

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv systému ustájení na kvalitu vaječné skořápky a
vnitřní kvalitu vajec**

Bakalářská práce

**Hošek Jan
Živočišná produkce**

Prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv ustájení na kvalitu vaječné skořápky a vnitřní kvalitu vajec" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne :

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Evě Tůmové, CSc. za pomoc, kterou mi poskytla při zpracování bakalářské práce, za její odborné rady a trpělivost při průběhu vyhotovení práce.

Vliv ustájení na kvalitu vaječné skořápky a vnitřní kvalitu vajec

Souhrn

Cílem bakalářské práce, bylo zhodnotit kvalitu vajec v různých systémech ustájení. Dále posoudit vliv věku, genotypu, doby snesení a dalších podmínek na technologickou kvalitu vajec a jejich vzájemné interakce. Kvalita vajec se posuzuje podle technologické kvality vajec, přičemž sledujeme různé parametry: hmotnost vejce, podíl žloutku, bílku, skořápky, index vejce, index bílku, Haughovy jednotky, index žloutku, barva žloutku, tloušťka skořápky, pevnost skořápky. Z literárního přehledu vyplývá, že nejtěžší vejce byla snesená v chovu na podestýlce, přičemž měla také nejkvalitnější skořápku. Nejkvalitnější bílek měla naopak vejce z klecových systémů. U kvality žloutků nebyl vliv ustájení jednoznačný. Je také nutné se nezaměřovat pouze na vliv systému ustájení jako jediný faktor, ale je potřeba také posoudit interakce mezi vlivem systému ustájení, věkem genotypem a dalšími faktory. Ani jeden systém ustájení není ideální a každý má své klady a zápory.

Klíčová slova: slepice, nosný typ, vejce, skořápka, kvalita, ustájení

The effect of housing system on eggshell quality and internal quality

Summary

The aim of the bachelor thesis is to evaluate egg quality in different type of housing for laying hens. Then to assest the influence of age, genotype, oviposition and other factors on the technological quality of eggs and their interactions. The quality of eggs is assessed according to technological quality of eggs, while there are monitored various parameters: egg weight, proportion of albumen, yolk and shell, egg index, albumen index, Haugh units, yolk index, yolk colour, shell thickness, shell strenght. From the literature review, it was derived that the heaviest eggs were laid on litter, whith also the highest shell quality. On the other hand, eggs from cages had the highest albumen quality. The effect of housing was not significant in the quality in the quality of the yolks. It is neccessary to focus on the effect of housing system as a single factor, and also on interactions between effect of the housing system, age, genotype and other factors. There is no ideal housing system and each has positives and negatives.

Keywords: hen, laying type, egg, shell, quality, housing

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	3
3	Literární rešerše	4
3.1	Systémy ustájení pro slepice nosného typu.....	4
3.2	Hodnocení kvality vajec.....	7
3.2.1	Hmotnost vajec	7
3.2.2	Bílek.....	8
3.2.2.1	Hmotnost a podíl bílku	9
3.2.2.2	Haughovy jednotky a index bílku	10
3.2.3	Žloutek	11
3.2.3.1	Hmotnost a podíl žloutku.....	11
3.2.3.2	Index tvaru žloutku.....	12
3.2.3.3	Barva žloutku.....	13
3.2.4	Skořápka.....	14
3.2.4.1	Hmotnost a podíl skořápky	14
3.2.4.2	Tloušťka skořápky.....	15
3.2.4.3	Pevnost skořápky	16
3.2.4.4	Barva skořápky	17
3.3	Vliv ustájení na kvalitu vajec.....	17
3.3.1	Vliv ustájení na hmotnost vajec.....	17
3.3.2	Vliv ustájení na kvalitu bílku	18
3.3.2.1	Hmotnost a podíl bílku	18
3.3.2.2	Haughovy jednotky a index bílku	19
3.3.3	Vliv ustájení na kvalitu žloutku	20
3.3.3.1	Hmotnost a podíl žloutku.....	20
3.3.3.2	Index tvaru žloutku.....	21
3.3.3.3	Barva žloutku.....	21
3.3.4	Vliv ustájení na kvalitu skořápky.....	22
3.3.4.1	Hmotnost a podíl skořápky	22
3.3.4.2	Tloušťka skořápky.....	22
3.3.4.3	Pevnost skořápky	23
3.3.4.4	Barva skořápky	23

3.3.4.5	Vejce s poškozenou skořápkou a systém ustájení.....	24
4	Závěr	25
5	Seznam literatury.....	26

1 Úvod

Vejsce jsou nenahraditelnou součástí naší stravy a mají vysokou nutriční hodnotu. Vaječný bílek obsahuje všechny esenciální aminokyseliny, které jsou pro tělo nezbytné. Stravitelnost bílkovin z bílku a žloutku je nejvyšší ze všech ostatních bílkovin. Proto se také vaječná bílkovina používá jako referenční bílkovina. Mezi bílkoviny vaječného bílku patří například ovoalbumin, ovotransferin či lysozym. Tuky obsažené ve vaječném žloutku jsou velmi příznivé pro naše zdraví, díky správnému složení mastných kyselin (fosfolipidy, nasycené kyseliny, nenasycené kyseliny a další). Nejdůležitější je však obsah polynenasycených mastných kyselin, mezi které patří kyselina linolová, linolenová či arachidonová. Žloutek vejce je také zdrojem vitamínu D a cholesterolu.

Produkce vajec je dnes zajišťována chovem nosných hybridů, které byly vyšlechtěny z leghornky bílé a rodajlendky červené. Nutno říct, že rozdíly mezi původními plemeny a vyšlechtěnými hybridy je značný. Dnešní nosní hybridy dosahují velmi intenzivní snášky (90-95 %). Nosní hybridy se dělí na snášejší hnědá a bílá vejce, přičemž v různých zemích světa jsou různé preference barvy skořápky. Užitkoví hybridy snášejí vejce o vyšší kvalitě ve srovnání s čistokrevnými plemeny.

Vejsce se hodnotí dle různých indexů a rovnic, přičemž podle nich se určuje čerstvost, kvalita a technologická vhodnost. Sledujeme například hmotnost vajec, index bílku a žloutku, Haughovy jednotky či pevnost a tloušťku skořápky. Všechny tyto ukazatele kvality lze ovlivnit jak vnějšími, tak vnitřními faktory chovu. Mezi vnější faktory patří například teplota a vlhkost vzduchu, světelný režim či výživa. Mezi vnitřní faktory lze zařadit genotyp, věk nebo zdravotní stav.

Doba snesení vejce (ovipozice) je další faktor, který ovlivňuje kvalitu vejce, přičemž nejvíce lze ovipozicí ovlivnit kvalitu skořápky a hmotnost vajec. Vejce s větší hmotností jsou snesena v ranních hodinách, avšak kvalita skořápky je nejnižší. Naopak je tomu u vajec snesených v odpoledních hodinách. Tedy tato vejce jsou lehčí, ale mají kvalitnější skořápku. Ovipozice je ovlivněna zejména vnitřními faktory, a to hlavně světelným režimem, genotypem a věkem. Metody sběru navazují na ovipozici, přičemž je nutné, aby sběrné pásy nebyly přeplněné, a tím zamezit případnému vzniku vajec s poškozenou skořápkou.

Produkce vajec ve světě i v ČR stoupá, a stoupá také spotřeba vajec. Podíváme-li se na vývoj stavů drůbeže, nejvíce nás zajímají stavy slepic (Český statistický úřad). Počty slepic stoupají od roku 2015, kdy byly 6 297 189 kusů. V roce 2019 byl počet slepic 7 581 659 kusů. Nárůst je tedy o 1 284 470 kusů. Celková snáška vajec v ČR byla v roce 2019 2 362 000 000

kusů, přičemž soběstačnost ČR ve snášce vajec je 86,6 %. Nejvíce dovážených vajec do ČR jsou vejce z Polska.

Nosní hybridy se chovají ve více typech ustájení. Mezi již zakázané chovy patří chovy v neobohacených klecích, které byly zakázány v roce 2012. V ČR jsou nejvíce zastoupeny chovy s obohacenými klecemi, přičemž se liší od neobohacených klecí prostorem pro jeden kus, enrichmentem a dalšími technickými parametry. Podle portálu Aktuálně.cz se chová 83 % nosnic v klecích. Mezi další systémy ustájení patří voliéry, chovy na podestýlce, chovy s volným výběhem a ekologické chovy. Podobně jako genotyp, tak i systém ustájení ovlivňuje kvalitu vajec.

2 Cíl práce

V chovech slepic nosného typu se používají různé systémy ustájení (obohacené klece, voliéry, podestýlka nebo výběh), které ovlivňují užitečnost slepic. Vzhledem k rozdílům v užitečnosti v jednotlivých systémech ustájení, lze předpokládat, že bude ovlivněna hmotnost vajec a také kvalitativní ukazatele vajec. Cílem práce je formou literárního přehledu popsat jednotlivé způsoby ustájení slepic nosného typu, charakteristiky hodnocení konzumních vajec a zhodnotit rozdíly v hmotnosti vajec, kvalitě bílku, žloutku a skořápky v různých systémech ustájení.

3 Literární rešerše

3.1 Systémy ustájení pro slepice nosného typu

V souvislosti se směrnicí Evropské komise 1999/74 EC, která stanovuje minimální standardy pro ochranu slepic, se v současné době stal velmi diskutovanou a aktuální otázkou použitý systém ustájení slepic nosného typu. Je zřejmé, že ani jeden ze současných, ale i uvažovaných a plánovaných systémů ustájení nemůže zajistit všechny optimální životní podmínky pro dosažení maximální pohody zvířat při zachování vysoké užitkovosti nosnic a ekonomiky chovu (Ledvinka et al., 2008).

V chovu nosných slepic se objevují v podstatě 2 typy chovů, a to chovy klecové a chovy podlahové. Mezi klecové chovy patří již zakázané chovy v konvenčních klecích, které neumožňovaly slepicím dostatečně vhodný welfare, a klece obohacené, u kterých se zvětšila plocha na jednu slepici oproti klecím konvenčním, a došlo k dalším změnám ke zlepšení chovných podmínek pro zvíře. Chceme-li mluvit o systémech podlahových, pak existují chovy voliérové (aviary), podestýlkové a chovy s venkovním výběhem pro nosnice. U těchto chovů se dosahuje vysokého standardu v kategorii plochy pro jednu slepici, ale je zde zvýšené riziko výskytu kanibalismu či zvýšený výskyt mikroorganismů (podestýlka).

