo liftem.

Délka světelného dne je u obou systémů ustájení nastavena na 14 hodin denně a zajišťována umělým osvětlením o intenzitě 10 – 15 luxů. Podmínky prostředí (teplota, relativní vlhkost, koncentrace škodlivých plynů aj.) mají vliv na welfare, užítkovost nosnic a splňovaly požadavky kladené pro daný typ ustájení.

Vejsce jsou sbírána jedenkrát denně. Haly se stejným způsobem ustájení jsou propojené centrálním sběrným dopravníkem. Na konci každého dopravníku je třídička a balička vajec, kde se vejce ukládají do plastových proložek. Probíhá zde pouze předtřídění, kterým jsou vybrána poškozená nebo silně znečištěná vejce. Poté jsou vejce uložena na paletách v centrálním klimatizovaném skladu. Takto uskladněná vejce jsou třikrát týdně odvážena ke třídění, balení a distribuci.

4.3. Výživa a krmení

Slepice byly krmeny od 20. týdne do 24. týdne věku krmnou směsí pro nosnice N1 Superstart B12 sy. Od 25. týdne do 30. týdne věku krmnou směsí pro nosnice N1 Start B12 sy. Od 31. týdne do 45. týdne věku krmnou směsí pro nosnice N1 B12 sy a od 46. týdne krmnou směsí N2 B12 sy.

Veškeré receptury použitých krmných směsí jsou „chráněny výrobním tajemstvím“, proto jsou v následujícím textu uvedeny jen základní charakteristiky krmných směsí, které jsou volně dostupné.

N1 Superstart B12 sy

Tato směs je složena z pšenice, kukuřice, slunečnicového extrahovaného šrotu, sójového extrahovaného toastovaného šrotu, řepkové expelery (pokrutiny), hrachu, uhličitanu vápenatého, sušené krve, monokalciium fosfátu, živočišného tuku, řepkového oleje, chloridu sodného a premixu zchutňujících látek.

Analytické složky směsi tvoří dusíkaté látky 17,5 %, hrubá vláknina 3,9 %, hrubé oleje a tuky 4,2 %, hrubý popel 12,6 %, methionin 0,42 %, Lysin 0,84 %, sodík 0,16 %, vápník 3,65 %, fosfor 0,6 %.

N1 Start B12 sy

Tato směs se skládá z pšenice, kukuřice, slunečnicového extrahovaného šrotu, sójového extrahovaného toastovaného šrotu, řepkové expelery, hrachu, triticales, uhličitanu vápenatého, sušené krve, monokalciium fosfátu, živočišného tuku, řepkového oleje, chloridu sodného a premixu zchutňujících látek.

Analytické složky směsi tvoří dusíkaté látky 17,2 %, hrubá vláknina 3,6 %, hrubé oleje a tuky 4,4 %, hrubý popel 12,9 %, methionin 0,4 %, Lysin 0,82 %, sodík 0,16 %, vápník 3,6 %, fosfor 0,56 %.

N1 B12 sy

Tato směs je složena z pšenice, kukuřice, slunečnicového extrahovaného šrotu, sójového extrahovaného toastovaného šrotu, řepkového extrahovaného šrotu, lihovarských výpalků, uhličitanu

vápenatého, monokalciium fosfátu, živočišného tuku, chloridu sodného, hydrogenuhličitanu sodného a premixu zchutňujících látek.

Analytické složky směsi tvoří dusíkaté látky 16,4 %, hrubá vláknina 3,7 %, hrubé oleje a tuky 3,9 %, hrubý popel 12,1 %, methionin 0,37 %, Lysin 0,76 %, sodík 0,16 %, vápník 3,6 %, fosfor 0,54 %.

N2 B12 sy

Tato směs se skládá z pšenice, kukuřice, triticales, slunečnicového extrahovaného šrotu, sójového extrahovaného toastovaného šrotu, řepkového expeleru, sušené krve, uhličitanu vápenatého, monokalciium fosfátu, živočišného tuku, chloridu sodného a premixu zchutňujících látek.

Analytické složky směsi tvoří dusíkaté látky 16 %, hrubá vláknina 3,2%, hrubé oleje a tuky 3,2%, hrubý popel 12,3%, methionin 0,35%, Lysin 0,74%, sodík 0,16 %, vápník 3,55%, fosfor 0,5%.

4.4.Rozbory vajec a sledované parametry

K rozborům byla odebírána vejce ve čtyřtýdenních intervalech. První odběr byl ve 24. týdnu a poslední v 60. týdnu věku nosnic. V rámci každého termínu odběru vajec bylo náhodně odebráno 180 kusů od nosnic z podestýlkového chovu a 180 kusů z obohacených klecí. Celkem bylo na rozbory použito 3600 kusů vajec.

Rozbory a měření ukazatelů technologické hodnoty vajec byly realizovány v laboratoři Katedry speciální zootechniky na České zemědělské univerzitě v Praze a byly sledovány následující ukazatele technologické hodnoty vajec.

Celé vejce

Hmotnost vejce

Byla zjišťována za pomoci elektronických laboratorních vah OHAUS Portable, je uváděna v gramech (g).

Index tvaru vejce

Za pomoci posuvného měřidla byly měřeny délka a šířka vejce. Index tvaru vejce byl vypočten z naměřených hodnot a je uváděn v procentech (%).

Žloutek

Hmotnost žloutku

Byla zjišťována za pomoci elektronických laboratorních vah OHAUS Portable, je uváděna v gramech (g).

Podíl žloutku

Podíl žloutku byl zjištěn výpočtem z hmotnosti žloutku a hmotnosti vejce, je uveden v procentech (%).

Index žloutku

Pomocí posuvného měřítka byly změřeny kolmé rozměry žloutku (mm) a mikrometrem byla změřena výška žloutku (mm). Index žloutku byl vypočten z naměřených hodnot a je uváděn v procentech (%).

Barva žloutku

Byla zjišťována vizuálně pomocí barevné stupnice DSM Yolk Colour Fan.

Bílek

Hmotnost bílku

Byla zjišťována za pomoci elektronických laboratorních vah OHAUS Portable, je uváděna v gramech (g).

Podíl bílku

Podíl bílku byl vypočítán z údajů o hmotnosti vejce a bílku (%).

Index bílku

Byly změřeny kolmé rozměry vnějšího tuhého bílku - nejdelší a nejšířší rozměr (mm) a dále mikrometrem byla změřena výška bílku (mm), ze zjištěných údajů byl potom vypočítán index bílku, je uveden v procentech (%).

Haughovy jednotky

Byly vypočteny ze známých údajů o hmotnosti vejce a výšce tuhého bílku. Pomocí logaritmu $HU = 100 * \log (\text{výška bílku} + 7,57 - 1,7 * \text{hmotnost vejce}^{0,37})$.

