

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



**Vliv doby snesení na kvalitu vajec na začátku a konci
snáškového cyklu**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Ellen Greglová

Vedoucí práce: prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Vliv doby snesení na kvalitu vajec na začátku a konci snáškového cyklu " jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 08. dubna 2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé diplomové práce Prof. Ing. Evě Tůmové, CSc. za odborné vedení, vstřícnost při konzultacích a všestrannou pomoc při vedení této diplomové práce. Poděkování patří hlavně mé rodině za podporu a trpělivost během studia.

Vliv doby snesení na kvalitu vajec na začátku a konci snáškového cyklu

Souhrn

Kvalita vajec je ovlivněna řadou faktorů, mezi kterými může docházet k interakcím. Cílem práce bylo posoudit změny v kvalitě vajec snesených ráno, dopoledne a večer na začátku a konci snáškového cyklu u šesti hybridů nosného typu: Bovans hnědý, Bovans žíhaný, Isa sussex, Moravia žíhaná, Moravia BSL a Dekalb bílý, ustájených individuálně v klecích. Pokus byl realizován na začátku snášky mezi 19. a 26. týdnem věku a na konci snášky mezi 64. a 70. týdnem věku. V průběhu pokusu se denně zaznamenávala snáška v 6,00, 9,00, 12,00 a 17,00 hodin. Celkem bylo hodnoceno 300 vajec od každého genotypu a v každém období. Na začátku snáškového cyklu byly zjištěny interakce doby snesení a genotypu ($P \leq 0,03$) u hmotnosti a ($P \leq 0,004$) barvy žloutku. Nejvyšší hmotnost měla vejce snesená bělovaječným hybridem Dekalb bílý brzy ráno (13,79 g v 6,00 h) a během dne se hmotnost žloutku snížila, zatímco hmotnost žloutku hnědovaječných nosnic Bovans hnědý se do 9,00 h zvyšovala a posléze opět snížila. Nejtmavší žloutek snesl genotyp Bovans hnědý ve 12,00 h (8,00 h), zatímco nejsvětlejší žloutek byl u nosnic Dekalb bílý ve 12,00 h (3,00). Na konci snáškového cyklu byly zjištěny interakce doby snesení a genotypu ($P \leq 0,028$) u podílu bílku. Nejvyšší hodnoty měl hybrid Moravia BSL u vajec snesených ve 12,00 h a 17,00 h (64,23 %, 63,33 %), nejnižší procentuální podíl bílku byl u nosnic Bovans žíhaný (58,19). Doba snesení průkazně ($P \leq 0,003$) ovlivnila pouze pevnost skořápky, na začátku snáškového cyklu jsme zaznamenali vyšší pevnost v 9,00 h ($54,89 \text{ g.cm}^{-2}$) oproti vejcím sebraným v 6,00 h a později ($41,39$ a $24,58 \text{ g.cm}^{-2}$). Genotyp prokazatelně ($P \leq 0,005$) ovlivnil většinu sledovaných parametrů kvality.

Klíčová slova: slepice, nosný typ, ovipozice, věk, kvalita vajec

The effect of oviposition on egg quality at the beginning and end of the laying cycle

Summary

The egg quality is affected by many factors, among which various interactions may occur. The aim of the diploma thesis was to assess changes in the quality of eggs laid in the morning, midday, and in the evening at the beginning and the end of the laying cycle in six laying hybrids: Bovans Brown, Bovans Sperwer, Isa Sussex, Moravia Barred, Moravia BSL and Dekalb White, each individually housed in cages. The experiment was realized at the beginning of lay, between 19 and 26 weeks of age and at the end of lay between 64 and 70 weeks of age. During the experiment, were collected eggs at 6 a.m., 9 a.m., 12 p.m. and 5 p.m. and were recorded daily. In total, 300 eggs from each genotype and of each period were evaluated. At the beginning of the laying cycle, the interactions of oviposition time and genotype ($P \leq 0.03$), were observed in the yolk weight ($P \leq 0.004$) and the color of the yolk. The highest weight yolk had the eggs laid by white-egg hybrid Dekalb White early in the morning (13.79 g at 6 a.m.) and during the day the weight of yolk decreased. However, the yolk weight of brown-egg Bovans Brown hens increased until 9 a.m. and then decreased again. The darkest yolk was laid by genotype Bovans Brown at 12 p.m. (8.0 g), while the lightest yolk was laid by Dekalb White at 12 p.m. (3.00). At the end of the laying cycle, interactions of oviposition time and genotype ($P \leq 0.028$) were observed in the albumen percentage. The highest values had hybrid Moravia BSL with eggs laid in 12 a.m., 5 p.m. (64.23 %, 63.33 %), and the lowest percentage had hens of Bovans Sperwer at 9 a.m. (58.19 %). Oviposition time significantly ($P \leq 0.003$) affected only the strength of the shell. At the beginning of the laying cycle, we recorded higher strength at 9.00 a.m. (54.89 g.cm^{-2}) compared to the eggs collected at 6 a.m. and later (41.39 a 24.58 g.cm^{-2}). The genotype ($P \leq 0.005$) affected most of the parameters of quality.

Keywords: hen, egg type, oviposition time, age, egg quality

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod..... | 7 |
| 2 Literární přehled | 9 |
| 2.1 Doba snesení vajec | 9 |
| 2.1.1 Faktory ovlivňující dobu snesení..... | 11 |
| 2.2 Kvalita vajec | 14 |
| 2.2.1 Hmotnost vejce | 14 |
| 2.2.2 Bílek..... | 16 |
| 2.2.3 Žloutek | 18 |
| 2.2.4 Skořápka..... | 21 |
| 2.3 Vliv doby snesení na kvalitu vajec..... | 24 |
| 2.3.1 Hmotnost vejce a doba snesení..... | 24 |
| 2.3.2 Bílek a doba snesení..... | 25 |
| 2.3.3 Žloutek a doba snesení | 26 |
| 2.3.4 Skořápka a doba snesení | 27 |
| 3 Hypotéza a cíl práce | 29 |
| 4 Materiál a metodika..... | 30 |
| 5 Výsledky a diskuze | 32 |
| 6 Závěr | 42 |
| 7 Seznam literatury..... | 44 |

1 Úvod

Pro produkci vajec využíváme nosný typ slepic. Nosný typ slepic je šlechtěný na snášku vajec v jakémkoliv prostředí. Používají se vyšlechtění hybridů z plemen leghornka bílá nebo rodaljendka červená. Vejce jsou produkována v různých systémech ustájení. Známé jsou klecové chovy a alternativní chovy, které zahrnují všechny systémy mimo klecí (na podestýlce, chovné haly, ekologické a další). Při ustájení slepic nosného typu se soustředíme především na zlepšení jejich welfare. Snaha zajištění většího prostoru v klecích pro slepice však znamená zvýšení nákladů na produkci. Vyšší náklady pak bohužel souvisejí s nižší snáškou, vyšší spotřebou krmiva a většími ztrátami.

Vejce jsou nezastupitelnou složkou naší stravy, mají vysokou nutriční hodnotu. Biologická hodnota bílkoviny vaječného bílku a žloutku je nejvyšší ze všech bílkovin živočišného i rostlinného původu. Obsahuje velké množství bílkovin a používá se jako referenční bílkovina. Vaječná bílkovina se řadí mezi plnohodnotné bílkoviny, obsahující všechny potřebné aminokyseliny. Tuky vaječného žloutku jsou hodnotné díky příznivé skladbě mastných kyselin, ze kterých se tvoří nejvíce nenasycené mastné kyseliny. Žloutek je zdrojem vitamínu D, ale také cholesterolu. Takzvaný škodlivý LDL cholesterol ve vejci je možné vybranou výživou u slepic snížit. Mnoho studií prokázalo, že konzumace vajec u zdravého člověka má naopak tendenci krevní LDL cholesterol snižovat. Cholesterol je jednou z nejdůležitějších látek, která se nachází v buněčných membránách a buněčných strukturách. Vejce jsou kvalitní potravina, vhodná pro růst a vývoj dětí. Vařené bílky se často konzumují při dietě.

Podle situační a výhledové zprávy Ministerstva zemědělství celková produkce konzumních vajec, tzn. včetně domácích hospodářství, činila 124,1 tisíc tun (2014). Produkce konzumních vajec v zemědělském sektoru meziročně vzrostla o 7,3 % na 70,9 tis. t. Spotřeba konzumních vajec na obyvatele se proti roku 2012 mírně zvýšila (tj. 239,9 ks/obyv./rok). Míra soběstačnosti ČR v sektoru 92,6 %.

Kvalita vajec se vyjadřuje technologickou hodnotou kdy hodnotíme hmotnost bílku, žloutku a skořápky a další ukazatele těchto částí vejce. Všechny ukazatele jsou ovlivňovány mnoha faktory. Vnějšími prostředím, kmením, klimatickými podmínkami, zdravotním stavem, ustájením, špatným zacházením. Uvádí se, že snáška, hmotnost vajec a spotřeba krmiva jsou lepší v klecových systémech ustájení. V alternativních systémech je vysoký úhyn. Vnitřní faktory jsou genotyp, věk, hmotnost slepic, využití slepice, množství snesených vajec.

Ovipozice (doba snesení) patří mezi další faktory ovlivňující kvalitu vajec. Doba snesení nejvíce ovlivňuje hmotnost vajec a kvalitu skořápky. Studie prokázaly, že vejce snesená ráno jsou těžší než vejce snesená později během dne. Je to způsobeno původem a užítkovostí slepice. Kvalita skořápky je lepší naopak u vajec snesených v odpoledních hodinách. Doba snesení je závislá na mnoha vlivech. Mezi nejdůležitější patří světelný režim, genotyp a věk. S přibývajícím věkem slepic se zvyšuje i hmotnost jednotlivých složek obsažených ve vejci. Sledování těchto faktorů souvisí i se sběrem vajec, mnoho metod sběru vajec zdůrazňuje jejich výhody a rychlost více než snižování počtu vajec s poškozenou skořápkou a zvyšování počtu prodejných vajec.

2 Literární přehled

2.1 Doba snesení vajec

Nosnost je schopnost samic ptáků snášet vejce (Ledvinka et al., 2011). Primárně u divoké drůbeže snáška plnila hlavní funkci zachování druhu a rozmnožování. V dnešním období se cílevědomou selekcí a křížením vhodných jedinců podařilo vyšlechtit vysoce užitkové nosné hybridy, který jsou dnes hojně využíváni.

Snáška vajec je nejdůležitější užitkovou vlastností drůbeže. Drůbež patří mezi živočichy s nejvyšší reprodukční schopností, průměrná roční snáška jedné slepice je 300-350 vajec. Na velké rozdíly ve snášce má vliv způsob ustájení, mnozí autoři zjistili, že nosnice chované v klecích snášejí větší počet vajec za rok než nosnice chované v alternativních systémech (Appleby et al., 1988; Mostert et al., 1995; Klecker et al., 2003; Voslářová et al., 2006, Englmaierová et al., 2014). Pouze samice drůbeže mají schopnost snášet vejce bez přítomnosti samce za účelem rozmnožování.

V posledních dvaceti letech jsou slepice intenzivně šlechtěny k výrazně vyšší snášce. Slepice snášejí vejce v sériích. Série je počet dnů, kdy nosnice snáší vejce každý den bez přestávky (Tůmová, 2014). Série je řízena ovulačním cyklem. V sériích dochází od první ovulace v každé následné ovulaci každý den o chvilku později. Tím je následně vejce v sérii sneseno později oproti vejci předchozímu. Dosáhne-li zpoždění ve snášce 8-10 h, ovulace se zastaví a nastává přestávka ve snášce. Bez snášky může být jen jeden den nebo více dnů (Johnston, Gous, 2003). Mezi sériemi je přestávka neboli interval. Interval ve snášce je počet dní mezi dvěma sériemi, kdy nosnice nesnášejí (Tůmová, 2014). Délka intervalu a série jsou dědičné. Na začátku snášky jsou série dlouhé a přestávky krátké, postupně se série zkracují a intervaly prodlužují. Střídání intervalu a série ve snášce je nejvíce patrné u masného typu. U slepic nosného typu jsou série velmi dlouhé, zpoždění ve snášce je minimální. V první a druhé fázi snášky může interval trvat pouze 1 den.

Nezbytná pro vysokou produkci vajec je perzistence snášky, neboli doba od snesení prvního vejce do začátku pelichání. Nazývá se také snáškový cyklus. Snášku můžeme graficky znázornit snáškovou křivkou. Na začátku snáškového období do vrcholu prudce stoupá, na vrcholu snášky se krátkodobě stabilizuje a pak pomalu klesá. U slepic nosného typu po dosažení pohlavní dospělosti dochází k rychlému nárůstu počtu snesených vajec a vrcholu snášky dosahují ve věku 26-31 týdnů (Tůmová, 2014). Snáškový cyklus se dělí na

tří fáze. První fáze začíná pohlavní dospělostí a trvá přes vrchol snášky do jejího mírného poklesu. V průběhu fáze se zvyšuje počet i hmotnost snesených vajec, je charakterizovaná vysokou intenzitou snášky (90-95 %). Slepice jsou v tomto období velmi zatížené, mají nejvyšší požadavky na obsah živin v krmivu a jsou také velmi citlivé na jakékoliv změny prostředí. Snesená vejce mohou mít netytický tvar a dochází i k snesení dvou vajec během 24 hodin. Nedodržení optimálních podmínek pro snášku a nedostatek živin se projeví především nižším vrcholem snášky a menším počtem snesených vajec. Ve dvou zbývajících fázích dochází k poklesu snesených vajec (Tůmová, 2014).

Doba snesení vejce je rozložení snášky během dne. Každý jednotlivý druh, užitkový typ a hybrid má rozdílnou dobu snesení vajec. Dnešní vyšlechtění hybridů mají obvykle vysokou intenzitu snášky a jejich vejce mají vysokou hmotnost. Nosnice obvykle snese vejce do 6 hodin po rozsvícení světla. Halaj (1974) zjistil, že největší procento vajec je sneseno mezi 10. a 14. hodinou a Washburn, Potts (1975) uvádějí od 10 do 12 hodin. Yoo et al. (1988) uvádějí, že vysoce produktivní slepice snášejí často vejce dříve ve světelné fázi dne než slepice s nižší produkcí. Zjistili, že genetická korelace mezi dobou snesení a podílem snesených vajec po 65. týdnu věku slepic byla 0,70. Rozložení doby, kdy slepice snáší, je omezeno na 8 hodin (Lillpers, 1991; Etches, 1995), přičemž obvykle je vejce sneseno mezi 7:30-16:00 hod. za standardních světelných podmínek (Campo et al., 2007). Doba snesení vejce je závislá na délce série a pořadí vejce v sérii (Ledvinka et al., 2011).

Sběr vajec je velmi důležitá činnost, musí být vykonávána včas a správně tak, aby zajistila vysokou kvalitu. Než se vejce dostane do třídičky, vznikají křapy (1,02-1,9 %). Sběr probíhá minimálně 2× denně. Je potřeba zamezit poškození skořápky špatným zacházením, nevhodným ustájením, nahromaděním vajec na pásech ve stejnou dobu. Nedojde-li k nahromadění více než poloviny denní produkce vajec na pásech ve stejnou dobu, může být snížen počet poškozených vajec (Patterson, 1997). Mezi další příčiny porušování celistvosti vajec patří věk nosnic, vliv teploty, nevhodné konstrukce podlah klecí a zejména výživa nosnic. Z ekonomického hlediska je výhoda zjišťovat nejlepší čas sběru vajec nejen pro drůbežárny, ale i pro spotřebitele. Doba snesení vajec je ovlivňována řadou faktorů, mezi nejdůležitější patří délka světelného dne, doba ovulace, sekrece luteinizačního hormonu, pohlavních steroidních hormonů a stres.