Konvenční klece jsou vybavené pouze krmítkem, napáječkami, systémem sběru vajec a odklidem trusu. Slepícím poskytují malý prostor, ve kterém mohou projevit pouze omezené možnosti přirozeného repertoáru chování (mávání křídly, hřadování, snášení v hnízdech, hrabání, klovaní, popelení). Tento systém sice umožňuje lepší ekonomiku produkce, ale pro zvířata je omezující ve všech životních projevech, zvyšuje riziko zranění a oděru peří. 65 % plochy klece muselo mít výšku minimálně 40 cm a v žádném místě nesmělo klesnout pod 35 cm. V jedné kleci bývalo 4–7 slepic (lépe 3–4 slepice/klec) (Tůmová et al., 2019). V zemích Evropské unie platí od 1.1.2003 zákaz stavění či uvádění do provozu tzv. neobohacených klecových systémů a od 1.1.2012 byl tento systém definitivně zakázán (Ledvinka et al., 2008).

Jediným přípustným klecovým systémem ustájení nosných slepic v Evropské unii je ustájení v obohacených klecích. Jedná se o bezstelivové ustájení skupinové v obohacených klecích sestavených do klecových baterií. Počet podlaží není limitován, avšak je nutné, aby jejich rozestavení a vybavení umožňovalo kontrolu klecí ve všech podlažích, včetně naskladňování a vyskladňování nosnic. Počet nosnic v kleci je, v návaznosti na její velikosti a vybraného výrobce, obvykle pro dělené klece 10, 14, pro nedělené 20, 28 nosnic. Všechny klece v obohacených klecových systémech musí mít minimálně 750 cm² podlahové plochy na jednu

nosnici, z toho je 600 cm² plocha využitelná, která je nejméně 300 mm široká se sklonem nepřesahující 8° (14 %). Dále je nutné zajistit nejméně 12 cm dlouhé krmítko pro jednu slepici v kleci. V kleci musí být minimálně 2 kapátkové nebo kalíškové napáječky. Mezi klecovými bateriemi musí být ulička minimálně 90 cm pro usnadnění manipulace a kontroly zvířat a mezi podlahou haly a spodním podlažím baterie musí být mezera minimálně 350 mm. Dále musí být přidána do klecí snášková hnízda, kdy u individuálních snáškových hnízd musí být maximální počet nosnic pro produkci konzumních vajec na jedno hnízdo 7 nosnic. U skupinových hnízd je uveden maximální počet slepic na 1 m² 120 nosnic (83,3 cm² na 1 nosnici). V obohacených klecích je nutné dodat také hřady, a to minimálně v délce 15 cm na jednu nosnici. K odstraňování trusu z jednotlivých podlaží klecových baterií se používají převážně pásové dopravníky trusu. Některé typy klecových baterií umožňují i předsoušení trusu využíváním přívodu čerstvého vzduchu do každé klece v baterii (Přikryl, 2012). Tento systém ustájení nabízí větší prostor k pohybu než konveční klece, ale stejně jako u voliér, tak i zde se zvířata více plaší, a tím že jsou často ustájeny ve větších skupinách, může docházet k většímu procentu kanibalismu (Guesdon et al., 2004).

Termín alternativní ustájení je spojován se směrnicí EK 74/1999 a zahrnuje všechny systémy mimo klecí. Některé alternativní systémy byly využívány ještě před zavedením klecí a jsou považovány za méně intenzivní. Požadavky na alternativní systémy jsou rovněž zakomponovány ve směrnici 74/1999 EK. Alternativní systémy ustájení nosnic respektují volný pohyb slepic, umožňují popelení, běhání a létání. Na druhou stranu jsou nosnice více vystavovány sociálnímu stresu při skládání hejna, přístupu k vodě a krmivu. Ve srovnání s klecovými systémy je nižší snáška, vyšší spotřeba krmiva a vyšší úhyn. Tyto systémy požadují vyšší chovatelské zkušenosti (Ledvinka et al., 2008).

Voliérový systém chovu byl vyvinut ve Velké Británii v 70. letech 20. století a byl napojovacím článkem mezi podestýlkou a klecí. Umístění krmítek a napáječek se volí tak, aby udržovalo maximální koncentraci slepic na všech úrovních v rozmezí 15–20 kusů na m². Dle typu haly se snášková hnízda instalují mezi dvě řady konstrukcí, či na boční stěny haly. Šikmá podlážka hnízda nám zajistí zmenšení rizika kontaktu slepice s vejcem, a tím i k možné kontaminaci vejce (Tůmová, 2017). Voliéry umožňují nosnicím pohybovat se po celé ploše stáje, a to i mezi patry haly, kde maximální možný počet pater jsou 4. Podle současných požadavků má mít voliérový chov takovou plochu podlahy, aby na jeden metr čtvereční připadlo 18 kusů drůbeže (Ledvinka et al., 2008). Stelivo haly musí zabírat nejméně jednu třetinu podlahové plochy a hustota osazení nesmí překročit 9 nosnic/m² využitelné plochy. U konstrukcí voliér se snaží stavět tak, aby tyto plochy byly široké nejméně 30 cm se sklonem

nepřesahujícím 8° (14 %) a se světloú výškou minimálně 45 cm nad nimi. Napájecí a krmná zařízení musí být rozmístěna tak, aby poskytovala stejný přístup všem nosnicím. Pro usnadnění pohybu (přesunu) nosnic z podestlaných ploch na roštové platformy jsou v halách nainstalovány odnímatelné žebříky (Přikryl, 2012).

Systém ustájení na podestýlce je tradičním systémem chovu nosnic, na kterém je v současnosti povoleno chovat nanejvýš 9 ks/m² podlahové plochy. Takto nízká koncentrace mnohdy způsobuje problémy s udržením mikroklima ve stáji, a to zejména v zimních měsících, kdy nosnice samy nemohou udržet teplotu, a tak je potřeba halu přitápět. Hřady jsou umístěny rovnoměrně, aby nedocházelo k nahromadění trusu v jednom místě. Hnízda pro snášku konzumních vajec se instalují v místech s nejnižší intenzitou osvětlení a nejčastěji jsou lokalizovány podél stěn hal, nebo uprostřed plochy. Hnízda mají sešikmenou plochu k snášení, kdy se snesené vejce skutálí na dopravník, do kterého dno vyústíuje. Hnízdo je podestláno plastovou podložkou, například v podobě umělé trávy. Krmítka jsou talířová a napáječky mají podobu kapátek. Jako podestýlkový materiál se volí hobliny, rašelina, řezaná sláma, piliny anebo kombinace více prvků. V podestýlkovém systému ustájení můžeme použít také roštovou podlahu, ale v takovém případě musíme zajistit, aby nejméně jedna třetina podlahové plochy byla pokrytá podestýlkovým materiálem. Podle použitého materiálu k podestlání nosnic se volí rošty kovové, plastové či dřevěné. Trus se prošlapem dostane do prostorů pod rošty, a tím se zajistí zlepšení hygienické úrovně chovu (Tůmová et al., 2019). Nosnice chované na podestýlce bývají častěji napadeny parazity a nemocemi než slepice, které jsou ustájeny v klecích (Guesdon, 2004). V podestýlkových chovech jsou celkové hygienické podmínky horší než u klecí, ve vzduchu je větší podíl prachových částic a někdy může propuknout i kanibalistické chování nosnic. Klování může způsobovat ztrátu peří jedinců a následně může dojít ke kanibalismu ve velkých hejnech, kde není stálá sociální hierarchie (Tauson, 1999).

Výběhový systém je kombinací chovu s podestýlkou nebo voliérami a možností nosnic jít do venkovního výběhu. V hale je nutné zařídit maximální hustotu nosnic 9 ks/m² a ve výběhu maximálně 4 ks/m². Nosnice mohou opustit halu, a to jim dovoluje projevit celé spektrum chování. V hale jsou instalovány krmítka, napáječky, snášková hnízda. Ve výběhu je nutné zajistit úkryty a ochranu proti slunečnímu záření (vhodnou volbou bývá vysázení stromů, keřů nebo vystavění přístřešků) a také zajistit výběh, kde by nedocházelo k přenosu parazitů. Je nutné, aby venkovní výběh byl oplocený proti dravcům. Výhodou je bezpochyby to, že slepice si mohou najít k jídlu celé spektrum potravy (semínka, mravenci, žížaly) a i to, že slepice se mohou popelit venku. U travnatých výběhů, kde nosnice mají možnost pastvy, je výhoda, že slepice přijmou s pastvou celou škálu vitamínů a antioxidantů. Výška pastevního porostu by se

měla udržovat v rozmezí 10–15 cm, protože drůbež o vyšší vegetaci nejeví zájem. Je nutné taky počítat s tím, že se celý výběh pomalu začne znehodnocovat přílišným používáním, a tak je vhodné zavést rotační způsob pastvy pomocí oplůtků, a tím zamezit likvidaci pastvy. Otvory, které spojují výběh s halou, by měly být minimálně 35 cm vysoké a 40 cm široké a umístěné po celé délce haly (Tůmová et al., 2019). Náklady na výrobu vajec jsou nejvyšší ze všech systémů ustájení. Věčně trvající stresy z neustále se měnící sociální struktury hejna je obdobná jako u podestýlkových chovů nebo ve voliérách. Riziko kanibalismu se u tohoto typu chovu ještě zvyšuje při intenzivním slunečním osvětlení. Výběhy se velmi obtížně čistí a dezinfikují (Košář et al., 2004).

3.2 Hodnocení kvality vajec

Při hodnocení vaječné kvality je pro nás indikujících několik ukazatelů. Při vyhodnocování kvality slepičího vejce sledujeme hmotnost, bílek, žloutek a skořápku. Pokud chceme stanovit kvalitu bílku, je nutné sledovat hodnoty hmotnosti bílku, podíl bílku ve vejci, index a Haughovy jednotky. U žloutku se hodnotí jeho hmotnost, barva, celkový podíl a jeho rozměry (výška, šířka, délka). Kvalitu skořápky zjistíme, pokud budeme sledovat její hmotnost, podíl, pevnost, tloušťku a její barvu.

3.2.1 Hmotnost vajec

Hmotnost vajec je nejdůležitější faktor hodnocení kvality slepičího vejce, kdy se hmotnost vejce mění dle působení více vlivů dohromady. Všechny faktory se dají shrnout do dvou velkých skupin a těmi jsou faktory vnější a vnitřní. Hmotnost vajec jako taková je vlastnost středně dědivá, tudíž jsou zde velmi podobné vlivy prostředí a genotypu nosnice.