Skořápka

Pevnost skořápky

Pevnost byla zjišťována destruktivní metodou, při které byla měřena síla potřebná k prasknutí skořápky. Měření bylo na přístroji INSTRON model 3342 od výrobce INSTRON USA, hodnoty jsou v Newtonech na centimetr čtvereční ($N.cm^{-2}$).

Hmotnost skořápky

Byla zjišťována za pomoci elektronických laboratorních vah OHAUS Portable, je uváděna v gramech (g).

Podíl skořápky

Podíl vaječné skořápky byl zjištěn výpočtem z hmotnosti celého vejce a hmotnosti skořápky (%).

Tloušťka skořápky

Byla měřena tloušťka skořápky bez podskořápečných blan ve střední části vejce. Měření probíhalo pomocí mikrometru (mm).

Barva skořápky

Barva vaječné skořápky byla zjišťována pomocí refraktometru QCR od výrobce TSS England, pracujícího na principu odrazu světla, kde vyšší hodnoty znamenají světlejší skořápku (%).

4.5. Statistické vyhodnocení

Pro statistické zpracování zjištěných hodnot ze sledování byl použit počítačový program SAS 9.4. K následnému vyhodnocení hodnot byla použita víceparametrová analýza interakce věku a systému ustájení (procedura PROC MIX). Pro stanovení statistické průkaznosti rozdílů hodnot byl použit Scheffeho test ($P \leq 0,05$).

5. Výsledky

Výsledky zjištěné v rámci sledování jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 2: Vybrané parametry kvality vejce v závislosti na věku nosnic a systému ustájení

		Parametr	
		Hmotnost (g)	Index tvaru (%)
Věk nosnic (týdnů):			
24		58,02 ^f	79,76 ^a
28		62,76 ^d	78,98 ^{ab}
32		63,59 ^{bcd}	79,02 ^{ab}
36		66,00 ^{ab}	78,67 ^{ab}
40		63,26 ^{cd}	78,38 ^{ab}
44		64,88 ^{abcd}	78,30 ^{ab}
48		65,68 ^{abc}	77,27 ^{bc}
52		66,00 ^{ab}	77,51 ^{bc}
56		64,26 ^{bcd}	77,55 ^{bc}
60		66,96 ^a	76,37 ^c
Systém ustájení:			
Klec		63,04 ^b	78,08
Podestýlka		65,25 ^a	78,29
Průkaznost	V	0,0001	0,0001
	U	0,0001	0,3097
	V*U	0,0167	0,2541
S.E.M.			
		0,1596	0,0998

S.E.M. – Standard Error of Mean – střední chyba průměru; V – věk; U – systém ustájení; V*U – interakce věk a systém ustájení
^{abcdef}Průměry parametru ve stejném sloupci označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší ($P \leq 0,05$).

V tabulce č. 2 jsou zaznamenány průměrné hodnoty hmotnosti a indexu tvaru vejce. Na základě vážení bylo zjištěno, že hmotnost vajec se s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně ($P=0,0001$) zvyšovala. Nejnižší hmotnost vajec byla na začátku sledování ve 24 týdnech věku nosnic (58,02 g) a nejvyšší na konci v 60 týdnech věku slepic (66,96 g; rozdíl 8,94 g). Z tabulky vyplývá i signifikantní vliv systému ustájení nosnic ($P=0,0001$). Bylo zjištěno, že vejce z podestýlkového systému ustájení měla vyšší hmotnost než vejce pocházející od slepic z obohacených klecí (+2,21 g). U hmotnosti vajec byla shledána také vzájemná interakce mezi věkem nosnic a systémem ustájení ($P=0,0167$).

Dalším sledovaným parametrem vejce jako celku byl index tvaru vejce. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), nebyl však průkazný vliv systému ustájení ($P=0,3097$) a nebyla shledána interakce mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,2541$). Index tvaru vejce se s věkem nosnic i přes mírné kolísání snižoval (-3,39 procentního bodu). Z pohledu systému ustájení byl tento index tvaru vejce nesignifikantně vyšší (+0,21 procentního bodu) u podestýlkového systému ustájení v porovnání s ustájením v klecích.

Tabulka 3: Vybrané parametry kvality žloutku v závislosti na věku nosnic a systému ustájení

	Parametr			
	Hmotnost (g)	Podíl (%)	Index (%)	Barva
Věk nosnic (týdnů):				
24	13,13 ^e	22,71 ^d	44,73 ^a	11,68 ^a
28	14,86 ^d	23,76 ^{cd}	43,26 ^{ab}	11,57 ^a
32	15,25 ^d	24,05 ^c	44,45 ^a	11,26 ^{abc}
36	16,34 ^b	24,83 ^{bc}	44,56 ^a	10,90 ^{abcd}
40	15,58 ^{cd}	24,72 ^{bc}	43,26 ^{ab}	10,78 ^{abcd}
44	16,85 ^{ab}	26,05 ^a	43,17 ^{ab}	10,53 ^{bcd}
48	16,16 ^{bc}	24,66 ^{bc}	43,92 ^a	11,30 ^{ab}
52	16,79 ^{ab}	25,51 ^{ab}	43,91 ^a	10,33 ^{cd}
56	16,67 ^b	26,00 ^a	41,16 ^d	11,06 ^{abcd}
60	17,53 ^a	26,25 ^a	42,16 ^{bc}	10,14 ^d
Systém ustájení:				
Klec	16,01 ^a	25,42 ^a	43,43	11,01
Podestýlka	15,82 ^b	24,29 ^b	43,49	10,90
Průkaznost	V	0,0001	0,0001	0,0001
	U	0,0171	0,0001	0,7479
	V*U	0,0003	0,0024	0,0583
S.E.M.	0,0529	0,0695	0,0967	0,0522

S.E.M. – Standard Error of Mean – střední chyba průměru; V – věk; U – systém ustájení; V*U – interakce věk a systém ustájení
^{abcd}Průměry parametru ve stejném sloupci označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší ($P \leq 0,05$).

V tabulce č. 3 jsou uvedeny vybrané parametry kvality žloutku, tj. hmotnost žloutku, podílu žloutku, indexu žloutku a barvy žloutku. Na základě vážení bylo zjištěno, že hmotnost žloutku se s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně ($P=0,0001$) zvyšovala. Nejnižší hmotnost žloutku byla na začátku sledování ve 24 týdnech věku nosnic (13,13 g) a nejvyšší na konci v 60 týdnech věku slepic (17,53 g; rozdíl 4,4 g). Z tabulky vyplývá i signifikantní vliv systému ustájení nosnic ($P=0,0171$). Vejce pocházející od slepic z obohacených klecí měla vyšší hmotnost žloutku než vejce z podestýlkového systému ustájení (+ 0,19 g). U hmotnosti žloutku byla shledána také vzájemná interakce mezi věkem nosnic a systémem ustájení ($P=0,0003$).