2.1.1 Faktory ovlivňující dobu snesení

Doba snesení je závislá na mnoha faktorech. Zpoždění ve snášce může být podle Haughese et al. (1986) způsobeno vnějšími stresory, které se více uvádějí v alternativních systémech ustájení. Doba snesení může být také negativně ovlivněna přemístěním slepic, přemístěním či odstraněním snáškového hnízda nebo vystavením neznámým vlivům. Příčinou opožděného snesení vejce je hormon nadledvinek adrenalin, který se při stresu uvolní a potlačuje děložní kontrakce.

Reynard, Savory (1999) studovali vliv stresu na dobu snesení. Zjistili, že stres vyvolal až 6 hodin zpoždění ve snášce. Pokud bylo vejce sneseno během stresu, byla tato snáška opožděna o 3 hodiny. Některé slepice zadržovaly vejce i po pominutí stresových činitelů. Změna se týkala i skořápky, autoři zjistili, že při dlouhém zpoždění byla skořápka krabátá, nebo vykazovala rozličné množství povrchové kalcifikace při kratším zadržení způsobeným stresem. Délka zpoždění ovlivnila i počet abnormálních skořápek.

Světelný režim

Je známo, že doba snesení vajec je ovlivněná několika faktory. Mezi nejdůležitější patří délka světelného dne, doba ovulace, sekrece luteinizačního hormonu (LH), pohlavních steroidních hormonů a stres. Sekrece LH a pohlavních hormonů také souvisí se světelným režimem, protože uvolnění LH je vázáno na cirkadiální rytmus. Jakékoliv rozrušení prodlouží interval mezi snáškami vajec (Mills et al., 1991).

Etches et al. (1984) uvádějí, že snesení většinu vajec brzy ráno při chovu se světelným režimem v rozmezí 14 h – 17 h světla a 7 - 10 h tma. Bhatti (1987) zjistil, že nosnice vždy snesou vejce, i když jsou v konstantní tmě nebo konstantním světle. Vyskytly se případy, kdy slepice snášely vejce ve tmě. Etches (1990) uvádí, že slepice při světelném režimu 14 h světlo a 7 h tma snášely ihned po setmění a slepice v režimu 14 h světla a 14 h tmy snesly vejce ve tmě. Lillpers (1991) zjistil, že slepice dvou linií selektovaných na různé znaky reagovaly na synchronizaci cyklu světlo-tma stejným způsobem, nehledě na jejich odlišnou intenzitu snášky. Dvě linie bílých slepic odlišného užitkového typu se nelišily v době snesení prvního vejce v sérii, ale při snesení dalších vajec byly odchylky průkazné. Lewis et al. (2001) zkoumali tlumené světlo před a po normální 8 a 16 hodinové periodě. Doba snesení byla podobná u 8 h režimu v šeru po 8 h periodě, ale u slepic chovaných při 16 h periodě světla byla snáška opožděna o 3 hodiny. Při standardních světelných podmínkách (14 h

světlo:10 h tma) jsou vejce snesena podle Campo et al. (2007) mezi 7:30 – 8:00 a 15:30 – 16:00 h. Pokus s různým rozsvěcováním světla byl realizován Tůmovou, Ebeid (2005). Zjistili, že rozsvícení světla ve 3 hodiny ráno způsobí snesení většiny vajec v 6:00 h a pak doba snášky úměrně klesá během dne. Naopak pokud se rozsvítilo v 6 hodin, celkový podíl snesených vajec během dne se neměnil.

Genotyp

Mnoho studií hodnotí vztah mezi dobou snesení vajec a genotypem nosnic, protože ne všechny genotypy slepic snášejí vejce ve stejnou dobu při stejné délce světelného dne. Doba snesení prvního vejce v sérii u hnědých slepic byla průkazně dřívější než u bílých. Fraps (1970; in Lillpers, 1991) to vysvětluje rychlejší reakcí endokrinního systému hnědých slepic na faktory prostředí (světlo-tma). Další studie ukázaly, že uvolnění luteinizačního hormonu v závislosti na počátku zatemnění bylo dřívější u hnědých linií a také intervaly mezi uvolněním luteinizačního hormonu a ovulací byly u hnědých linií kratší (Lillpers, 1991).

Lewis et al. (1995) porovnávali snášku bělovaječných a hnědovaječných hybridů. Průměrná doba snesení vajec u hnědé skořápky byla o 1,2 až 1,4 h dříve než u vajec s bílou skořápkou. Vyplývá z toho, že geneticky rozdílné slepice mají rozdílné uvolňování luteinizačního hormonu. Uvolnění luteinizačního hormonu v závislosti na počátku zatemnění bylo dřívější u hnědých hybridů a také intervaly mezi uvolněním luteinizačního hormonu a ovulací byly u hnědých hybridů kratší. Podobných výsledků dosáhli Campo et al. (2007), kteří srovnávali genotypy s bílou, krémovou a hnědou snáškou slepic. Došli k závěru, že snesou-li slepice bílé a krémové vejce, mají tendenci snášet v odpoledních hodinách a hnědonosné slepice mají zase tendenci snášet v dopoledních hodinách.

Horst, Rauen (1984), kteří studovali vliv genu holokrkosti, zjistili vztah mezi tímto genem a větší snáškou. Pozitivní korelace mezi intervaly snesení vejce dříve v průběhu dne ukazují, že slepice s krátkými intervaly snášejí vejce častěji během dne než slepice s delšími intervaly. Yoo et al. (1984) zaznamenali pomalejší dozrávání folikulů u slepic s nižším intervalem snášky. Garces, Casey (2003) se zabývali stejnou problematikou. Jejich výsledky ukázaly, že gen zakrslosti prodlužuje interval a dobu snášky a zároveň se zkracuje délka a rychlost snášky. U genu holokrkosti nebyl prokázán žádný vliv na dobu snesení.

Genotyp slepic ovlivňuje podíl snesených vajec během dne. Tůmová et al. (2007) provedli studii, kde porovnávali tři genotypy slepic a dobu snesení vajec. Dominant modrý, Plymutka žíhaná a jejich F1 kříženec snesl nejvíce vajec v dopoledních hodinách (06:00 a 10:00 h). Největší počet vajec byl sebrán od Plymutky žíhané v 06:00, což bylo 53,2 %,

nejméně od Dominanta modrého ve 14:00, 11,1 %. V další práci Tůmová et al. (2009) porovnávají tři jiné genotypy: ISA hnědá, Hisex hnědý a Moravia BSL ustájeny v alternativním ustájení na podestýlce. ISA hnědá snášela největší počet vajec hlavně brzo ráno (06:00 – 62,8 %), nosnice Hisex hnědý snesly vejce do 10:00 (42 %) a Moravia BSL měla nejnižší snášku (10:00 a 14:00) v porovnání s ostatními genotypy.

Věk

Doba snesení je také ovlivňována věkem nosnice (Zakaria et al., 2013). Souvisí to s délkou série, u slepic v sérii dochází k ovulaci vajíčka od první ovulace v každé následné ovulaci o chvíli později a následující vejce v sérii jsou snesena později proti vejci předchozímu. Dobu a velikost snášky ve vztahu k věku nosnic ve dvou hejnech bílých hybridů leghornky porovnával Patterson (1997). Autor srovnával hybridy DEKALB Delta a Hy-linie W-36 ve 33 a 76 týdnech věku. Oba genotypy snesly přibližně 25,50 a 75 % denní produkce vajec do 07:00, 08:00 a 10:00 h ve 33. týdnu věku. V 76. týdnu věku byly stejné podíly vajec během dne, ale sneseny přibližně o hodinu později slepicemi Hy-linie W-36 a o 0,5 h později Delta slepicemi. Autor uvedl, že slepice W-36 snesly největší počet vajec v 09:00 h (23 % a 30,5 % z celkové denní produkce ve 33 a 76 týdnech věku). Také bylo zjištěno, že mladá hejna ve věku 33 týdnů snesla 50 % denní produkce během 13 hodin po zhasnutí světla, zatímco u starších hejn (76 týdnů věku) byla snáška opožděna o 30 až 60 minut. Omar (2013) zjistil, že u mladších nosnic je větší procentuální zastoupení (79 %) snesených vajec před 11:00 h Starší nosnice snášely ve stejnou dobu méně vajec (68 %).

Zvyšující se počet přestávek ve snášce, prodloužení intervalů mezi ovulacemi a následnými snáškami jsou typické projevy reprodukčního stárnutí slepice. Yoo et al. (1984) zaznamenali pomalejší tempo dozrávání folikulů u slepic s nižší snáškou. Emmans, Fisher (1986) zjistili, že se délka cyklu slepic se prodlužuje se snesením prvního vejce, což vede k poklesu ovulace a dobou snesení s věkem slepice. Pokles počtu ovulací s postupujícím věkem, který je charakteristický krátkými sériemi, může být způsoben změnami v cirkadiálním cyklu, změnami v dozrávání folikulu, nebo obojím. Kratší sérii mají běžně starší slepice (Johnston, Gous, 2003). Zpoždění v době snesení vajec mohou způsobit ekologické zátěže (více v systémech alternativního ustájení), přemístění nosnic a odstranění umístěného hnízda z důvodu uvolnění adrenalinu (Haughes et al., 1986). Mills et al. (1991) se zmínili, že tyto zátěže u slepic prodloužily intervaly doby snesení vajec.

2.2 Kvalita vajec

Kvalitu vajec posuzujeme podle mnoha kritérií. Mezi nejvýznamnější patří technologická hodnota. Při hodnocení kvality vajec technologickými postupy se sleduje hmotnost, kvalita žloutku, bílku a skořápky. Kvalita žloutku se vyjadřuje jeho hmotností, celkovým podílem, indexem a barvou. U bílku se hodnotí jeho hmotnost, podíl, index a Haughovy jednotky. Skořápku posuzujeme na základě její hmotnosti, podílu, pevnosti, tloušťky a barvy.

2.2.1 Hmotnost vejce

Nejdůležitějším ukazatelem je hmotnost vajec. Hmotnost vajec se v průběhu snášky mění, na začátku je nízká, na konci vysoká. Má střední koeficient dědivosti. Mnoho ukazatelů kvality vajec je ovlivňováno faktory vnější a vnitřní povahy. Vnější faktory jsou změny krmení, mikroklimatické podmínky, zdravotní stav, ustájení, špatné zacházení. Vnitřní faktory jsou genotyp, věk, hmotnost slepic, využití slepice, množství snesených vajec. Steinhauserová et al. (2003) pouze doplňují, že hmotnost vajec je ovlivněna plemennou příslušností, genetickými faktory, ročním obdobím a délkou snášky.

Ekonomiku výroby do určité míry ovlivňují především hmotnost vajec a kvalita skořápky (Ledvinka et al. 1997). Z technologického hlediska je důležitá hmotnostní vyrovnanost pro balení vajec a jejich dopravu (Hejlová, 2001). Hmotnost slepičího vejce se pohybuje mezi 30-80 g. Standardní hmotnost vejce je okolo 58 až 62 g (Steinhauserová et al., 2003). Na celkové hmotnosti vejce se žloutek podílí asi 30 %, bílek 60 % a zbývajících 10 % je skořápka (Tuláček, 2002).

Vlivem intenzity snášky na hmotnost vajec se zabývalo mnoho autorů (Halaj, 1983; Pokludová et al., 2003; Machander, 2004), kteří stejně uvádějí nižší hmotnost vajec od nosnic s vyšší intenzitou snášky. Dnešní hybridní selekcí ke zvýšení snášky a dosáhli zároveň i zvýšení hmotnosti vajec (Hudský, 1986).

Důležitý vliv na hmotnost vajec má věk nosnice a fáze snáškového cyklu (Halaj et al., 1977). Mladé nosnice snášejí menší vejce. Hmotnost vejce se obvykle zvyšuje s věkem nosnic (Campo et al., 2000; Silversides, Scott., 2001; van den Brand et al., 2004; Tůmová, Ledvinka., 2009). Yannakopoulos et al. (1994) uvádějí, že v závislosti na věku nosnic hmotnost vejce zůstala konstantní. Rajkumar et al. (2009) uvádějí pozitivní vztah mezi věkem

slepice a hmotností vejce. Také Söğüt, Sari (2009) zjistili, že s přibývajícím věkem se zvyšuje hmotnost vajec.

Patterson (1997) pozoroval zvýšení hmotnosti vajec s přibývajícím věkem ve dvou komerčních hejnech bílých hybridů Leghorn. Například Silversides, Scott (2001) porovnávali dva genotypy nosnic, ISA bílá a ISA hnědá. Zjistili, že hmotnost vejce roste s věkem nosnic, ačkoli ve vyšší míře u genotypu ISA bílá. Vliv věku na zvýšení celkové hmotnosti vajec v ekologickém chovu pozorovali i Rizzi, Chiericato (2005). Wezyk et al. (2006) hodnotili hmotnost vajec u dvou genotypů, Astra H a Astra S. Ve 20. týdnu věku byla hmotnost vajec přibližně 45 g a na konci experimentu v 63. týdnu byla hmotnost vajec 65-66 g, s žádným velkým rozdílem mezi hybridy. Prokazatelný vliv věku na hmotnost vajec uvádějí i Baumgartner et al. (2007). Také Obadasi et al. (2007) uvádějí zvýšenou hmotnost vajec s přibývajícím věkem nosnic, ve věku 25 týdnů byla hmotnost 58,83 g u hybridu Hy-line hnědé slepice a po 10 měsících byla hmotnost 66,64 g. Stejný genotyp zkoumal Ferrante et al. (2009), ale ukazují zvyšování hmotnosti vajec jen do 43. týdne věku, poté její snížení. Na konci snáškového cyklu byla vejce těžší. Zita et al. (2009) zkoumali tři genotypy slepic ISA hnědá, Hisex hnědý a Moravia BSL. Uvádějí, že se u všech genotypů se s věkem zvyšovala hmotnost vajec. Bozkurt, Tekerli (2009) zjistili vliv věku na kvalitu vajec u genotypu nosnic ISA hnědá a zaznamenali, že starší nosnice produkují těžší vejce. Tato vejce současně ztrácejí během skladování větší podíl hmotnosti.

V poslední době v Evropě došlo k významnému trendu používat alternativní chov slepic spíše než klecový chov. Z řad studií vyplynulo, že jsou velké rozdíly v hmotnosti vajec v závislosti na systému chovu. Výsledky jsou v mnoha případech rozporuplné, Moorthy et al. (2000), Leyendecker et al. (2001), Jenderal et al. (2004) uvádějí vyšší hmotnost vajec v klecových chovech, zatímco Tůmová, Ebeid (2005), Pištěnková et al. (2006), Zemková et al. (2000) zaznamenali těžší vejce v alternativních chovech na podestýlce. Kvalita vejce je v různých systémech ustájení také ovlivněna genotypem slepic. Leyendecker et al. (2001) uvádějí interakci genotypu se systémem ustájení mezi Lohmann LSL a Lohmann hnědý chovaný v konvenčních klecích, voliérách nebo ve volných intenzivních chovech. Tůmová et al. (2009) zjistili, že genotyp Moravia produkoval těžší vejce na podestýlce při srovnání s chovem v klecích, zatímco vejce snesená hybridem Hisex hnědý byla v klecích těžší než na podestýlce.

Genotyp patří také mezi velmi důležité vnitřní faktory ovlivňující hmotnost vajec. Vliv genotypu můžeme nejvíce pozorovat při porovnání slepic snášejících vejce s hnědou a bílou skořápkou. Je to způsobeno původem a užitkovostí slepice. Vits et al. (2005) se zabývali

hodnocením kvality vajec v závislosti na genotypu slepic Lohmann hnědý a Lohmann LSL. Zjistili, že hnědé slepice Lohmann hnědý snášely těžší vejce. Dále uvádějí vyšší hodnoty hmotnosti vajec u Lohmann hnědý než u Lohmann LSL.