V USA, v Evropě ale i jinde ve světě, se vejce třídí podle hmotnosti, a to označením vajec písmeny S (méně než 53 g), M (53-63 g), L (63-73 g) a XL (73 a více gramů). Hmotnost je hlavním faktorem zpeněžení vajec jakožto produktu farem. Čím více, tím lépe, ale není možné mít ta největší vejce po celou dobu chovu slepic.

Genotyp nosnice je jedním z faktorů, který významně ovlivňuje hmotnost sneseného vejce. Největší rozdíl je vidět mezi hybridy slepic, která snášejí hnědá a bílá vejce. Rozdíly v hmotnosti vajec v závislosti na genotypu zaznamenali Zita et al. (2009), kteří sledovali rozdíly kvality vajec u hybridů Isa Brown, Hisex Brown a Moravia BSL. Vliv genotypu byl vidět v každém věku nosnic. Například u nosnic ve věku 54-60 týdnů byli zaznamenány nejtěžší vejce u hybrida Moravia BSL, kdy vejce vážila v průměru 65,3 gramů. Nejlehčí vejce od nosnic

ve stejném věku byla vejce od hybridu ISA Brown, kdy hmotnost vejce dosáhla hodnoty 63,42 g v průměru. Tůmová et al. (2011) porovnávali genotypy nosnic ISA Brown, Hisex Brown a Moravia BSL, a zjistili, že genotyp má významný vliv na hmotnost sneseného vejce. Nejtěžší vejce měl v případě klecového systému genotyp Hisex Brown, kdy vejce vážila v průměru 60,4 gramů. Naopak nejlehčí vejce v klecovém systému ustájení měl nosný hybrid Moravia BSL, kdy hmotnost vejce dosáhla průměrné hodnoty 58,9 g. V podestýlkovém chovu měla naopak nejtěžší vejce nosnice Moravia BSL, kdy hmotnost vejce dosáhla průměrné hodnoty 60,1 g. Nejlehčí vejce v podestýlkovém chovu měl hybrid Hisex Brown, který snášel vejce o průměrné hmotnosti 58,9 g.

Jedním z faktorů, který se projevuje téměř vždy na hmotnosti vejce, je věk nosnice (Silversides, Scott, 2001; Van den Brand et al., 2010). Například Wezyk et al. (2006) uvádějí, že se hmotnost vajec snesených nosnicemi Astra H a Astra S měnila s přibývajícím věkem slepic. Hmotnost vajec se s postupem času zvyšovala, kdy v 20. až 23. týdnu byla průměrná hmotnost vajec 46,5 g a v 60. – 63. týdnu byla hmotnost vajec v průměru 66,7 g. Podobný trend zaznamenali Valkonen et al., 2008. Vejce, která byla snesená nosnicemi ve věku 36 týdnů, měla průměrnou hmotnost 65,7 g a vejce snesená slepicemi v 68. týdnu, tedy o 32 týdnů starší, vážilo 68,9 g v průměru. Tůmová, Gous (2012) se více shodují s prací Wezyk et al. (2006), kdy u sledovaných nosnic se zvedala průměrná hmotnost vajec z 53,8 – 56,6 g u slepic ve věku 22–29 týdnů k hmotnosti 65,3 – 68,6 g ve věku nosnic 83–99 týdnů.

Další faktor, který je zodpovědný za změny v hmotnosti vajec, je doba snesení (ovipozice) během dne. Na toto poukazují Pavlovski et al. (2000), kdy vejce snesená v rozmezí 7–9 h mají hmotnost v průměru 62,23 g. Vejce snesená odpoledne, a to v čase 15–17 h vážila 58,03 g. Podobného závru dosáhli Tůmová, Ebeid (2005) a jejich výsledky, kdy zaznamenávali hmotnost vajec dle doby snesení vejce. Vejce, která byla snesená v systému chovu s klecemi, byla snesená v 6 h, což je 79 % všech snesených vajec za celý den, byla o 1,81 g těžší než vejce snesená ve 14 h odpoledne. S těmito výsledky se ztotožňují také Harms (1991) i Patterson (1997).

3.2.2 Bílek

Bílek je hlavní součástí vejce. U bílku sledujeme hmotnost bílku a jeho podíl ve vejci, index a Haughovy jednotky. Bílek je vodný (87,9 % vody) roztok bílkovin, které jsou plnohodnotné a obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Stravitelnost bílku je velmi vysoká, a to až 96–98 %. Z tohoto důvodu se používá bílek jako standard k porovnávání stravitelnosti bílkovin (Halaj, Golian, 2011).

3.2.2.1 Hmotnost a podíl bílku

Podíl bílku se stanovuje propočtem, kdy:

$$PODÍL BÍLKU (\%) = \frac{HMOTNOST BÍLKU}{HMOTNOST VEJCE} \times 100$$

Hmotnost a podíl bílku ovlivňuje genotyp nosnic, což ve své studii zaznamenali Tůmová et al. (2009), kdy byly sledovány genotypy nosnic ISA Brown, Hisex Brown a Moravia. Nejtěžší bílek měla slepice Hisex Brown, kdy hmotnost bílku dosáhla průměrné hodnoty 36,89 g. Naopak nejlehčí bílek měly slepice Moravia, kdy hmotnost bílku byla v průměru 35,85 g. Tůmová et al. (2011), také zkoumali vliv genotypu nosných hybridů, a to ISA Brown, Hisex Brown a Moravia BSL. Nejtěžší bílek vajec měly nosnice Hisex Brown s hodnotou 37,2 g. Naopak nejlehčí bílek ze tří genotypů měla vejce slepice Moravia BSL, u kterých hmotnost bílku dosáhla v průměru 35,7 g.

Silversides, Scott (2001) došli k závěru, že vejce s hmotností v průměru 52,49 g obsahovala bílek, jehož hmotnost dosáhla hodnoty průměrně 34,44 g. Naopak vejce nejtěžší (61,71 g), měla bílek s hmotností průměrně 38,46 g. Také Pištěková et al. (2006) došli k závěru, že hmotnost bílku pozitivně koreluje s hmotností vajec. Při hmotnosti vejce 50,46 g v klecovém systému ustájení byla hmotnost bílku v průměru 32,7 g, kdežto vejce vážící 65,12 g, mělo bílek o hmotnosti 39,11 g. Tyto výsledky tedy ukazují, že celková hmotnost vejce a hmotnost bílku jsou spolu v pozitivní korelaci. Jelikož se hmotnost vajec zvyšuje s rostoucím věkem nosnice (Silversides, Scott, 2001; Wezyk et al., 2006; Van den Brand et al., 2010; Tůmová et al., 2012; Abudabos et al., 2017), zvyšuje se také hmotnost bílku.

Co se týče podílu bílku ve vejci, tak výsledky (Pištěková et al., 2006; Silversides, Scott, 2001) nikdy nebyly pod hranicí 50 %, tudíž je bílek většinovým komponentem slepičího vejce. Podíl bílku, na rozdíl od hmotnosti bílku, negativně koreluje s věkem nosnice (Silversides, Scott, 2001). U nosnice ve věku 25 týdnů, byl podíl bílku v průměru 65,4 %, ale u slepice ve věku 59 týdnů podíl bílku klesl k průměrné hodnotě 62,3 %. Podobného výsledku dosáhl (Ferrante et al., 2009). Nosnice ve věku 27 týdnů snášela vejce, kde podíl bílku byl v průměru 68,27 %. Naopak slepice, která byla ve věku 68 týdnů, snášela vejce, kde se podíl bílku pohyboval kolem průměru 64,36 %.

3.2.2.2 Haughovy jednotky a index bílku

Haughovy jednotky jsou jedním z ukazatelů kvality bílku. Haughovy jednotky závisí na výšce hustého bílku a na hmotnosti vejce. (Altunatmaz et al., 2019). Z práce Haugh (1937) je znám vzorec k výpočtu Haughových jednotek.

$$Hu = 100 \times \log(VÝŠKA BÍLKU - 1,7 \times HMOTNOST VEJCE^{0,37} + 7,6)$$

Tůmová et al. (2009) uvádějí, že se Haughovy jednotky se snižují s časem skladování. Haughovy jednotky čerstvých vajec byly na hodnotě 86,37. Po 21 dnech skladování vajec v chladničce se snížila hodnota Haughových jednotek na 72,19. Podobné výsledky byly vypořizovány u všech použitých typů ustájení, a to v konvenčních klecích, na podestýlce, a i v obohacených klecích.

Vliv na Haughovy jednotky má také genotyp nosnic, což uvádějí Zita et al. (2009), kteří studovali tři genotypy slepic, a to ISA Brown, Hisex Brown a Moravia BSL.

Silversides, Scott (2001) dále ukazují, že Haughovy jednotky se mění i v závislosti na věku nosnice ISA-White. Nosnice ve věku 25 týdnů měly výšku bílku ve sneseném vejci průměrně 7,79 mm, kdežto slepice ve věku 59 týdnů pouhých 6,40 mm. Výsledky nosnic ISA-Brown dosahovaly jiných parametrů výšky bílku, ale tendence byly stejné, kdy v obou případech lze usoudit, že s přibývajícím věkem nosnice, Haughovy jednotky klesají. Stejně trendy uvádějí i Zita et al. (2009).

Na Haughovy jednotky má také vliv ovipozice (doba snesení vejce), což ukazují ve svých studiích Tůmová, Ebeid (2005). Z výsledků jejich výzkumu vyplývá, že Haughovy jednotky rostou s pozdějším snesením vejce během dne. Vejce snesená ráno v 6 h dosahovala 72,68 Haughových jednotek v průměru, kdežto pozdější snesení vejce způsobilo nárůst Haughových jednotek na úroveň 74,85.

Index bílku je, obdobně jako hodnota Haughových jednotek, ukazatelem kvality bílku ve vejci. Na rozdíl od Haughových jednotek se však vypočítá z hodnoty výšky bílku a průměru dvou nejdelších šírek vaječného bílku (jednotky indexu bílku jsou procenta) (Altunatmaz et al., 2019). Vzorec k výpočtu indexu bílku (Altunatmaz et al., 2019) je:

$$INDEX BÍLKU (\%) = \frac{VÝŠKA BÍLKU}{\frac{DÉLKA BÍLKU + ŠÍŘKA BÍLKU}{2}} \times 100$$

Zita et al. (2009) zaznamenali, že genotyp i věk nosnice mají vliv na index bílku ve vejci. Při testu tří genotypů nosnic (ISA Brown, Hisex Brown a Moravia BSL) zaznamenali klesající index bílku v závislosti na věku slepice. U ISA Brown dosahovaly hodnoty indexu bílku v průměru 11,27 % ve věku 20-26 týdnů. U stejného hybridu ve věku 54-60 týdnů byla kvalita bílku snižena, kdy index bílku klesl na hodnotu 7,46 % v průměru. Stejný trend byl vyzorován u zbývajících dvou hybridů Hisex Brown a Moravia BSL.