Dalším sledovaným parametrem byl podíl žloutku z vejce jako celku. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), současně byl průkazně ovlivněn systémem ustájení ($P=0,0001$) a byla shledána vzájemné působení věku slepic a systému ustájení ($P=0,0024$). Podíl žloutku ve vejci se s věkem nosnic i přes mírné kolísání zvyšoval. Nejnižší podíl žloutku byl opět na začátku sledování ve 24 týdnech věku nosnic (22,71 %) a nejvyšší na konci v 60 týdnech věku slepic (26,25 %; rozdíl 3,54 procentního bodu). Z hlediska systému ustájení byl tento podíl žloutku signifikantně vyšší (+1,13 procentního bodu) u vajec pocházejících od slepic z obohacených klecí než z podestýlkového systému ustájení.

Následujícím parametrem kvality žloutku je index žloutku. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), nebyl však shledán průkazný vliv systému ustájení ($P=0,7479$) ani interakce mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,0583$). Potvrdil se obecný trend, že se index žloutku s věkem nosnic i přes

mírné kolísání snižoval (nejvyšší ve 24 týdnech věku; 44,73 %), nejnižší index byl zjištěn u vajec od nosnic ve věku 56 týdnů (41,16 %; rozdíl 3,57 procentního bodu). Z hlediska systému ustájení byl tento index tvaru žloutku nesignifikantně vyšší (+ 0,06 procentního bodu) u podestýlkového systému ustájení v porovnání s ustájením v obohacených klecích.

Posledním sledovaným parametrem kvality žloutku je barva žloutku. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), nebyl však průkazný vliv systému ustájení ($P=0,2458$), ale současně byla shledána interakce mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,0273$). Barva žloutku se s věkem nosnic i přes mírné kolísání snižovala (-1,54), tj. žloutek byl světlejší. Z pohledu systému ustájení byla barva žloutku nesignifikantně vyšší (+0,11; žloutek tmavší) u obohacených klecí v porovnání s podestýlkovým systémem ustájení.

Tabulka 4: Vybrané parametry kvality bílku v závislosti na věku nosnic a systému ustájení

	Parametr			
	Hmotnost (g)	Podíl (%)	Index (%)	Haughovy jednotky
Věk nosnic (týdnů):				
24	38,84 ^b	66,86 ^a	8,50 ^{ab}	82,22 ^{ab}
28	41,62 ^a	66,22 ^{ab}	7,76 ^{bcde}	79,19 ^{bcd}
32	41,82 ^a	65,68 ^{ab}	8,01 ^{abcd}	80,66 ^{bc}
36	43,05 ^a	65,14 ^{bc}	8,85 ^a	85,27 ^a
40	41,23 ^a	65,06 ^{bc}	7,06 ^{ef}	75,67 ^{de}
44	41,42 ^a	63,73 ^d	7,86 ^{bcde}	79,26 ^{bcd}
48	42,83 ^a	65,15 ^{bc}	8,18 ^{abc}	81,57 ^{ab}
52	42,45 ^a	64,23 ^{cd}	7,35 ^{cde}	75,86 ^{de}
56	41,04 ^a	63,79 ^d	6,38 ^f	71,67 ^e
60	42,73 ^a	63,70 ^d	7,07 ^{def}	76,35 ^{cd}
Systém ustájení:				
Klec	40,59 ^b	64,36 ^b	7,31 ^b	77,22 ^b
Podestýlka	42,81 ^a	65,56 ^a	8,09 ^a	80,32 ^a
Průkaznost	V	0,0001	0,0001	0,0001
	U	0,0001	0,0001	0,0001
	V*U	0,0310	0,0345	0,0001
S.E.M.	0,1264	0,0750	0,0562	0,2735

S.E.M. – Standard Error of Mean – střední chyba průměru; V – věk; U – systém ustájení; V*U – interakce věk a systém ustájení
^{abcdef} Průměry parametru ve stejném sloupci označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší ($P \leq 0,05$).

Tabulka č. 4 udává vybrané parametry kvality bílku. Jedná se o průměrné hodnoty hmotnosti bílku, podílu bílku, indexu bílku a Haughovy jednotky. Na základě vážení bylo zjištěno, že hmotnost bílku se s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně ($P=0,0001$) zvyšovala. Nejnižší hmotnost bílku byla na začátku sledování ve 24 týdnech věku nosnic (38,84 g) a nejvyšší na konci v 60 týdnech věku slepic (42,73 g; rozdíl 3,89 g). Z tabulky vyplývá i signifikantní vliv systému ustájení nosnic ($P=0,0001$), kdy vejce pocházející od slepic z podestýlkového systému ustájení měla vyšší hmotnost bílku než vejce z obohacených klecí (+2,22 g). U hmotnosti bílku byla shledána také vzájemná interakce mezi věkem nosnic a systémem ustájení ($P=0,0310$).

Dalším vybraným parametrem kvality bílku byl podíl bílku z vejce. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), systémem ustájení ($P=0,0001$) a byla shledána interakce mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,0345$). Podíl bílku ve vejci se s věkem nosnic i přes mírné výkyvy snižoval. Nejvyšší podíl bílku byl na začátku sledování ve 24 týdnech věku nosnic (66,86 %) a nejnižší na konci v 60 týdnech věku slepic (63,70 %; rozdíl 3,16 procentního bodu). Z hlediska systému ustájení byl tento podíl bílku signifikantně vyšší (+ 1,2 procentního bodu) u vajec pocházejících od slepic z podestýlkového systému ustájení než z obohacených klecí.

Předposledním parametrem kvality bílku je indexu bílku. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), systémem ustájení ($P=0,0001$) a byl shledán vzájemný vztah mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,0001$). Index bílku se s věkem nosnic i přes mírné kolísání snižoval (ve 24 týdnech věku; 8,50 %), ve věku 56 týdnů (6,38 %; rozdíl 2,12 procentního bodu).

Z pohledu systému ustájení byl index tvaru bílku vyšší (+0,78 procentního bodu) u podestýlkového systému ustájení v porovnání s obohacenými klecemi.