2.2.2 Bílek

U bílku se hodnotí jeho hmotnost, podíl, index a Haughovy jednotky. Kvalita bílku se vyjadřuje výškou vnějšího hustého bílku nebo indexem tvaru bílku. Bílek má viskózní konzistenci a tvoří kolem 60 % celého obsahu vejce (Roberts, 2004). Rous (1972) uvádí, že existuje vysoká pozitivní korelace mezi celkovou hmotností vajec a hmotností všech složek ve vejci. Ale některé složky se zvyšují rychleji nebo pomaleji než celková hmotnost vejce. Vaječný bílek má velký vliv na celkovou kvalitu vejce (Jacob et al., 2003). Vnitřní kvalitu vajec také velmi ovlivňuje obsah a konzistence tuhého bílku. Vejce s vyšším obsahem tuhého bílku jsou odolnější při skladování.

Hmotnost a podíl bílku

Kvalita bílku je posuzována hlavně podle vnějšího hustého bílku. Věk nosnice, stáří vajec a vnější podmínky ovlivňují hmotnost a podíl vnějšího hustého bílku. S věkem nosnice a stářím vejce se podíl hustého bílku snižuje. Podíl bílku se jinak zvyšuje u vajec snesených později během dne. Podíl hustého bílku však není ve vejci konstantní, ale mění se v průběhu tvorby každého jednotlivého vejce i během snáškového cyklu (Ledvinka, Klesalová, 2002a). Pro hmotnost bílku je uváděn poměrně vysoký koeficient dědivost ($h^2 = 0,5-0,6$).

Také způsob ustájení ovlivňuje hmotnost bílku. Pokludová et al. (2003) zjistili nejvyšší hmotnost bílku u vajec z podestýlky 42,13 g, než z obohacené klece 41,87 g. Basmacioglu, Ergul (2005) zjistili vyšší hmotnost bílku u slepic chovaných na podestýlce v porovnání s klecovým chovem. Také Pištělová et al. (2006) zjistili vyšší hmotnost bílku u vajec snesených na podestýlce.

Dalším důležitým vnitřním faktorem ovlivňujícím hmotnost bílku je genotyp. Tůmová et al. (2007) zaznamenali nejvyšší kvalitu bílku u genotypu Dominant modrý při porovnání s Plymutkou žíhanou a jejich F1 kříženci. Hmotnost bílku nebyla ovlivněna systémem ustájení u genotypu Hisex hnědý, ale hmotnost bílku u genotypu Moravia byla vyšší z vajec pocházejících z podestýlky než těch z klecí (Tůmová et al., 2009). Hisex hnědý produkoval nejvíce bílku, zatímco nejméně vyprodukoval genotyp Moravia.

I věk nosnic ovlivňuje hmotnosti bílku. Rossi, Pompei (1995) uvádějí, že průměrná hmotnost bílku se s věkem zvyšuje. Zvyšování hmotnosti bílku s narůstajícím věkem nosnic uvádějí nejen Zita et al. (2009) i Suk, Park (2001). Naopak Yannakopoulos et al. (1994) shledali nižší hmotnost bílku u starších slepic (o 4,5%). Rovněž Ferrante et al. (2009) shledali nižší hmotnost bílku u slepic ve věku 68 týdnů (41,95 g), zatímco ve věku 27 týdnů byla tato hmotnost 42,24 g, ale v 35. týdnu věku nosnic bylo zaznamenáno opětovné zvýšení hmotnosti bílku na 43,01 g. Snížení hmotnosti vaječného bílku je způsobené stárnutím slepice, voda obsažená v bílku je přemístěna do žloutku. Tůmová, Ledvinka (2009) zjistili, že s přibývajícím věkem nosnic se hmotnost bílku zvyšovala pomaleji. S věkem se snižuje procentuální podíl vaječného bílku (Zita et al., 2009).

Haughovy jednotky a index bílku

Haughovy jednotky patří mezi další ukazatele kvality bílku. Haughovy jednotky vyjadřují kvalitu bílku na základě vztahu mezi výškou tuhého bílku a hmotností vejce (Mountney, Parkhurst, 1995). Kul, Seker (2004); Olawumi, Ogunlade (2008) popisují vzorec pro výpočet Haughových jednotek (HU) $HU = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, kde H označuje výšku bílku v milimetrech a W značí hmotnost vejce v gramech. Haughovy jednotky mohou být ovlivněny i teplotou při skladování, věkem nosnice či výživou (Toussant, Latshaw, 1999; Alkan et al., 2010). Kondaiah et al. (1983) popisují Haughovy jednotky jako jedny z matematických postupů, které jsou považovány za objektivní, platí na měření kvalitativních ukazatelů vajec a tento ukazatel byl dobře přijat jako měrná jednotka pro měření vnitřní kvality vajec. Haughovy jednotky se staly nejpoužívanější metodou pro měření vnitřní kvality vajec (Mountney, Parkhurst, 1995).

Vztah Haughových jednotek k typu ustájení uvádějí Leyendecker et al. (2001), Mohan et al. (1991), Píštělová et al. (2006). Zjistili, že Haughovy jednotky byly vyšší v alternativním systému než v klecích. Stejně tak Sekeroglu et al. (2010) zaznamenali vyšší hodnoty Haughových jednotek u vajec snesených ve výběžích oproti chovu v klecích a na podestýlce. Tůmová et al. (2011) sledovali významnou interakci genotypu a systému ustájení. Haughovy jednotky byly nejvyšší u vajec snesených v klecích a nejnižší u genotypu ISA hnědá.

Vits et al. (2005) zaznamenali vyšší Haughovy jednotky u slepic genotypu Lohmann LSL v porovnání s Lohmannem hnědým. Tůmová et al. (2007) zjistili nejvyšší kvalitu bílku vajec u genotypu Dominant modrý při současném hodnocení vajec Plymutky žíhané a jejich F1 kříženců. Zita et al. (2009) uvádějí, že největší Haughovy jednotky měly slepice Hisex hnědý (88,8) a nejméně ISA hnědá (83,9). Garcey, Casey (2003) porovnávali kvalitu bílku od

zakrslých a holokrčných slepic. Geny holokrčnosti redukovaly výšku bílku, stejně tak geny zakrslosti snižovaly výšku bílku.

Petek et al. (2009), Zita et al. (2009) uvádějí pozitivní vliv věku slepic pouze na Haughovy jednotky. Naopak Bozkurt, Tekerli (2009) zaznamenali vyšší Haughovy jednotky u mladých nosnic. Pokles výšky bílku s věkem zjistili van den Brand et al. (2004); čím starší je nosnice, tím více dochází k oslabení a ztrátě struktury vaječného bílku (Alamprese et al., 2012).

Index bílku se vypočítá jako poměr mezi výškou bílku a průměrem dvou šířek bílku měřených ve vzájemně kolmých osách v milimetrech, výsledek posléze vynásobíme stem (Šatava et al., 1984). Hejlová (2001) uvádí, že index bílku je ukazatel, kterým lze hodnotit množství a kvalitu hustého bílku, a že během dlouhodobého skladování index bílku výrazně klesá. Stejně výsledky zjistili i Scott, Silversides (2000), Silversides, Scott (2001) ve svých studiích, kde posuzovali vliv doby skladování na kvalitu vajec u nosnic. Index bílku se snižuje postupem času, vlivem řídnutí tuhého bílku (Šatava et al., 1984).

2.2.3 Žloutek

Kvalita žloutku se vyjadřuje jeho hmotností, celkovým podílem, indexem (výška, šířka, délka) a barvou. Vaječný žloutek tvoří 30 až 33 % z celého obsahu vejce (Roberts, 2004). Žloutek je složen z koncentricky uspořádaných tmavých a světlých vrstev (Belitz et al., 2008). Z nutričního hlediska patří mezi nejdůležitější součásti vejce.

Hmotnost a podíl žloutku

Koeficient dědivosti pro hmotnost žloutku ($h^2 = 0,12-0,15$) je mnohem nižší než pro hmotnost bílku. Z toho vyplývá, že při selekci na vysokou hmotnost vajec se může podíl bílku zvyšovat více než podíl žloutku (Šatava et al., 1984).

Hmotnost žloutku může být ovlivněna systémem ustájení. Basmacioglu, Ergul (2005) zjistili vyšší hmotnost žloutku u vajec z klecí v porovnání s vejci z podestýlky. Tůmová, Ebeid (2005) zaznamenali naopak vyšší hmotnost žloutku u vajec slepic chovaných na podestýlce ve srovnání s vejci z klecí. Píštělová et al. (2006) nezjistili významné statistické rozdíly v hmotnosti žloutku u vajec z podestýlky v porovnání s klecovým chovem, ale na podestýlce byla hmotnost vyšší.

Hmotnost žloutku je také spojena s genotypem nosnic. Nejvyšší hmotnost žloutku byla zaznamenána u vajec od nosnic Moravia. Garces, Casey (2003) u holokrké a zakrslé slepice zjistili, že vyšší hmotnost žloutku má holokrká slepice. Tůmová et al. (2007) uvádějí nejvyšší hmotnost žloutku u kříženců Dominanta modrého a Plymutky žíhané a nejnižší hodnoty byly naměřeny u vajec genotypu Dominant modrý. Zita et al. (2009) zaznamenali vyšší hmotnost žloutku u Moravia BSL (16,5 g) oproti genotypu ISA hnědá a Hisex hnědý (15,7 g, 15,8 g).

Vliv věku hraje také důležitou roli v hmotnosti žloutku. Rossi, Pompei (1995) uvádějí, že hmotnost žloutku se s věkem zvyšuje. Yannakopoulos et al. (1994) pozitivní vztah mezi věkem a hmotností žloutku zaznamenali, když zjistili hmotnost žloutku vyšší o 12,3 % u vajec snesených v 10 měsících věku slepic oproti 7 měsícům věku. Zvyšování hmotnosti žloutku s věkem slepic uvádějí také Jacob et al. (2000) a dodávají, že velikost žloutku se zvětšovala díky absorpci vody z bílku. Také Ferrante et al. (2009) uvádějí vyšší hmotnost žloutku u starších slepic, ale hmotnost žloutku u slepic ve věku 68. týdnů byla nižší oproti 53. týdnu věku. Vztah mezi věkem nosnic a hmotností žloutku uvádějí i Johnston, Gous (2007), Suk, Park (2001), kteří stejně jako Zita et al. (2009), Rizzi, Chiericato (2005) poukazují na fakt, že s narůstajícím věkem přibývá žloutek na své hmotnosti. Tůmová a Ledvinka (2009) zjistili, že hmotnost žloutku více souvisí s věkem slepice a žloutek zvýšil hmotnost o 40 % od začátku snášky.

Tůmová et al. (1993) porovnávali vliv genotypu u nosnic Hisex hnědý a bělovaječného hybridu D – 29. Průkazně vyšší hodnoty podílu žloutku zjistili u Hisexe hnědé. Tharrington et al. (1999) zkoumali u leghornky bílé snížení procentuálního podílu žloutku, které je způsobeno dlouhodobou genetickou selekcí. Nejvyšší podíl žloutku byl naměřen u křížence Dominanta modrého a Plymutky žíhané a nejnižší podíl u vajec Dominanta modrého (Tůmová et al., 2007). Zita et al. (2009) zaznamenali vyšší podíl žloutku u genotypu Moravia BSL oproti slepicím ISA hnědá a Hisex hnědý.

Podíl žloutku je v negativní korelaci vůči narůstající velikosti vajec, ale pozitivně spojený s narůstajícím věkem slepice (Hartmann et al., 2000). Procentuální podíl žloutku je ovlivněn věkem nosnic. Zvýšený podíl u starších nosnic uvádějí ve svém výzkumu Zita et al. (2009), a ve své studii potvrzují i Rizzi, Chiericato (2005). Naopak Ledvinka et al. (2004) ve své práci uvádějí výsledky, které udávají, že s přibývajícím věkem nosnic dochází ke snižování hodnot podílu žloutku.

Index a barva žloutku

Tvar žloutku je závislý na elasticnosti a pevnosti žloutkové blány, která se snižuje vlivem stárnutí vejce. Kvalita žloutku se vyjádří indexem žloutku (Šatava et al., 1984). Vyšší index žloutku byl pozorován u nosnic chovaných v obohacených klecích (Englmaierová et al., 2014).

Tůmová et al. (2007) zaznamenali vyšší hodnoty indexu žloutku u nosnic genotypu F1 kříženců (45,1 %) v porovnání s Dominantem modrým (42,7%) a Plymutkou žíhanou (44,6 %). Bozkurt, Tekerli (2009) uvádějí, že vyšší index žloutku byl u hnědovaječných nosnic oproti bělovaječným. Zita et al. (2009) zjistili, že nejvyšší index žloutku (45,1 %) byl na konci experimentu u genotypu Moravia BSL na rozdíl od ISA hnědá a Hisex hnědý.

Jacob et al. (2003) uvádějí, že žloutek staršího vejce je nižší a širší. Bozkurt, Tekerli (2009), Zita et al. (2009), Ledvinka et al. (2012) zjistili vliv věku na kvalitativní parametry žloutku a udávají, že index kvality žloutku dosahuje vyšších hodnot u mladších nosnic v porovnání se staršími nosnicemi. Naopak Petek et al. (2009) nezjistili signifikantní rozdíly u indexu žloutku ve vztahu k věku nosnic.

Barevná škála žloutku se pohybuje od zcela světlé až po nejtmaší odstíny žluté a oranžové (Jacob et al., 2003; Roberts, 2004). Koeficient dědivosti barvy žloutku je velmi nízký (Šatava et al., 1984). Barva je ovlivněna přítomností pigmentů ze skupiny karotenoidů obsažených v krmivu (Wells, Belyavin, 1987). Barva se posuzuje nejčastěji pomocí vizuálního pozorování podle vypracovaných barevných stupnic. Z nutričního hlediska nemá barva žloutku žádný význam (Holoubek et al., 2000). Mezi krmiva, která ovlivňují barvu žloutku, patří například kukuřice, zelená píce, pšenice, ječmen nebo čirok (Jacob et al., 2003).

Leyendecker et al. (2001) zjistili vliv ustájení na barvu žloutku a uvádějí, že barva žloutku byla intenzivnější u vajec z výběhového chovu. Také van den Brand et al. (2004) zjistili, že u slepic chovaných ve výběhu byla barva žloutku tmavší v porovnání s vejci z klecového chovu. Píštělová (2006) se Sekerovou et al. (2008) došli ke stejným výsledkům.

Leyendecker et al. (2001) zjistili, že tmavší barva žloutku byla u vajec slepic Lohmann LSL z výběhů a u Lohmann LT chovaných v klecích. Tůmová et al. (2009) naopak neuvádějí průkazné interakce u barvy žloutku, ale tmavší barvu zaznamenali u genotypu Moravia BSL, který byl chován v klecích.

Vliv věku nosnic je znatelný i na barvě žloutku. Petek et al. (2009) uvádějí negativní vliv věku slepic na barvu žloutku. Rizzi, Chiericato (2005) udávají u starších nosnic nižší intenzitu barvy žloutku.

2.2.4 Skořápka

Kvalita skořápky patří mezi další důležité parametry kvality vajec. Skořápku posuzujeme na základě její hmotnosti, podílu, pevnosti, tloušťky a barvy. Roberts (2004) uvádí, že vejce je tvořeno z 9 až 12 % vaječnou skořápkou. Pod skořápkou jsou podskořápkové blány.

Hlavními faktory, které ovlivňují kvalitu skořápky, jsou genetické vlivy, fáze snášky a výživa (Halaj, Grofík, 1994; Ledvinka, Klesalová, 2002b; Jacob et al., 2003; Johnston, Gous, 2007). Ledvinka, Klesalová (2002b) ve své práci uvádějí značný vliv fáze snáškového cyklu na kvalitu vaječné skořápky, kdy nejkvalitnější skořápka bývá uprostřed snáškového cyklu a k jejímu zeslabení dochází většinou ke konci snáškového období. Vlastnosti skořápky mohou být ovlivněny interakcí věku a systému ustájení (van den Brand et al., 2004), nebo věku a genotypu (Campo et al., 2007).