Z pokusu Tůmové, Ebeida (2005) lze usoudit, že doba snesení vejce má také vliv na index bílku. Vejce na podestýlce snesená ráno v 6 h měla index na hodnotě 6,86 %. Vejce snesená ve 14 h měla index bílku vyšší, a to na hodnotě 7,46 %.

Silversides, Scott (2001) sledovali výšku bílku v závislosti na čase. Pozorovali vejce od hybridů ISA-White a ISA-Brown. U ISA-White zjistili, že vejce skladovaná 1 den má výšku bílku v průměru 7,95 mm. U vajec skladovaných déle, a to 10 dní, byla výška bílku 4,75 mm. V pokusu Tůmová et al. (2009) poukazují, že index bílku klesá s dobou skladování. Index bílku u vajec skladovaných v chladničce spadl o 20 % a více. Tento pokles hodnoty byl vidět u ustájení v konvečních i obohacených klecích, a také u vajec z podestýlkového chovu.

3.2.3 Žloutek

Žloutek není sice hlavním ukazatelem kvality vejce, ale i u něj se sledují určité hodnoty kvality. Podobně jako u bílku, tak i u žloutku můžeme sledovat jeho hmotnost, podíl ve vejci i index tvaru žloutku. Dále se u žloutku posuzuje jeho barva, sice není přímým ukazatelem kvality vejce, ale ve veřejném mínění hraje velkou roli. Bílkoviny tvoří 1/3 sušiny žloutku a zbývajících 2/3 sušiny žloutku jsou složeny z tuků. Tvoří je tuky jednoduché i tuky obsažené v komplexu s fosforem (fosfolipidy), dusíkem (lipoproteiny) a cukrem (glykolipidy). Ve žloutku vejce je 30-33 % tuků, které jsou velmi dobře stravitelné (Halaj, Golian, 2011)

3.2.3.1 Hmotnost a podíl žloutku

Podíl žloutku se stanovuje propočtem kdy:

$$PODÍL ŽLOUTKU (\%) = \frac{HMOTNOST ŽLOUTKU}{HMOTNOST VEJCE} \times 100$$

Genotyp nosnice má významný vliv na hmotnost a podíl žloutku, což vyplývá ze studie Silversides, Scott (2001), kdy výsledky ISA Brown a ISA White byly odlišné. Hybrid ISA

White ve věku 49 týdnů snášel vejce, která měla podíl vaječného žloutku v průměru 27,30 %, kdežto u ISA Brown ve stejném věku byl podíl žloutku ve vejci pouze 24,95 %. Rozdíl mezi genotypy uvádějí také Zita et al. (2009). Podíl žloutku ve věku 54-60 týdnů nejvyšší u nosného hybrida Moravia BSL, a to 30,13 %. Naopak nejnižšího podílu žloutku v tomto věku dosahovala vejce od hybrida Hisex Brown, která měla podíl žloutku v průměru 27,76 %. Dalšími, kdo si všimli rozdílu v podílu žloutku mezi hybridy, byli Tůmová, Gous (2012), kteří sledovali rozdíly u nosného hybrida Lohman Brown a masného hybrida Cobb 500, kdy zaznamenali vyšší podíl žloutku u masného hybrida. Tůmová et al. (2009), kteří studovali rozdíly ve kvalitě vajec u nosných hybridů ISA Brown, Hisex Brown a Moravia. Nejtěžší žloutky měla vždy vejce od nosného hybrida Moravia.

Hmotnost žloutku se s přibývajícím věkem nosnice, a tím i hmotností vajec, zvyšuje. Pištěková et al. (2006) došli k závěru, že vejce od slepic ve vyšším věku, a tudíž s vyšší hmotností, měla vyšší podíl žloutku. Konkrétně vejce o hmotnosti 60,84 g obsahovalo žloutek, který zaujímal 24,59 % vejce. Tento žloutek měl hmotnost 14,92 g. Vejce, které bylo těžší (64,44 g), mělo žloutek, jehož podíl vůči celému vejci byl na hodnotě 27,65 %, o hmotnosti 17,78 g. Tyto výsledky byly zaznamenány na chovu s podestýlkou. Van de Brand et al. (2010) také došli k závěru, že podíl žloutku roste do věku 55 týdnů a poté se podíl zmenšuje. V jeho pokusu byly slepice sledovány od věku 25 týdnů. Vejce, která byla od slepic ve věku 25 týdnů, měla podíl žloutku proti celému vejci průměrně 27,79 %. K tomuto procentu se vztahuje hmotnost žloutku 13,43 g. Daleko větší hodnotu vykazovala vejce, která byla snesená nosnicí ve věku 55 týdnů. Podíl žloutku v těchto vejcích byl v průměru 35,02 %, což je nárůst o více než 7 %. Hmotnost žloutku se zvedala také, a to na průměrnou hodnotu 21,28 g na vejce. V 59. týdnu se podíl zmenšil na hodnotu 34,48 % v průměru. Podobných výsledku dosáhli také Silversides, Scott (2001); Tůmová et al. (2002); Zita et al. (2009).

Ovipozice nemá významný vliv na hmotnost a podíl žloutku, což můžeme vidět na výsledcích výzkumu Tůmová, Ebeid (2005), kdy změny hmotnosti žloutku vzhledem k času snesení byly minimální. Konkrétně vejce snesená v 6 h měla podíl žloutku v průměru 25,8 % a vejce snesená v čase 14 h měla podíl žloutku snížený o pouhých 0,7 %. Podobné tendence také uvádějí Tůmová et al. (2009).

3.2.3.2 Index tvaru žloutku

Žloutek se se stářím vejce snižuje a do stran rozšiřuje, což je způsobeno ztrátou elasticity vitelinní membrány, která obaluje žloutkovou hmotu. Po snesení může být žloutek široký 32

mm a vysoký 17 mm. Po uplynutí doby skladování se může průměr zvednout až na 42 mm a výška klesnout až na 10 mm. Index žloutku se udává výpočtem z výšky a průměru vaječného žloutku (Halaj, Golian, 2011). Vzorec pro výpočet indexu tvaru žloutku je (Altunatmaz et al., 2019):

$$IZ (\%) = \frac{VÝŠKA ŽLOUTKU}{PRŮMĚR ŽLOUTKU} \times 100$$

Nejdůležitějším faktorem při sledování indexu žloutku je čas skladování a také teplota, při které vejce byla skladována. Tůmová et al. (2009) uvádějí, že index žloutku se snižuje s nabývajícím časem skladování v chladničce u vajec z obohacených klecí, kdy po prvním dnu skladování byl index žloutku 48,01 %. U déle skladovaných vajec tento index klesl, a to na hodnotu 45,68 % při 21. dnu skladování. U jiných systémů ustájení byly výsledky obdobné. Altunatmaz et al. (2019) zaznamenali, že se index žloutku snižuje s rostoucí teplotou skladování. Konkrétně vejce skladovaná v teplotě 1 °C měla index 48,41 %. Naopak vejce, která byla skladována ve vyšší teplotě měla index nižší, a to 40,06 % při teplotě 28 °C.

3.2.3.3 Barva žloutku

Barva žloutku je podmíněna obsahem pigmentů, které způsobují intenzivní zabarvení žloutku (luteín, zeaxanthín, kproxantín. apod.). Barva je jedním z ukazatelů kvality žloutku a je primárně exogenního původu. Barva se hodnotí objektivně i subjektivně. Subjektivní měření zahrnuje porovnání barvy žloutku s vytvořenou stupnicí barev dle La Roche (La Rochova stupnice). Pro objektivní měření se používají spektrofotometrické či fotokolorimetrické přístroje (Halaj, Golian, 2011). Při vyhodnocování barvy žloutku objektivní metodou se často používají indexy L*, a* a b*. Index L* nám ukazuje světlost sledované barvy, tudíž od barvy černé (hodnota indexu L* 0) po barvu bílou (hodnota indexu L* 100). Index a* nám značí barvu na stupnici zelená a červená, kdy pro nejmenší hodnotu je barva zelená a pro největší je barva červená. Pro index b* je barva modrá pro nejnižší hodnotu a pro nejvyšší hodnotu je barva žlutá (Lokaewmanee et al., 2011). Mezi krmiva, která mohou ovlivnit barvu žloutku, se dá zařadit pšenice, ječmen, kukuřice, zelená píce, čirok (Jacob et al., 2003).

3.2.4 Skořápka

Skořápka je další velmi důležitá část vejce, u které také lze sledovat její kvalitu. Kvalitu skořápky lze posoudit na základě změření její hmotnosti, podílu, pevnosti, tloušťky a barvy. K důležitým faktorům, které mohou ovlivnit kvalitu skořápky, patří rozhodně věk nosnice, genotyp, období snášky a výživa (Jacob et al., 2003). K otestování skořápky se mohou používat metody destruktivní a nedestruktivní. Celková kvalita skořápky může být ovlivněna systémem ustájení (Huneau-Salaün et al., 2010; Lewko, Gornowicz, 2011; Belkot, Gondek, 2014; Ahammed et al., 2014).

3.2.4.1 Hmotnost a podíl skořápky

Hmotnost skořápky se stanoví jejím zvážením. Podíl skořápky se potom stanovuje propočtem, dle vzorce:

$$PODÍL\ SKOŘÁPKY\ (\%) = \frac{HMOTNOST\ SKOŘÁPKY}{HMOTNOST\ VEJCE} \times 100$$

Podíl skořápky se běžně pohybuje v rozmezí 9-11 % (Halaj, Golian, 2011).

Tůmová et al. (2009) poukazují na rozdíly v hmotnosti a podílu skořápky u různých genotypů nosnic v závislosti na době snesení. V experimentu, kdy byly slepice chovány v klecích, měla v 6 h nejtěžší skořápku vejce nosnice ISA Brown, která vážila 6,38 g. Naopak nejlehčí skořápku měla vejce slepice Moravia s hmotností skořápky 5,66 g. Podobné rozdíly uvádějí také Zita et al. (2009). V jejich výzkumu byl největší podíl skořápky ve věku 20-26 týdnů nosnice ISA Brown, u které dosahovaly hodnoty k 13,03 % v průměru. Naopak nejméně skořápky k celému vejci měla ve stejném věku slepice Moravia BSL, která měla podíl průměrně 12,01 %. Také další autoři se shodují v tom, že věk nosnice a genotyp hrají roli v podílu skořápky a její hmotnosti (Tůmová, Ebeid, 2005; Van den Brand et al., 2010; Tůmová et al., 2017).