Posledním sledovaným parametrem kvality bílku jsou Haughovy jednotky. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), byl zjištěn průkazný vliv systému ustájení ($P=0,0001$) a interakce mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,0002$). U Haughových jednotek byly zjištěny větší výkyvy, s trendem snižování hodnot, což je známkou zhoršující kvality bílku s věkem nosnic. Z pohledu systému ustájení byly Haughovy jednotky signifikantně vyšší (+3,10) u podestýlkového systému ustájení oproti obohaceným klecím.

Tabulka 5: Vybrané parametry kvality skořápky v závislosti na věku nosnic a systému ustájení

	Parametr					
	Hmotnost (g)	Podíl (%)	Tloušťka (mm)	Pevnost (N.cm ⁻²)	Barva (%)	
Věk nosnic (týdnů):						
24	6,04 ^d	10,43 ^a	0,351 ^{ab}	46,50 ^a	24,30 ^{de}	
28	6,28 ^{cd}	10,02 ^b	0,348 ^{ab}	44,54 ^{abc}	24,96 ^{de}	
32	6,52 ^{abc}	10,27 ^{ab}	0,351 ^{ab}	44,57 ^{abc}	26,01 ^{cd}	
36	6,61 ^{ab}	10,04 ^b	0,356 ^a	45,49 ^{ab}	23,22 ^e	
40	6,46 ^{bc}	10,23 ^{ab}	0,343 ^b	46,20 ^{ab}	28,30 ^{bc}	
44	6,61 ^{ab}	10,22 ^{ab}	0,349 ^{ab}	44,06 ^{abc}	29,58 ^{ab}	
48	6,69 ^{ab}	10,19 ^{ab}	0,357 ^a	42,26 ^{abc}	29,12 ^{ab}	
52	6,76 ^a	10,25 ^{ab}	0,352 ^{ab}	42,62 ^{abc}	30,82 ^a	
56	6,56 ^{abc}	10,22 ^{ab}	0,351 ^{ab}	40,67 ^{bc}	30,39 ^{ab}	
60	6,71 ^{ab}	10,04 ^b	0,345 ^{ab}	39,26 ^c	29,56 ^{ab}	
Systém ustájení:						
Klec	6,43 ^b	10,23	0,349 ^b	44,76 ^a	27,01 ^b	
Podestýlka	6,61 ^a	10,16	0,352 ^a	42,48 ^b	28,24 ^a	
Průkaznost	V	0,0001	0,0001	0,0028	0,0001	0,0001
	U	0,0001	0,0872	0,0245	0,0003	0,0001
	V*U	0,3835	0,4195	0,3329	0,5982	0,0008
S.E.M.	0,0173	0,0209	0,0008	0,3177	0,1509	

S.E.M. – Standard Error of Mean – střední chyba průměru; V – věk; U – systém ustájení; V*U – interakce věk a systém ustájení

^{abc} Průměry parametru ve stejném sloupci označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší ($P \leq 0,05$).

V tabulce č. 5 jsou zaznamenány průměrné hodnoty hmotnosti skořápky, podílu skořápky, tloušťky, pevnosti a její barvy. Na základě vážení bylo zjištěno, že hmotnost skořápky se s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně ($P=0,0001$) zvyšovala. Nejnižší hmotnost skořápky byla zaznamenána na začátku sledování ve 24 týdnech věku nosnic (6,04 g) a nejvyšší na konci v 52 týdnech věku slepic (6,72 g). Z tabulky vyplývá i signifikantní vliv systému ustájení nosnic ($P=0,0001$), kdy vejce pocházející od slepic z podestýlkového systému ustájení měla vyšší hmotnost skořápky než vejce z obohacených klecí (+0,18 g). U hmotnosti skořápky nebyla shledána vzájemná interakce mezi věkem nosnic a systémem ustájení ($P=0,3835$).

Dalším sledovaným parametrem byl podíl skořápky z vejce. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), nebyl signifikantně ovlivněn systémem ustájení ($P=0,0872$) a nebyla shledána interakce mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,4195$). Podíl skořápky ve vejci ve vztahu k věku nosnic měl kolísavý průběh, kdy nelze jednoznačně vyhodnotit, že s věkem se podíl zvyšoval či snižoval. Nejnižší podíl skořápky byl zaznamenán na začátku sledování ve 28 týdnech věku nosnic (10,02 %) a nejvyšší však ve 24 týdnech věku slepic (10,43 %). Z hlediska systému ustájení byl tento podíl skořápky nesignifikantně vyšší (+0,07 procentního bodu) u vajec pocházejících od slepic z obohacených klecí než u podestýlkového systému ustájení.

Následujícím parametrem je tloušťka skořápky. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0028$), byl zjištěn průkazný vliv systému ustájení ($P=0,0245$), ale nebyla shledána interakce mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,3359$). Tloušťka skořápky se s věkem nosnic s mírným

kolísáním neměnila. Z pohledu systému ustájení byla zjištěna nesignifikantně silnější skořápka (+0,003 procentního bodu) u podestýlkového systému ustájení v porovnání s ustájením v obohacených klecích.

Dalším sledovaným parametrem byla pevnost skořápky. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), systémem ustájení ($P=0,0003$), ale nebyla shledána vzájemná interakce ($P=0,5982$). Pevnost skořápky vajec se s věkem nosnic i přes mírné výkyvy snižovala, docházelo ke zhoršení kvality skořápky. Nejvyšší pevnost skořápky byla na začátku sledování ve 24 týdnech věku nosnic ($46,50 \text{ N.cm}^{-2}$) a nejnižší na konci v 60 týdnech věku slepic ($39,26 \text{ N.cm}^{-2}$; rozdíl $7,24 \text{ N.cm}^{-2}$). Z hlediska systému ustájení byla pevnost skořápky vejce signifikantně vyšší (+ $2,28 \text{ N.cm}^{-2}$) u vajec pocházejících od slepic z obohacených klecí než u podestýlkového systému ustájení.

Posledním sledovaným parametrem kvality skořápky je její barva. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic ($P=0,0001$), systémem ustájení ($P=0,0001$) a byla shledána interakce mezi věkem slepic a systémem ustájení ($P=0,0008$). Barva skořápky se s věkem nosnic i přes mírné kolísání zvyšovala, barva skořápky se stávala světlejší. Z pohledu systému ustájení byla barva skořápky signifikantně vyšší (+ 1,23 procentního bodu) u podestýlkového systému ustájení v porovnání s obohacenými klecemi.

6. Diskuse

Kvalita konzumních slepičích vajec je v současné době velmi důležitá a to především z důvodu měnících se preferencí nově nastupující generace, příp. lidí jinak smýšlejících o systémech produkce potravin a také s ohledem na poměrně značný dovoz z jiných států mimo ČR. V našem sledování byla posuzována kvalita konzumních vajec od slepic z obohacených klecí anebo chovaných na podestýlce.