Tenká skořápka, způsobující křapy nebo vejce bez skořápky, patří mezi nežádoucí faktory. Hlavní příčinou porušení celistvosti vaječné skořápky je věk nosnic, minerální a vitaminová výživa, teplota a systém ustájení. Vliv věku nosnice na zvyšování podílu praskajících skořápek se zdůvodňuje hmotností vaječného obsahu při prakticky nezměněné hmotnosti skořápky (Šatava et al., 1984). Silversides, Scott (2001) poukazují také na zhoršování parametrů kvality skořápky s přibývajícím věkem nosnice.

Hmotnost a podíl skořápky

Dobrou kvalitu skořápky vyjadřuje její hmotnost. Ledvinka et al. (2005) zaznamenali vyšší hmotnost a podíl skořápky u vajec slepic chovaných na podestýlce v porovnání s klecovým systémem. Pištěková et al. (2006), Englmaierová et al. (2014) zaznamenali vyšší hmotnost skořápky u chovu v klecích oproti chovu na podestýlce. Hidalgo et al. (2008) uvádějí nejnižší hmotnost skořápky u vajec z výběhů ve srovnání s chovem v klecích, ekologickým chovem a chovem na podestýlce. Vejce s nejlehčí skořápkou byly sneseny na podestýlce ve srovnání s klecovým chovem. Basmacioglu, Ergul (2005) nepozorovali vliv systému ustájení na hmotnost skořápky (podestýlka vs. klec).

Interakci genotypu a systému ustájení zjistili Tůmová et al., (2009) hmotnost skořápky byla nejvyšší v klecích u hybridů ISA hnědá nebo Hisex hnědý, zatímco na podestýlce byla

nižší u genotypu Moravia. Zita et al. (2009) zaznamenali nejnižší hmotnost u nosnic Moravia BSL a nejvyšší hmotnost u vajec nosnic ISA hnědá.

Campo et al. (2000) uvádějí, že starší slepice snášely vejce s vyšší hmotností skořápky. Leeson, Summers (2000) zaznamenali, že od 24. týdne do 64. týdne věku roste hmotnost skořápky o 30 %, a to z 5 g na 6,5 g. Bozkurt, Tekerli (2009) taktéž uvádějí, že s věkem nosnic se hmotnost skořápky zvyšuje. Naopak van den Brand et al. (2004) zjistili, že procentuální zastoupení skořápky se s věkem snižuje.

Tloušťka skořápky

Tloušťka skořápky se zjistí pomocí měřidla, měří se na třech místech skořápky (Mountney, Parkhurst, 1995). Leyendecker et al. (2001) zjistili, že tloušťka skořápky byla vyšší u vajec z výběhu než z klecí. Hidalgo et al. (2008) uvádějí nejmenší tloušťku skořápky v klecovém systému, zatímco vyšší hodnoty tloušťky zaznamenali u výběhového chovu a podestýlky. Pavlovski et al. (2001) uvádějí, že naopak slabší skořápku měla vejce z výběhů. Tůmová et al. (2011) zjistili interakci genotypu a systému ustájení.

Vliv věku na tloušťku skořápky se v různých studiích velmi liší. Ledvinka, Klesalová (2002b) zjistili, že s rostoucím věkem slepic dochází k postupnému snižování tloušťky skořápky. Během produkční periody tloušťka skořápky klesá (Anderson et al., 2004). Popova – Ralcheva et al. (2009) zjistili, že tloušťka skořápky se s věkem mírně snižuje. Ke stejnému názoru dospěli i Bozkurt, Tekerli (2009), kde se zmiňují, že s věkem se tloušťka skořápky snižuje. Na druhou stranu Zita et al. (2009) zjistili, že tloušťka skořápky se s věkem zlepšuje.

Pevnost a barva skořápky

Pevnost skořápky je nejdůležitější technologickou vlastností. Odhadnutý koeficient dědivost se pohybuje obvykle kolem hodnoty $h^2 = 0,25-0,55$ (Šatava et al., 1984). Stejní autoři se zmiňují, že pevnost skořápky je rozdílná nejen mezi druhy, ale i mezi plemeny a populacemi drůbeže. Ke konci snáškového období je pevnost skořápky nejmenší. Pevnost skořápky závisí na její tloušťce, můžeme ji měřit i podle specifické hmotnosti.

Pavlovski et al. (2001) uvádějí, že slabší skořápku měla vejce z výběhů. Naopak Pištěková et al. (2006) nezaznamenali významné rozdíly v pevnosti skořápky mezi jednotlivými systémy ustájení. Mertens et al. (2006) zjistili vyšší pevnost skořápky u vajec z

voliér oproti klecovému chovu a nižší pevnost u vajec z výběhu oproti všem ostatním chovům.

Ve vztahu ke genotypu, Zita et al. (2009) zjistili, že nejnižší pevnost skořápky byla u nosnic Moravia. Nejvyšší pevnost byla naměřena u vajec slepic Hisexe hnědé. Tůmová et al. (2007) shledali nejvyšší pevnost skořápky u vajec Dominanta modrého ve srovnání s Plymutkou žíhanou.

Interakci genotypu a systému ustájení sledovali Tůmová et al. (2009). Nejvyšší pevnost skořápky byla stanovena na vejcích Hisexe hnědé snesených v klecích, zatímco nejnižší byla u vajec genotypu Moravia.

Věk nosnic také ovlivňuje změny pevnosti vaječné skořápky. Obecně platí, že pevnost skořápky je negativně ovlivněna věkem nosnice. Tuto skutečnost ve své studii uvádějí Rodriguez-Navarro et al. (2002), kteří zaznamenali vliv mikrostruktury na mechanické vlastnosti skořápky u různých věkových skupin nosnic. S věkem většinou klesá pevnost skořápky a to v průměru ze 40 N na 20 N (Simonová, Vacová, 2000). Roland et al. (1975) zjistili, že pokles pevnosti skořápky může být způsoben věkem nosnice, nedostatkem vápníku ve skořápce. S postupujícím věkem slepic zjistili Roland et al. (1975) shodně s Pavlíkem et al. (2009) nižší pevnost skořápky. K podobnému závěru došli i Pavlík et al. (2009), kteří zjistili klesající pevnost skořápky s rostoucím věkem slepic. Také Krawczyk (2009) zjistil, že s věkem se pevnost skořápky snižuje. Naopak Zita et al. (2009) zjistili, že pevnost skořápky se s věkem zlepšuje.

2.3 Vliv doby snesení na kvalitu vajec

2.3.1 Hmotnost vejce a doba snesení

Literatura ukazuje, že doba snesení vejce ovlivňuje kvalitu vejce. Hmotnost vajec je jednou z nejdůležitějších vlastností kvality vajec. Mnohé studie zjistily, že vejce snesená brzy ráno jsou těžší než ta snesená během dne (Patterson, 1997; Pavlovski et al., 2000; Tůmová et al., 2009, Zakaria et al. 2013, Akil et al. 2015). Harms (1991) uvádí, že u komerčních slepic se hmotnost vajec snižovala mezi 07:45 a 15:45 h, pak se hmotnost zase zvyšovala. Sníženou hmotnost vajec s postupující dobou snesení během dne uvádějí také Yannakopoulos et al. (1994), Novo et al. (1997). Podobné výsledky zaznamenal i Patterson (1997), kdy nejtěžší vejce bylo sneseno ráno a hmotnost klesala mezi 05:00 a 18:00 h o 2-9 gramů. Aksoy (2001) si všiml těžších vajec v dopoledních hodinách (09:00 h.) a nejlehčích v odpoledních hodinách (15:00 h.). Tůmová, Ebeid (2005) uvádějí, že hmotnost vajec se neliší podle doby, kdy slepice snese vejce. Naopak v další práci Tůmová et al. (2008) pozorovali těžší vejce v 10 a 14 hodin ve srovnání s vejci snesenými v 6 hodin.

Rozdíly v hmotnosti vajec snesených během dne také závisí na pozici vejce v sérii. Choi et al. (1981), Miyoshi et al. (1997) uvádějí, že průměrná hmotnost vajec snesených v dopoledních hodinách byla vyšší než u vajec snesených v odpoledních hodinách. Lillpers, Wilhelmson (1993) zjistili snižující se hmotnost vajec v závislosti na pořadí vejce v sérii, ale nezaznamenali žádné rozdíly v hmotnosti vajec v sérii s 18 vejci. Miyoshi et al. (1997) udávají velké rozdíly v hmotnosti vajec mezi prvním a následujícím vejcem (3-4 g nebo 6 %). Změny v hmotnosti vajec lze vysvětlit fyziologickým stavem slepice. Na začátku série mají slepice schopnost produkovat těžší vejce (Choi et al., 1981). Čas doby snesení vajec lze odhadnout z doby, kdy u slepice probíhá ovulace. Vnitřní ovulace probíhá v náhodném pořadí. Všechny tyto aspekty jsou ovlivněny věkem nosnice, výživou a dalšími faktory životního prostředí (Johnston, Gous, 2007).

Genotyp je cenným aspektem doby snesení vajec. Lewis et al. (1995) ukázali rozdíly mezi slepicemi masnými a slepicemi nosného typu. Tyto odchylky byly vyšší než mezi hybridy snášejícími bílá a hnědá vejce. O 1 hodinu později snesl masný typ vejce od bělovaječné slepice a 2,5 hodin později od hnědovaječné slepice (Lewis et al., 2001). Zakaria et al. (2013) ukazují ve své studii, že masný typ má v různých denních dobách rozdílné hmotnosti vajec. Campo et al. (2007) zjistili, že slepice snášejí bílá vejce v odpoledních hodinách, zatímco hnědá vejce mají tendenci snášet v dopoledních hodinách.

Tůmová et al. (2008) prováděli pokus, kde nosnice ISA hnědá od 20. do 64. týdne věku byly ustájeny na podestýlce. Vejce byla sbírána denně v čase 06:00, 10:00 a 14:00 hodin v intervalu čtyř týdnů. Doba snesení neměla významný vliv na hmotnost vajec. Avšak největší vejce byla snesena v 10:00 a 14:00 hodin.

Hmotnost vajec může být ovlivněna interakcí více faktorů. Tůmová, Ebeid (2005) zjistili, že slepice chované v klecích snášely těžší vejce brzy ráno v 6 h oproti slepicím na podestýlce a v porovnání s další dobou sběru v 10 a 14 h Naopak při ustájení na podestýlce autoři neuvádějí vliv doby snesení na hmotnost vajec. Tůmová et al. (2009) popsali, že hmotnost vajec byla průkazně ovlivněna interakcí doby snesení (6, 10, 14 h) a genotypu slepic (ISA hnědá, Hisex hnědý a Moravia BSL). Nejtěžší vejce byla snesena brzy ráno slepicemi Hisexe hnědého a nejnižší hmotnost měla vejce slepic ISA hnědá snesená v odpoledních hodinách. Autoři zaznamenali pokles hmotnosti vajec slepic Hisexe hnědého a ISY hnědé v porovnání s dobou snesení během dne, ale naopak průkazné zvyšování hmotnosti vajec Moravia BSL. Hrnčár et al. (2013) sledovali interakci mezi dobou snesení a genotypem nosnic Vlaška koroptví, Oravka a Brahmanka. U slepic Vlaška koroptví a Oravka interakce signifikantně neovlivnila hmotnost vejce.

2.3.2 Bílek a doba snesení

Hmotnost, podíl bílku a doba snesení

Změna hmotnosti bílku v závislosti na době snesení zůstává konstantní, jak zjistili Yannakopoulos et al. (1994). V odpolední snášce mělo vejce v podstatě více bílku než ranní vejce. To mohlo vzniknout tím, že odpolední vejce absorbovalo více bílku při vzniku. Zaznamenali také vyšší obsah vody v bílku z odpoledních vajec než u ranních. Tůmová et al. (2009) zaznamenali pokles hmotnosti bílku s dobou sběru.

Procentuální podíl bílku na hmotnosti vejce je ovlivněný interakcí doby snesení a genotypu (Tůmová et al., 2007). Autoři zaznamenali jeho nejvyšší zastoupení u vajec snesených v 10 h (genotyp Dominant modrý a Plymutka žíhaná), ale u vajec kříženců těchto genotypů byl nejvyšší podíl bílku zjištěn později během dne (14 h).

Haughovy jednotky, index bílku a doba snesení

Haughovy jednotky narůstají s dobou snesení vajec (Pavlovski et al. 2000; Tůmová, Ebeid, 2005). Tůmová, Ebeid (2005) zjistili rozdíl o 2,14 jednotek více v čase sběru 06:00 h než ve 14:00 hodin. Podobný rozdíl (o 2,86 jednotky vyšší ve prospěch vajec snesených odpoledne) uvádějí i Tůmová et al. (2008). Nicméně Pavlovski et al. (2000), Tůmová et al. (2007, 2009) uvádějí nižší hodnotu Haughových jednotek u vajec snesených odpoledne u různých genotypů slepic.

Ebeid et al. (2003) dělali pokus, při kterém měli vejce snesená v 6:00 h, 10:00 h, a 14:00 h, a zjišťovali kvalitu bílku prostřednictvím Haughových jednotek. Z výsledků vychází, že u vajec snesených do 14:00 h byly vyšší Haughovy jednotky (76,87), oproti vejcům sneseným do 6 hodin (73,88) a do 10 hodin (74,23).

Interakce ovlivňuje kvalitu bílku v závislosti na době snesení vejce, genotypu a systému ustájení (Tůmová et al., 2009). Autoři zjistili, že vejce snesená v 6 hodin slepicemi Moravia BSL ustájenými na podestýlce vykazovala nejvyšší hodnoty Haughových jednotek, v porovnání s genotypy ISA hnědá a Hisex hnědý. Množství Haughových jednotek se výrazně zvýšilo v odpoledních hodinách u slepic genotypu ISA hnědá a Moravia BSL chovaných na podestýlce (Tůmová, Ebeid, 2005). Tůmová et al. (2008) zjistili, že vejce nosnic ISA hnědá ustájených na podestýlce měla vyšší hodnotu Haughových jednotek v odpoledních hodinách.

2.3.3 Žloutek a doba snesení

Hmotnost, podíl žloutku a doba snesení

Ynnakopoulos et al. (1994) takřka nezaznamenali žádný vliv doby snesení vajec na hmotnost žloutku. Arafa et al. (1982), Tůmová, Ledvinka (2009) jejich studie uvádějí, že žloutek vajec snesených ráno byl těžší. Halaj, Szoby (1997) uvádějí, že nejvyšší podíl žloutku je u vajec snesených brzy ráno a pozdě odpoledne. Procento žloutku mírně klesá s dobou snesení vajec (Tůmová, Ebeid, 2005; Tůmová et al. 2007).

Tůmová et al. (2007) studovali vliv interakce genotypu a doby snesení vejce na kvalitu žloutku. Zjistili jeho nejvyšší podíl u vajec snesených v 6 hodin slepicemi Dominant modrý a Plymutka žíhaná. U jejich kříženců byl nejvyšší podíl žloutku v 10 hodin. V další práci Tůmová et al. (2009) byla zjištěna interakce doby snesení a genotypu slepic u hmotnosti žloutku. Nejvyšší hodnoty měla vejce snesená slepicemi Moravia BSL odpoledne, zatímco hmotnost žloutku slepic ISA hnědá a Hisex hnědý se během dne snížila.

Index, barva žloutku a doba snesení

Tůmová et al. (2008) prováděli pokus, kde nosnice ISA hnědá od 20. do 64. týdne věku byly ustájeny na podestýlce. Vejce snesená v 10:00 h měla vyšší index žloutku (v porovnání s 6 h a 14 h). Yannakopoulos et al. (1994) zaznamenali vyšší obsah vody v žloutku u odpoledních vajec než u ranních.

2.3.4 Skořápka a doba snesení

Hmotnost, podíl skořápky a doba snesení

Vztah mezi dobou snesení vejce a kvalitou skořápky patří mezi další důležitá témata. Arafa et al. (1982), Lee, Choi (1985), Oguike (1995), Pavlovski et al. (2000) uvádějí, že kvalita skořápky vajec snesených v dopoledních hodinách není tak dobrá jako u vajec snesených v odpoledních hodinách.