Silversides, Scott (2001) ve své studii uvádějí, že se podíl skořápky s věkem nosnic snižuje. Podíl vaječné skořápky u nosného hybridu ISA-White ve věku 25 týdnů 10,75 %. Ve věku 59 týdnů byl 9,52 %. U ISA Brown byla tendence skořápky snižovat podíl podobně jako u hybridu ISA-White. V případě ISA Brown byl rozdíl podílu skořápky 0,58 % v průměru, což je méně než u ISA White. Samiullah et al. (2014) neuvádějí snižování podílu vlivem věku. Nosnice v konvenčních klecích a ve věku 25 týdnů snášeli vejce s podílem skořápky 9,02 %. U slepic ve věku 45 týdnů se podíl zvedl na hodnotu 9,26 %, ale v 75. týdnu opět klesl k 8,96 %.

U nosnic s venkovním výběhem měl výsledky také jiné než Silversides, Scott (2011). Ve věku nosnic 25 týdnů byl průměrný podíl skořápky 9,15 %. Avšak u slepic ve věku 75 týdnů se podíl zvedl na 9,33 %.

Pavlovski et al. (2000) zaznamenali, že na hmotnost skořápky má vliv ovipozice. U všech měřených skupin nosnic naměřil nejtěžší skořápky u vajec, která byla snesena mezi 15 h-17 h. Naopak Tůmová et al. (2009) došli k závěru, že nejtěžší skořápky mají vejce snesená v 6 h.

3.2.4.2 Tloušťka skořápky

Tloušťka skořápky je v úzkém vztahu s pevností skořápky, ale není s ní v přímé úměře, její hodnoty dosahují v průměru 0,37 mm. Jedná se o vlastnost středně dědivou ($h^2=0,25-0,50$). Směrem od ostrého pólu k pólu tupému se tloušťka skořápky snižuje od 0,42-0,40 mm na pólu ostrém k 0,26 mm na pólu tupém (Halaj, Golian, 2011).

Genotyp má vliv na tloušťku skořápky, což zaznamenali Tůmová et al. (2009), kdy u nosných hybridů ISA Brown, Hisex Brown a Moravia naměřili jinou tloušťku skořápky. Nejsilnější skořápku měly nosnice ISA Brown, kdy průměrná hodnota tloušťky skořápky byla 0,37 mm. Naopak nejtenčí skořápku měly nosnice Moravia, a to 0,33 mm.

Zita et al. (2009) uvádějí, že se tloušťka skořápky zvyšuje s přibývajícím věkem nosnice. U mladších slepic ISA Brown (20-26 týdnů) byla tloušťka skořápky stanovena na 0,37 mm v průměru. U starších (54-60 týdnů) byla tloušťka skořápky vyšší a to o 0,01 mm. Van den Brand et al. (2010) zjistili, že nejsilnější skořápku měla vejce snesená ve věku 55 týdnů (0,333 mm). Druhá nejsilnější skořápka byla zaznamenána u vajec, která byla snesená ve věku 25 týdnů (0,328 mm). Samiullah et al. (2014) také došli k závěru, že vejce snesená nosnicí vyššího věku má větší tloušťku skořápky než u slepic ve věku nižším. Dokazují to výsledky jejich výzkumu, kdy slepice ve věku 25 týdnů měly vejce s tloušťkou skořápky 0,37 mm. U nosnic starších (75 týdnů) byla skořápka zřetelně silnější (v průměru 0,389 mm).

Pavlovski et al. (2000) porovnávali tloušťky skořápek vajec závislé na době snesení vejce. Ve svém výzkumu došli k závěru, že nejsilnější skořápku mají vejce snesená mezi 15–17 h. V tomto případě vejce měla tloušťku skořápky 0,393 mm v průměru. Naopak nejtenčí skořápku měla vejce snesená v 7-9 h. Vejce snesená v tuto hodinu měla tloušťku skořápky průměrně 0,377 mm. Podobné výsledky uvádějí také Tůmová et al. (2009). Naopak Tůmová, Ebeid (2005) došli k závěru, že nejsilnější skořápka byla u vajec snesených v dopoledních hodinách.

3.2.4.3 Pevnost skořápky

Pevnost skořápky je nejdůležitější funkční vlastností skořápky. Snížení pevnosti skořápky způsobuje věk nosnice, nedostatečná výživa (zejména se stránky minerálové, a to Ca, P, Mn, Fr, Zn, Se), vitamínová výživa, velikost, tvar a hmotnost vejce, léčiva, choroby a genetické faktory. Skořápka je velmi pevná, ale méně pružná, proto se při nárazu láme. Takovouto křehkost zmírňují svojí elasticitou (pružností) podskořápečné blány. Pevnost skořápky se zjišťuje metodami destrukčními a nedestrukčními. Při použití destrukčních metod se vejce položí tak, aby na jeho delší osu působil tlak. Ten se měří přístroji, které nám ukážou, jaký tlak byl vyvinut na vejce, když skořápka praskla. Pro zjištění pevnosti skořápky se používají také nedestrukční metody. Měříme odraz beta paprsků, případně prohnutí skořápky. Pevnost skořápky je v úzkém vztahu s tloušťkou skořápky (Halaj, Golian, 2011).

Tůmová et al. (2009) ve své studii sledovali nosné hybridy Isa Brown, Hisex Brown a Moravia. Bylo zjištěno, že nejpevnější skořápku mají vejce od hybrida Hisex Brown. Konkrétně u skořápky sneseného vejce v čase 10 h, byla pevnost 48 N.

Pevnost skořápky závisí na věku nosnice (Guesdone et al., 2007). Výsledky výzkumu odhalují, že čím je nosnice starší, tím je skořápka méně pevná. Zjistili, že nosnice ve věku 28 týdnů, měla vejce se skořápkou o pevnosti 432 N/mm². U starších slepic ve věku 65 týdnů, se pevnost skořápky snížila na hodnotu 372 N/mm². Zajímavých výsledků dosáhli Zita et al. (2009), kteří sledovali pevnost skořápky, a to u ISA Brown, Hisex Brown a Moravia BSL. U Isa Brow byla nejpevnější skořápka u vajec, která byly sneseny ve věku 20-26 týdnů. Pevnost v tomto případě dosahovala hodnoty 48,08 N. U Hisex Brown a Moravia BSL to bylo stejné. V případě obou nosných hybridů byla vaječná skořápka u vajec snesených ve věku 36-42 týdnů nejsilnější (tedy u Hisex Brown 51 N a u Moravia BSL 45,1 N). Ve výzkumu Samiullah et al. (2014) byly výkyvy v pevnosti skořápky vůči věku nosnice. Nejsilnější skořápku vejce od slepic (věk 35 týdnů), které byly chovány v konvenčních klecích. Pevnost skořápek u těchto vajec byla 41,83 N. Druhou nejsilnější skořápku měla vejce slepic ve věku až 65 týdnů.

Důležitým faktorem, který dokáže ovlivnit pevnost skořápky, je ovipozice, neboli čas snesení vejce. Pavlovski et al. (2000) došli k závěru, že nejpevnější skořápka je u vajec snesených v odpoledních hodinách. U všech tří sledovaných skupin zaznamenali nejpevnější skořápku mezi 15-17 h. Také Tůmová, Ebeid (2005) sledovali pevnost skořápky u vajec snesených v různou dobu. Zaznamenali, že v klecovém systému ustájení má nejslabší skořápku vejce snesené v 6 h, což dokládá i procentuální výskyt porušených skořápek u vajec při sběru. V tomto případě byla pevnost skořápky stanovena na 43,57 N a podíl nakrápklých vajec byl

1,8 %. V dalším výzkumu Tůmová et al. (2009) došli k podobnému závěru. Vejce s nejsilnější skořápkou v klecovém systému ustájení, byla snesena v 14 h, kdy u Hisex Brown dosahovala měření k hodnotě 52,1 N.

3.2.4.4 Barva skořáčky

Barva skořáčky je vázána na fylogenetický původ slepic. Barva skořáčky může nabývat různých barev. Nejčastěji bílá a hnědá, ale můžeme pozorovat i vejce s nazelenalou i namodralou skořápkou. Intenzita zabarvení skořáčky závisí na obsahu ovoporfyrínu, který se nachází pod kutikulou skořáčky. U bíle zbarvených skořápek můžeme lépe prosvítit vejce, a tak odhalit jejich vady (Halaj, Golian, 2011). Barva vaječné skořáčky je spojována s hmotností skořáčky, a tak je tedy barva brána jako jeden z indikátorů kvality skořáčky (Joseph et al., 1999). Barva skořáčky se stanovuje různými metodami, například metodou refraktometrickou. U barvy skořáčky se hodnotí schopnost odrážet světelné paprsky, přičemž výsledek je procentuální podíl odraženého světla od povrchu skořáčky. Touto metodou se určuje světlost skořáčky. Mohou se také použít spektrofotometry, které nám dají výsledek ve formě hodnot L^* , a^* a b^* , kdy hodnota L^* nám určuje světlost skořáčky na stupnici od černé (hodnota indexu $L^* 0$) po bílou (hodnota indexu $L^* 100$), hodnota a^* nám určuje barvu skořáčky na škále od zelené po červenou a hodnota b^* nám určuje barvu skořáčky na škále od modré po žlutou (Samiullah et al., 2015).

Z Odabasi et al. (2007) zjistili, že barvu skořáčky může ovlivnit roční období, ve kterém bylo vejce sneseno. Nejtmavší skořáčka byla nalezena u vajec snesených v listopadu, a nejsvětlejší skořáčka byla naopak v září. Také potvrdili, že barva skořáčky je ovlivněna celkovou hmotností vejce. Významná je korelace mezi barvou skořáčky a pevností skořáčky, a tak lze pomocí barvy skořáčky indikovat také kvalitu skořáčky (Yang et al., 2009).

3.3 Vliv ustájení na kvalitu vajec

Literatura ukazuje, že systém ustájení je jedním z významných faktorů, který dokáže ovlivnit kvalitu vajec (Ahamed et al., 2014, Ferrante et al., 2016).