Hmotnost vajec se v našem experimentu s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně zvyšovala. To je zcela v souladu se zjištěními Ledvinky et Klesalové (2002a). K obdobným výsledkům dospěli i Peebles et al. (2000), Silversides et Scott (2001), Oloyo (2003), Van den Brand et al. (2004), Rizzi et Chiericato (2005). Také Mitrovic et al. (2010), kteří porovnávali vejce od nosnic ve věku 20. a 28. týdnů, potvrdili těžší vejce od starších nosnic. Ke stejným závěrům dospěla i Krawczyk (2009), když porovnávala hmotnost vajec nosnic ve věku 32 a 56 týdnů. Tyto výsledky potvrzují i zjištění Yamamota et al. (1996), Zity et al. (2009) a Guoqianga et al. (2014), kteří též zjistili zvyšující se hmotnost vajec v závislosti na věku nosnic. Oproti tomu, Zemková et al. (2007) však při svém pokusu nezjistili vliv věku na hmotnost vajec. Na hmotnost vajec měl v našem sledování signifikantní vliv systém ustájení nosnic. Bylo zjištěno, že vejce z podestýlkového systému ustájení měla vyšší hmotnost než vejce pocházející od slepic z obohacených klecí. K opačným závěrům došli při svých pokusech Leyendecker et al. (2001a) i Englmaierová et al. (2014), kteří zjistili u vajec nosnic ustájených v obohacených klecích vyšší

hmotnost než u vajec pocházejících z podestýlky. Naopak Zemková et al. (2007) nezjistili významný vliv systému ustájení na hmotnost vajec. Index tvaru vejce se s věkem nosnic i přes mírné kolísání snižoval. Z pohledu systému ustájení byl tento index tvaru vejce nesignifikantně vyšší u podestýlkového systému ustájení v porovnání s ustájením v klecích. Podobný výsledek zjistili i Mohan et al. (1991). Vliv věku na index tvaru vejce ve své práci hodnotili Yannakopoulos et Tservenigousi (1987), jako statisticky neprůkazný.

Hmotnost žloutku se s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně zvyšovala, přičemž nejnižší hmotnost žloutku byla na začátku sledování ve 24 týdnech věku nosnic a nejvyšší na konci v 60 týdnech věku slepic. Podobné výsledky zjistili také Rizzi et Chiericato (2005) nebo Krawczyk (2009), kdy vyšší hmotnost žloutku měla vejce pocházející z obohacených klecí než vejce z podestýlkového systému ustájení. Dalším sledovaným parametrem, s lepší vypovídací hodnotou, byl podíl žloutku z vejce jako celku. Tento parametr byl průkazně ovlivněn věkem nosnic i systémem ustájení. Podíl žloutku ve vejci se s věkem nosnic i přes mírné kolísání zvyšoval. Z hlediska systému ustájení byl podíl žloutku signifikantně vyšší u vajec pocházejících od slepic z obohacených klecí než z podestýlkového systému ustájení. Podobné výsledky zjistili i Englmaierová et al. (2014), kteří uvádějí, že vejce pocházející z obohacených klecí měla nižší podíl žloutku než vejce od slepic z podestýlky. To však neodpovídá zjištěním Kleckera et al. (2002) a Ledvinky et al. (2005), kteří naopak zjistili vyšší podíl žloutku u vajec od slepic z podestýlkového chovu. Také index žloutku byl v našem sledování průkazně ovlivněn věkem nosnic, ne však systémem ustájení. Index žloutku s věkem nosnic snižoval,

což svědčí o zhoršující se kvalitě žloutku. Naše výsledky jsou v souladu s výsledky Bozkurta et Tekerliho (2009), kteří zjistili, že vejce od mladších nosnic mají vyšší hodnotu indexu žloutku v porovnání s nosnicemi staršími. Pokles indexu žloutku s věkem nosnice vyplývá i z prací Laciny et al. (2008) a Zity et al. (2009) a Ledvinky et al. (2012). Z hlediska systému ustájení byl tento index tvaru žloutku nesignifikantně vyšší u podestýlkového systému ustájení. K podobným výsledkům dospěli i Mohan et al. (1991), když zjistili u vajec z obohacených klecí nižší hodnoty indexu žloutku než u vajec z podestýlkového chovu. Naopak Englmaierová et al. (2014) udávají, že vejce z obohacených klecí mají vyšší index žloutku než vejce z podestýlkového chovu. Parametr barvy žloutku byl průkazně ovlivněn věkem nosnic, nebyl však průkazný vliv systému ustájení. Barva žloutku se s věkem nosnic i přes mírné kolísání snižovala, žloutek byl světlejší. Z pohledu systému ustájení byla barva žloutku nesignifikantně vyšší u obohacených klecí. To koresponduje s výsledky např. Ledvinky et al. (2012), kteří také zjistili tmavší barvu žloutku u vajec z klecového chovu.

Kvalita vajec je dána i kvalitou bílku. Hmotnost bílku se s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně zvyšovala. To koresponduje se zjištěními Krawczyka (2009), Mitrovic et al. (2010) a Guoqianga et al. (2014). Kdežto podíl bílku ve vejci se však s věkem nosnic i přes mírné výkyvy snižoval. Snižování podílu bílku ve vejci s věkem nosnic potvrzují i Krawczyk (2009), Zita et al. (2009) a Mitrovic et al. (2010). Vejce pocházející od slepic z podestýlkového systému ustájení měla vyšší hmotnost bílku a současně i podíl bílku z vejce, než vejce z obohacených klecí. Mohan et al. (1991) dospěli k podobným výsledkům, když zjistili průkazně vyšší hodnoty podílu bílku u vajec od slepic

z podestýlkového chovu než z klecí. Parametr indexu bílku byl průkazně ovlivněn věkem nosnic i systémem ustájení. Index bílku se s věkem nosnic i přes mírné kolísání snižoval, což opět potvrzuje, že se kvalita vejce s věkem nosnic zhoršuje. Index bílku je negativně ovlivněn věkem nosnice (Zita et al., 2009). Z pohledu systému ustájení byl index tvaru bílku vyšší u vajec od slepic z podestýlkového systému ustájení v porovnání s obohacenými klecemi. Podobně vyšší hodnoty indexu bílku u vajec pocházejících z podestýlkového chovu zjistili i Mohan et al. (1991), Ledvinka et al. (2012), naopak Englmaierová et al. (2014) zjistili vyšší hodnoty indexu bílku u vajec pocházejících z obohacených klecí v porovnání s vejci z podestýlkového chovu. Haughovy jednotky byly také průkazně ovlivněny věkem nosnic a současně byl zjištěn průkazný vliv systému ustájení. U Haughových jednotek bylo zjištěno snižování hodnot s věkem nosnic, což je opět známkou zhoršující se kvality bílku, potažmo celého vejce. Tyto výsledky potvrzuje i Krawczyk (2009). Z pohledu systému ustájení byly Haughovy jednotky signifikantně vyšší u podestýlkového systému ustájení oproti obohaceným klecím. To koresponduje se zjištěními Leyendeckera et al. (2001b) a Englmaierové et al. (2014), kteří zjistili průkazně vyšší hodnoty Haughových jednotek u vajec od slepic z ustájení na podestýlce oproti obohaceným klecím. Naopak Hidalgo et al. (2008) a Ledvinka et al. (2012) zjistili v podestýlkovém chovu nižší hodnotu Haughových jednotek než při ustájení v klecích.