Harms (1991) uvádí průkazně vyšší hmotnost skořápky vajec snesených před 7:45 než mezi 7:45 a 11:45 h. Poté se hmotnost zvyšovala do 12:45 h a zůstala přibližně stejná po zbytek dne s výjimkou vajec snesených mezi 14:45 a 16:45 h. V rozporu s tímto výsledkem je studie Tůmové et al. (2009) popisující snižující se trend v hmotnosti skořápky s dobou snesení. Stejně jako Tůmová, Ledvinka (2009), kteří uvádějí snižující se hmotnost skořápky s dobou snesení během dne.

Tůmová, Ebeid (2005) zjistili vyšší procentuální podíl skořápky u vajec snesených odpoledne (10,33 % a 10,31 % ve 14 h a 10 h). U vajec snesených ráno (6 h) byl naopak zaznamenán pokles podílu skořápky (10,03 %). Ebeid et al. (2003) zase zjistili vyšší podíl u vajec snesených do 6:00 h (10,36 %) a do 10:00 h (10,08 %) a nižší u vajec snesených do 14:00 hodin (10,08 %). Hrnčár et al. (2013) souhlasí a uvádějí, že nejvyšší kvalita skořápky je u vajec snesených v dopoledních hodinách.

Tloušťka skořápky a doba snesení

Pavlovski et al. (2000) zjistili, že vejce se silnější skořápkou byla snesena mezi 10:00 a 13:00 h. Vyšší tloušťku skořápky v odpoledních hodinách uvádějí Tůmová, Ebeid (2005), Tůmová et al. (2007). Naopak tloušťka skořápky vajec snesených v dopoledních hodinách není tak vysoká jako v odpoledních hodinách (Pavlovski et al. 2000; Tůmová, Ebeid, 2005;

Tůmová et al. 2007; Novo et al. 1997). Tůmová et al. (2008) zjistili průkazně vyšší tloušťku skořápky u ranních vajec (6 h), ale u ostatních ukazatelů vliv doby snesení nebyl potvrzen.

Tůmová et al. (2008) prováděli pokus, kde nosnice ISA hnědá od 20. do 64. týdne věku byly ustájeny na podestýlce. Doba snesení měla vliv na tloušťku skořápky. Ráno (06:00 h) byla tloušťka skořápky 0,398 mm. Vejce snesená v odpoledních hodinách měla tloušťku skořápky 0,390 mm. Významně vyšší hodnotu tloušťky skořápky zjistili Hrnčár et al. (2013) u vajec genotypu Oravka snesených v 06:00 h ve srovnání s vejci snesenými v 10:00 a 14:00 hodin. Tloušťka skořápky byla významně ovlivněna dobou snesení vajec i u genotypu Brahmanka a Vlaška koroptví.

Tůmová, Ebeid (2005) popisují interakci doby snesení a systému ustájení. U slepic ustájených na podestýlce má doba snesení vliv na tloušťku skořápky, kdy silnější skořápka byla zjištěna u vajec snesených ráno v 6 hodin.

Pevnost, barva skořápky a doba snesení

Pevnost skořápky vajec snesených v dopoledních hodinách klesala ve srovnání s vejci snesenými v odpoledních hodinách (Novo et al. 1997; Pavlovski et al. 2000; Tůmová, Ebeid, 2005; Tůmová et al. 2007).

Washburn, Potts (1975) zjistili, že vejce snesená v ranních hodinách (10:00 h) vykazovala relativně nízkou pevnost skořápky v porovnání s vejci z odpolední snášky. Naopak Tůmová et al. (2008) uvádějí, že vejce snesená ráno měla pevnější skořápku než vejce snesená odpoledne. Ebeid et al. (2003), Tůmová a Ebeid (2005) uvádějí, že pevnost skořápky nebyla dobou ovipozice ovlivněna.

Průkazná interakce několika faktorů (doby snesení, genotypu a systému ustájení) byla shledána u pevnosti skořápky (Tůmová et al., 2009). Nejvyšší hodnoty byly patrné u vajec snesených ve 14 hodin slepicemi Hisexe hnědého, které byly chovány v klecích, a naopak nejnižší pevnost byla zaznamenána u vajec snesených ve stejný čas, ale slepicemi Moravia BSL ustájenými na podestýlce.

3 Hypotéza a cíl práce

Hypotéza:

Kvalita vajec je ovlivněna řadou faktorů, mezi které patří zejména doba snesení a věk nosnic. S dobou snesení se mění zejména hmotnost vajec a kvalita skořápky podobně jako s věkem. Na druhou stranu je málo informací o rozdílech změn v kvalitě vajec snesených v průběhu dne v závislosti na věku slepic, ale tyto změny nejsou rovnoměrné. Předpokládáme, že změny v kvalitě vajec v závislosti na době snesení se mohou u různých hybridů lišit na začátku a konci snášky.

Cíl:

Cílem práce je posoudit změny v kvalitě vajec snesených ráno, dopoledne a večer na začátku a konci snáškového cyklu u šesti hybridů nosného typu.

4 Materiál a metodika

Při pokusu jsme se zaměřili na zhodnocení rozdílů v kvalitě vajec v závislosti na věku a době snesení vejce na začátku a konci snáškového cyklu. Pokus byl realizován mezi 19. a 26. týdnem věku a 64. a 70. týdnem věku. V pokusu bylo umístěno šest různých hybridů slepic: Bovans hnědý, Bovans žíhaný, Isa sussex, Moravia žíhaná, Moravia BSL a Dekalb bílý. Nosnice byly ustájeny individuálně v klecích, 15 kusů od každého genotypu. Byl zaveden 16 hodinový světelný den s rozsvícením ve 3,00 h. Nosnice byly chované v běžných podmínkách odpovídajících požadavkům slepic nosného typu, byly krmeny obchodní krmnou směsí N1 na začátku snášky a N2 na konci snášky. Krmení a napájení bylo ad libitum. V průběhu pokusu se denně zaznamenávala snáška v 6,00, 9,00, 12,00 a 17,00 hodin. Celkem bylo hodnoceno 300 vajec od každého genotypu v každém období.

Byla zjišťována hmotnost vajec, index vejce, index bílku, index žloutku, hmotnost žloutku, hmotnost bílku, hmotnost skořápky, tloušťka skořápky, pevnost skořápky destruktivní a nedestruktivní metodou, Haughovy jednotky (Haugh, 1937) a barva žloutku. Jednotlivé ukazatele technické hodnoty byly stanoveny přístroji firmy TSS (England).

Hmotnost vejce, žloutku a skořápky se stanovovala na elektronických vahách. Hmotnost bílku se vypočítala z rozdílu hmotností vejce a žloutku. Skořápka se před zvážením musela nejdříve vysoušet při teplotě 50 °C po dobu 4 hodin. Ze získaných hodnot bylo dopočítáno procentuální zastoupení bílku, žloutku a skořápky (%). Index tvaru vejce (%) se zjistil podle vzorce (šířka/délka) * 100 a pomocí posuvného měřítka byl naměřen index tvaru vejce.

Hodnoty kvality bílku byly měřeny pomocí indexu bílku a Haughových jednotek. Haughovy jednotky byly stanoveny pomocí přístroje QCH. K přístroji byly připojeny počítače vybavené programem k automatickému zaznamenávání hmotností vejce a výšky bílku (mm) a výpočtu Haughových jednotek (Haugh, 1937). Index bílku (%) byl vypočítán vzorcem $\frac{\text{výška bílku}}{((\text{šířka bílku} + \text{délka bílku})/2)} * 100$. Výška tuhého bílku byly měřena přístrojem QCH od TSS England. Šířka (mm) a délka tuhého bílku (mm) byly měřeny kolmo na sebe posuvným měřítkem.

Hodnoty žloutku byly hodnoceny pomocí indexu a barvy. Index žloutku se počítal dle vzorce: $\frac{\text{výška žloutku}}{((\text{šířka žloutku} + \text{šířka žloutku})/2)} * 100$. Výška žloutku (mm) byla změřena mikrometrickou hlavicí (Mitutoyo, 0,01 mm, Kawasaki, Japan) a rozměry šířka a délka žloutku (mm) byly měřeny kolmo na sebe posuvným měřítkem. Barva žloutku byla

zjištěna kolorimetrickou metodou na přístroji QCC (TSS England) a výsledky vyjádřeny jako standard DMS Roche.

U kvality skořápky se hodnotila pevnost, tloušťka a barva skořápky. Pevnost skořápky byla zjištěna přístrojem QC – SPA firmy TSS England. Pro hodnocení tloušťky skořápky se nejdříve odstranila podskořápečná blána, poté se hodnotila v ekvatoriální rovině přístroji QCT (TSS England). Barva skořápky byla zjištěna refraktometrem QCR. Hodnoty barvy skořápky se pohybují mezi 0 (černá) a 100% refraktance (čistě bílá).

Výsledky byly zpracovány dvojnásobnou analýzou variance s interakcí genotypu a doby snesení vajec. Průkaznost rozdílů je označena různými písmeny při hladině významnosti $P \leq 0,05$.

5 Výsledky a diskuze

Pokus byl zaměřen na zjišťování změn kvality vajec v závislosti na době snesení, genotypu na začátku a konci snáškového cyklu. Bylo použito šest různých hybridů slepic Bovans hnědý, Bovans žíhaný, Isa sussex, Moravia žíhaná, Moravia BSL a Dekalb bílý. Z výsledků v tabulce 1 vyplývá, že hmotnost vajec nebyla průkazně ovlivněna interakcí doby snesení vejce a genotypu nosnic ani na začátku nebo konci snášky. Hrnčár et al. (2013) také sledovali interakci mezi dobou snesení a genotypem nosnic, u Vlašky koroptví a Oravky interakce signifikantně neovlivnila hmotnost vejce. Naopak Tůmová et al. (2009) zjistili, že hmotnost vajec byla průkazně ovlivněna interakcí doby snesení a genotypu slepic. Nejtěžší vejce snesly nosnice Hisexe hnědého brzy ráno a nejnižší hmotnost měla vejce slepic ISA hnědá snesená v odpoledních hodinách. V našem pokusu nebyla hmotnost vajec průkazně ovlivněna ani dobou snesení.

Hmotnost vajec byla ovlivněna pouze genotypem nosnic na začátku snášky, průkazně ($P \leq 0,04$) nejtěžší vejce byla snesena nosnicemi Isa sussex a nejlehčí snesena hybridem Bovans žíhaný. Také Campo et al. (2000) zjistili průkazný vliv genotypu nosnic na hmotnost vajec. Scott, Silversides (2000), Basmacioglu, Ergul (2005) nebo Silversides et al. (2006) se zabývali rozdíly v hmotnostech vajec u hnědovaječných a bělovaječných nosnic a shodně zaznamenali průkazně ($P \leq 0,001$) vyšší hmotnost vajec hnědovaječných nosnic. Tůmová et al. (2007) také zjistili vysoce signifikantní ($P \leq 0,001$) vliv genotypu na hmotnost vajec. Nejtěžší vejce byla zaznamenána u Plymutky žíhané, přitom nejlehčí byla snesena nosnicemi Dominanta modrého. Bozkurt, Tekerli (2009) uvádějí signifikantní vztah mezi hmotností vajec a dobou jejich snesení, hnědovaječné nosnice genotypu ISA hnědá měly těžší vejce v porovnání s bělovaječným genotypem Lohman bílý. V našem pokusu hybrid Dekalb bílý měl lehčí vejce než většina hnědovaječných hybridů Bovans hnědý, Isa sussex a Moravia BSL, ale zároveň těžší než hybridy Bovans žíhaný a Moravia žíhaná. Na konci snášky v našem pokusu nebyla hmotnost vajec ovlivněna genotypem nosnic.

Tabulka 1: Vliv doby snesení, genotypu a věku nosnic na kvalitu vajec

| Genotyp | Doba snesení | Hmotnost vejce (g) | | Index (%) | |
|------------------------|--------------|--------------------|---------|-----------|---------|
| | | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 |
| Bovans hnědý | 6:00 | 53,60 | 63,31 | 81,78 | 76,54 |
| | 9:00 | 54,90 | 60,94 | 77,94 | 74,38 |
| | 12:00 | 51,90 | | 81,93 | |
| | 17:00 | | | | |
| Bovans žíhaný | 6:00 | 51,71 | 64,37 | 78,17 | 71,39 |
| | 9:00 | 49,15 | 60,80 | 77,87 | 70,76 |
| | 12:00 | | | | |
| | 17:00 | | | | |
| Isa sussex | 6:00 | 55,33 | 65,34 | 81,81 | 75,92 |
| | 9:00 | 57,35 | 64,13 | 79,05 | 75,53 |
| | 12:00 | | 59,40 | | 72,54 |
| | 17:00 | | | | |
| Moravia žíhaná | 6:00 | 51,75 | | 80,30 | |
| | 9:00 | 50,80 | 63,75 | 79,20 | 73,15 |
| | 12:00 | | 61,47 | | 74,01 |
| | 17:00 | | 64,50 | | 72,67 |
| Dekalb bílý | 6:00 | 54,44 | 62,36 | 77,17 | 74,83 |
| | 9:00 | 50,57 | 64,58 | 80,27 | 75,54 |
| | 12:00 | 55,30 | | 80,39 | |
| | 17:00 | | | | |
| Moravia BSL | 6:00 | 52,64 | | 79,92 | |
| | 9:00 | 54,50 | 66,4 | 78,07 | 76,56 |
| | 12:00 | | 68,75 | | 77,55 |
| | 17:00 | | 71,35 | | 75,82 |
| Doba snesení | | 0,816 | 0,277 | 0,435 | 0,627 |
| Genotyp | | 0,004 | 0,072 | 0,006 | 0,001 |
| Doba snesení x genotyp | | 0,296 | 0,507 | 0,194 | 0,728 |

Z tabulky 2 je zřejmé, že interakce doby snesení a genotypu neměla vliv na jednotlivé ukazatele kvality žloutku, kromě hmotnosti žloutku a barvy žloutku na začátku. Hmotnost žloutku byla průkazně ($P \leq 0,03$) ovlivněna interakcí doby snesení vejce a genotypu nosnic na začátku snášky. Nejvyšší hmotnost měla vejce snesená hybridem Dekalb bílý brzy ráno (6,00 h) a během dne se hmotnost žloutku snížila, zatímco hmotnost žloutku nosnic Bovans hnědý se do 9,00 h zvyšovala a posléze opět snížila. Tůmová et al. (2009) také zjistili průkaznou interakci doby snesení a genotypu slepic na hmotnost žloutku. Nejvyšší hodnoty měla vejce snesená slepicemi Moravia BSL odpoledne, zatímco hmotnost žloutku slepic ISA hnědá a Hisex hnědý se během dne snížila. Z výsledků v tabulce 2 vyplývá, že hmotnost žloutku u starších nosnic nebyla průkazně ovlivněna interakcí doby snesení a genotypu nosnic.

Signifikantní interakce ($P \leq 0,004$) doby snesení a genotypu byla pozorována u barvy žloutku. Nejtmavší žloutek snesl genotyp nosnice Bovans hnědý ve 12,00 hodin, zatímco nejsvětlejší žloutek byl u nosnice Dekalb bílý ve 12,00 hodin. Rozdílné výsledky pravděpodobně souvisejí s použitím různých genotypů, naopak z práce Tůmová et al. (2009) není zřejmý průkazný vliv interakce na barvu žloutku u genotypu ISA hnědá a Hisex hnědý. Na konci snášky nebyla v našem pokusu zjištěna signifikantní interakce doby snesení a genotypu na barvu žloutku.

Barva žloutku byla také signifikantně ($P \leq 0,001$) ovlivněna genotypem nosnic. Nejtmavší žloutky měl genotyp Bovans hnědý a nejsvětlejší žloutek měl Dekalb bílý. Leyendecker et al. (2001) zjistili, že tmavší barva žloutku byla u vajec slepic hybridů Lohmann LSL a u Lohmann LT. Hocking et al. (2003) nebo Rizzi, Chiericato (2005) naopak zaznamenali průkazně tmavší barvu žloutku u původních plemen nosnic oproti užitkovým hybridům. V tabulce 2 nebyla barva žloutku na konci snášky průkazně ovlivněna genotypem nosnic.