3.3.1 Vliv ustájení na hmotnost vajec

Mnohé výzkumy ukazují, že hmotnost vajec je závislá na různých typech ustájení. Tůmová, Ebeid (2005) uvádějí, že vejce snesená na podestýlce jsou těžší než vejce snesená v kleci. S celkovým průměrem hmotnosti vajec 62,5 g byla vejce z podestýlky těžší než

klecová, která měla průměrnou hodnotu na 61,94 g. Pištěková et al. (2006) uvádějí, že nejtěžší vejce jsou z hluboké podestýlky. Voslářová et al. (2006) i Wezyk et al. (2006) také zaznamenali těžší vejce z podestýlkového chovu. Ve výzkumu Tůmová et al. (2007) byla vejce z podestýlkového ustájení v průměru těžší o 0,66 g. Lichovnicková, Zeman (2008) uvádějí, že nejtěžší vejce jsou z podlahových systémů. Průměrná hmotnost byla 64,9 g. Druhá největší hmotnost byla zaznamenána z konvenčních klecí a nejlehčí vejce byla snesena nosnicemi z obohacených klecí. Tůmová et al. (2009) porovnávali genotypy Isa Brown, Hisex Brown a Moravia při ustájení na podestýlce a v kleci. U Isa Brown a Moravia, byla těžší vejce na podestýlce. Hybrid Hisex Brown vykazoval větší hmotnost vajec v kleci. Van den Brand et al. (2010) nezaznamenali tak odlišný rozdíl mezi hmotnostmi vajec. V systému s venkovním výběhem byla vejce těžší pouze o 0,03 g. Lewko, Gornowicz (2011) porovnávali systém klecový, podestýlkový a systém s venkovním výběhem. S 61,06 g v průměru byla vejce z klecí nejtěžší. Nejlehčí byla naopak vejce z podestýlky. Tůmová et al. (2011) uvádějí, že hned 2 ze 3 nosných hybridů měli těžší vejce v konvenčním klecovém chovu. Dále také Tůmová et al. (2011) uvádějí, že nosný hybrid Bovans Brown měl nejtěžší vejce v konvenčních klecích (64,1 g), hybrid Isa Brown v systému s podestýlkou (62,6 g) a hybrid Moravia také na podestýlce (63,2 g). Ahhamed et al. (2014) zkoumali, jaký vliv má ustájení a věk na hmotnost vajec. V jejich experimentu porovnávali kvalitu vajec z voliérového systému ustájení a systému ustájení s konvenčními klecemi. Došli k závěru, že ve věku nosnic 21-40 týdnů byla vejce těžší od nosnic z konvenčních klecí. Naopak tomu bylo ve věku slepic 41-60 týdnů, kdy těžší vejce byla z voliérového systému ustájení. Samiullah et al. (2014) zkoumali vliv mezi ustájením v konvenčních klecích a s volným výběhem. Těžší vejce byla snesena v ustájení klecovém, kdy průměrná hodnota hmotnosti vajec byla 63,93 g. U ustájení s volným výběhem byla hmotnost 61,02 g.

3.3.2 Vliv ustájení na kvalitu bílku

3.3.2.1 Hmotnost a podíl bílku

Ve výzkumu Tůmová, Ebeid (2005) došli k závěru, že podíl bílku je vyšší v klecovém systému ustájení. Hodnota podílu bílku byla v průměru 62,76 %. Naopak u podestýlkového chovu byl podíl bílku v průměru 61,92 %. Pištěková et al. (2006) ve svém výzkumu uvádějí, že větší podíl bílku byl u vajec z podestýlkového ustájení. V tomto případě byl podíl větší o 0,73 %. V další práci Tůmová et al. (2007) uvádějí, že vejce, která byla snesena v konvenčních klecích mají větší podíl bílku. V tomto případě byl podíl bílku stanoven na průměrnou hodnotu

62,71 %. U vajec z podestýlkového chovu byla tato hodnota menší, a to 61,92 %. V dalším výzkumu Tůmová et al. (2009) zaznamenali, že průměrná hmotnost bílků u vajec z podestýlky je 36,23 gramů a vajec z klece byla hmotnost bílků téměř totožná (36,25 g). Van den Brand et al. (2010) zaznamenali větší podíl bílku u systému chovu s venkovním výběhem, kdy podíl byl v průměru 59,05 %. Lewko, Gornowicz (2011) zkoumali výsledky ze tří systémů ustájení. Došli k závěru, že největší podíl bílku byl u vajec snesených v klecích. Hodnota pro podíl bílku byla 57,04 %. Naopak nejmenší podíl byl u vajec z volného výběhu, kdy podíl byl 56,17 %. Ferrante et al. (2016) zaznamenali, že vejce snesená na podestýlce a v ustájení s volným výběhem mají téměř stejný podíl bílku vůči celému vejci. Vejce z podestýlky byla ale těžší, a tudíž i bílek měl větší hmotnost.

3.3.2.2 Haughovy jednotky a index bílku

Tůmová, Ebeid (2005) zjistili, že vejce snesená v systému ustájení s podestýlkou mají horší kvalitu bílku. U vajec snesených v podestýlkovém chovu byly Haughovy jednotky nižší než u vajec z klecových systémů. Konkrétně tato vejce dosahovala hodnot Haughových jednotek v průměru 71,73. U klecových vajec byla kvalita lepší, protože Haughovy jednotky dosáhly vyšší hodnoty (73,52 v průměru). Index bílku byl u vajec z klecových systémů také vyšší, protože u vajec z těchto systémů byly zaznamenány hodnoty 7,46 % v průměru. Naopak u systému s podestýlkou byla hodnota nižší, a to průměrně o 7,24 %. Ve studii Lewko, Gornowicz (2011) bylo zaznamenáno, že největší kvalitu bílku měla vejce snesená v systému ustájení s podestýlkou. Tato vejce dosahovala průměrných hodnot Haughových jednotek 69,7. Nejhorší kvalitu bílku měla vejce z chovu s výběhem, kdy Haughovy jednotky dosáhly hodnoty 58,6 v průměru. Tůmová et al. (2011) uvádějí, že kvalitnější bílek byl u vajec, která byla snesena v klecových systémech. U sledovaných hybridů ISA Brown v konvenčních klecích byly zaznamenány hodnoty Haughových jednotek v průměrné hodnotě 86,5. U stejného hybridu na podestýlce byla hodnota menší, a to v průměru 83,9. Kvalitnější bílek byl zaznamenán také u hybridů Hisex Brown a Moravia BSL chovaných v klecích. Také Ledvinka et al. (2011) zaznamenali kvalitnější bílek u vajec, která byla snesená v konvenčních klecích. V tomto případě dosahovaly Haughovy jednotky u klecového chovu hodnoty v průměru 73,52. U podestýlkového chovu byly Haughovy jednotky nižší, a to na hodnotě 71,73 v průměru. Ahhamed et al. (2014) zaznamenali nejvyšší Haughovy jednotky u vajec, která byla snesená v konvenčních klecích. Hodnoty Haughových jednotek dosáhly hodnoty v průměru 102,2. Naopak nejnižší Haughovy jednotky byly změřeny u podestýlkového ustájení, kdy Haughovy

jednotky byly nižší (92,7 v průměru). Vejce snesená ve voliérovém chovu měla bílek kvalitnější než vejce snesená na podestýlce. Haughovy jednotky dosáhly 96,4 v průměru. Výsledky výzkumu Samiullah et al. (2014) potvrdili, že vejce mají nejvyšší hodnotu Haughových jednotek, když jsou snesena nosnicemi v konvenčních klecích. Rozdíl mezi slepicemi stejného věku v různých typech ustájení byl dobře viditelný. U nosnice ve věku 55 týdnů byly Haughovy jednotky vyšší u ustájení, kde byly použity konvenční klece. V tomto případě dosahovaly Haughovy jednotky průměrné hodnoty 95,4. U nosnic stejného věku, ale chovaných v chovu s výběhem, byly Haughovy jednotky nižší, a to v průměru 80,1.

3.3.3 Vliv ustájení na kvalitu žloutku

3.3.3.1 Hmotnost a podíl žloutku

Tůmová, Ebeid (2005) zjistili, že na podíl žloutku má významný vliv typ ustájení. Podíl žloutku byl větší v ustájení na podestýlce než v kleci. V kleci byl naměřen podíl žloutku v průměru 25,4 %. U chovu na podestýlce měl podíl žloutku větší hodnotu, a to 26,2 %. Ledvinka et al. (2005) zaznamenali, že největší podíl žloutku je u vajec, která byla snesená nosnicemi v podestýlkovém ustájení. V tomto případě byla hodnota podílu žloutku stanovena na hodnotu 26,27 % v průměru. U klecových systémů byl podíl žloutku menší, a to průměrně 25,4 %. Pištěková et al. (2006) zjistili, že typ ustájení nemá významný vliv na podíl žloutku ve vejci. Konkrétně se lišily hodnoty o pouhých 0,36 %. Také Van den Brand et al. (2010) došel k závěru, že podíl žloutku není závislý na typu ustájení. Konkrétně v ustájení v klecích byl podíl žloutku v průměru 32,74 %. Menší hodnotu naměřili u vajec z ustájení s volným výběhem, kdy zaznamenali průměrnou hodnotu 32,4 %. Rozdíl je tedy pouhých 0,34 %. Lewko, Gornowicz (2011) uvádějí, že podíl žloutku se s ustájením nemění. U všech tří typů ustájení (klece, podestýlka a volný výběh) byl podíl žloutku téměř stejný. Rozdíl od největšího podílu do nejmenšího podílu byl 0,58 %. Tůmová et al. (2011) záznamenali největší podíl žloutku u konvenčních klecí. U ISA Brown byl naměřen podíl žloutku na hodnotu 25,3 %, což je největší hodnota u daného hybridu. Nejmenší podíl žloutku byl naopak u systému ustájení s podestýlkou, kdy hodnota podílu žloutku byla stanovena na 24,44 %. Záznamy z výzkumu Ferrante et al. (2016) dokládají, že podíl žloutku je větší u ustájení s výběhem než u ustájení na podestýlce. Ačkoliv hmotnost žloutku byla téměř totožná v obou případech měření, tak vejce z ustájení s venkovním výběhem bylo znatelně lehčí. Tím pádem je podíl větší u ustájení s výběhem.