Hmotnost skořápky se s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně zvyšovala. Tato zjištění jsou v souladu se závěry a tvrzeními Yamamota et al. (1996), Silversidese et Budgela (2004) a Arpášové et al. (2012). Dalším sledovaným parametrem byl podíl

skořápky z vejce, u kterého bylo zjištěno prokazatelné ovlivnění věkem nosnic. Podíl skořápky z vejce měl však ve vztahu k věku nosnic kolísavý průběh, takže nelze jednoznačně vyhodnotit, zda se s věkem podíl zvyšoval či snižoval. Z hlediska systému ustájení byl podíl skořápky nesignifikantně vyšší u vajec od slepic z obohacených klecí než u podestýlkového systému ustájení. K podobným závěrům dospěli Mitrovic et al. (2010), kteří porovnávali vejce od slepic ve věku 20 a 28 týdnů a podíl skořápky byl téměř shodný. Snížení podílu skořápky s věkem nosnic zjistili ve svém experimentu Silversides et Scott (2001) a Rizzi et Chiericato (2005). Tloušťka skořápky byla průkazně ovlivněna věkem nosnic a byl zjištěn průkazný vliv systému ustájení. Tloušťka skořápky se s věkem nosnic s mírným kolísáním neměnila. Van den Brand et al. (2004) také neshledali vliv věku slepic na tloušťku skořápky vajec. Zvyšující se tloušťku skořápky s věkem nosnic zjistili Zita et al. (2009). Naopak Ledvinka et Klesalová (2002b) zjistili, snižování tloušťky skořápky s věkem nosnic. Pevnost skořápky byla průkazně ovlivněna věkem nosnic i systémem ustájení. Pevnost skořápky vajec se s věkem nosnic i přes mírné výkyvy snižovala, docházelo ke zhoršení kvality skořápky. To koresponduje se zjištěními Krawczyka (2009) a Travela et al. (2012), kteří také zjistili snižování pevnosti skořápky vajec u starších nosnic. Barva skořápky byla průkazně ovlivněna věkem nosnic, systémem ustájení. Barva skořápky se s věkem nosnic i přes mírné kolísání zvyšovala, barva skořápky se stávala světlejší. Podobné výsledky uvádějí i Odabasi et al. (2007) a Nys et al. (2011). Z pohledu systému ustájení byla barva skořápky signifikantně vyšší u vajec od slepic podestýlkového systému ustájení v porovnání s obohacenými klecemi.

7. Závěr

Technologická hodnota vajec je ovlivněna řadou vnitřních a vnějších faktorů. Mezi důležité vnitřní faktory patří věk nosnic. U vnějších faktorů je to zejména systém ustájení. Věk nosnic je faktor, který je těžko ovlivnitelný. Je možné pouze rozhodovat o délce snáškového cyklu pro produkci vajec a následném vyskladnění a náhradě za nové nosnice. Z pohledu systému ustájení, v posledních letech, je kladen důraz, sílí tlak, na sledování kvality života chovaných zvířat. Proto jsou podmínky k chovu nosnic pro produkci konzumních vajec minimálně upraveny zákonnými normami. Ještě přísnější podmínky a vyšší kontrola pak platí pro ekologické zemědělství. Samostatnou, dnes rovněž sledovanou oblastí, je ochrana životního prostředí.

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit rozdíly v technologické hodnotě vajec v závislosti na věku nosnic a systému jejich ustájení. Z výsledků je i přes drobné výkyvy patrný vliv věku nosnic na většinu ukazatelů. Obdobně i vliv systému ustájení měl u většiny parametrů na technologickou hodnotu vajec také průkazný vliv. Hmotnost celých vajec, žloutku, bílku i skořápky se s věkem nosnic s mírnými výkyvy průkazně zvyšovala. Vejce z podestýlkového systému ustájení měla vyšší hmotnost než vejce z klecového chovu. Byl zaznamenán vyšší podíl žloutku, skořápky a naopak nižší podíl bílku u klecového chovu. Vliv věku nebyl u těchto parametrů jednoznačný, pouze podíl bílku se s věkem průkazně zvyšoval. Index bílku i index žloutku se s věkem průkazně snižoval, a dosahoval vyšších hodnot v podestýlkovém systému ustájení. Haughovy jednotky se s věkem snižovaly a nižší byly u vajec

z obohacených klecí. Tloušťka skořápky se s věkem neměnila, ale její pevnost se snižovala, vyšší pevnost byla zjištěna u vajec z obohacených klecí.

Závěrem je možné konstatovat, že sledované parametry byly ve většině případů průkazně ovlivněny jak věkem nosnic, tak i systémem ustájení, čímž byla potvrzena hypotéza. Kvalitnější vejce byla shledána, na základě hodnocených parametrů, od slepic z podestýlkového chovu a z hlediska vlivu věku nosnic byl potvrzen trend zhoršování kvality vajec s věkem nosnic.

8. Seznam použité literatury

Abrahamsson, P., Tauson, R., Elwinger, K. 1996. Effects on production, health and egg quality of varying proportions of wheat and barley in diets for two hybrids of laying hens kept in different housing systems. *Acta Agriculturae Scandinavica Section Animal Science*. 46 (3). 173 - 182

Anderson, K. E., Tharrington, J. B., Curtis, P. A., Jones, F. T. 2004. Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and relationship of egg shape to shell strength. *International Journal of Poultry Science*. (3). 17 – 19.

Anonym. 2004. Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat ze dne 14. dubna 2004. Aktuální znění leden 2017. MZe

Anonym. 2016. Lohmann Brown – Lite. Management guide. Lohmann Tierzucht. Dostupné z <<http://www.ltz.de/de-wAssets/docs/management-guides/en/Cage/Brown/LTZ-Management-Guide-LB-Lite-EN.pdf>>

Arent, E., Tůmová, E., Ledvinka, Z., Holoubek, J. 1997. The effect of plane of nutrition on egg quality in laying hens of different genotypes. *Czech Journal of Animal Science*. 42 (9). 427-432

Arpášová, H., Halaj, M., Halaj, P., 2012. Produkce vajec a kvalita skořápky vajec slepic v opakovaných snáškových cyklech.