Podíl žloutku nebyl ovlivněn žádným faktorem za celý snáškový cyklus. To nesouhlasí se studií Tůmová et al. (2007) studovali vliv interakce genotypu a doby snesení vejce na kvalitu žloutku. Zjistili jeho nejvyšší podíl u vajec snesených v 6 hodin slepicemi Dominant modrý a Plymutka žíhaná. U jejich kříženců byl nejvyšší podíl žloutku v 10 hodin.

Index žloutku také nebyl ovlivněn žádným sledovaným faktorem. Tůmová et al. (2007) zaznamenali vyšší hodnoty indexu žloutku u nosnic genotypu F1 kříženců v porovnání s Dominantem modrým a Plymutkou žíhanou. Zita et al. (2009) zjistili, že nejvyšší index žloutku byl na konci experimentu u genotypu Moravia BSL na rozdíl od ISA hnědá a Hisex hnědý.

Tabulka 2: Vliv doby snesení, genotypu a věku nosnic na kvalitu žloutku

| Genotyp | Doba snesení | Hmotnost žloutku (g) | | Podíl žloutku (%) | | Index žloutku (%) | | Barva žloutku | |
|------------------------|--------------|----------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|--------------------|---------|
| | | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 |
| Bovans hnědý | 6:00 | 12,28 ^{ab} | 18,32 | 23,01 | 28,97 | 42,12 | 43,15 | 4,42 ^d | 4,44 |
| | 9:00 | 13,70 ^a | 18,38 | 24,95 | 30,22 | 49,21 | 47,99 | 5,00 ^c | 4,60 |
| | 12:00 | 11,30 ^{cd} | | 21,77 | | 43,91 | | 8,00 ^a | |
| | 17:00 | | | | | | | | |
| Bovans žíhaný | 6:00 | 12,43 ^{ab} | 19,64 | 24,04 | 30,53 | 48,05 | 42,61 | 4,08 ^d | 4,14 |
| | 9:00 | 10,65 ^d | 19,50 | 21,62 | 32,09 | 49,44 | 44,32 | 4,00 ^d | 4,00 |
| | 12:00 | | | | | | | | |
| | 17:00 | | | | | | | | |
| Isa sussex | 6:00 | 12,84 ^b | 19,49 | 23,23 | 29,81 | 46,46 | 44,63 | 5,42 ^c | 4,00 |
| | 9:00 | 13,75 ^a | 17,63 | 23,96 | 27,49 | 48,04 | 43,46 | 6,00 ^b | 3,67 |
| | 12:00 | | 15,65 | | 26,37 | | 43,18 | | 4,50 |
| | 17:00 | | | | | | | | |
| Moravia žíhaná | 6:00 | 12,15 ^{bc} | | 23,57 | | 48,02 | | 5,00 ^c | |
| | 9:00 | 12,45 ^{ab} | 18,10 | 24,53 | 28,44 | 48,38 | 43,47 | 4,00 ^d | 4,33 |
| | 12:00 | | 18,67 | | 30,36 | | 43,85 | | 3,66 |
| | 17:00 | | 19,05 | | 29,53 | | 40,94 | | 4,50 |
| Dekalb bílý | 6:00 | 13,79 ^a | 18,31 | 24,60 | 29,54 | 46,75 | 45,94 | 4,13 ^d | 4,50 |
| | 9:00 | 11,57 ^c | 18,84 | 22,87 | 29,22 | 48,35 | 45,61 | 4,00 ^d | 4,20 |
| | 12:00 | 11,20 ^{cd} | | 20,25 | | 46,44 | | 3,00 ^e | |
| | 17:00 | | | | | | | | |
| Moravia BSL | 6:00 | 12,25 ^{ab} | | 23,36 | | 47,92 | | 4,38 ^d | |
| | 9:00 | 11,83 ^c | 19,95 | 21,71 | 30,15 | 47,84 | 42,43 | 3,67 ^{de} | 3,75 |
| | 12:00 | | 19,00 | | 27,63 | | 44,47 | | 4,00 |
| | 17:00 | | 20,10 | | 28,20 | | 44,36 | | 4,00 |
| Doba snesení | | 0,065 | 0,175 | 0,129 | 0,821 | 0,205 | 0,371 | 0,196 | 0,855 |
| Genotyp | | 0,155 | 0,079 | 0,818 | 0,128 | 0,451 | 0,079 | 0,001 | 0,165 |
| Doba snesení x genotyp | | 0,030 | 0,143 | 0,351 | 0,086 | 0,945 | 0,053 | 0,004 | 0,476 |

a,b,c,d,e P≤0,005

V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty ukazatelů kvality bílku a pouze u podílu bílku byla zjištěna interakce sledovaných faktorů na konci snášky. U podílu bílku se signifikantní interakce ($P \leq 0,028$) projevila nejvyššími hodnotami u vajec snesených hybridem Moravia BSL ve 12,00 h a 17,00 h a nejnižší procentuální podíl u nosnic Bovans žíhaný v 9,00 h., také u nosnic Bovans hnědý v 9,00 h. Podíl bílku z hmotnosti vejce byl také ovlivněn interakcí popsanou u Tůmová et al., (2007). Autoři zaznamenali jeho nejvyšší zastoupení u vajec snesených genotypy Dominant modrý a Plymutka žíhaná (10,00 h), ale u vajec kříženců těchto genotypů byl nejvyšší podíl bílku zjištěn později během dne (14 h). U mladších nosnic se neprojevila signifikantní interakce ukazatelů. Z tabulky 3 vyplývá, že u doby snesení vajec nebyl zjištěn signifikantní vliv na ukazatele kvality bílku.

Prokazatelný ($P \leq 0,029$) vliv na Haughovy jednotky měl genotyp nosnic, nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u bělovaječných nosnic Dekalb bílý oproti hnědovaječným nosnicím Bovans hnědý. Naše výsledky jsou v souladu s prací Vits et al. (2005), kteří zaznamenali vyšší Haughovy jednotky u bělovaječných nosnic Lohmann LSL v porovnání s hnědovaječnými Lohmann hnědý. Tůmová et al. (2007) zaznamenali nejvyšší Haughovy jednotky u vajec Dominanta modrého, při hodnocení vajec Plymutky žíhané a jejich F1 kříženců. Bozkurt, Tekerli (2009) také zaznamenali vyšší Haughovy jednotky u nosnic Lohann bílý v porovnání s nosnicemi ISA hnědá. Zita et al. (2009), Ledvinka et al. (2012) uvádějí, že nejvyšší Haughovy jednotky měla vejce slepice Hisex hnědý a nejnižší slepice ISA hnědá. Haughovy jednotky u starších nosnic na konci snášky byly také průkazně ($P \leq 0,011$) závislé na genotypu nosnic. Nejvyšší hodnoty byly stejně jako na začátku snášky naměřené u nosnic Dekalb bílý (83,87), nejnižší hodnoty byly zapsány u nosnic Moravia žíhaná (63,37).

Hmotnost bílku nebyla ovlivněna žádným sledovaným faktorem, během celého snáškového cyklu. Yannakopoulos et al. (1994) zjistili, že změna hmotnosti bílku v závislosti na době snesení zůstává konstantní. V odpolední snášce mělo vejce v podstatě více bílku než ranní vejce. Naopak Tůmová et al. (2009) zaznamenali pokles hmotnosti bílku s dobou snesení vajec.

Tabulka 3: Vliv doby snesení, genotypu a věku nosnic na kvalitu bílku

| Genotyp | Doba snesení | Hmotnost bílku (g) | | Podíl bílku (%) | | Index bílku (%) | | Haughovy jednotky | |
|------------------------|--------------|--------------------|---------|-----------------|---------------------|-----------------|---------|-------------------|---------|
| | | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 |
| Bovans hnědý | 6:00 | 35,68 | 38,96 | 66,48 | 61,47 ^c | 9,01 | 6,66 | 83,82 | 70,73 |
| | 9:00 | 35,60 | 36,38 | 64,85 | 59,61 ^d | 11,75 | 6,81 | 92,51 | 69,95 |
| | 12:00 | 34,60 | | 66,67 | | 7,11 | | 73,96 | |
| | 17:00 | | | | | | | | |
| Bovans žíhaný | 6:00 | 34,11 | 39,01 | 65,94 | 60,58 ^{cd} | 9,92 | 5,92 | 86,27 | 68,41 |
| | 9:00 | 33,20 | 35,40 | 67,55 | 58,19 | 10,34 | 6,62 | 88,66 | 70,60 |
| | 12:00 | | | | | | | | |
| | 17:00 | | | | | | | | |
| Isa sussex | 6:00 | 36,67 | 39,44 | 66,26 | 60,38 ^{cd} | 10,94 | 8,55 | 90,58 | 79,13 |
| | 9:00 | 37,70 | 40,23 | 65,74 | 62,73 ^{bc} | 10,17 | 7,01 | 90,13 | 71,91 |
| | 12:00 | | 37,45 | | 63,02 ^b | | 7,14 | | 78,45 |
| | 17:00 | | | | | | | | |
| Moravia žíhaná | 6:00 | 34,55 | | 66,64 | | 9,75 | | 86,43 | |
| | 9:00 | 33,35 | 40,15 | 65,64 | 62,93 ^b | 7,86 | 6,81 | 80,29 | 73,08 |
| | 12:00 | | 37,37 | | 60,82 ^{cd} | | 7,38 | | 77,28 |
| | 17:00 | | 39,00 | | 64,47 ^a | | 5,50 | | 63,37 |
| Dekalb bílý | 6:00 | 35,40 | 38,06 | 65,01 | 60,84 ^{cd} | 11,03 | 9,26 | 90,03 | 82,13 |
| | 9:00 | 33,67 | 39,70 | 66,58 | 60,41 ^{cd} | 12,56 | 9,63 | 94,28 | 83,87 |
| | 12:00 | 39,70 | | 71,79 | | 9,88 | | 86,90 | |
| | 17:00 | | | | | | | | |
| Moravia BSL | 6:00 | 35,49 | | 67,33 | | 9,91 | | 87,51 | |
| | 9:00 | 37,70 | 40,58 | 69,18 | 61,02 ^c | 7,93 | 6,54 | 79,82 | 72,94 |
| | 12:00 | | 44,15 | | 64,23 ^a | | 7,91 | | 78,76 |
| | 17:00 | | 45,20 | | 63,33 ^{ab} | | 7,90 | | 79,01 |
| Doba snesení | | 0,653 | 0,570 | 0,123 | 0,847 | 0,389 | 0,970 | 0,286 | 0,737 |
| Genotyp | | 0,085 | 0,056 | 0,444 | 0,112 | 0,020 | 0,002 | 0,029 | 0,011 |
| Doba snesení x genotyp | | 0,527 | 0,247 | 0,365 | 0,028 | 0,264 | 0,656 | 0,271 | 0,754 |

a,b,c,d,e $P \leq 0,005$

V tabulce 4 jsou uvedeny charakteristiky kvality skořápky. Žádný z ukazatelů kvality skořápky nebyl průkazně ovlivněn interakcí doby snesení vejce a genotypu nosnic na začátku ani na konci snáškového cyklu. Je patrné, že v celém sledování měl genotyp vliv na všechny ukazatele kvality skořápky. Průkazný ($P \leq 0,001$) rozdíl v hmotnosti skořápky v závislosti genotypu na začátku snášky v tomto pokusu ukázala, že nejtěžší skořápka byla u vajec Isa sussex oproti nejnižší u Dekalb bílý. Na konci snáškového cyklu byla zjištěna také průkazný ($P \leq 0,022$) vliv genotypu na hmotnost skořápky, stejně jako na začátku tak i teď nejtěžší skořápku měl hybrid Isa sussex ale, nejlehčí skořápku měl hybrid Moravia BSL. Zita et al. (2009) shodně zaznamenali nejnižší hmotnost u nosnic Moravia BSL a nejvyšší hmotnost u vajec nosnic ISA hnědá. Naopak Tůmová et al. (2009) zjistili nejvyšší hmotnost skořápky u slepic genotypu Moravia ve srovnání s nosnicemi ISA hnědá nebo Hisex hnědý.

Také podíl skořápky z hmotnosti vejce byl ovlivněn genotypem nosnic. Statisticky ($P \leq 0,001$) nejvyšší hodnoty na konci snášky byly zaznamenány u vajec u Isa sussex v porovnání s nejnižším nosnic Moravia BSL. Zita et al. (2009) zjistili podobné údaje, vyšší hodnoty naměřili také u nosnic ISA hnědá oproti nosnicím Hisex hnědý a Moravia BSL. Na druhou stranu Basmacioglu, Ergul (2005) nebo Rizzi, Chiericato (2005) nezaznamenali průkazný rozdíl v podílu skořápky vajec hnědovaječných a bělovaječných nosnic. V našem pokusu byl statisticky ($P \leq 0,002$) větší rozdíl mezi bělovačným genotypem Dekalb bílý a hnědovaječným Bovans hnědý.

V našem pokusu hodnoty barva skořápky vykazovala statisticky průkazné ($P \leq 0,001$) rozdíly mezi sledovanými genotypy na konci snášky. Nejsvětlejší barvu skořápky u hnědovaječných hybridů měla vejce nosnice Moravia BSL, vejce nosnice Isa sussex měla barvu skořápky nejtmaší. Shodně Zita et al. (2009) zjistili signifikantní ($P \leq 0,001$) vliv genotypu nosnic na barvu skořápky. Nejsvětlejší skořápku měla také nosnice Moravia BSL oproti hybridům ISA hnědá a Hisex hnědý. Výsledky jsou v souladu i s prací Ledvinka et al. (2012), kteří uvádějí tmavší barvu skořápky nosnic Hisex hnědý v porovnání s vejci nosnic Moravia BSL. U mladších hnědovaječných nosnic byla nejsvětlejší barva skořápky shodná s hybridem Moravia BSL, nejtmaší barvu skořápky měla vejce nosnic Bovans hnědý.