3.3.3.2 Index tvaru žloutku

Index tvaru žloutku se mění se systémem ustájení nosnic. Tůmová, Ebeid (2005) porovnávali klecový a podestýlkový chov. Došli ke zjištění, že index žloutku byl vyšší u vajec z chovu s podestýlkou. Vejce, která byla snesena v 6 h a v podestýlkovém chovu, dosahovala průměrné hodnoty indexu žloutku 47,4 %. Ve stejnou dobu snesení, ale v klecovém ustájení, měla vejce index žloutku nižší, a to 47,27 %. Vejce z podestýlkového chovu vykazovala vyšší hodnoty indexu žloutku i v jiných časech snesení. Tůmová et al. (2009) porovnávali ustájení klecové a podestýlkové a také pozorovali změny ve kvalitě vajec ve vztahu k ovipozici. Zaznamenali, že větší index žloutku měla vejce, která byla snesena nosnicemi na podestýlce. Například vejce snesená od hybridu Hisex Brown v 6 h měla odlišné hodnoty indexu žloutku. Vejce snesená na podestýlce dosahovala průměrné hodnoty 45,73 %. V klecích byl index žloutku nižší, a to na průměrné hodnotě 44,82 %. Stejného trendu si všimli i u nosných hybridů Isa Brown a Moravia, kteří byli také cílem studie.

3.3.3.3 Barva žloutku

Pišťeková et al. (2006) sledovali vliv systému ustájení na barvu žloutku. Porovnávali stupnici La Roche s vejci z podestýlkového a klecového chovu. Tmavší žloutek měla vejce, která byla snesená na hluboké podestýlce. Hodnota barvy žloutku z podestýlky byla 6,58 v průměru. U klecových vajec byl žloutek světlejší, a to v průměru 6,43. Tůmová et al. (2009) také sledovali změny barvy žloutku závislejícím na systému ustájení. Tmavší žloutek měla vejce z podestýlky, ale rozdíl mezi průměry z obou typů ustájení byl pouze 0,08. Van den Brand et al. (2010) uvádějí, že tmavší žloutky byly u vajec snesených v ustájení s venkovním výběhem. Hodnota stupnice La Roche byla v průměru 11 u vajec z volného výběhu. Z klece byly žloutky světlejší, a to v hodnotě 9,3 v průměru. Lewko, Gornowicz (2011) také zaznamenali změny v barvě žloutku v závislosti na typu ustájení. Ze sledovaných systémů ustájení (klece, podestýlka a chov s venkovním výběhem) měla nejtmavší žloutek vejce z podestýlkového systému ustájení. Hodnota žloutku u těchto vajec dosahovala průměrné hodnoty 8,0. Naopak nejsvětější žloutky měla vejce ze systému ustájení klecového, kdy na barevné stupnici dosáhla hodnota barvy žloutku v průměru 7,04. Ahhamed et al. (2014) sledovali barvu žloutku u nosnic v ustájení klecovém, voliérovém a podestýlkovém. Nejtmavší žloutky měla vejce snesená ve voliérách. V případě hejna ve věku 21-40 týdnů dosáhla hodnota barvy žloutku 6,4 v průměru. Naopak nejsvětější žloutek měla vejce z chovu na podestýlce, která měla hodnotu v průměru 4,5. Stejný trend byl pozorován také u hejna ve věku 41-60 týdnů. Vejce z voliér byla nejtmavší

(hodnota 8,8 v průměru). Nejsvětější žloutky byly zaznamenány opět u chovu s podestýlkou, a to s průměrnou hodnotou 8,0. Samiullah et al. (2014) uvádějí, že žloutek z konvenčních klecí byl tmavší než žloutek z chovu s volným výběhem.

3.3.4 Vliv ustájení na kvalitu skořápky

3.3.4.1 Hmotnost a podíl skořápky

Tůmová, Ebeid (2005) zaznamenali, že se podíl a hmotnost mění v závislosti na systému ustájení. Porovnávali dva typy ustájení, a to klecový a podestýlkový. Větší podíl skořápky byl u vajec z podestýlkového ustájení. Podíl skořápky u vajec z podestýlky byl v průměru 10,37 %. Naopak u klecového systému byl rozdíl nepatrný, a to v hodnotě podílu skořápky 10,22 %. Také Ledvinka et al. (2005) uvádějí, že podíl skořápky je vyšší u vajec od nosnic z podestýlkového systému ustájení. Pištěková et al. (2006) uvádějí, že podíl skořápky se mění v závislosti na systému ustájení. Z pozorování dvou typů ustájení (klecové a podestýlkové) byl větší podíl skořápky z klecového chovu. Lichovníková, Zeman (2008) se shodují s prací Pištěková et al. (2006, kdy vejce z obohacených klecí měly nejvyšší podíl skořápky. Lewko, Gornowicz (2011) zaregistrovali nejvyšší podíl skořápek u vajec z chovu s výběhem. Naopak nejmenší podíl byl u vajec z podestýlky. Tůmová et al. (2011) také zkoumali, jak se podíl skořápky tří nosných hybridů mění v závislosti na typu ustájení (klece a podestýlka). Nejvyšší podíl skořápky byl u vajec snesených nosnicemi na podestýlce. Stejného trendu si lze všimnout u dalších dvou pozorovaných hybridů Hisex Brown a Moravia. Tůmová et al. (2017) zaznamenali odlišnosti v podílu a hmotnosti ustájení v závislosti na typu ustájení a obsahu Ca v krmivu. Při pozorování a měření vajec ze tří systému ustájení (klecový, podestýlkový a voliérový) došla k závěru, že nejvyšší podíl skořápky při obsahu Ca v krmivu 3 % byl u vajec z klecového chovu. Nejmenší podíl skořápky na jedno vejce byl zaznamenán u vajec z voliér.

3.3.4.2 Tloušťka skořápky

Kleckner et al. (2002) sledovali rozdíly v kvalitě vaječné skořápky, a to v systému ustájení konvenčních klecí, obohacených klecí a na podestýlce. V pokusu byla tloušťka skořápky největší u vajec snesených v obohacených klecích a rozdíly byly minimální. Podobné výsledky zaznamenali Ledvinka et al. (2005). Van den Brand et al. (2010) nezjistili rozdíly na tloušťce skořápky v závislosti na typu ustájení. Při sledování vajec z klecového chovu a chovu s venkovním výběhem zaznamenali stejnou tloušťku skořápky, a to 0,321 mm. Lichovníková, Zeman (2008) zaznamenali nejsilnější skořápky u vajec z klecí. Naopak nejtenčí skořápky byli

u vajec z podlahových systémů. Tůmová et al. (2017) zaznamenali, že tloušťka skořápky byla nejsilnější v chovu v klecích. Ahammed et al. (2014) uvádějí, že nejsilnější skořápka byla u vajec z chovu na podestýlce. Naopak nejtenčí skořápku měla vejce z voliér. Ketta, Tůmová (2018a) nezaznamenali přílišný rozdíl v tloušťce skořápky u vajec z klece a z podestýlky, a i v dalším pokusu (Ketta, Tůmová, 2018b) se jim tento trend potvrdil. Naopak Vlčková et al. (2018) uvádí rozdíly v tloušťce skořápky u vajec z klece a volného výběhu.

3.3.4.3 Pevnost skořápky

Klecker et al. (2002) ukazují, že systém ustájení ovlivňuje pevnost vaječné skořápky. Zjistili, že nejpevnější skořápka byla u vajec z obohacených klecí (32,18 N v průměru) a naopak nejslabší z podestýlkového chovu (31,35 N). Tůmová, Ebeid (2005) u vajec z podestýlkového chovu zaznamenali vyšší pevnost skořápky než u vajec z klecí. Ledvinka et al. (2005) se ve svém výzkumu shodují s Klecker et al. (2002) i s Tůmová, Ebeid (2005). Pištěková et al. (2006) došli k závěru, že pevnější skořápku mají vejce z podestýlky. Tůmová et al. (2009) ve svém výzkumu porovnávali klecové a podestýlkové systémy ustájení. Nejpevnější skořápky byly u vajec z podestýlky. Lewko, Gornowicz (2011) srovnávali pevnost vaječné skořápky z klece na podestýlka a z chovu s volným výběhem. Nejpevnější skořápka byla u vajec snesených nosnicemi v chovu s výběhem. Naopak nejslabší skořápky byly nalezeny u vajec z podestýlkového chovu. Ketta, Tůmová (2018a) došli k závěru, že pevnější skořápku mají vejce z klece než vejce z podestýlky. To se jim však nepotvrdilo ve výzkumu (Ketta, Tůmová, 2018b), kde nebyl zaznamenán rozdíl v pevnosti skořápky. Vlčková et al. (2018) zjistili, že pevnější skořápku mají vejce z klecí oproti volnému výběhu.

3.3.4.4 Barva skořápky

Barva skořápky slepičího vejce může být ovlivněna systémem ustájení. Tůmová et al. (2009) pozorovali kvalitu vajec v souvislosti se systémem ustájení a vejce se světlejší skořápkou měla v chovu klecovém. Stejný trend barvy skořápky byl zaznamenán také u hybrida Moravia. Naopak u hybrida Hisex Brown byla vyzorována světlejší vaječná skořápky v chovu na podestýlce. Jiných výsledků dosáhli Tůmová et al. (2011) v další práci, kdy byla zaznamenána nejsvětlejší skořápka u vajec z podestýlkového chovu. Lewko, Gornowicz (2011) naopak uvádějí, že nejsvětlejší skořápku mají vejce z klecí. V pokusu byly sledovány barvy skořápek ze tří typů ustájení, a to z typů klecových, podestýlkových a z chovu s výběhem. Samiullah et al. (2014) sledovali barvu skořápky od vajec z konvenčních klecí a z chovu s venkovním

výběhem a z výsledků je patrné, že vejce z chovu s venkovním výběhem měly světlejší skořápku.

3.3.4.5 Vejce s poškozenou skořápkou a systém ustájení

Ačkoliv počty a podíly vajec s poškozenou skořápkou nejsou hlavním ukazatelem kvality skořápky, tak počty těchto vajec udávají ztráty pro podniky, které vejce produkují. Tůmová, Ebeid (2005) ve své studii uvádějí, že větší podíl poškozených vajec byl u klecového chovu nosnic. Také Voslářová et al. (2006) zaznamenali větší výskyt poškozených vajec v chovech v klecích, oproti chovu na posdestýlce. De Reu et al. (2009) také sledovali počet porušených vajec v závislosti na systému ustájení nosných slepic. Největší podíl poškozených vajec byl nalezen v obohacených klecích (7,8 %) a nejméně vajec s narušenou skořápkou bylo sebráno z chovu s voliérami (2,2 %). Ahhamed et al. (2014) ve své studii ukazují podíly porušených skořápek u vajec v konvenčních klecích. Na portu tomu Ferrante et al. (2016) zjistili, že více vajec s vadou bylo z chovu na podestýlce než v chovu s výběhem.

4 Závěr

Bakalářská práce je zaměřena na zhodnocení vlivu systému ustájení na technologické parametry kvality vajec u nosného typu slepic.