Drůbežářské dny 2012 – Sborník z mezinárodní konference. 167 s.
ISBN: 9788021322851.

Bell, D. D., Weaver, W. D. 2002. Commercial chicken meat and egg production. Kluwer Academic Publishers. Norwell. p. 1365.
ISBN 9780792372004.

Bozkurt, Z., Terekli, M. 2009. The effects of hen age, genotype, period and temperature of storage on egg quality. Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 15. 517-524.

Campo, J. L., Gil, M. G., Dávila, S. G. 2007. Differences among white-, tinted-, and brown-egg laying hens for incidence of eggs laid on the floor and for oviposition time. Archiv Geflügelkunde. 71 (3). 105 – 109

Dvořáčková, M. T. 2016. Ministerstvo zemědělství - podporujeme tradici a rozvoj venkova České republiky. Ministerstvo zemědělství. Praha. 56 s. ISBN 978-80-7434-293-6. Dostupné z <http://eagri.cz/public/web/file/527451/Publikace_Ministerstvo_ze_medelstvi_Podporujeme_tradici_a_rozvoj_venkova_CR.pdf>

Englmaierová, M. 2012. Porovnání jednotlivých systémů ustájení slepic z hlediska welfare, užitečnosti a kvality vajec. Uplatnění výsledků výzkumu z oblasti živočišné výroby v praxi. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 14 - 16. ISBN: 9788074030949.

Englmaierová, M., Charvátová, V., Skřivan, M., Tůmová, E. 2014. Effects of laying hens housing system on laying performance, egg

quality characteristics, and egg microbial contamination. *Czech Journal of Animal Science*. 59 (8). 345 – 352.

Giannenas, I., Nisianajis, P., Gavriil, A., Kontopidis, G., Kyriazakis, I. 2009. Trace mineral content of conventional, organic and courtyard eggs analysed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). *Food Chemistry*. 114 (2). 706 - 711.

Guoqiang, Y., Wenbo, L., Junying, L., Jinagxia, Z., Lujiang, Q., Guiyun, X., Ning, Y., 2014. Genetic analysis for dynamic changes of egg weight in 2 chicken lines. *Poultry Science*. 93 (12). 2963 – 2969.

Hejlová, Š. 2001. *Hygiena a technologie vajec a vaječných výrobků*. Ivan Straka. Újezd u Brna. 71 s. ISBN 8090277586.

Hidalgo, A., Rossi, M., Clerici, F., Ratti, S. 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chemistry*. 106 (3). 1031 – 1038.

Jones, D. R., Musgrove, M. T., Anderson, K. E., Thesmar, H. S. 2010. Physical quality and composition of retail shell eggs. *Poultry Science*. 89 (3). 582 - 587.

Ketta, M., Tumova, E. 2016. Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. *Czech Journal of Animal Science*. 61 (7). 299 - 309

Klecker, D., Zeman, L., Pokludová, M., Slavíčková, M. 2002. Porovnání jednotlivých technologických systémů v chovu slepic. Sborník referátů z konference "Technologické systémy v chovu drůbeže". Brno. 9 – 12.

Klecker, D., Zeman, L., Lichovnicková, M., Havlíček, Z., Tůmová, E. 2003. Možnosti zlepšení kvality vaječné skořápky slepic chovaných v různých technologických systémech. Krmivářství. 7 (4). 12 – 15.

Kondaiah, N., Panda B., Singhal, R. A. 1983. Internal egg – quality measure for quail eggs. Indian Journal Animal Science. 53 (11). 1261 – 1264.

Košář, K., Koželuhová, H., Procházka, D. 2004. Zásady welfare a nové standardy EU v chovech drůbeže. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha – Uhřetěves. Praha. 54 s. ISBN: 8086454460.

Krawczyk, J. 2009. Effect of layer age and egg production level on changes in quality traits of eggs from hens of conservation breeds and commercial hybrids. Annals of Animal Science. 9 (2). 185 - 193.

Lacin, E., Yildis, A., Esenbuga, N., Macit, M., 2008. Effects of differences in the initial body weight of groups on laying performance and egg quality parameters of Lohmann laying hens. Czech Journal of Animal Science. 53 (11). 466 – 471.

Lampkin, N., 1997. Organic Poultry Production, Welsh Institute of Rural Studies, University of Wales, Aberystwyth, p. 84. ISBN: 0902124625

Ledvinka, Z., Tůmová, E., Arent, E., Holoubek, J., Klesalová, L., 2000. Egg shell quality in some white-egged and brown-egged cross combinations of dominant hens. Czech Journal of Animal Science. 45 (6), 285 - 288

Ledvinka, Z., Klesalová, L. 2002a. Hmotnost vajec a faktory, které ji ovlivňují. *Náš chov*. 62 (7). 54.

Ledvinka, Z., Klesalová, L. 2002b. Faktory ovlivňující kvalitu skořápky. *Náš chov*. 62 (8). 48.

Ledvinka, Z., Tůmová, E., Klesalová, L., Zita, L. 2005. Kvalita vajec v různých systémech chovu nosnic. *Agromagazín*. 6 (4). 40 – 42.

Ledvinka, Z., Tůmová, E., Štolc, L. 2008. Užitekčnost nosnic a kvalita vajec v různých systémech chovu. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 24 s. ISBN: 9788021318311.

Ledvinka, Z., Tůmová, E., Zita L., Skřivanová., E. 2011. Chov drůbeže I. Česká zemědělská universita Praha. Praha. 143 s. ISBN: 9788021321649.

Ledvinka, Z., Tůmová, E., Englmaierová, M., Podsedníček, M. 2012. Egg quality of three laying hen genotypes kept in

conventional cages and on litter. Archiv für Geflügelkunde, 76 (1). 38 - 43.

Leyendecker, M., Hamann, H., Hartung, J. 2001a. Analysis of genotype-environment interactions between layer lines and housing systems for performance traits, egg quality and bone breaking strength - 1st communication: Performance traits. Zuchtungskunde. 73 (4). 290 - 307

Leyendecker, M., Ahlers, C., Distl, O., Glünder, G., Hamann, H., Hartung, J., Kamphues, J., Neumann, U., Ring, C., 2001b. Analysis of genotype – environment interactions between layer lines and housing systems for performance traits, egg quality and bone strength. 2nd communication: Egg quality traits. Zuchtungskunde. 73 (4). 308 – 323.