Tabulka 4: Vliv doby snesení, genotypu a věku nosnic na kvalitu skořápky

| Genotyp | Doba snesení | Hmotnost skořápky (g) | | Podíl skořápky (%) | | Barva skořápky (%) | |
|------------------------|--------------|-----------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|---------|
| | | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 |
| Bovans hnědý | 6:00 | 5,64 | 8,14 | 10,51 | 9,55 | 24,26 | 25,49 |
| | 9:00 | 5,60 | 8,55 | 10,20 | 10,17 | 18,10 | 28,08 |
| | 12:00 | 6,00 | | 11,56 | | 19,50 | |
| | 17:00 | | | | | | |
| Bovans žíhaný | 6:00 | 5,18 | 7,63 | 10,02 | 8,89 | 20,23 | 27,41 |
| | 9:00 | 5,30 | 8,17 | 10,83 | 9,71 | 20,45 | 25,65 |
| | 12:00 | | | | | | |
| | 17:00 | | | | | | |
| Isa sussex | 6:00 | 5,83 | 8,46 | 10,51 | 9,81 | 24,04 | 27,11 |
| | 9:00 | 5,90 | 8,38 | 10,30 | 9,78 | 23,70 | 21,43 |
| | 12:00 | | 8,86 | | 10,61 | | 22,95 |
| | 17:00 | | | | | | |
| Moravia žíhaná | 6:00 | 5,05 | | 9,80 | | 29,95 | |
| | 9:00 | 5,00 | 7,38 | 9,83 | 8,63 | 38,65 | 35,32 |
| | 12:00 | | 7,46 | | 8,82 | | 45,53 |
| | 17:00 | | 8,59 | | 10,00 | | 38,82 |
| Dekalb bílý | 6:00 | 5,65 | 8,15 | 10,39 | 9,62 | 79,63 | 82,68 |
| | 9:00 | 5,33 | 8,04 | 10,55 | 9,37 | 80,17 | 83,00 |
| | 12:00 | 4,40 | | 7,96 | | 77,60 | |
| | 17:00 | | | | | | |
| Moravia BSL | 6:00 | 4,90 | | 0,31 | | 45,41 | |
| | 9:00 | 4,97 | 7,66 | 0,31 | 8,83 | 49,47 | 46,75 |
| | 12:00 | | 7,15 | | 8,16 | | 48,90 |
| | 17:00 | | 7,52 | | 8,47 | | 44,75 |
| Doba snesení | | 0,551 | 0,161 | 0,482 | 0,129 | 0,557 | 0,332 |
| Genotyp | | 0,001 | 0,022 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Doba snesení x genotyp | | 0,487 | 0,896 | 0,133 | 0,116 | 0,083 | 0,230 |

V tabulce 5 jsou uvedeny hodnoty pevnosti a tloušťky skořápky. Ani v této tabulce žádný z ukazatelů kvality skořápky nebyl signifikantně ovlivněn interakcí doby snesení vejce a genotypu nosnic v průběhu celého cyklu. Signifikantní ($P \leq 0,001$) rozdíly byly zjištěny v tloušťce skořápky ve vztahu ke genotypu nosnic. Nejvyšší hodnoty na začátku snášky měl Bovans žíhaný, v porovnání s nejtenčí skořápkou nosnic Moravia BSL. Basmacioglu, Ergul (2005) nezaznamenali signifikantní rozdíly v tloušťce skořápky vajec bělovaječných a hnědovačných hybridů. Na druhou stranu Washburn, Potts (1975) zjistili vyšší tloušťku skořápky u bělovaječných nosnic než u hnědovaječných. Na konci snáškového cyklu ve vztahu ke genotypu měly nejsilnější skořápkou ($P \leq 0,001$) nosnice Bovans hnědý a Isa sussex a nejtenčí skořápkou vejce nosnic Moravia BSL. Tůmová et al. (2007), Bozkurt, Tekerli (2009) popisují průkazně ($P \leq 0,001$) patrný vliv genotypu na tloušťku skořápky. Zita et al. (2009), Ledvinka et al. (2012) také shodně uvádějí vyšší hodnoty tloušťky skořápky u nosnic ISA hnědá než u nosnic Hisex hnědý a Moravia BSL.

Genotyp průkazně ($P \leq 0,033$) ovlivnil také pevnost skořápky, nejvyšší hodnoty jsme zaznamenali u vajec nosnic Issa Sussex oproti vejcům nosnic Moravia žíhaná na konci snáškového cyklu. Zita et al. (2009) zjistili, že nejvyšší pevnost byla naměřena u vajec slepic Hisexe hnědé a nejnižší pevnost skořápky byla u nosnic Moravia. Naopak Tůmová et al. (2007) neshledali průkazný vliv genotypu na pevnost skořápky u nosnic Dominant. V našem pokusu na začátku cyklu byla pevnost skořápky průkazně ($P \leq 0,017$) ovlivněna genotypem nosnic, nejvyšší hodnoty byly naměřeny u vajec hybridů Bovans hnědý a nejnižší na počátku snášky u genotypu Dekalb bílý. Shodně s našimi výsledky Basmacioglu, Ergul (2005) zaznamenali průkazně ($P \leq 0,01$) pevnější skořápkou vajec nosnic hnědovaječných v porovnání s bělovaječnými. Naopak Washburn, Potts (1975) porovnáváním pevnosti skořápky zjistili, že vyšší pevnost skořápky měly bělovaječné nosnice oproti hnědovaječným.

Podle tabulky 5 doba snesení průkazně ($P \leq 0,003$) ovlivnila pouze pevnost skořápky na začátku snáškového cyklu. Zaznamenali jsme vyšší pevnost v 9,00 h oproti vejcům sneseným v 6,00 h a později. Novo et al. (1997), Pavlovski et al. (2000), Tůmová et al. (2007), Tůmová, Ledvinka (2009) uvádějí, že pevnost skořápky vajec snesených v dopoledních hodinách klesala v porovnání s vejci snesenými v odpoledních hodinách. Naopak Washburn, Potts (1975) zjistili, že vejce snesená v ranních hodinách (10:00 h) vykazovala relativně nízkou pevnost skořápky v porovnání s vejci z odpolední snášky. Ebeid et al. (2003), Tůmová a Ebeid (2005) uvádějí, že pevnost skořápky nebyla dobou snesení nijak ovlivněna.

Tabulka 5: Vliv doby snesení, genotypu a věku nosnic na kvalitu skořápky

| Genotyp | Doba snesení | Tloušťka skořápky (mm) | | Pevnost skořápky (g.cm ⁻²) | |
|------------------------|--------------|------------------------|---------|--|---------|
| | | 19 - 26 | 64 - 70 | 19 - 26 | 64 - 70 |
| Bovans hnědý | 6:00 | 0,36 | 0,35 | 41,39 | 40,66 |
| | 9:00 | 0,38 | 0,39 | 57,89 | 42,24 |
| | 12:00 | 0,41 | | 24,58 | |
| | 17:00 | | | | |
| Bovans žíhaný | 6:00 | 0,34 | 0,34 | 42,67 | 34,86 |
| | 9:00 | 0,36 | 0,36 | 43,35 | 44,98 |
| | 12:00 | | | | |
| | 17:00 | | | | |
| Isa sussex | 6:00 | 0,36 | 0,38 | 50,06 | 41,90 |
| | 9:00 | 0,36 | 0,38 | 43,51 | 40,59 |
| | 12:00 | | 0,39 | | 48,98 |
| | 17:00 | | | | |
| Moravia žíhaná | 6:00 | 0,33 | | 40,14 | |
| | 9:00 | 0,33 | 0,33 | 32,50 | 31,01 |
| | 12:00 | | 0,33 | | 36,55 |
| | 17:00 | | 0,38 | | 40,19 |
| Dekalb bílý | 6:00 | 0,36 | 0,35 | 46,92 | 45,66 |
| | 9:00 | 0,36 | 0,34 | 46,83 | 39,02 |
| | 12:00 | 0,28 | | 18,98 | |
| | 17:00 | | | | |
| Moravia BSL | 6:00 | 0,31 | | 40,72 | |
| | 9:00 | 0,31 | 0,33 | 33,11 | 40,09 |
| | 12:00 | | 0,32 | | 31,23 |
| | 17:00 | | 0,32 | | 33,85 |
| Doba snesení | | 0,617 | 0,157 | 0,003 | 0,782 |
| Genotyp | | 0,001 | 0,001 | 0,017 | 0,033 |
| Doba snesení x genotyp | | 0,099 | 0,368 | 0,249 | 0,065 |

6 Závěr

Kvalita vajec je ovlivněna řadou faktorů. Mezi nejdůležitější vnitřní faktory patří doba snesení, genotyp a věk. Diplomová práce je zaměřená na zhodnocení rozdílů v kvalitě vajec v závislosti na, genotypu a době snesení vejce na začátku a konci snáškového cyklu.

Kvalitu vajec posuzujeme podle technologické hodnoty vajec, zaměřujeme se především na ukazatele jako je hmotnost vajec, kvalita bílku a žloutku, kvalita skořápky. Většina ukazatelů je ovlivněna řadou faktorů, mezi kterými může docházet k interakcím.

Z výsledků naší práce vyplývá, že u většiny sledovaných ukazatelů kvality vajec nedocházelo k interakcím doby snesení vejce a genotypu. Na začátku snáškového cyklu interakce doby snesení a genotypu měla vliv pouze na hmotnost žloutku a barvu žloutku. Nejvyšší hmotnost žloutku měla vejce snesená bělovaječným hybridem Dekalb bílý brzy ráno (6,00 h) a během dne se hmotnost žloutku snížila, zatímco hmotnost žloutku hnědovaječných nosnic Bovans hnědý se do 9,00 h zvyšovala a posléze opět snížila. Nejtmavší žloutek snesl genotyp nosnice Bovans hnědý ve 12,00 h, zatímco nejsvětlejší žloutek byl u nosnice Dekalb bílý ve 12,00 h. Na konci snáškového cyklu pouze u podílu bílku byla zjištěna interakce sledovaných faktorů. Nejvyšší hodnoty měl hybrid Moravia BSL u vajec snesených ve 12,00 h. a 17,00 h, nejnižší procentuální podíl byl zaznamenán u nosnic Bovans žíhaný a Bovans hnědý v 9,00 h. Nejlepší kvalitu měla vejce snesená ve 12,00 h.

Doba snesení ovlivnila pouze pevnost skořápky na začátku snáškového cyklu, zaznamenali jsme vyšší pevnost v 9,00 h oproti vejcím sebraným v 6,00 h a později. Genotyp prokazatelně ovlivnil řadu sledovaných parametrů kvality. Hmotnost vajec byla ovlivněna na začátku cyklu. Nejtěžší vejce byla snesena nosnicemi Isa sussex a nejlehčí hybridem Bovans žíhaný. Z ukazatelů kvality žloutku měl nejlepší výsledky genotyp nosnice Bovans hnědý oproti nosnici Dekalb bílý. Haughovy jednotky byly u bělovaječných nosnic Dekalb bílý nejvyšší. Nejvýznamnější vliv měl genotyp na kvalitu skořápky. Nejtěžší skořápka byla u vajec Isa sussex oproti vejcím nosnic Dekalb bílý a Moravia BSL. Podíl skořápky měl nejvyšší hodnoty u vajec nosnic Isa sussex a Dekalb bílý v porovnání s vejci nosnic Moravia BSL a Bovans hnědý. Nejsvětlejší barvu skořápky měla vejce hnědovaječné nosnice Moravia BSL, vejce nosnice Isa sussex a Bovans hnědý měly barvu skořápky nejtmavší. Nejsilnější skořápku měly nosnice Bovans žíhaný a Isa sussex v porovnání s nejtenčí skořápkou nosnic Moravia BSL. Nejvyšší pevnost skořápky jsme zaznamenali u vajec nosnic Issa Sussex a

Bovans hnědý, u vajec nosnic Moravia žíhaná a Dekalb bílý byla pevnost skořápky nižší. Ze všech genotypů nejlepší výsledky kvality skořápky byly dosaženy u genotypu Isa sussex.

Z uvedených výsledků jsou zřejmé změny v kvalitě vajec v závislosti na době snesení a mohou se u různých hybridů lišit na začátku a konci snášky. Interakce genotypu a doby snesení ovlivnila některé ukazatele žloutku a bílku. Důležitější byl vliv individuálních faktorů na kvalitu vajec. Doba snesení měla poměrně malý vliv na sledované ukazatele a nejvíce ovlivnila pevnost skořápky. Genotyp měl nejvýznamnější vliv na kvalitu skořápky. Pro dosažení vysoké kvality vajec je potřebné znát vliv jednotlivých faktorů, ale také je potřeba hodnotit všechny vztahy mezi nimi.

7 Seznam literatury

Akil, R. - A.H. Zakaria, A.H. (2015). Egg laying characteristics, egg weight, embryo development, hatching weight and post-hatch growth in relation to oviposition time of broiler breeders. *Animal Reproduction Science*. 156: 103–110

Aksoy, T. - Yilmaz, M. - Tuna, Y.T. (2001): The effect of oviposition time on egg quality and the possibility of estimating egg shell weight using a formula in commercial layers. *Turkish Journal of veterinary and Animal sciences*, 25 (6):811-816.

Alamprese, C. - Casiraghi, E. - Rossi, M. (2012). Foaming, gelling and rheological properties of egg albumen as affected by the housing system and the age of laying hens. *Food and Science Technology*. 47 (7): 1411 – 1420.

Alkan S. - Karabag K. - Galic A. - Karsli T. - Balcioglu M. S. (2010). Effects of selection for body weight and egg production on egg quality traits in Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*) of different lines and relationships between these traits. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 16 (2): 239 – 244.

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.

Appleby, M .C. - Hogarth ,G.S. - Anderson, J.A. - Hughes, B.O. - Whittemore, C.T. (1988). Performance of deep liter system for egg production. *British Poultry Science*. 29 (4):735 – 751.

Arafa, A.S. - Harms, R.H. - Miles, R.D. - Christmas, R.B. - Choi, J.H. (1982): Quality characteristics of eggs from different strains of hens as related to time of oviposition. *Poultry Science*, 61:842-847.

Basmacioglu, H. - Ergul, M. (2005): Research on the factors affecting cholesterol content and some other characteristics of egg in laying hens - the effect of genotype and rearing system. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29:157-164.

Baumgartner, J. - Benková, J. - Peškovicová, D. (2007). Effect of line, age, and individuality on yolk cholesterol content and some other egg quality traits in Leghorn type yolk cholesterol selected hens. XVIII European Symposium on the quality of poultry meat and XII European Symposium on the quality of eggs and egg products. 9 (2):35 – 36.

Bhati, B.M. (1987): Distribution of oviposition time in continuous darkness or continuous illumination. *British Poultry Science*, 28: 295-306.

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. - Muñoz, I. - Alonso, M. (2000): Effects of breed, hen age, and egg storage on the indirect prediction of the albumen quality. *Archiv für Geflügelkunde*, 64:109-114.

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 für Geflügelkunde*, 71 (3): 105- 109.

Choi, J.H. - Miles, R.D. - Arafa, A.S. - Harms, R.H. (1981): The influence of oviposition time on egg weight, shell quality and blood phosphorus. *Poultry Science*, 60:824-828.

Ebeid, T. – Tůmová, E. – Gardiánová, I. (2003): Time of oviposition and egg quality. In: *Proc. Conf. Presence and Future of Poultry Production, Prague. Czech Republic*. s. 107 – 109.

Emmans, G.C. – Fisher, C. (1986): Problems in nutritional theory. In: Fisher, I.C. – Boorman, K.N. (Eds.) *Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research*, London, 9-39.

Englmaierová, M. - Tůmová, E. - Charvátová, V. – Skřivan, M. (2014): Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics, and egg microbial contamination. *Czech Journal of Animal Science. Sci.*, 59, 2014 (8): 345–352

Etches, R.J. (1990): The ovulatory cycle of the hen. *CRC Critical reviews of poultry Biology*, 2:293-318.

Etches, R.J. (1995): Physiology of reproduction: the female. Poultry Production (P. Hunton, ed.). Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, pp. 221-241.

Etches, R.J. - Petite, J.N. - Anderson-Langmuir, C.E. (1984): Interrelationship between the hypothalamus, pituitary gland, ovary, adrenal gland and the open period for LH release in the hen (*Gallus domesticus*). Journal of Experimental Zoology, 232:501 - 511.

Etches, R.J. - Kelly, J.D. - Anderson-Langmuir, C.E. - Olson, D.M. (1990): Prostaglandin production by the largest preovulatory follicles in the domestic hen (*Gallus domesticus*). Biology of Reproduction 43:378 -384.

Ferrante, V. - Lolli, S. - Vezzoli, G. - Cavalchini, L.G. (2009): Effects of two different rearing systems (organic and bam) on production performance, animal welfare trakte and egg quality characteristics in laying hens. Italian Journal of Animal Science, 8:165-174.

Garses, A. - Casey, N.H. (2003): Oviposition and egg quality traits of dwarf and naked neck layers. South African Journal of Animal Science, 33 (2):105-110.

Halaj, M. (1983). Sériovost znášky sliepok a jej vplyv na niektoré vlastnosti vajec. I. Studium seriovosti znašky sliepok. Poľnohospodárstvo. 29. 379 – 387.

Halaj M., Grofík R. (1994). The relationship between egg shell strength and hens features. Živočišná výroba. 39. 927 – 934.

Halaj, M. - Szoby, L. (1977): Štúdium dynamiky znášky a vlastností vajec počas dňa v priebehu znáškového cyklu (Study of dynamics of egg laying and properties during a day and egg laying cycle). I. Frekvencia znášky, hmotnosti vajec a vlastností škrupiny. Poľnohospodárstvo, 23:187-195 .