Každý systém ustájení má své specifikace, které je nutné dodržet, každý má své výhody a nevýhody a ani jeden systém ustájení není ideální. V některých je welfare zvířat na vysoké úrovni, ale je zde větší riziko nemocí, kanibalismu či horších parametrů kvality vajec. V zemích Evropské unie je velmi vysoký tlak na chovatele slepic, které mají klecové chovy. Vejce z každého typu chovu má své označení v obchodním řetězci a různé ceny vajec jsou odvíjeny od provozních nákladů farmy.

Kvalitu vajec posuzujeme z jejich technologických vlastností. Nejdůležitější vlastností, podle které se vejce zpeněžují je jejich hmotnost. Vejce jsou rozděleny podle velikosti do několika tříd, a to XL (nad 73 g), L (63-73 g), M (53-63 g), S (pod 53 g). Hmotnost vajec se zvyšuje s věkem nosnic, a to neohledě na genotyp. Z výzkumů lze usoudit, že nejtěžší vejce měla vejce z podestýlkového chovu. Dále se u vajec sleduje kvalita bílku, kdy sledujeme index bílku, Haughovy jednotky a jeho šlehatelnost. Kvalita bílku je z vnitřních parametrů kvality vajec nejdůležitější. Z literárního přehledu vyplynulo, že nejvyšší kvalita bílku je u vajec z klecového chovu. Skořápka je nejdůležitější částí vejce, bereme-li v úvahu možnost vejce balit a expedovat. Sledujeme tvar vejce, tloušťku a pevnost skořápky. Budou-li vejce nepravidelná, budou se v obalech mačkat a vzniknou vejce s poškozenými skořápkami, které už nelze prodávat jako konzumní a představují pro chovatele vysokou ztrátu. Ze studií vyplývá, že nejkvalitnější skořápku měla vejce z podestýlky.

Systém ustájení ovlivňuje kvalitu vajec, kdy studie ukázaly, že vejce z podestýlkového systému ustájení jsou nejtěžší. Vliv systému ustájení se spojuje často s věkem nosnic a jejich genotypem. Z výzkumů lze usoudit, že na kvalitu bílku a žloutku nemá typ ustájení vysoký vliv, ale nejvíce se projeví při porovnávání skořápek vajec, kdy nejvyšší hmotnost mají skořápky vajec z podestýlkového chovu. Pevnost skořápek spíše souvisí s věkem slepic než se systémem ustájení. Z hlediska volby vhodného systému ustájení jsou také důležité interakce mezi ustájením a genotypem slepic a k tomu je nezbytné přihlížet.

Má-li si chovatel vybrat mezi jednotlivými typy ustájení, je nutné, aby dokonale prostudoval výhody a nevýhody všech možných systémů a s nimi spojená rizika a náklady. Tlak ze strany lidí na zrušení klecových chovu je značný, i když vejce z klecí jsou jedny z nejkvalitnějších, protože je zde velká kontrola nad případnými infekcemi v hejnech a dalšími riziky, která by mohli ohrozit chod firmy.

5 Seznam literatury

- Abudabos, A., Alhumaah, R., Aalgawaan, A., Al-Sornokh, H., Al-Atiyat, R. 2017 Effects of Hen Age and Egg Weight Class on the Hatchability of Free Range Indigenous Chicken Eggs. *Brazilian Journal of Poultry Science* **19**. 33-40
- Ahammed, M., Lohakare, J., Keohavnog, B. 2014. Comparison of Aviary, Barn and Conventional Cage Raising of Chickens on Laying Performance and Egg Quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **27**. 1196-1203
- Altunatmaz Sandikci, S., Aksu, F., Aktaran Bala, D., Akyazi, I. a Celík, C. 2020. Evaluation of Quality Parameters of Chicken Eggs Stored at Different Temperatures. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* **26**. 247-254
- Belkot, Z., Gondek, M. 2014. Zanieczyszczenie bakteryjne powierzchni jaj spożywczych w zależności od systemu utrzymania kur niosek. Katedra Higieny Żywności Zwierzęcego Pochodzenia, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie. *70*, 379-382
- De Reu, K., Rodengurg, T.B., Grijspeerd, K., et al. 2009. Bacteriological contamination, dirt, and cracks of eggshells in furnished cages and noncage systems for laying hens: An international on-farm comparison. *Poultry Science* **88**. 2442-2448
- Ferrante, V., Lolli, S., Vezzoli, G. 2010. Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. *Italian Journal of Animal Science* **8**. 165-174
- Guesdon, V., Faure, J.M. 2004. Laying performance and egg quality in hens kept in standard or furnished cages. *Animal Research* **53**. 45-57
- Guesdon, V., Ahmed, A.M.H., Mallet, S., Faure, J.M., Nys, Y. 2006. Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. *British Poultry Science* **47**. 1-12
- Halaj, M., Golian, J. 2011. Vajce biologické, technické a potravinárské využitie. Garmond Nitra. Nitra. 1. vydání. 224.
- 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
- Haugh, R.R. 1937 The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult Mag* **43**. 572-573
- Huneau-Salaun, A., Michel, V., Huonnic, D., Balaine, L., Le Bouquin, S. 2010. Factors influencing bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and free-

range systems for laying hens under commercial conditions. *British Poultry Science* **51**. 163-169

Jacob, J.P., Miles, R.D., Mather F., 2003. Egg quality, University of Florida, PS24, 1-12

Ketta, M., Tůmová, E. 2018a. Eggshell Characteristics and Cuticle Deposition in Three Laying Hen Genotypes Housed in Enriched Cages and on Litter. *Czech Journal of Animal Science* **63**. 11-16

Ketta, M., Tůmová, E. 2018b. Relationship between eggshell thickness and other eggshell measurements in eggs from litter and cages. *Italian Journal of Animal Science* **17**. 234-239

Košář, K., Návarová, H., Procházka, D., 2004. Zásady welfare a nové standardy EU v chovu drůbeže. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 54.

Ledvinka, Z., Tůmová, E., Štolc, E. 2008. Užítkovost nosnic a kvalita vajec v různých systémech chovu. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. Certifikovaná metodika. 1. vydání. 24.

Lewko, L., Gornowicz, E. 2011. Effect of housing system on egg quality in laying hens. *Annals of Animal Science* **11**. 4. 607-616.

Lichovnicková M., Zeman, L. 2008. Effect of housing system on the calcium requirements of laying hens and eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science* **53**. 162-168.

Lokaewmanee, K., Saito, K., Yamauchi, K., Komori, T. 2011. Enhancement of Yolk Color in Raw and Boiled Egg Yolk with Lutein from Marigold Flower Meal and Marigold Flower Extract. *Japan Poultry Science Association* **48**. 25-32.

Mallet, S., Guesdon, V., Ahmed, A. M. H., Nys, Y. 2007. Comparison of eggshell hygiene in two housing systems: Standard and furnished cages. *British Poultry Science* **47**. 30-35.

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**. 356-63

Parisi, M. A., Northcutt, J. K., Smith, D. P., Steinberg, E. L., Dawson, P. L. Microbiological contamination of shell eggs produced in conventional and free-range housing systems. *Food Control* **47**. 161-165.

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

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 Brno* **50**. 37-42

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

Příkryl, M. 2012. Chov nosnic pro produkci konzumních vajec: technologické systémy uplatňující standardy pro ochranu nosnic. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. Přehled souvisejících zákonů a vyhlášek. 68.

Samiullah, S., Roberts, J. R., Chousalkar, K. K. 2014. Effect of production system and flock age on egg quality and total bacterial load in commercial laying hens. *Journal of Applied Poultry Research* **23.1**. 59-70.

Samiullah, S., Roberts, J.R., Chousalkar, K. 2015. Eggshell color in brown-egg laying hens. *Poultry Science* **94**. 2566-2575.

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

Tanaka, T., Hurnik, J. F. 1992. Comparison of behavior and performance of laying hens housed in battery cages and an aviary. *Poultry Science* **62**. 1155-1159.

Tauson, R., Wahlström, A., Abrahamsson, P. 1999. Effect of two floor housing systems and cages on health, production, and fear response in layers. *The Journal of Applied Poultry Research* **8**. 152-159.

Tůmová, E. 2004. Základy chovu hrabavé drůbeže. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 2., upr. vydání. 35.

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

Tůmová, E. 2007. Vliv systému ustájení a výživy na kvalitu masa a vajec drůbeže. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. Studie vědeckého výboru výživy zvířat. 1. vydání. 53.

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

Tůmová, E., Englmaierová, M., Ledvinka, Z. 2010. Skladovatelnost vajec z různých systémů ustájení. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. Certifikovaná metodika. 1. vydání. 21.

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., Gous, R.M. 2012. Interaction of hen production type, age, and temperature on laying pattern and egg quality. *Poultry Science* **91**. 1269-1275.
- Tůmová, E., Skřivanová, V., Chodová, D., Vlčková, J. 2017. Vliv vápníku na kvalitu skořápky a bezpečnost produkce vajec v různých systémech ustájení. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. Studie vědeckého výboru výživy zvířat. 1. vydání. 84.
- Tůmová, E., Engmaierová, M., Chodová, D., Lichovnicková, M. 2019. Chov drůbeže II. skriptá. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 1. vydání. 125.
- Valkonen, E., Venäläinen, E., Rossow, L., Valaja, J. 2008. Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. *Poultry Science* **87**. 844-852.
- Van den Brand, H., Parmentier, H. K., Kenp, B. 2004. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science* **45**. 745-752.
- Vits, A., Weitzenburger, D., Hamann, H., Distl, O. 2005. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poultry Science* **84**. 1511-1519.
- Vlčková, J., Tůmová, E., Ketta, M., Englmaierová, M., Chodová, D. 2018. Effect of Housing System and Age of Laying Hens on Eggshell Quality, Microbial Contamination, and Penetration of Microorganisms into Eggs. *Czech Journal of Animal Science* **63**. 51-60.
- Voslářová, 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.
- Vučemilo, M., Vinković, B., Matković, K., Štoković, I., Jakšić, S., Radović, S., Granić, K., Stubičan, D. 2010. The influence of housing systems on the air quality and bacterial eggshell contamination of table eggs. *Czech Journal of Animal Science* **55**. 6. 243-249.
- Wezyk, S., Krawczyk, J., Calik, J., Poltowicz, K. 2011. Relationship between hen age, body weight, laying rate, egg weight and rearing systém. *National Research Institute of Animal Production* **11**. 32-83.
- Zita, L., Tůmová, E., Stolc, L. 2009. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno* **78**. 85-91.