Míková, K., 2012. Hodnocení kvality slepičích konzumních vajec. Výživa a potraviny. 67 (3). 62 – 64.

Mitrovic, S., Pandurevic, T., Milic, V., Djekic, V., Djermanovic, V. 2010. Weight and egg quality correlation relationship on different age laying hens. Journal of Food Agriculture and Environment. 8 (3 - 4). 580 - 583.

Mohan, B., Mani, V., Nagarajan, S. 1991. Effect of different housing system on the physical qualities of commercial chicken egg. Indian Journal of Poultry Science. 26. 130 - 131.

Mountney, G. J., Parkhurst, C. R. 1995. Poultry products technology. Food Products Press. New York. 446 s. ISBN: 1560228563

Nys, Y., Bain, M., Van Immerseel, F. 2011. Improving the safety and quality of eggs and egg products. Woodhead publishing in food science, technology and nutrition. Oxford. 214. ISBN: 9781845697549.

Odabasi, A. Z., Miles, R. D., Balaban, M. O., Portier, K. M. 2007. Changes in brown eggshell colour as the hen ages. Poultry Science. 86 (2). 356 - 363.

Oloyo, R. A. 2003. Effect of age on total lipid and cholesterol of hen eggs. Indian Journal of Animal Science. 73 (1). 94 – 96

Pavlovski, Z., Hopic, S., Lukic, M. 2001. Housing systems for layers and egg quality. Biotechnology in Animal Husbandry, 17. 197 - 201.

Peebles, E. D., Zumwalt, C. D., Doyle, S. M., Gerard, P. D., Latour, M. A., Boyle, C. R., Smith, T. W. 2000. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler hatching egg characteristics. Poultry Science. 79 (5). 698 - 704

Rizzi, C., Chiericato, G. M. 2005. Organic farming production. Effect of age on the productive yield and egg quality of hens of two commercial hybrid lines and two local breeds. Italian Journal of Animal Science. 4. 160 – 162.

Roberts, J. R., Chousalkar, K., Samiullah. 2013. Egg quality and age of laying hens: implications for product safety. *Animal Productin Science*. 53 (12). 1291 - 1297

Rodenburg,T. B., Tuyttens, F. A. M., de Reu, K., Herman, L., Zoons, J., Sonck, B. 2008. Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non - cage systems: an on-farm comparison. *Animal Welfare*. 17 (4). 363 - 373

Roland, D. A., Bryant, M., Roland, A., Self, J. 1997. Performance and profits of commercial Leghorns as influenced by cage row position. *Journal of Applied Poultry Research*. 6 (3). 284 – 289.

Sarica, M., Boga, S., Yamak, U. S., 2008. The effects of space allowance on egg yield, egg quality and plumage condition of laying hens in battery cages. *Czech Journal of Animal Science*. 53 (8). 346 – 353

Sarica, M., Sekeroglu, A., Karacay, N. 2009. Effect of genotype on fatty acid and cholesterol contents of hen's egg. *Asian journal of chemistry*. 21 (1). 511-516.

Silversides, F. G., Scott, T. A. 2001. Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs from Two Lines of Hens. *Poultry Science*. 80 (8). 1240 - 1245.

Silversides, F., G.; Budgell, K., 2004. The relationships among measure of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science*. 83 (10). 1619 – 1623.

Singh, R., Cheng, K. M., Silversides, F. G., 2009. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science*. 88(2), 256-264

Skřivan, M., Tůmová, E., Vondrka, K., Dousek, J., Lancová, B., Ouředník, J., Opllt, J. 2000. *Drůbežnictví 2000*. Agrospoj. Praha. 203 s.

Steinhauserová, I., Simonová, J., Nápravníková, E., Tremlová, B. 2003. *Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu*. Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno. 82 s. ISBN: 8073054620

Šonka, F., Petržílka, S., Zadina, J., Horák, F., Duben, J. 2006. *Drobnochovy hospodářských zvířat*. Profi Press. Praha. 216 s. ISBN: 80-86726-19-3.

Travel, A., Nys, Y., Lopes, E. 2012. Physiological and environmental factors affecting egg quality. *Inra Productiones Animales*. 23 (2). 155-166.

Tůmová, E., Zita, L., Hubený, M., Skřivan, M., Ledvinka, Z. 2007. The effect of oviposition time and genotype on egg quality characteristics in egg type hens. *Czech Journal of Animal Science*, 52 (1). 26 - 30.

Van den Brand, H., Parmantier, H. K., Kemp, B. 2004. Effect of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science*. 45 (6). 745 - 752.

Vits, A., Weitzenburger, D., Hamann, H., Distl, O. 2005. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poultry Science*. 84 (10). 1511 – 1519.

Wall, H., Tauson R. 2002. Egg quality in furnished cages for laying hens – Effects of crack reduction measures in hybrids. *Poultry Science*. 81 (3). 340 – 348.

Yamamoto, T., Juneja, L., R., Hatta, H., Kim, H., 1996. Hen eggs: Basic and applied science. CRC Press. USA. 204. ISBN: 0849340055.

Yannakopoulos, A. L., Tservenigousi, A. S. 1987. Relationship of layer age and egg shape index to eggshell quality. *Research and Development in Agriculture*. 4 (1). 53 - 54.

Yenice, G., Kaynar, O., Ileriturk, M., Hira, F., Hayirli, A. 2016. Quality of eggs in different production systems. *Czech Journal Food of Animal Science*. 34(4). 370 - 376

Zemková, L., Simeonovová, J., Lichovníková, M., Somerlíková, K. 2007. The effects of housing systems and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. *Czech Journal of Animal Science*. 52 (4). 110 - 115

Zita, L., Tůmová, E., Štolc, L., 2009. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno*. 78 (1). 85 – 91.

9. Přílohy

Fotografie pořídil autor diplomové práce na sledované farmě. Jsou zde zachyceny různé systémy ustájení nosnic.

Seznam příloh:

Fotografie č. 1 - Technologie podestýlkového chovu 1

Fotografie č. 2 - Technologie podestýlkového chovu 2

Fotografie č. 3 - Technologie obohacených klecí 1

Fotografie č. 4 – Technologie obohacených klecí 2

Fotografie č. 5 – Ustájení v podestýlkovém chovu

Fotografie č. 6 – Ustájení v klecovém chovu

Fotografie č. 1 - Technologie podestýlkového chovu 1



Fotografie č. 2 - Technologie podestýlkového chovu 2



Fotografie č. 3 - Technologie obohacených klecí 1



Fotografie č. 4 – Technologie obohacených klecí 2



Fotografie č. 5 – Ustájení v podestýlkovém chovu



Fotografie č. 6 – Ustájení v klecovém chovu