Harms, R.H. (1991): Specific-gravity of eggs and eggshell weight from commercial layers and broiler breeders in relation to time of oviposition. Poultry Science, 70:1099-1104.

Hartmann, C. – Johansson, K. – Strandberg, E. – Wilhelmson, M. (2000). One-generation divergent selection on large and small yolk proportions in a white Leghorn line. *British Poultry Science*, 41 (3): 280 – 286.

Haughes, B.O. - Gilbert, A.B. - Brown, M.F. (1986): Categorization and causes of abnormal egg shells: relationship with stress. *British Poultry Science*, 27:325-337

Hejlová Š. (2001). *Hygiena a technologie vajec a vaječných výrobků*. Vydal 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*, 106:1031- 1038.

Holoubek, J. – Ledvinka, Z. – Skřivan, M. – Tůmová, E. (2007). *Základy chovu drůbeže*. Česká zemědělská univerzita. Fakulta potravinových a přírodních zdrojů. ČZU v Praze. s. 113. ISBN:8021306602

Horst, P. - Rauen, H.W. (1986): Significance of the naked-neck (Na-gene) in poultry breeding in the tropics. *Proc. 7th European Poultry Conference, Paris*, 191-195.

Hrčár, C - Hässlerová, M – Bujko, J. (2013): The Effect of Oviposition Time on Egg Quality Parameters in Brown Leghorn, Oravka and Brahma Hens. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 46 (1): 53-57

Jacob, J.P. - Miles, R.D. - Mather, F.B. (2000): Egg quality. PS 24, serie of the Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Jacob J. P. - Miles R. D. - Mater F. B. Egg quality [online]. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Science. (2003) [cit. 2011 - 02 - 10]. Dostupné z <<http://edis.ifas.ufl.edu/ps020>>.

Jenderal, M.J. – Church, J.S. – Feddes J.J. (2004): Assessing the welfare of layers hens housed in conventional, modified and commercially-available furnished battery cages. In: Proceedings of 22nd World Poultry Congress, Istanbul, Turkey, 4 pp (CD).

Johnston, S.A. - Gous, R.M. (2003): An improved mathematical model of the ovulatory cycle of the laying hen. *British Poultry Science*, 44 (5):752-760.

Johnston, S.A. - Gous, R.M. (2007): Modelling the changes in the proportions of the egg components during a laying cycle. *British Poultry Science*, 48:347-353.

Klecker, D. – Zeman, L. – Lichovníková, M. – Havlíček, Z. – Tůmová, E. (2003). Možnosti zlepšení kvality vaječné skořápky slepic chovaných v různých technologických systémech. *Krmivářství*. 4: 12-13

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

Krawczyková, 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*, 9:185-193.

Ledvinka Z., Arent E., Holoubek J., Klesalová L. (1997). Vliv genotypu na technologickou hodnotu vajec. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 28 (3):187 – 193.

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

Ledvinka Z., Klesalová L. (2002b). Faktory ovlivňující kvalitu žloutku a bílku. *Náš chov*. 9. 56.

Ledvinka, Z. – Tůmová, E. – Ebeid, T. – Klesalová, L. (2004). Užítkovost slepic a kvalita vajec slepic při ustájení v klecích a na podestýlce. *Sborník přednášek, Konference Chov drůbeže, MZLU, Brno*, s. 93 – 95.

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.

Ledvinka Z., Tůmov E., Klesalov L., Zita L. (2005). Kvalita vajec v různých systmech chovu nosnic. *Agromagazín*. 6:40 – 42.

Ledvinka, Z. – Zita, L. – Hubený, M. – Tůmová, E. – Tyller, M. Dobrovolný, P. – Hruška, M. (2011): Effect of genotype, age of hens and K/k allele on eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science*, 56 (11):242-249.

Lee, K.D. - Choi, J.H. (1985): Interrelationship among time of oviposition, egg weight, shell weight, and rate of egg-production of laying hens. *Poultry Science*, 64:2256-2258.

Leeson, S. – Summers, J.D. (2000). *Broiler Breeder production*. University of Guelph. p. 329

Lewis, P.H. - Perry, G.C. - Morris, T.R. (1995): Effect of photoperiod on the mean oviposition time of two breeds of laying hen. *British Poultry Science*, 36:33-37.

Lewis, P.D. - Perry, G.C. - Morris, T.R. - English, J. (2001): Supplementary dim light differentially influences sexual maturity, oviposition time, and melatonin rhythms in pullets. *Poultry Science*, 80:1723-1728.

Leyendecker, M. - Hamann, H. - Hartung, J. - Kamphues, J. - Ring, C. - Gllinder, R. - Ahlers, C. - Sander, I. - Neumann, U. - Distl, O. (2001): Analysis of genotype-environment interaction between layer lines and hen housing for performance traits, egg quality and bone breaking strength: 1th communication: Performance traits. *Zuchtgskunde*, 73:290-307 .

Lillpers, K. (1991): Genetic variation in the time of oviposition in the laying hen. *British Poultry Science*, 32:303-312.

Lillpers, K. - Wilhelmson, M. (1993): Genetic and phenotypic parameters for oviposition pattern traits in three serection lines of laying hens. *British Poultry Science*, 34:297-308.

Mertens, K. - Bamelis, F. - Kemps, B. - Kamers, B. - Verhoelst, E. – De Ketelaere, B. - Bain, M.- Decuyper, E. - De Baedemaekert, J. (2006):Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. *Poultry Science*, 85:1670-1677.

Mills, A.D. - Nys, Y. - Gautron, J. - Zawadski, J. (1991): Whitening of brown- shelled eggs: individual variation and relationship with age, fearfulness, oviposition interval and stress. *British Poultry Science*, 32:117-129.

Miyoshi, S. - Inoue, K. - Minh Luc, K. - Kuchida, K. - Mitsumoto, T. (1997): Intra-clutch changes in egg composition and shell quality in laying hens. *Journal Poultry Science*, 34:273-281.

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.

Moorthy, M – Sundaresan, K. – Viswanathan, K. (2000): Effect of feed and system of management on egg quality parameters of commercial White Leghorn layers. *Indian Veterinaria Journal*, 233 – 236.

Mostert B. E., Bowes E. H., Walt J. C. (1995). Influence of different housing system on the performance of hen of four laying strains. *South African Journal of Animal Science*. 25:80 - 86.

Mountney G. J., Parkhurst C. R. (1995). *Poultry Products Technology*. Food Products Press. Binghamton. 446 s. ISBN: 1560228563.

Novo, R.P. - Gama, L.T. - Chaveiro Soares, M. (1997): Effect of oviposition time, hen age, and extra dietary calcium on egg characteristics and hatchability. *Journal of Applied Poultry Research*, 6:335-343.

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

Oguike M. A. (1995). Influence of oviposition time on some functional properties of eggshell of the domestic fowl kept in warm humid tropics. *Nigerian Journal of Animal Production*, 22:1 – 4.

Olawumi S. O., Ogunlade J. T. (2008). Phenotypic Correlations Between Some External and Internal Egg Quality Traits in the Exotic Isa Brown Layer Breeders. *Asian Journal of Poultry Science*, 2 (1):30 – 35.

Patterson, P.H. (1997): The relationship of oviposition time and egg characteristics to the daily light:dark cycle. *Journal of Applied Poultry Research*, 6:381-390.

Pavlík, A. - Lichovnicková, M. - Jelínek, P. (2009): Blood plasma mineral profile and qualitative indicators of the eggshell in laying hens in different housing systems. *Acta Veterinaria Brno*, 78:419 -429.

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

Pavlovski, Z. - Vitorovic, D. - Skrbic, Z. - Vracar, S. (2000): Influence of limestone particle size in diets for hens and oviposition time on eggshell quality. *Acta Veterinaria Beograd*, 50:37- 42.

Petek, M. - Alpay, F. - Gezen, S.S. - Cibik, R. (2009): Effects of housing system and age on early stage egg production and quality in commercial laying hens. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 15:57-62.

Pišťeková, V. - Hovorka, M. - Večerek, V. - Straková, E. – Suchý, P. (2006): The quality comparison of egg laid by laying hens kept in battery cages and in a deep litter system. *Czech Journal of Animal Science*, 51 (7):318-325.

Pokludová, M. – Hrouz, J. – Klecker, D. (2003). Vliv jednotlivých technologických systémů na vybrané kvalitativní ukazatele vajec. Dostupné z <http://www.af.mendelu.cz/mendelnet2003/obsahy/zoo/pokludova.pdf>. s: 1 – 5 .

Popova – Ralcheva S., Sredkova V., Valchev G., Bozakova N. (2009). The effects of the age and genotype on morphological egg quality of parent stock hens. *Archiva Zootechnica*. 12 (2):24 – 30.

Rajkumar U. - Sharma R. P. - Rajaravindra K. S. - Niranjana M. - Reddy B. L. N. - Bhattacharya T.K. - Chatterjee R. N. (2009). Effect of Genotype and Age on Egg Quality Traits in Naked Neck Chicken under Tropical Climate from India. *International Journal of Poultry Science*. 8 (12):1151 – 1155.

Reynard, M. - Savory, J. (1999): Stress-induced oviposition delays in laying hens: Duration and consequences for egg-shell quality. *British Poultry Science*, 40:585-591.

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

Roberts J. R. (2004). Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *Journal of Poultry Science*. 41. 161 – 177.

Rodriguez-Navarro, A. – Kalin, O. – Nys, Y. – Garcia-Ruiz, J.M. (2002). Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid hen of different ages. *British Poultry Science*. 43 (3):395 – 403.

Roland, D.A., Sr. – Sloan, D.R. – Harms, R.H. (1975): The ability of hens to maintain calcium deposition in the egg shell and egg yolk as the hen ages. *Poultry Science*, 54:1720-1723.

Rossi M., Pompei C. (1995). Changes in some egg components and analytical values due to hen age. *Poultry Science*. 74 (1):152 – 160.

Rous, J. (1972): Technologická a nutriční hodnota konzumních vajec (The technological and nutritive value of table eggs). Ústav vědeckotechnických informací, Praha, 76 s.

Scott T. A. - Silversides F. G. (2000). The effect of storage and strain of hen on egg quality. Poultry Science. 79. 1725 - 1729.

Sekeroglu, A. – Sarica, M. – Demir, E. – Ulutas, Z. – Tilki, M. – Saatci, M. (2008): The effect of two housing system and storage length on the quality of eggs produced by two lines of laying hens. Archiv für Geflügelkunde, 72 (3):106-109.

Sekeroglu, A. - Sarica, M. - Demir, E. - Ulutas, Z. - Tilki, M. - Saatci, M. - Omed, H. (2010): Effects of different housing systems on some performance traits and egg qualities of laying hens. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9 (12):1739-1744.

Silversides, F.G. – Korver, D.R. – Budgell, K.L.(2006): Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. Poultry Science, 85:1136-1144.

Silversides, F.G. - Scott, T.A. (2001): Effect of storage and layer age on duality of eggs from two lines of hens. Poultry Science, 80:1240-1245.

Simeonovová, J. – Míková, K. – Kubišová, S. – Ingr, I. (1999). Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita Brno.s 257. ISBN:8071574058

Situační a výhledová zpráva (2015): Drůbež a vejce. Vydalo Ministerstvo zemědělství, Praha, 19-20 s. ISBN: 9788074341250

Söğüt B., Sari M. (2009). Effect of Hen Age and Laying Time Upon Eggs Trakte in Two Different Genotypes of Quail (*Coturnix coturnix japonica*): 2. Effects on Egg Internal Traits.YYU Veteriner Fakultesi Dergisi. 20 (2):49 – 53.

Steinhauserová, I. – Simonová, J. – Nápravníková, E. – Tremlová, B. (2003). Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 1. vydání. s. 26 – 30. ISB:8073054620

Suk, Y.O. – Park, C. (2001): Effect of breče and age of hens on the yolk the albumen ratio in two different genetic stocks. *Poultry Science*, 80: 855- 858.

Šatava M. - Hudský Z. - Košar K. - Mikolášek A. - Peter V. - Sochor O. - Špaček F. (1984). *Chov drůbeže: Velká Zootechnika. SZN. Praha. 505 s.*

Tharrington, J.B. – Curtis, P.A. – Jones, F.T. – Anderson, K.E. (1999). Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb EHITE Leghorn chickens. *Poultry Science*. 78(4): 591-594

Toussant, M. J., Latshaw J. D. (1999). Ovomucin content and composition in chicken eggs with different interior quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79. 1666 – 1670.

Tuláček, F. (2002). *Chov hrabavé drůbeže. Brázda s.r.o., Praha. s. 327. ISBN:8020903097*

Tůmová, E. (2014): Rozdíly ve snášce slepic nosného typu v závislosti na genotypu. *Drůbežář – Hydinář*, 8 (1):8-10

Tůmová, E. - Ebeid, T. (2005): Effect of time of oviposition on egg quality characteristics in cage and in a litter housing system. *Czech Journal of Animal Science*, 50 (3):129-134.

Tůmová, E. – Englmaierová, M. – Ledvinka, Z. – Charvátová, V. (2011): Interaction between housing system and genotype in relation to internal and external egg quality parameters. *Czech Journal of Animal Science*, 56 (11):490-498.

Tůmová, E. - Ledvinka, Z. (2009): The effect of time of oviposition and age weight, egg components weight and eggshell quality. *Archiv für Geflügelkunde*, 73 (2):110-115.

Tůmová, E. - Ledvinka, Z. - Skřivan, M. - Englmaierová, M. - Zita, L. (2008): Effect of time of oviposition on egg quality in egg and meat type hens. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 39:269 -272.

Tůmová, E. - Skřivan, M. - Englmaierová, M. - Zita, L. (2009): The effect of genotype, housing system and collection time on egg quality in egg type hens. *Czech Journal of Animal Science*, 54 (1):17-23.

Tůmová, E. – Skřivan, M. – Mandák, K. (1993). Technological value of eggs of Hisex Brown and D 29 laying hens. *Sborník VŠZ v Praze. řada B.* 55:245-251

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 systém (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science*, 45 (6):745-752.

Vits, A. - Weitzenbürger, 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*, 84:1511-1519.

Vošlářová, E. – Hanzalek, V. – Večerek, V. – Straková, E. – Suchý, P. (2006). Comparison between latiny hen performance in the cage system and deep liter system on a diet free from animal protein. *Acta Veterinaria Brno.* 75: 219-225

Washburn, K.W. - Potts, P.L. (1975): Effect of strain and age on the relationshi of oviposition time to shell strength. *British Poultry Science*, 16:599-606.

Wells R. G. - Belyavin C. G. (1987). *Egg Quality - Current problems and recent advances.* Butterworths. London. 302 s. ISBN: 0 - 407 - 00470 - X.

Wezyk, s. - Krawczyk, J. - Calik, J. - Poltowicz, K. (2006): Relationship between hen age, body weight, laying rate, egg weight and rearing system. 12th European Poultry Conference, Verona, Italy, 10 - 14, 111.

Yannakopoulos, A.L. – Tserveni-Gousi, A.S. - Nikokyris, P. (1994): Egg composition as influenced by time of oviposition, egg weight, and age of hens. *Archiv für Geflügelkunde*, 58(5) :206-213 .

Yoo, B.H. - Sheldon, B.L. - Podger, R.N. (1984): Increase in oviposition interval due to the sex-linked dwarf gene in White Leghorns and Australorps. *British Poultry Science*, 25:119-126.

Yoo, B.H. - Sheldon, B.L. - Podger, R.N. (1988): Genetic parameters for oviposition time and interval in a White Leghorn population of recent commercial origin. *British Poultry Science*, 29:627-637.

Zakaria, A.H – Omar, O.H. (2013): Egg laying pattern, egg weight, body weight at hatch, and sex ratio bias relative to oviposition time of young-and mid-age broiler breeders. *Animal Reproduction Science*, 141, 1–2, 80–85

Zemková, L. - Simeonová, J. - Lichovníková, M. – Somerlíková, K. (2007): The effect 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: 85-91.